

ISSN
03225-3856

Com. Mus. Prov. Cs. Naturales
"Florentino Ameghino"
(Nueva Serie)

Santa Fe
(Argentina)

V. 7

Nº 2

Pág.

2001



**APORTE DE LOS MICROSCOPISTAS
CLASICOS AL CONOCIMIENTO DE
LAS CELULAS DEL
SISTEMA NERVIOSO**

por:

JULIO R. PIVA y CARLOS A. VIRASORO

**Museo Provincial de Ciencias Naturales
"Florentino Ameghino"**

**Primera Junta 2859 (3000) Santa Fe - ARGENTINA
Tel. (54-0342)-4523843**

SERVICIO EDITORIAL

OTROS TITULOS PUBLICADOS

COMUNICACIONES (Nueva Serie)

- * TECNICAS DE CAMPOS EN PALEONTOLOGIA DE VERTEBRADOS - 1985.
- * SOBRE NINFAS DEL GENERO SENZILLOIDES DEL PARQUE NACIONAL LANIN - ARGENTINA 1987.
- * LINEAMIENTO DE UN PROGRAMA DE DESARROLLO AGROPECUARIO DEL NORTE SANTAFESINO - 1987.
- * EL HOLOCENO EN EL LITORAL - 1991.
- * EDUCACION AMBIENTAL - 1994.
- * LOS CLIMAS CUATERNARIOS DE LA REGION PAMPEANA - 1994.
- * EL SISTEMA EOLICO PAMPEANO - 1995.
- * CARACTERIZACION GEOQUIMICA DE LAS AGUAS DE LA CUENCA DEL RIO CARCARAÑA - PROV. DE SANTA. FE.
- * CITA INEDITA DE PHYLLANTHUS FLUITANS (Euphorbiaceae) EN SANTA FE (Dto. La Capital) ARGENTINA.
- * LISTADO DE TRABAJOS GEOLOGICOS DEL AREA DE ROSARIO - SANTA FE (Argentina - 1999)
- * ATLAS HISTO-EMBRIOLOGICO DE LOS PRINCIPALES ESTADIOS ORGANOGENICOS DE (Physalaemus Biligonigerus) (Amphibia: Lectodactylidae)- 1999

OTRAS SERIES EDITADAS:

- * CARTILLAS DE DIFUSION
- * CATALOGOS
- * GUIAS DIDACTICAS

**APORTE DE LOS MICROSCOPISTAS
CLASICOS AL CONOCIMIENTO
DE LAS CELULAS DEL SISTEMA
NERVIOSO CENTRAL**

JULIO R. PIVA
y
CARLOS A. VIRASORO

COMUNICACIONES (NUEVA SERIE) 7 (2)
MUSEO PROVINCIAL DE CIENCIAS NATURALES
"FLORENTINO AMEGHINO"

Edición y Propiedad intelectual del Museo Provincial de Ciencias Naturales "FLORENTINO AMEGHINO" Primera Junta 2859 - (3000) Santa Fe - ARGENTINA Tel./Fax: (54-0342) 4523843. Reservados todos los derechos. Ninguna parte del material cubierto por este título puede ser reproducido por cualquier medio sin el previo permiso por escrito del Editor. Hecho depósito que establece la Ley 11.723

INFORMACION GENERAL

* Los manuscritos y diskettes deben enviarse por correo certificado al: **MUSEO PROVINCIAL DE CIENCIAS NATURALES "FLORENTINO AMEGHINO"** Primera Junta 2859 - Tel./Fax: (54-0342) 4523843 - (3000) Santa Fe - ARGENTINA

Deben estar escrito a doble espacio y amplios márgenes, acompañados por dos fotocopias.

Para conocer el reglamento adoptado, debe consultar "Reglamento de Publicación y Guía para los autores" (Comunicaciones, 9: 21 - 23, 1981)

El original en diskette se remitirá una vez que el trabajo haya sido aceptado.

Se deberá utilizar diskettes de 3,5" KD, redactados en Microsoft Word, Page Maker o Corel para Windows 95 o una versión inferior. El trabajo de edición se facilitará si se presenta el Texto seguido sin sangrías de párrafos y sin tabulaciones de texto.

* Manuscripts and diskettes should be sent, air mail to: **MUSEO PROVINCIAL DE CIENCIAS NATURALES "FLORENTINO AMEGHINO"** Primera Junta 2859 - Tel./Fax: (54-0342) 4523843 - (3000) Santa Fe - ARGENTINA.

They must be typewritten in double spacing and wide margins, with two copies. Further details of the format and regulations adopted for contribution are given in "Reglamento de Publicación y Guía para los autores" (Comunicaciones 9: 21-23, 1981)

Once the paper has been accepted a software copy should be sent, in Microsoft Word o Page Maker, Corel for Windows 95 (or programs unavailable) Software copies should be submitted on 3," HD

Please present the text "without paragraph indentations or any tabulations"

Periodicidad y canje: Se edita en forma irregular y envío por canje de acuerdo a la disponibilidad de ejemplares.

Exchange-Publication schedule: Is issued irregular. Publishers and institution of related objectives may receive it on exchange.

Abreviatura internacional / Word-list Abbreviations:
Com.Mus.Prov.Cs.Nat. "Florentino Ameghino"

INFORMES: Biblioteca y Ctro. de Documentación "Dr. J. Frenguelli"
Primera Junta 2859 - 1° Piso - (3000) Santa Fe - ARGENTINA
Tel./Fax: (54-0342) 4523843 - Horario: 7 a 13 Hs.
Email: ameghino@alpha.arcrice.edu.ar
Web site: <http://www.unl.edu.ar/santafe/museocn.htm>

APORTE DE LOS MICROSCOPISTAS CLASICOS AL CONOCIMIENTO DE LAS CELULAS DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

Julio R. Piva

y

Carlos A. Virasoro

RESUMEN:

El propósito de los autores fue considerar el proceso que culmina con la caracterización morfológica de las células del parénquima nervioso central.

Se señala el aporte de los autores que se dedicaron a crear métodos anilínicos o metálicos que permitieron la definición microestructural más detallada y constante, y en especial los de sales de plata, en los que sobresale la escuela iberoamericana.

Laboratorio de Histopatología

Pje. 13 de Diciembre 2961

(3000) Santa Fe - Argentina

Tel: 0342 - 4536181

Museo Pcial de Cs. Naturales

"Florentino Ameghino"

1º Junta 2859

(3000) Santa Fe - Argentina

Telefax: 0342- 4523843

Introducción:

El estudio de la textura nerviosa es uno de los hechos más apasionantes e imprescindibles, no sólo desde el punto de vista estrictamente biológico, sino porque nos remite a vínculos filosóficos.

