

# Evolución del sistema nervioso de vertebrados

Tomás de Azcárate Bang

El origen de los primeros Cordados ha sido un tema bastante debatido en los últimos tiempos. A la hora de su estudio se plantean serios problemas, por los escasos datos paleontológicos y la dificultad de su interpretación, como ocurre, por ejemplo, en la interpretación paleoneurológica de un molde endocraneal (COL-PA, 19).

Un estudio combinado de Paleontología-Embriología y Anatomía comparada, nos proporciona más datos, para plantearnos una serie de hipótesis en la evolución del sistema nervioso, así como la Ley Biogenética de Haeckel, según la cual «la historia del desarrollo de cada individuo reproduce la historia del grupo al cual pertenece» (COL-PA, 21).

Se supone que los primeros Cordados aparecieron como minúsculos organismos en el Cámbrico, hace aproximadamente unos 600 millones de años; estos organismos habitaron mares templados, y el vivir además en la superficie y estar expuestos al sol, podría haber sido la causa de que se desarrollara una banda dorsal de células sensitivas; esta "banda" de *tejido nervioso* es la primera señal del desarrollo del sistema nervioso en los actuales embriones de Cordados.

Esta banda, para lograr una mayor protección (fig. 1-A), se invagina dando lugar al *tubo neural*, que más tarde queda protegido por las vértebras, formando la *médula espinal* que, como podemos ver, tiene un origen ectodérmico.

A partir de este momento, tiene lugar un desarrollo progresivo de la parte anterior, por el fenómeno de la *neurobiotaxis* (ARIENS-KAPPERS 1960), por el cual los centros nerviosos que intervienen en el análisis de las señales que proceden de un órgano sensorial, tienden, durante el desarrollo evolutivo, a desplazarse hacia este órgano sensorial.

Este desarrollo se produce por superposición de estructuras, en la región anterosuperior, dando tres partes principales (fig. 1-B):

- prosencefalo*: con función olfativa, que más tarde da lugar al *dielencéfalo* y al *telencéfalo*;
- mesencefalo*: relacionado directamente con la visión;
- rombencefalo*: relacionado con el equilibrio y las vibraciones. Más tarde da lugar al *mielencéfalo* y al *metencefalo*.

Luego se irán superponiendo nuevas estructuras en la parte superior de los lóbulos, dando lo que llamamos: *cerebro*, *tectum* y *cerebelo*, con las mismas funciones descritas (fig. 1-C).

Una vez constituidas estas cinco partes, veamos sus funciones desde la más posterior a la más anterior.

**MIELENCEFALO.** — Controla las actividades automáticas de las vísceras, aunque a su vez estará regida por el cerebro. Existe la llamada *área acústica lateral*, muy desarrollada en Peces y Anfibios,

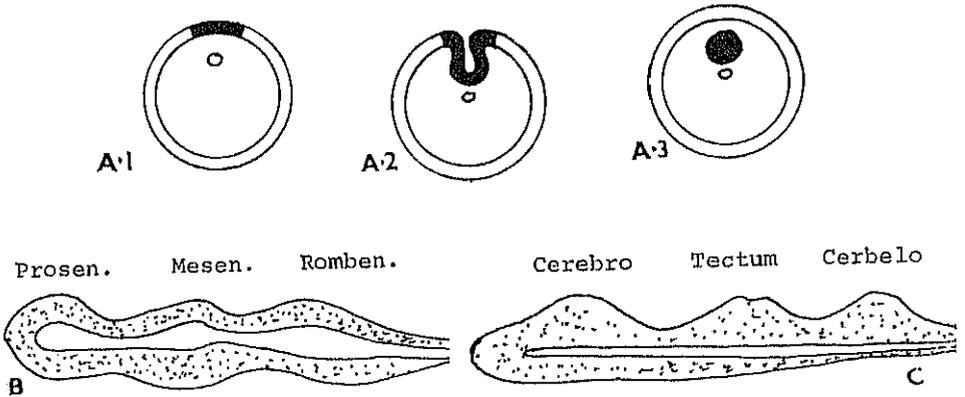


Fig. 1.

que percibe la información enviada por órganos sensoriales especializados en detectar vibraciones, como es el órgano de la *línea lateral* existente en algunos peces y anfibios. En el hombre constituye el 0,5 % del encéfalo.

**METENCÉFALO.** — Está situado en la parte superior del Cerebelo y controla el equilibrio, el tono y la coordinación muscular. En su parte inferior existe un engrosamiento llamado *punte*, donde se producen unas sinapsis entre las fibras que vienen del cerebro y las que salen del cerebelo; de esta manera el cerebelo controla los impulsos que envía el cerebro, armonizándolos y coordinándolos.

