

# CAPITULO I

## Lectura Nro.2

### EL CEREBRO HUMANO EN LA EVOLUCIÓN

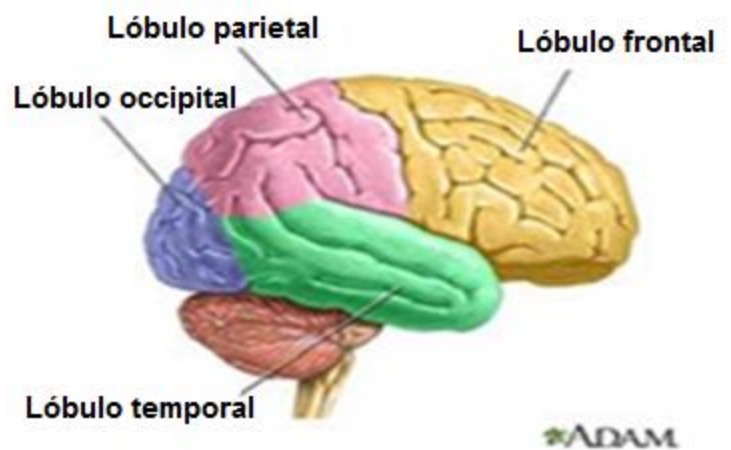


## INDICE

INTRODUCCIÓN	Pág.3
2.1 Estudio de la evolución del cerebro humano	Pág.4
2.2 Semejanzas y diferencias	Pág.4
2.3 Neurobiología comparada al desarrollo embrionario	Pág.5
2.4 La evolución de la neocorteza	Pág.8
LECTURAS RECOMENDADAS	Pág.10

## INTRODUCCION

El alto grado de organización superior de nuestro cerebro, y que lo diferencia del de las otras especies, configura la potencialidad de funcionar de una manera exclusiva y excluyente. Nos permite desempeñarnos, en general, en nuestras comunicaciones, aprendizajes, modos de expresarnos y sobre todo autorregularnos con grados de coordinación ajenos totalmente a las demás especies animales.



## 2.1 Estudio de la evolución del cerebro humano

Es importante considerar que la historia de la evolución del cerebro humano es compleja, como lo es la misma evolución. Para su estudio normalmente no se recurre al registro fósil ya que este no existe; se acepta que los cerebros no fosilizan, aunque bajo ciertas condiciones determinados materiales pueden penetrar y rellenar el cráneo (este relleno fosilizado es llamado endocasto). De este modo quedan testimonios del tamaño y estructura general del cerebro de un animal (la información sobre el tamaño del cerebro es importante en el proceso de evolución).



La calidad de información obtenida de los endocastos es relativa y la veracidad de los datos es parcia, (en algunos casos el cerebro no ocupa todo el interior del cráneo, como sucede en muchos peces, anfibios o reptiles). Así pues, el tamaño del cerebro no es tan fácil de determinar con los datos obtenidos de los endocastos. (Para mayor ilustración véase [www.sciencemuseum.org.uk/antenna/flores/124.asp](http://www.sciencemuseum.org.uk/antenna/flores/124.asp))

En la etapa clásica de las neurociencias casi todos los grandes neurocientíficos estudiaron comparativamente el cerebro. Ha quedado como hito la obra de Santiago Ramón y Cajal “Textura del sistema nervioso del hombre y vertebrados” (entre 1897 y 1904).

Más tarde quedó el tratado de Huber y Crosby, “Anatomía comparada del sistema nervioso de los vertebrados” (1936) y así otros más.

Estas publicaciones ofrecen al lector una gran cantidad de información estructural y funcional sobre los cerebros de un gran número de especies animales.

## 2.2 Semejanzas y diferencias

El cerebro es un órgano biológico, consecuencia de miles de años de evolución natural, y está compuesto por varios nive-

les de organización. En su interior existen diferentes regiones y éstas se componen de distintos tipos de células, formados por distintos tipos de moléculas. En el tratamiento de la evolución del cerebro se debe tener en cuenta que nivel se toma como criterio de comparación, el morfológico, el celular o el molecular.

El cambio es inherente en la evolución. Se ha observado que en gran cantidad de estudios comparativos del SN los autores se basan en las diferencias entre regiones concretas de cerebros de distintos animales, pero otros tantos tienden a considerar solamente las similitudes entre tales regiones morfológicas y no fisiológicas.