Superado actualmente el concepto positivista evolucionista de que el recibir excitaciones, transmitir las y producir movimiento es sinónimo de la existencia del tejido nervioso, ya que el primer sistema nervioso organizado se encuentra recién en celenterados (cnidarios), es verdadero reconocer que surge como consecuencia de una división del trabajo, a cargo de componentes morfológicamente diferenciados.

El histólogo tiene como misión tratar de conocer las estructuras encargadas de estos mecanismos, el fisiólogo de explicar su funcionamiento, pero el hombre curioso y aún apasionado que alberga a éstos, difícilmente pueda escapar de formularse interrogantes que vienen de antaño en la especie humana, fundamentalmente la relación entre el sistema nervioso y la mente.

Por un lado se hallan quienes encaran el tema con el concepto a priori de que existe un abismo entre el mundo físico y el espiritual, entre los que se enrolan los filósofos idealistas y aún los anatomistas del Renacimiento, aunque éstos seguramente, encuentren en estas ideas una forma de refugio para poder continuar sus investigaciones sin ser molestados por los religiosos. Por otra parte, con visión opuesta, sigue vigente la escuela materialista desde Demócrito en adelante, la mente es inseparable del cuerpo.

¿Qué papel le cabe a la investigación la delicada trama neurohistológica en relación a la búsqueda de concepciones sistémicas?. Terminar con la concepción de que el sistema nervioso es una caja negra que media entre los estímulos y las respuestas, como plantea Bunge. En esa obra caben aquellos que se valen de los más finos métodos de la biología contemporánea y los que elaboran sus conocimientos con el manejo de métodos clásicos, probados, que no han agotado en absoluto sus posibilidades demostrativas y a quienes se refiere este artículo.

Historia preliminar

La neurona bautizada por Waldeyer en 1891, tiene observadores tempranos como Fontana, que en 1787 describe fibras nerviosas. Más tarde, en el siglo XIX, se generan aportes de otro valor significativo que se van complementando hacia una definición más concreta. En la década del 30 se destaca Ehrenberg que describe las células nerviosas, a quien Purkinje llama "gránulos"¹, Remak da detalles relativos a la unión entre el cuerpo y las fibras y clasifica a éstas². Schwann por su parte descubre la vaina que lleva su nombre.

Las décadas del 40 y del 50 son de confirmaciones en las distintas especies, se suman las investigaciones de Helmholtz, Kölliker, Wagner, Remak, Iacubovich y Ovsianikov. Deiters distingue las prolongaciones largas y cortas.

Debajo de esta cronología hay otra historia rescatable, la de los conocimientos técnicos, ellos revelan las incógnitas de las células. Entre quienes utilizan las anilinas se destacan Gerlach con el carmín, Erlich y Dogiel con el azul de metileno y Nissl con anilinas básicas. A las impregnaciones metálicas (áuricas o argentícas) solas o combinadas con anilinas contribuyen Stilling, Müller y Jacobson, Lavdosky, Krause, Ranvier y Golgi.

Citogénesis

La imposibilidad de demostrar en una célula única el origen de la neurona y de la neuroglía lleva a His, Cajal, Harrison y otros, a sostener que de entrada se observan en el tubo neural unas células esféricas, ricas en figuras mitóticas, las que generan a los neuroblastos, y otras prismáticas, altas, llamadas espongioblastos, que originan a glioblastos, oligodendroblastos, astroblastos y al gliopitelio ependimario. Esta dualidad no debe ser interpretada en la actualidad como un hecho dogmático que aparentemente contradice el sentido común, se trata de una respetable posición de amor a la verdad, ya que en la ciencia vale lo que se puede demostrar. Esta posición se prolonga hasta no hace muchos años, dada la imposibilidad de observar el elemento indiferente de Schaper.

Con los trabajos de Sauer, Walker y Fujita se ingresa a la contemporaneidad. Las experiencias con timidina tritiada marcadora del ADN permiten sostener que al comienzo existe una célula matriz³.

Cajal efectúa una de las descripciones en el embrión de pollo y señala las variaciones morfológicas a través de la maduración. A partir de la célula hija se genera el neuroblasto apolar al que continúa el bipolar, unipolar, multipolar y la neurona madura.

Aspectos filogenéticos

Influenciados por las ideas darwinianas evolucionistas, los investigadores de comienzo del siglo XX plantean el origen del sistema nervioso en los phyla que no poseen aún la complejidad suficiente de las formas avanzadas. Cajal y Ariëns Kappers señalan en esponjas (poríferos) una estructura simple, un receptor epitelial (exteroceptor) y un efector muscular independiente. El concepto de que el sistema nervioso actúa como agente coordinador esencial de las respuestas musculares, hace suponer a Parker que el primer estadio evolutivo es la aparición de miocitos en las esponjas y que las células epidérmicas cercanas pueden generar a los elementos sensoriales. Esta idea es objetada, dado que ya en celenterados (cnidarios) Passano sugiere la presencia de marcapasos responsables de la actividad inicial. Jakob considera que cada célula está capacitada para defender su propia organización, sin intervención nerviosa, plantea la aparición del psiquismo antes del sistema nervioso (plasma-psique) y adhiere al concepto de que en un animal acelular todo el organismo parece funcionar a la vez como receptor sensorial y como efector⁴.

Neuronas y microanatomía cortical

Este ítem requiere para su mejor entendimiento, de algunos antecedentes macroanatómicos, los que se mezclan con muchos de la anatomía microscópica.

Sin desechar hechos paradigmáticos no se puede dejar de reconocer un trasfondo donde el continuismo y la evolución, también marcan etapas significativas. Hay un papiro del siglo XVII A.P. que relata trastornos funcionales por lesiones cerebrales, inspirado en descripciones de seguramente 3000 años A.P. Se conoce que Alcmeón (400 años A.P.) examina cerebros, Herófilo (nace 360 años A.P.) y Erasístrato (nace 304 años A.P.) recono-

cen circunvoluciones cerebrales. En "De Corporis Humani Fabrica" el belga Andreas Vesalio (1514- 1564) muestra la estructura macroscópica de los haces blancos centrales. Se engrandecen los aportes con Fresnel, Sylvius^{5, 6}, Vieussens, Burdach y Willis. Este jerarquiza la corteza cerebral, distingue la sustancia gris de la blanca y señala a los centros subcorticales y al cuerpo calloso⁷.