El *metencéfalo* está más desarrollado en los animales que se mueven en las tres direcciones del espacio, como las aves, los peces, etc. Constituye el 11,8 % del encéfalo humano.

**MESENCÉFALO.** — A él van a parar las fibras del nervio óptico; algunos animales, como los peces y los Anfibios, lo tienen muy desarrollado, por ser ahí donde se toman las decisiones vitales de su comportamiento. En los animales superiores estas conexiones ópticas van quedando relegadas a los hemisferios cerebrales, y los nervios hacen una pequeña escala en el *tectum* para luego ir a los hemisferios cerebrales.

En el hombre se ha convertido en los *tubérculos cuadrigeminos*: dos superiores encargados de los reflejos visuales y dos inferiores encargados de los reflejos auditivos.

En las Aves presenta un gran desarrollo, llegando a tener hasta 15 capas histológicas diferenciadas, lo que les permite tener una visión muy aguda.

En el hombre constituye el 0,8 % del encéfalo.

**DIENCÉFALO.** — Se encuentra en la base del *telencéfalo*; también se le llama *tálamo* y consta del *epitálamo* y el *hipotálamo*.

Del *epitálamo* salen los *corpos pineales* con función ocular; hay algunas pruebas de que en los Mamíferos tenga una función neurosecretora, y de que influya en los ciclos reproductores.

En el hipotálamo se encuentra la *hipófisis* o *glándula pituitaria*, muy desarrollada en los grandes Reptiles, que controla el metabolismo.

El *dielencéfalo* presenta una serie de

núcleos muy estudiados hoy día, que tienen distintas funciones.

**TELENCÉFALO.** — Es la parte más anterior del encéfalo; deriva de dos vesículas que se proyectan hacia delante originando los dos *hemisferios cerebrales*. En un principio, sólo estaba en relación con el olfato y no alcanza una gran diferenciación; así ocurre en los peces y Anfibios, en los que la principal área asociativa es el *metencéfalo*. En los Mamíferos adquiere un importante papel, ya que el olfato adquiere gran importancia (caza, búsqueda de pareja, etcétera). Como aquí llega la información crucial, es lógico suponer una razón para el desvío de las fibras nerviosas ópticas y auditivas, hacia el cerebro. De esta manera, al terminar en la vecindad, se hace más factible la intercorrelación y comparación de información, realizándose al mismo tiempo de una manera más rápida.

Planteamos ahora un esquema hipotético del desarrollo del *telencéfalo*, dando distintos cortes en distintos grados de evolución (fig. 2).

Se inicia como una evaginación de la *sustancia gris* sobre la *blanca*, de tal forma que la *sustancia gris* envuelve a la *blanca*. Este tipo de *sustancia gris* da lugar a lo que llamamos el *paleocortex*, que tiene una función solamente olfativa, desarrollada en animales muy inferiores (fig. 2-A).

Más tarde aparece un nuevo tipo de *sustancia gris*, el *archicortex*, con una función asociativa. El *paleocortex*, junto con el *archicortex*, da lugar al *alocortex*, el cual no tiene las seis capas histológicas diferenciadas, como ocurre en el *neocortex* (fig. 2-B).

Junto con la aparición del *archicortex* aparece el *corpo estriado*, presente en los vertebrados inferiores, que origina las fibras nerviosas que llevan los impulsos a los órganos efectores.

Al ir ascendiendo en la escala animal, observamos que el *corpo estriado* se invagina en la *sustancia blanca*, y aparece un nuevo tipo de *sustancia gris* entre el *paleocortex* y el *archicortex*, es el *neocortex*, que aparece en los reptiles y recibe información de todos los órganos sensoriales. Más tarde el *corpo estriado* queda nadando en la *sustancia gris* y el *neocortex* se ensancha, teniendo el *archicortex* que invaginarse (mamíferos inferiores), dando lugar al *hipocam-*