Quienes se fijan en las diferencias, focalizan su exposición en el origen de las distintas cualidades de los cerebros estudiados. Por ejemplo, entre los primates, el tamaño absoluto del cerebro humano; también la proporción que hay entre la neocorteza y el bulbo raquídeo es casi el doble en el cerebro humano comparado con el de un chimpancé. De este modo se pueden explicar, aunque parcialmente, las grandes destrezas que tenemos en el control motor de las manos, los ojos o la boca.

Por el contrario los neurocientíficos que se fijan en las similitudes, aunque a veces éstas sean muy tenues, focalizan la estructura cerebral en base a un plan organizativo común que, luego, poco a poco, se va particularizando entre los grandes grupos de vertebrados, y también dentro de cada grupo, como resultado de la especialización de una especie.

En la literatura especializada abundan ambos tipos de estudio.

### 2.3. Neurobiología comparada al desarrollo embrionario

En el devenir de las investigaciones científicas acerca de la evolución se ha percibido, esfuerzos y atención para estudiar comparativamente el desarrollo embrionario del cerebro. Así el investigador sueco Nils Holmgren empezó a estudiar (en la segunda década del siglo pasado) numerosos embriones de diferentes especies como medio instrumental para comprender el sistema nervioso de los vertebrados



Treinta años después Harry Bergquist y Bengt Kallen, suecos también, estudiaron sobre embriones y demostraron que, luego de la neurulación, todos los cerebros embrionarios presentaban un patrón básico de organización muy similar. A este patrón se le llama Bauplan (en la terminología alemana), pero también es nombrado como arquetipo (terminología anglosajona).

Este patrón muestra fundamentalmente, que los cerebros embrionarios de vertebrados después de la neurulación presentan forma alargada y curvada en su extremo anterior, y permiten reconocer la existencia de segmentos en forma de anillo de orientación transversal. Son zonas proliferativas desde las que las neuronas recién producidas emigran hasta sus posiciones en el cerebro adulto, separadas por zonas en las que las células se dividen más lentamente. Fueron nombrados como neurómeros por Bergquist y Kallén. Tales segmentos son más fáciles de reconocer en la parte posterior del cerebro, donde producen cierto enloquecimiento y allí se conocen con el nombre de rombómeros.

Sin embargo, estos estudios comparados del cerebro embrionario fueron olvidados durante muchos años. Destacados neurocientíficos, como C.J. Eric, afirmaron que los neurómeros tenían poco que ver con la estructura y función del cerebro adulto influyendo así en su pérdida de vigencia. Más adelante a partir de 1950, con la profusión de las técnicas histoquímicas, neuroquímicas y de trazado de conexiones las propuestas suecas perdieron total importancia.

Los estudios de neurobiología comparada se enmarcaban solidamente en la estructura histológica fina del sistema nervioso así como en estudios de la distribución de estas células en subdivisiones del cerebro, y las conexiones entre las distintas regiones cerebrales

De esta manera se fue elaborando un conjunto ordenado de conocimientos considerando que aquellas regiones del cerebro, de diferentes animales, que presentaban una similar composición neuroquímica y/o un similar conjunto de conexiones, eran homólogas. Esto ha sido muy fructífero, y ha dado lugar a

variadas discusiones sobre los cambios verificados de determinadas regiones del cerebro. Principalmente a la evolución de la neocorteza cerebral (o neocórtex) de mamíferos que está ausente en otros vertebrados, o a la evolución de la DVR (cresta ventricular dorsal, estructura típica del cerebro de reptiles y aves).

Durante muchos años los neurocientíficos han discrepado en las relaciones filogenéticas de estas dos estructuras dando lugar a posturas enfrentadas de difícil solución al no concordar en qué debe entenderse por regiones homólogas. Unos, afirman que, el mismo origen y una similar posición topológica bastan para considerar que una región cerebral de un animal es susceptible de ser comparada a la de otro. Los cambios en su neuroquímica o en sus conexiones tienen carácter secundario. En cambio, otros neurocientíficos consideran que tanto la neuroquímica como las conexiones son esenciales, pues en definitiva, son responsables de cómo va a funcionar una región cerebral. Y, si no hay un mismo origen será debido a reorganizaciones celulares como consecuencia de migración celular.

Esta última postura tiene la ventaja de que su verificación es visual: primero se analiza, por lo general, en el cerebro adulto, que ofrece una estructura fina que ha sido muy bien estudiada; y segundo, la alta calidad alcanzada en muchos laboratorios en cuanto a técnicas neuroquímicas, o de trazado de conexiones, ha coadyuvado para que los resultados histológicos sean visualmente muy impactantes.