En la modernidad el suizo von Haller (1708-1777) replantea el papel de los nervios. El alemán Franz Joseph Gall (1758-1828) crea una pseudociencia, la frenología, pero inspira a los localizacionistas. El neurocirujano y antropólogo francés Paul Broca (1824-1880) demuestra en 1861 que el daño de la tercera circunvolución del lóbulo frontal izquierdo se asocia con la pérdida de la aptitud para hablar. Gustav Fritsch (1838-1891) y Eduard Hitzig (1838-1907) trabajan sobre el cerebro del perro construyendo un mapa corporal sobre el mismo.

Aunque existan los antecedentes de Baillager (1809-1890) y de Kölliker (1817-1905), relata Sholl que en la primera investigación sistemática sobre estratificación cortical, la hace el neurólogo vienés Theodor Meynert (1833-1892), estudia los cortes luego de teñir los cuerpos neuronales. Concluye que por lo general éstos se disponen en cinco capas, salvo en el lóbulo occipital, donde cuenta hasta ocho. Aún hoy, si se observan secciones de corteza teñidas por el método de Nissl es posible que existan discrepancias, de acuerdo a cada microscopista.

Luego se registran las observaciones de Bevan Lewis (1878). Ya en 1872, Meynert nota que en el área visual predominan las células estrelladas⁸.

Cajal enfoca el estudio con el método de Golgi, el que otorga una mejor definición celular y concluye sobre la existencia de siete capas:

1. Externa, plexiforme o molecular.
2. De las pirámides pequeñas (hoy granulosa externa)
3. De las pirámides medianas y grandes (piramidal externa)
4. De las células estrelladas, granular (granulosa interna)
5. De las pirámides grandes (piramidal interna y ganglionar)
6. De las pirámides medianas (piramidal interna)
7. De las células fusiformes (polimórficas)⁹

La variabilidad de las distintas áreas corticales tiene como precursores a Betz y Brodman. El primero, anatomista de Kiev, afirma el carácter heterovalente de la corteza. Los estudios citoarquitectónicos de Brodmann, definen en 1908 un mapa de áreas de la corteza cerebral. Además distingue el isocórtex (neocorteza) propia de los vertebrados superiores del allocórtex característica de los vertebrados inferiores y que constituye menos del 10% de la corteza humana. Luego, von Economo divide el isocórtex en homotípico, que consta de 6 capas definidas y en heterotípico, donde algunas capas casi desaparecen. En 1919 Vogt y Vogt dividen la corteza en 200 campos.

El canadiense Wilder Penfield (1891-1976) confirma las especializaciones funcionales de las circunvoluciones frontales (motricidad) y parietales (sensibilidad).

Actualmente se le da gran importancia a la concepción columnar, porque permite interpretaciones morfológicas y funcionales mucho más satisfactorias. Su creador es un discípulo de Cajal, Lorente de Nó, quien la introduce en 1943. Luego se completa con los trabajos de Mouncastie, Powell, Hubel y Wiesel.

Las bases microestructurales las afirman Szentágothai, Colonnier, Rossignol y Marín-Padilla entre 1966 y 1975, según cita Eccles¹⁰.

Motiva profundos interrogantes saber si esto se hubiera podido demostrar sin los trabajos de Cajal, quien ya en 1888 y 1889 demuestra las "cestas" del cerebelo, el axón de los "granos" y las "fibras musgosas".

¿Qué participación tienen los neurocientíficos argentinos en el desarrollo del conocimiento del cerebro?

Merecen destacarse, entre otros, Cristofredo Jakob, nacido en Alemania pero que desarrolla la mayor parte de sus tareas en este país. Elabora una obra monumental, donde las investigaciones de laboratorio guardan íntima unidad con sus ideas evolucionistas darwinianas expresadas en trabajos como: "El Significado de la Obra de Ramón y Cajal en la Filosofía de lo Orgánico".

También Jorge Thénon, publica con Pirotsky, en 1932 "Estructura de la célula nerviosa a los rayos ultravioletas", en una época en que escasean en el mundo publicaciones de esa línea. Además combinan las radiaciones con los reactivos de Del Río Hortega, Cajal y Bielchowsky o con los rayos infrarrojos, tanto para definir estructuras normales como patológicas. A más de 60 años esas investigaciones, permanecen sin ser aprovechadas en sus múltiples posibilidades.

Neuroglía: astrogía y oligodendrogía

Wirchow en 1846 identifica y bautiza a la neuroglía, considera al tejido nervioso intersticial diferente del conjuntivo vascular. En 1874 Boll confirma esta diferencia. Son numerosos los investigadores que contribuyen al conocimiento de esas estirpes celulares: Deiters (padre de los astrocitos), Weigert, Nissl, Kölliker, Alzheimer y los geniales Camilo Golgi, Santiago Ramón y Cajal y Pío Del Río Hortega, entre otros.

Afirma Drake que no puede hallarse ejemplo más perfecto de romance entre el observador y la técnica que el que se dio entre los hombres de la Escuela Española y las técnicas de impregnación metálica, con las del sublimado de oro de Cajal y diversas variantes del carbonato argéntico de Del Río Hortega a la cabeza. Su practicidad se infiere del hecho de que son ellas las únicas que permiten distinguir a los astrocitos, oligodendrocitos y microgliocitos hasta la aparición de la inmunohistoquímica.

Con relación a los astrocitos, Del Río Hortega describe una época en la que pesan los trabajos de Golgi, una segunda con las obras de Weigert, la tercera influenciada por Alzheimer y la cuarta por Cajal. Con el método de Golgi se distingue la longitud de las radiaciones, con el de Weigert se ven las fibras, Alzheimer demuestra granulaciones citoplasmáticas y Ramón y Cajal crea con el oro sublimado, la forma más bella de observar astrocitos normales^{11, 12, 13}.

Los oligodendrocitos son células que se definen perfectamente luego de los trabajos de Del Río Hortega, hay aportes incompletos previos en los trabajos de Cerletti, Held, Alzheimer, Fieaud, Lugaro, Bevan, Lewis, Robertson y Shaper.

Caracterizados por su citoplasma anguloso y escasas prolongaciones, antes de la microscopía electrónica se clasifican de acuerdo a sus relaciones con las fibras nerviosas. Los de tipo I se denominan de Robertson, quien los impregna con platino. Se caracterizan por la pequeñez celular, las finas prolongaciones y el predominio en la sustancia gris.

En 1904 y 1905 Hardesty adiciona nuevas observaciones a Robertson. En la médula espinal de fetos de cerdos describe células en "anillo de sello" asociadas con fibras mielínicas.

El tipo II de Cajal, con soma mayor y prolongaciones que lo deforman, se halla más cerca de las fibras.

Las del tipo III o de Paladino tienen mayor volumen e irregularidad, pero menos ramificaciones y un contacto más íntimo con los axones.

El tipo IV, schwannoide o de Del Río Hortega, con gran similitud con las células de Schwann por sus relaciones con la fibra nerviosa.