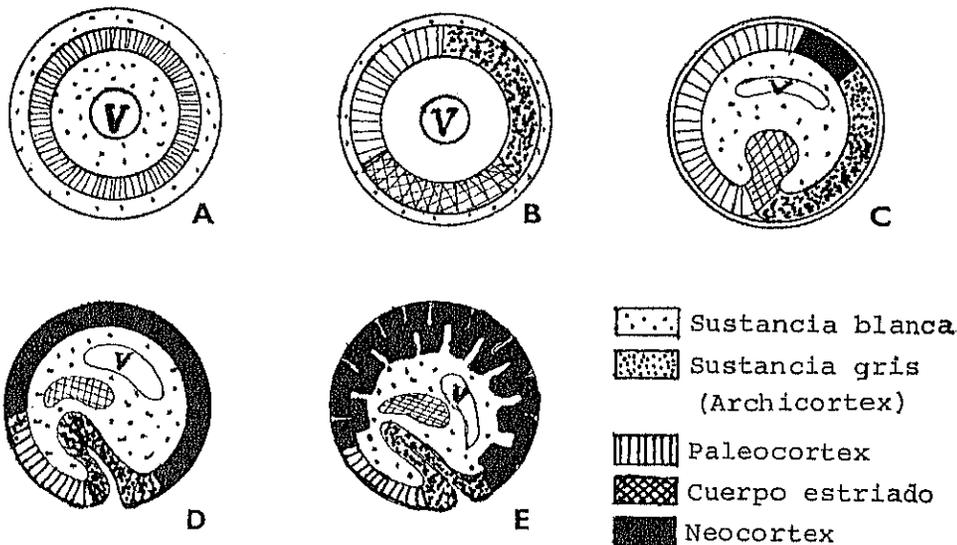


Fig. 2. Desarrollo del telencéfalo. A-E, etapas sucesivas, en sección transversal (esquemático).

po, que, al parecer, está relacionado con la memoria (fig. 2-D).

El crecimiento del *neocortex* hace que se produzcan las *circunvoluciones* (Primates), quedando el *paleocortex* como el llamado *órgano piriforme* con función olfativa (fig. 2-E).

La producción de *circunvoluciones* es consecuencia de la estructura columnar del *neopallium*, de tal manera que el único crecimiento posible es en extensión y no en profundidad.

El *neocortex* presenta seis capas de células, en unas zonas más visibles que en otras. Estas seis capas podemos reducirlas a dos principales:

Una capa *externa* compuesta por células pequeñas muy ramificadas, es decir, con gran número de dendritas; son de asociación y para guardar información; como dijo CAJAL: «el funcionamiento delicado y complejo del cerebro se debe al gran número de células pequeñas».

Otra capa más *interna* con células grandes y de proyección; estas células tienen carácter motor, con muchas dendritas en la parte anterior, que llegan hasta las capas superiores y un axon muy largo posteriormente. Por otro lado, llegan las fibras ascendentes que traen la información.

La disposición columnar del *neocortex* ha sido demostrada por técnicas electrofisiológicas, quedando por establecer las correlaciones histológicas de estas columnas, aunque la disposición de estas células de proyección dejan vislumbrar la disposición columnar.

Como vemos, a lo largo de toda la evolución, ha ocurrido un desplazamiento de los nervios que traían la información del exterior, hacia los hemisferios cerebrales, llegando esta información hasta el *neopallium*. Al mismo tiempo este *neopallium* se ha ido desarrollando de tal forma, que cada vez ha sido capaz de guardar más información (mediante el aprendizaje) hasta llegar al hombre, donde esta posibilidad de almacenar información se hace máxima (tiene un período de aprendizaje muy largo).

En los animales inferiores el comportamiento está condicionado a unos patrones creados de antemano (memoria instintiva), es decir, están imposibilitados de crear nuevos patrones, por lo que la respuesta está directamente condicionada al tipo de estímulo. A medida que ascendemos en la escala animal y existe un mayor desarrollo del *neopallium*, la capacidad de crear nuevos patrones, a partir de la información exte-

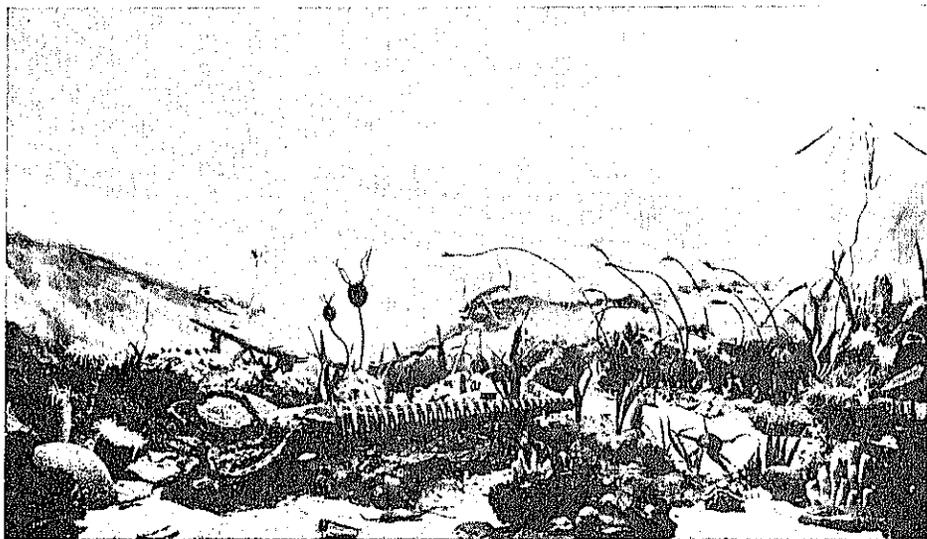
## Instalación de tres dioramas en el Departamento de Paleontología