En contraste, investigar sobre el origen de una estructura significa estudiarlo en el embrión y seguir su desarrollo, en lo posible, desde las etapas embrionarias más tempranas, donde el tejido nervioso no presenta una consistencia como en el adulto. Por eso los resultados histológicos son de mucha menor calidad.

En este panorama se renueva la validez de los estudios comparativos del desarrollo embrionario del cerebro. Alrededor de 1990, Luis Puelles, John Rubenstein y colaboradores propusieron que así como en la parte posterior del cerebro embrionario (romboencéfalo), de la misma manera, en el cerebro anterior (prosencefalo) era posible distinguir los segmentos transversales. Estos segmentos se conocen como prosómeros, por eso, al modelo de Puelles y Rubenstein se le denomina modelo somérico. Con algunos cambios y simplificaciones ahora, es un modelo de

aplicación en los vertebrados. Tal modelo ha causado gran impresión en la neurobiología comparada y en el estudio de la evolución del sistema nervioso. En un comienzo se utilizaron pocos genes, pero luego se incrementó grandemente su número en varios cientos. A tal punto que hoy la expresión combinatoria de estos genes en el tiempo y espacio es lo que determina las homologías de cada región cerebral.

Considerar que el origen y la posición tienen mayor importancia al comparar regiones cerebrales de distintos animales es armónico y lógicamente consistente con el modelo prosomérico. Las comparaciones con fundamento en las características neuroquímicas y de conexiones no pueden contradecir a las de origen y posición, pues no se pueden comparar realidades que no tienen el mismo origen.

## 2.4 La evolución de la neocorteza

Con los planteamientos anteriores, el análisis de la evolución de la neocorteza debe reducirse a la zona proliferativa correspondiente. Se considera entonces, que la neocorteza deriva el palio dorsal (zona del cerebro embrionario, origen de una estructura laminada en forma de cubierta externa o corteza) y no puede ser comparable, por consiguiente, a estructuras del cerebro adulto de otros vertebrados cuyo origen embrionario no es palio dorsal.

La neocorteza es pues una estructura nueva del cerebro adulto de mamíferos que han aparecido solo una vez en la evolución y por eso es homóloga entre los mamíferos (aparte de las adaptaciones evolutivas características de cada especie) y se origina en alguna zona del palio dorsal, también en otros vertebrados derivando en estructuras laminadas aunque con solo tres capas.

Últimamente se han revisado las zonas de origen palial en aves y ahora se considera que una gran parte del telencéfalo de las aves tiene origen palial, como sucede en los mamíferos.

Quedan todavía muchos aspectos por estudiar e investigar, sobre todo en relación a cómo se realiza la formación de una neocorteza con seis capas (siete para otros), de la misma

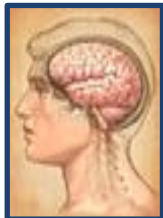


manera a cuáles son los mecanismos moleculares y a que genes controlan los procesos.

Actualmente se avanza apreciablemente en el estudio de las migraciones celulares que devienen en un cerebro adulto organizado; es probable que, a nivel molecular, los mecanismos en los mamíferos para estructurar una neocorteza no sean muy distintos de los que se producen en el techo óptico (otra región del cerebro), la cual en reptiles y aves adultos presentan entre 14 y 15 capas laminadas (alternándose capas celulares con capas de fibras nerviosas).

Los mecanismos moleculares para formar una laminación en forma de corteza están ahí, y en un futuro cercano se espera llegar a comprenderlos mejor.

No obstante, esto es diferente, y por mucho, a comprender el proceso que ha dado lugar a la corteza cerebral humana tanto en desarrollo como en su reorganización correspondiente, y que la hacen superior y diferente.



Quedan todavía muchos aspectos por estudiar e investigar, sobre todo en relación a cómo se realiza la formación de una neocorteza con seis capas (siete para otros), de la misma manera cuáles son los mecanismos moleculares y qué genes controlan tales procesos.

## LECTURAS RECOMENDADAS

Ariens Kappers, C.U., Huber, G.C. y Crosby, E.C. (1936). *The Comparative Anatomy of the Nervous Systems of Vertebrates, including Man*. New York; Macmillan.

Herrick, C.J. (1933). *Morphogenesis and the brain*. *J. Morphol.* 54: 233-258.

Nieuwenhuys, R., ten Donkelaar H.J. y Nicholson, C.(1998). *The Central Nervous System of Vertebrates*, Berlin: Springer Verlag.

Ramón y Cajal, S. (1909). *Histologie du Système Nerveux de l'Homme et des Vertébrés*. Paris: Maloine.