Por su relación con las neuronas, Del Río Hortega engloba a todos los tipos celulares bajo la denominación de "neurogliona", quien en 1921 hace su primera descripción denominándola glía de escasas radiaciones¹⁴.

Microglía

Pío Del Río Hortega (1882-1945) discípulo de Cajal y de Achúcarro, publica en 1917 una nueva técnica de impregnación argéntica con el carbonato de plata amoniacal.

En 1919 describe la microglía. Devela la procedencia de las llamadas "células en bastoncitos", demuestra sus prolongaciones e interrelaciones; termina con el problema del "tercer elemento" del sistema nervioso y caracteriza además de la microglía a la oligodendroglía.

Crea el concepto de la angiogliona (astrocitos) y de la neurogliona (oligodendroglía), caracteriza las células de la epífisis. Entre sus múltiples trabajos se destacan también los dedicados a la glía de los ganglios simpáticos y sensitivos.

En su segundo viaje a la Argentina, país por el que opta para el exilio, a pesar de los ofrecimientos de otros centros, por ejemplo de la Universidad de Oxford donde era Doctor Honoris Causa, forma importantes discípulos, destacándose Moisés Polak quien continúa la obra de la que se denomina "escuela iberoamericana", especialmente en la tipificación de los tumores, en la delimitación del sistema reticuloendotelial, en la caracterización de la "barrera epitelial argentófila" y de las mitocondrias con acetato de uranio y carbonato de plata. También son destacables los trabajos que realizan otros herederos como Prado y W. Buño en Montevideo¹⁵.

Epitelio epéndimo-ventricular

Con relación a las células que cubren las cavidades ventriculares del cerebro y el conducto ependimario de la médula espinal, se destaca que es Purkinje en 1836, quien describe células con cilias y un cuerpo basal en la parte apical celular.

Es mérito de la escuela española, con la triple impregnación argéntica de Del Río Horteiga. La caracterización del gliopitelio epéndimo-ventricular y su ubicación en la macroglía (angiogliona)^{16, 17}.

Barrera hematoencefálica

La barrera hematoencefálica es descrita por Ribbert, con el auxilio de colorantes vitales. Demuestra un bloqueo al pasaje entre la sangre y el tejido nervioso, lo que no ocurre entre las paredes vasculares y otros tejidos animales.

Según Peters, al conocimiento de estas complejas estructuras contribuyen los autores que jerarquizan al endotelio vascular, como Spatz que trabaja con los colorantes ácidos y básicos, también cita a Riser.

Entre los que asignan jerarquía a la membrana glial limitante de Held se hallan Schaltebrand, Bailey y Kafka (1934) quien jerarquiza el papel de filtro de la glía perivascular, Schmidt por su parte interpreta el problema como un aislamiento funcional fisicoquímico¹⁸.

Conclusiones

El desarrollo del conocimiento neurobiológico tiene un rico componente en la microanatomía desde el siglo XIX, donde se inicia la evolución continua de técnicas histológicas que permiten el firme conocimiento citoarquitectural.

Como un contrasentido, la aplicación de las mismas durante períodos prolongados, se acompaña del olvido de sus tenaces creadores.

En lo que concierne al estudio del sistema nervioso en nuestro medio, es fácil reconocer la ausencia de una cultura histórica científica, que conlleva la falta de su divulgación y una subestimación de ponderables esfuerzos, muchas veces infructuosos que se dieron en los orígenes de esta disciplina. Escapan a estas consideraciones algunos autores, como Santiago Ramón y Cajal, más nombrado que leído. Otros nombres, en cambio, como el de Pío Del Río Horteiga, se van perdiendo inmerecidamente, como si el nuevo saber no fuera una continuidad del anterior.

Notas

1- De acuerdo a Levi, quizás fue Leuwenhoek quien vio por primera vez a la célula nerviosa, pero corresponde a Ehrenberg (1833) la primera descripción. La fibra nerviosa, vislumbrada por Fontana (1787) fue descrita exactamente por Remak (1837), el cual tuvo la intuición de que las prolongaciones protoplasmáticas diferían del cilindroeje.

2- Robert Remak nació en 1815, fue discípulo de Johannes Müller y de Ehrenberg. El primero lo introdujo a la investigación y el segundo lo orientó hacia el estudio de las células ganglionares y fibras nerviosas de los invertebrados. Siendo estudiante en 1836 demostró la "banda primitiva central" a la que Purkinje denominó "cilindro-eje" y las fibras nerviosas amielínicas que corresponden al sistema simpático y aún hoy llevan su nombre.

3- El epitelio precursor de las células nerviosas es seudoestratificado porque la fase de síntesis del ADN tiene lugar en la parte externa de la denominada zona ventricular, mientras que las mitosis ocurren en la superficie interna. El ciclo celular neuroblástico tiene una duración que no difiere mucho de otra clase de células somáticas.

Actualmente se admite que la mayoría de las células precursoras están dirigidas a la producción de un solo tipo celular: neuronas, astrocitos u oligodendrocitos, pero se conoce una excepción, la llamada célula N.O. capaz de generar neuronas u oligodendrocitos.

El estudio del linaje celular en la corteza cerebral de la rata, con el uso de un retrovirus como marcador genético que introdujeron a las células germinales, le permitió a Price, Williams y Grove documentar esa excepción al determinismo unicista.

4- Por la naturaleza de este artículo se circunscribieron las citas a quienes plantearon los problemas del primer estadio evolutivo. Ya en los invertebrados se resalta la correlación entre la evolución y el desarrollo del sistema nervioso, se trata de otra historia, acorde a la progresiva complejidad del sistema. Por ejemplo: Los equinodermos (estrella de mar) tienen un anillo nervioso periesofágico el cual emite nervios subepidérmicos a lo largo de sus ambulacros. En los platelmintos (planaria) aparece la simetría bilateral y la cefalización de la organización nerviosa a consecuencia de su grado de diferenciación antero-posterior. En anélidos hay una clara división entre el sistema nervioso central y el periférico. Un diseño general de los artrópodos muestra en la mosca (dípteros) un cerebro anterodorsal, conectivos periesofágicos y metamerización con ganglios torácicos y abdominales. En los moluscos más complejos como los cefalópodos (pulpo), su organización es comparable en algunos vertebrados inferiores (peces).

5- Toda referencia en una estructura silviana pudo ser atribuida a Franciscus Sylvius o a Jacobus Sylvius.

6- A Franciscus (1614-1672), médico anatomista y fisiólogo holandés se le atribuye la descripción de estructuras nerviosas, entre ellas el acueducto, el ángulo, el ventrículo, el punto, la fosa, la fisura y la valécula silviana. A Jacobus (1478-1555) anatomista francés, los hallazgos en partes blandas y huesos.