Como complemento a las enseñanzas impartidas en este Departamento, y con objeto de documentar adecuadamente la vida de los seres vivos de épocas pretéritas, está prevista la instalación en la Galería del Departamento de *seis dioramas*, representativos de la vida en el Paleozoico, en el Mesozoico, Cenozoico y en el Cuaternario, de los cuales el Curso pasado pudieron instalarse tres.

Dos de los dioramas instalados representan fondos del mar, del Silúrico y del Cretácico; el tercero representa un conjunto de Dinosaurios, también del Cretácico, y han sido realizados por el notable artista argentino *D. Gerardo Albañir Girona*, provistos de varios juegos de luces, que aumentan su vistosidad.

El diorama del Silúrico representa varios de los Invertebrados más característicos de este Período: *Graptolitos*, *Trilobites*, *Corales*, *Cefalópodos*, *Braquiópodos*, *Pelmatozoos*, *Esponjas*, *Comularias*, destacando en primer término un gran *Ortocerdtido* atrapando un *Trilobites*.

Otro diorama, situado en la parte central de la galería, representa un fondo marino cretácico, con *Ammonites*, *Belemnites*, numerosos *Pelecípodos* (*Trigonias*, *Rudistas*, *Pectínidos*, etc.) y *Gasterópodos*, un pez *Holósteo*, y al fondo, un *Ichthyosauro*.



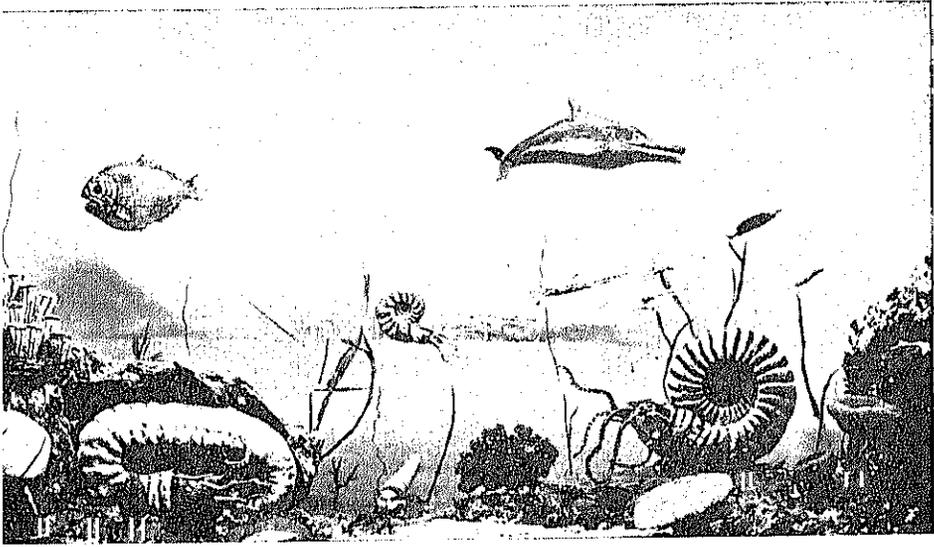
*Fondo del mar en el Silúrico*

rior, es mayor, por lo que la capacidad de respuesta es mucho mayor.

Con esta capacidad de crear patrones nuevos, aparece el mundo imaginativo, muy desarrollado en el hombre, el cual le permite crear y elaborar ideas y razonamientos que pueden ir incluso en

contra de lo dictado por la memoria instintiva.

Esta capacidad de crear nuevos patrones no sólo está presente en el hombre, sino también, en cierto grado, en otros animales, y está en relación directa con el desarrollo del *neopallium*.



*Fondo del mar en el Cretácico*

Junto al anterior hay otro diorama que representa una región pantanosa del Cretácico inferior, principalmente con *Dinosaurios*, donde están agrupados un par de *Bronxsauros*, un *Triceratops*, un *Tracodonte* y un enorme *Tyranosauero* (en primer término, la derecha). Completan el cuadro varios tipos de *Cicadáceas*, un grupo de pequeños inosaurios bípedos, *Struthiomimus*, y un *Dimetrodonte* en vuelo.



*Dinosaurios en el Cretácico*