7- Luego este médico inglés (1621-1675), fue más conocido por el círculo arterioso del cerebro que lleva su nombre, que por los hallazgos antes citados.

8- La división de la corteza en capas cubrió en una forma muy extensa la historia del cerebro y del cerebelo. Al comienzo se destacó el aporte de Gennari (1750-1795) anatomista italiano, quien describió una prominente línea blanca en las secciones perpendiculares de la corteza visual (área 17 de Brodman), se trataba de una estructura de mediano grosor de la sustancia gris. Luego Baillarger (1809-1890) neurólogo francés, describió dos láminas de fibras blancas, de las cuales la externa de la corteza calcarina correspondía a la de Gennari. Estos aportes resultaron de gran utilidad para la ubicación de los microscopistas.

9- Resulta imposible enumerar a los diversos investigadores que contribuyeron al conocimiento de las variadas células que constituyen cada estrato. Muchas se siguen identificando con el nombre de sus descubridores, como las de Martinotti (1857-1928) de las capas molecular, piramidal interna y de las células fusiformes o polimorfas; las de Betz (1834-1894) que son piramidales grandes motoras de gyrus precentral o las de Obersteiner (1847-1922) de los granos superficiales del cerebelo.

10- Todos estos hallazgos citoarquitecturales permitieron la elaboración de hipótesis funcionales actuales como las de Crick y Koch (Nature.1998).

11- Los astrocitos se caracterizan por un núcleo esférico u oval, con heterocromatina concentrada debajo de la envoltura nuclear, nucléolo pequeño difícil de identificar con el microscopio óptico, citoplasma esponjoso que emite prolongaciones, que le otorgan un aspecto esteliforme acorde a la denominación. Estas prolongaciones tienen formas de tallo y/o velamentosa. Algunas se distinguen por una porción ensanchada que Cajal denomina "pie chupador" y Achúcarro "trompa", las que se implantan sobre los vasos. En la sustancia gris se denominan astrocitos protoplasmáticos, los que poseen mayor cantidad de citoplasma. Los astrocitos fibrosos muestran abundantes gliofibrillas en el citoplasma y tienen prolongaciones muy largas, pocas divisiones, además se hallan "pies chupadores fuertes". No todos los elementos tienen la morfología descrita, la macroglía distinta está representada por las células de Bergman-Fañanás, del cerebelo, que tienen el soma a nivel de los cuerpos purkinjianos y sus prolongaciones atraviesan el estrato molecular para implantarse en la leptomeninge; las células de Müller de la retina, que adoptan su forma a los accidentes de las células receptoras, bipolares y ganglionares; la glía radial que se encuentra en las paredes del tubo neural y las vesículas durante el desarrollo. Hay otras adaptaciones, por ejemplo, las descritas por Buño en la neurohipófisis y Azcoaga en el tallo hipofisario.

12- Casi toda la superficie del sistema nervioso está cubierta por una capa de prolongaciones astrocíticas, asimismo se halla revestida la superficie vascular. También se relacionan con el soma neuronal, cubren la sinapsis sin interponerse con el sitio de aposición y se vinculan con otros astrocitos y con los oligodendrocitos.

13- Actualmente se considera que las células neuróglicas no solamente actúan como soporte estructural del sistema nervioso y contribuyen a formar la barrera hematoencefálica, se descubrieron acciones de secreción de sustancias como la fibronectina, laminina y proteoglicano-heparán-sulfato, que forman la lámina basal de la limitante glial y de los vasos. Producen proteoglicanos para los nudos de Ranvier, regulan el potasio extracelular, aceptan y metabolizan neurotransmisores, interactúan con las neuronas y responden a la agresión segregando sustancias e interviniendo en los fenómenos inmunológicos.

14- Los oligodendrocitos predominan en la sustancia blanca, donde forman la mielina, que está constituida por un enrollamiento de su citoplasma exprimido, de tal modo que las membranas se adhieren íntimamente a medida que se espiralizan alrededor del axón. Se trata de un material lipoproteínico que participa en los procesos neuroinmunológicos. La ciencia de dichos problemas se inicia hace más de cien años, según relata Waksman.

Desde 1970 la oligodendroglía se clasifica en oscura, intermedia y clara, de acuerdo a los trabajos de Mori y Leblond.

15- Son células pequeñas, bipolares, con prolongaciones filamentosas, de segundo y aún tercer grado.

Se pueden considerar dos polos de morfología microglial: el ameboide y el de la microglía ramificada. La microglía se caracteriza por ocupar los campos histológicos en las tres dimensiones y por no superponerse con las células homólogas. En humanos se ha descrito discreto predominio de las ramificadas en la sustancia gris.

Con un criterio funcional se divide a la microglía en ameboide (perinatal), residente ramificada (del sistema nervioso maduro), activada pero no fagocítica (daño subletal) y fagocítica (daño como inflamación o necrosis). Deriva de monocitos o de sus precursores como células ameboides. En animales nacidos libres de gérmenes se comprueba que el sistema fagocítico mononuclear y efector inmunorregulador está predeterminado desde el punto de vista citoarquitectural (Polak, Piva, Cejas).

Forma una red presentadora de antígenos, hecho primario para la vigilancia inmunológica. Segrega sustancias como las citoquinas, integrinas, lectinas, esterasas no específicas y otras. Puede actuar como fagocito removiendo detritus celulares, pero también puede descargar sustancias potencialmente citotóxicas.

16- En 1976, Peters, Palay y Webster, definieron con la microscopía electrónica la fina estructura ciliar que consta de nueve pares de microtúbulos que rodean a un par central y al cuerpo basal rodeado por finos filamentos y gránulos.

17- La actualidad se ha enriquecido con el descubrimiento de diferenciaciones pericavitarias (órganos circunventriculares), estructuras derivadas del revestimiento ependimario, con funciones neuroendócrinas.

18- Otros investigadores fueron: Schulemann (1912), Friedemann y Elkeles (1932), Schmid (1934), Goldman con azul de tripanol (1934), Kafka (1934), Morgenstern y Birjukoff.

Referencias

- Aguirre de Viani, C. y Jiménez Carmena J. J. (1991). Pío Del Río Hortega. León: Junta de Castilla y León. Consejería de Cultura y Turismo. Colección Villalar. 284p.
- Albarracín Teulón, A. (1983). La teoría celular. Historia de un paradigma. Madrid: Alianza Editorial. 298 p.
- Ariens Kappers C. U., Huber G. C. and Cosby E. C. (1936). The comparative anatomy of the nervous system of vertebrates, including men. New York: Macmillan. 2 Vol.
- Asimov, I. (1966). Breve historia de la biología. La evolución de las ideas sobre la vida. Buenos Aires: Editorial Universitaria de Buenos Aires. 226 p.
- Auroux, M. y Haegel, P. (1970). Embriología. Barcelona: Toray-Masson. Cuaderno tercero. 144 p.
- Azcoaga, J. E. (1956). Glioarquitectura Del Hipotálamo Humano Adulto. Buenos Aires: Arch. Hist. N. y Pat. 6:89.
- Azcoaga, J. E. (1958). El Hipotálamo Del Recién Nacido. Buenos Aires: Arch. Hist. N. y Pat. VII:17-50 y 145-176.
- Balinsky, B. J. (1965) Introducción a la Embriología. Barcelona: Editorial Omega. 631 p.
- Berry M. and Butt A. M. (1997). Structure and Function of Glia in the Central Nervous System. In Geenfield's Neuropathology. London: Edward Arnold. Sixth edition. V. 1, pp. 63- 83.
- Brenner, M. (1994). Structure and Transcriptional Regulation of the GFAP Gene. Brain Pathology. 4: 245-257.
- Bunge, M. (1985). Racionalidad y Realismo. Madrid: Alianza Editorial. 191 p.
- Bunge M. (1988). El Problema Mente-Cerebro. Un Enfoque Psicobiológico. Madrid: Editorial Tecnos. 261 p.
- Buño, W. (1954). Sobre la Estructura Histológica de la Neurohipófisis. Buenos Aires: Arch. Hist. N. y Pat. 5:195.
- Buño, W. (1968). Ramón y Cajal. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina. 113 p.
- Carthy, J.D. (1973). Sistema Nervioso y Coordinación. En Smith, E.; Carthy, J.D.; Chapman, G.; Clark, R.B. y Nichols, D. Panorama de los invertebrados. Barcelona: Editorial Destino, pp. 183-205.
- Changeaux, J.P. (1985). El Hombre Neuronal. Madrid: Espasa Calpe. 366 p.
- Cid, F. (1982). Historia de la Ciencia 4. Edad Contemporánea. Barcelona: Editorial Platena. pp.9-61.
- Conesa, H.A.; Villanustre, F.G. y Allende, J.L. (1997). Acerca de las Diferenciaciones Pericavitarias del Encéfalo. Revista Argentina de Neurociencias. Vol. 1, Nº1, pp. 27-33.
- Cordeschi, R. y Corsi, P. (1991). Nacimiento y Frontera de la Neurociencia. Madrid: Museo Nacional de Ciencias Naturales. pp. 15-22.
- Crick, F. and Koch, C. (1998). Constrains on Cortical and Thalamic Projections: The no-strong-loops hypothesis. Nature. Vol. 391, January 15, pp. 245-250.
- Del Río Hortega, P. (1916). Estudios Sobre el Centrosoma de las Células Nerviosas y Neuróglia de los Vertebrados, en sus Formas Normal y Anormales. Trad. Labor. Invest. Biol. Univ. Madrid, XIV, 117.
- Del Río Hortega, P. (1942). La Neuroglía Normal. Buenos Aires: Arch. Hist. N. y Pat. 1, 5.

- Del Rfo Hortega, P. (1943). El Método del Carbonato Argéntico. Revisión general de sus técnicas y aplicaciones en histología normal y patológica. Buenos Aires: Arch. Hist. N. y Pat. I, III, 373-414.
- Del Rfo Hortega, P. (1943). El Método del Carbonato Argéntico. Revisión general de sus técnicas y aplicaciones en histología normal y patológica. Buenos Aires: Arch. Hist. N. y Pat. 2, 231-244.
- Del Rfo Hortega, P. (1945). El Método del Carbonato Argéntico. Revisión general de sus técnicas y aplicaciones en histología normal y patológica. Buenos Aires: Arch. Hist. N. y Pat. II, IV, 577-604.
- Del Rfo Hortega, P. (deceased 1945). (1993). Art and Artifice in the Science of Histology. *Histopathology*. 22, 515-525.
- De Robertis, E.M.F.; Hib, J. y Ponzio, R. (1996). *Biología celular y molecular*. Buenos Aires: El Ateneo. 12ª edición. p.160.
- Duchen, L.W.(1992). General Pathology of Neurons and Neuroglia. In *Geenfield's Neuropathology*. London: Edward Arnold. 5th Edition. pp. 1-68.
- Economo, C. von. (1927). *L'architecture cellulaire normale de l'écore cerebrale*. París: Editorial Masson.
- Eng, L.F. and Ghirnikar, R.S. (1994). GFAP and Astrogliosis. *Brain Pathology*. 4: 229-237.
- Fracassi, H. (1950). *Anatomía del Sistema Nervioso Central*. Córdoba: Imprenta de la Universidad de Córdoba. 885 p.
- Freund, T.F. (1997). Interneurons of the Hippocampus. *Ibro News*. New York: Pergamon. V.25, N°2, p. 6.
- Fujita, S. (1962). Kinetics of cellular proliferation. *Exp.Cell. Res.* 28, 52-60.
- Haggard, H.W. (1962). *El Médico en la Historia*. Buenos Aires: Editorial Sudamericana. 403 p.
- Hamilton, W.J.; Boyd, J.D. y Mossman, H.W. (1964). *Embriología Humana*. Buenos Aires: Editorial Intermédica. 403 p.
- Hirano, A. (1997). Neurons and Astrocytes. In Davis, R.L. and Robertson, D.M. *Textbook of Neuropathology*. Baltimore: Williams and Wilkins. Third Edition. pp 1-109.
- Hubel, D.H. (1980). *El Cerebro*. Libros de Investigación y Ciencia. Barcelona: Editorial Labor. 240 p.
- Inagaki, M.; Nakamura, Y.; Takeda, M.; Nishimura, T. and Inagaki, N. (1994). Glial Fibrillary Acidic Protein: Dynamic Property and Regulation by Phosphorylation. *Brain Pathology*. 4: 239-243.
- Jakob, C. (1938). El Significado de la Obra de Ramón y Cajal en la Filosofía de lo Orgánico. *Revista de Humanidades*. La Plata. Tomo 26, pp. 237-256.
- Jakob, C. (1941). *Neurobiología General*. En *Folia Neurobiológica Argentina*. Tomo I. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires: Aniceto López Editor. 222 p.
- Kuffler, S.W. y Nicholls, J.G. (1982). *De la Neurona al Cerebro*. Barcelona: Editorial Reverté. 490 p.
- Laping, N.J.; Teter, B.; Nichols, N.R.; Rozovsky, Y. and Finch, C.E. (1994). Glial Fibrillary Acidic Protein: Regulation by Hormones, Cytoquines and Growth Factors. *Brain Pathology*. 1: 259-275.

- Levi, G. (1927). Tratado de Histología. Barcelona: Editorial Labor. 960 p.
- López Antúnez, L. (1980). Anatomía Funcional del Sistema Nervioso. México: Editorial Limusa. 784 p.
- López Piñero, J.M. (1985). Cajal. Barcelona: Salvat Editores. 221 p.
- López Piñero, J.M. (1993). Cajal y la Estructura del Sistema Nervioso. Investigación y Ciencia N° 197, pp. 6-13.
- Margulis, L. y Schwartz, K.V. (1985). Cinco Reinos. Guía ilustrada de los phyla de la vida en la tierra. Barcelona: Editorial Labor, pp. 170-173.
- McLendon, R.E. and Bigner, D.D. (1994). Immunohistochemistry of the Glial Fibrillary Acidic Protein: Basic and Applied Considerations. Brain Pathology. 4: 221-228.
- Nag, S. (1997). Ependyma. In Davis R.L. and Robertson D.M. Textbook of Neuropathology. Baltimore: Williams and Wilkins. Third Edition, pp. 111-136.
- Ortiz-Picon, J.M. (1947). Citología General. Madrid: Editorial Labor. 368 p.
- Patten, B.M. (1962). Embriología Humana. Buenos Aires: Editorial El Ateneo. 790 p.
- Pirotsky, I. y Thénon, J. (1934). Morfología del Corpúsculo de Negri (virus rábico) a las Radiaciones Ultravioletas e Infrarrojas. Buenos Aires: Imprenta de la Universidad, pp. 127-139.
- Piva, J.R.; Cejas, H. y Cejas, A.R. de. (1981). Introducción a las Técnicas de Impregnación Argentíca. Asociación Argentina de Patología. Cuaderno N°1. 79 p.
- Piva, J.R. y Drake, H. (1986). Aportes a la Neurohistología. Serie Académica. Santa Fe: Editorial de la Universidad Nacional del Litoral. 88 p.
- Poirier, J. et Ribadeau Dumas, J. L. (1976). Histologie de la cellule nerveuse. Encyclopédie Médico-Chirurgicale. París, Systeme nerveux. 4.2.02.17002 C-10.
- Polak, M. (1947). Pío Del Rfo Horteiga (1882-1945). Buenos Aires: Arch. Hist. N. y Pat. Vol.III, Fasc.IV, 377-421.
- Polak, M. (1966). Blastomas del Sistema Nervioso Central y Periférico. Buenos Aires: López Libreros Editores. 219 p.
- Polak, M. y Azcoaga, J.E. (1967). Neurohistología. Buenos Aires: Editorial Universitaria de Buenos Aires. 231 p.
- Polak, M. (1967). Modificaciones de la Neuroglía y Microglía en el Envejecimiento. Buenos Aires: Arch. Fund. Roux-Ocefa, I, N°1, 17-29.
- Polak, M. y Haymaker, W. (1968). Sobre la Microglía Central Humana y sus Modificaciones Patológicas. Buenos Aires: Arch. Fund. Roux-Ocefa, 2, 4, 249-284.
- Polak, M.; Cejas, H. y Piva, J.R. (1982). Acerca de la Morfología del Sistema Reticuloendotelial en Animales Libres de Gérmenes. Cuadernos de la Asociación Argentina de Patología, N° 2, pp. 24-29.
- Popper, K.R. y Eccles, J.C. (1985). El Yo y su Cerebro. Barcelona: Editorial Labor Universitaria. 667 p.
- Price, J.; Williams, B. and Grove, E. (1992). The Generation of Cellular Diversity in the Cerebral Cortex. Brain Pathology 2: 23-29.
- Raine, C.S. (1997). Oligodendrocytes and Central Nervous System Myelin. In Davis, R.L. and Robertson, D.M. Textbook of Neuropathology. Baltimore; Williams an Wilkins. Third Edition, pp. 137-164.
- Ramón y Cajal, S. (1909). Histologie du Système Nerveux de L'Homme et des Vertébrés. París: Maloine. 2 volúmenes.

- Ramón y Cajal, S. y de Castro, F. (1972). Elementos de Técnica Micrográfica del Sistema Nervioso. Barcelona: Salvat Editores. 283 p.
- Ramón y Cajal, S. (1981). Recuerdos de mi vida: Historia de mi labor científica. Madrid: Alianza Universidad. 504 p.
- Rebollo, M.A. y Soria, V. (1982). Neuroanatomía. Buenos Aires: Editorial Intermédica. 564 p.
- Ribadeau Dumas, J.L. et Poirier, J. (1972). L'Astrocyte. Presse Méd. 1, 16, 1091-1096.
- Ribadeau Dumas, J.L. et Poirier, J. (1972). L'Oligodendrocyte. Presse Méd. 1, 17, 1155-1159.
- Rubinstein, L.J. (1972). Tumors of the Central Nervous System. Washington D.C. Published by The Armed Forces Institute of Pathology. 400 P.
- Shepherd, G.M. (1985). Neurobiología. Barcelona: Editorial Labor. 609 p.
- Sholl, D.A. (1962). Organización de la Corteza Cerebral. Editorial Universitaria de Buenos Aires. 136 p.
- Snell, R.S. (1982). Neuroanatomía Clínica. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana. 511 p.
- Sotelo, C. and Triller, A. (1997). The Central Neuron. In Geenfield's Neuropathology. London: Arnold. Sixth Edition, Volume 1, pp. 3-61.
- Stedman's Medical Dictionary. (1995). Baltimore: Williams and Wilkins. 26th Edition. 2030 p.
- Thénon, J y Pirotsky, I. (1932). Estructura de la Célula Nerviosa a los Rayos Ultravioletas. Revista de la Sociedad Argentina de Biología. Vol. VIII, N° 2-3, pp. 201-212.
- Thénon, J. y Pirotsky, I. (1934). Estructura de la Célula Nerviosa a las Radiaciones Ultravioletas. Buenos Aires: Imprenta de la Universidad. pp. 114-128.
- Turner, D. and Cepko, C. (1987). Cell Lineage in the Rat Retina: A common progenitor for neurons and glia persists late in development. Nature 328: 131-136.
- Usherwood, P.N.R. (1977). Sistemas Nerviosos. Barcelona: Editorial Omega. 134 p.
- Vogt, C. and Vogt, U. (1951). Importance of Neuroanatomy in the Field of Neuropathology. Neurology. Minneapolis. 1, 205-218.
- Waksman, B.H. (1998). Historical Perspective and Overview. In Antel, J.; Birbaun, G. and Hartung, H.P. Clinical Neuroimmunology. Blackwell Science. Inc. USA, pp. 391-404.
- Wetts, R. and Fraser, S.E. (1988). Multipotential precursors can give rise to all major cell types of the frog retina. Science. 239: 1142-1145.

PIVA, JULIO - CARLOS VIRASORO (1998)

Aportes de los microscopistas clásicos al conocimiento de las células del sistema nervioso central, Santa Fe.

Tabla cronológica	
EPOCA	ANTECEDENTES BIOGRAFICOS
Siglo XVI	<ul style="list-style-type: none"> . <u>Andrea Vesalio</u> (1514-1564) Estructuras macroscópicas de los haces blancos centrales cerebrales humanos
Siglo XVII	<ul style="list-style-type: none"> . <u>Baillager</u> (1609-1690) Láminas fibrosas blancas en la corteza . <u>Francisco de la Boe Silvio</u> (Franciscus Sylvius: 1614-1672) Describe sectores anatómicos superficiales del cerebro . <u>Jacobus Sylvius</u> (1621- 1675) . <u>Tomás Willis</u> (1621- 1675) Describe corteza cerebral. Distingue sustancia gris y blanca, centros subartical y cuerpo caloso. Circulación arterial del cerebro
Siglo XVIII	<ul style="list-style-type: none"> . <u>Alberto von Haller</u> (1708-1777) Función nerviosa
1787	<ul style="list-style-type: none"> . <u>Félix Fontana</u> (1730- 1805) Observa las fibras nerviosas (1757) . <u>Genari</u> (1750- 1795) Corteza visual (Sustancia gris) . <u>Francisco José Gall</u> (1758- 1828) Frenología . <u>Agustín Juan Fresnel</u> (1788- 1827) Fenómenos polarización de la luz-Leyes de refracción-Optica física . <u>Juan Evangelista Purkinje</u> (1787-1869) Describe células con cilias y cuerpo basal (epitelio-apéndice ventricular) . <u>Cristian Godofredo Ewrenberg</u> (1795-1876) Describe la célula nerviosa . <u>Julio A. Francisco Baillarger</u> (1809-1890) Estratificación cortical . <u>Roberto Remak</u> (1815-1865) Describe la "banda primitiva central", hoy denominada cilindro eje Describe la fibra nerviosa y fibras nerviosas amilínicas

Tabla Cronológica

EPOCA	ANTECEDENTES BIOGRAFICOS
	<ul style="list-style-type: none"> . <u>Rodolfo Virchow</u> (1821-1902) Describe la neuroglis . <u>Pablo Broca</u> (1824-1850) Daño cerebral función del habla . <u>Nicolas Wagner</u> (1830- 1907) on Iaculovich y Ovsiannikov Denominación de neurona . <u>Guillermo Waldeyer</u> (1836- 1921) . <u>Teodoro Hernan Meynert</u> (1833-1892) Estratificación cortical . <u>Betz</u> (1834-1894) Células piramidales grandes motoras Caracter heterovalente corteza . <u>Gustavo Teodoro Fritsch</u> (1838-1889) y Eduardo Hitzig (1838-1907) Mapa corporal del perro . <u>Enrique Obsersteiner</u> (1847-1922) Células de los granos superficiales del cerebelo . <u>Francisco Boll</u> (1849-1879) Conforma la neuroglia . <u>Juan Martinotti</u> (1857-1928) Células de la capa molecular (externa) y piramidal interna
1840	. Helmholtz- Deiters. Prolongaciones cortas y largas
1888/89	. Cajal Cestas del cerebelo-axón de gras y fibras musgosas. Variaciones individuales neuroblaastos apolares-bi/multi y maduras . Bevan Lewis (1878) Estratificación cortical.
1908	. Brodman Mapa de áreas de la corteza cerebral - Isocorte (neocorteza/de los venta superior del allocrotex) (V. inferior) . C.von Economo: Iso_cortex/meno y hetero-típico
1917	. Del Rio Hortega (1882-1945) Nuevas técnicas impugnación argéntica
1919	. Del Rio Hortega Describe microglia y oligodendroglia . Vogt Corteza cerebral en 200 campos . Wilder Penfield (1891- 1976) Especialización funcional circunvolunfrontal y parietales
1921	. Del Rio Hortega Describe neuroglia o glia de escasas radoraona (ologodendroglia)
1932	. Jorge Thénon -Pirosky Estructura de las celulas nerviosas a los RUV

Tabla Cronológica

EPOCA	ANTECEDENTES BIOGRAFICOS
1943	. Lorente de Nó Concepción columnar nerviosa
1970	. Mori-Leblond Olligodendroglia oscuro/intermedia y clara
1976	. Peters-Palay-Webster Describe estructura ciliar
1998	. Crock-Koch: Hipótesis funcional

SERVICIOS TECNICOS

- * Servicios bibliotecarios y de consulta bibliográfica sobre ciencias naturales, ecología, ciencias ambientales, geografía y museología.
- * Visitas guiadas. Museos escolares u otros servicios educativos.
- * Asesoramiento bibliográficos general y técnicos. Mapoteca.
- * Reconocimiento general de especímenes biológicos e identificación taxonómica.
- * Consultas entomológicas sanitarias.
- * Identificación de artrópodos, insectos y especies vegetales de ambientes naturales, agrícolas y urbanos regionales.
- * Reconocimiento general de muestras geológicas y de fósiles botánicos y animales (paleontológicas)
- * Cursos de perfeccionamientos técnicos, teóricos y prácticos.
- * Técnicas de conservación y preparaciones biológicas y/o petrológicas.
- * Consulta de colecciones de referencia.

Horario de atención

Lunes a Viernes de 7 a 13 hs. (Areas y secciones técnicas)

Lunes y Miércoles de 14,30 a 17,30 hs. (División Zoología General y Ecología)

Miércoles y Jueves de 8 a 13 hs. (Area Geociencias)

Martes a Jueves de 8 a 12 hs. (Area Biblioteca y Ctról. de Documentación
"Dr. J. Frenguelli")

Lunes y martes de 7 a 12 hs. (Sección Taller de Taxidermia y Conservación)

INFORMES

Secretaría del Museo (1º piso) : de 7 a 13 hs.

Martes y Miércoles de 14 a 17 hs.

Se terminó de imprimir en la Imprenta Oficial
Avda. Peñaloza 5385 - (3000) Santa Fe- ARGENTINA
T/Fax (0342) 4895445 en el mes de Junio
Registro de la Propiedad Intelectual
N° 09108-1994

Museo Provincial de Ciencias Naturales "Jorge Luis Borges"
Impreso en la República Argentina