

## ALGUNAS CONSIDERACIONES ACERCA DE LA EVOLUCION DEL CEREBRO

POR EL PROFESOR ISAAC OCHOTERENA

"The Scientific study of man is the most difficult of all branches of knowledge."—*Oliver Wendell Holmes*.—(Cit. por Herrick.)

EL característico sello de la especie humana, el que mejor establece su diferenciación del resto de los seres vivos, es el desarrollo extraordinario de su encéfalo y particularmente de su cerebro, que imprime una orientación inconfundible al resto del organismo.

Uno de los primeros caracteres que conviene considerar es el relativo a su peso: así, por ejemplo, sólo la ballena y el elefante poseen un encéfalo de mayor peso que el del hombre; el de la primera alcanza, como promedio, 4,530 grs., y el del segundo, algo más de 5,300; sin embargo, si se tiene en cuenta el enorme peso de un elefante, se verá que este gran encéfalo sólo alcanza un 0.2% del peso total y que en la ballena la proporción es aún menor.

Según el célebre antropólogo Eugene Dubois (*Bull. Soc. d'anthropologie de París*, 1897), el orangután, de 73,500 grs., posee un encéfalo de 400 grs., cuyo peso relativo es de 1.183; el gibbon, de 9,500 gramos, posee un encéfalo de 130 grs., cuyo peso relativo es de 1.73; el león, de 119,500 grs., posee un encéfalo de 219 grs., cuyo peso relativo es de 1.546; el puma, de 44,500 grs., posee un encéfalo de 1,375 grs., cuyo peso relativo es de 1.320; el gato, de 3,300 grs., posee un encéfalo de 31 grs., cuyo peso relativo es de 1.106; el ratón, de 21 grs., posee un encéfalo de 0.43 grs., cuyo peso relativo es de 1.49.

Y de estos casos y otros análogos, concordantes y muy numerosos, cabe deducir que en los grandes animales el peso de la masa encefálica es relativamente menor que en los pequeños, conforme lo expresa con tolerable exactitud la ley de Haller.

Estos hechos pueden explicarse en cierta medida, teniendo en cuenta no sólo las diversas actividades mentales de los seres, sino la extensión de los territorios periféricos que tienen que inervar los centros nerviosos, puesto que la superficie y el volumen varían entre sí como el cuadrado y el cubo y, por lo tanto, a los animales pequeños corresponde proporcionalmente una superficie mayor; pero si el desarrollo del encéfalo depende del del cuerpo, la relación proporcional es independiente de la talla y cabe justificadamente interpretarlo como un índice del sitio que ocupan los seres en la escala zoológica; así, para los roedores (rata y ratón), el valor proporcional es de 0.08; para los felinos es de 0.32; para los monos antropomorfos es de 0.75, y para el hombre, de 2.73, calculando estas relaciones de acuerdo con las correcciones de Dubois; véase, pues, que, en resumen, como ya lo expresó Larguier des Bancel, "ya se trate de aves o de mamíferos, el peso del encéfalo puede representarse cuantitativamente por un producto de dos factores: el primero de ellos es una determinada potencia del peso corporal, y el segundo, un coeficiente que se eleva con el nivel de la especie y caracteriza el crecimiento cerebral en la medida en que es independiente la talla".

Tratándose de la especie humana y refiriéndose al europeo, cuyo peso es de 66 kilos, el cerebro alcanza 1,360 grs.; en la mujer de 54 kilos, el peso es de 1,220 grs., y si se aplica la fórmula de Dubois, se verá que las relaciones son de 2.73, por una parte, y de 2.72, por otra, es decir, que prácticamente se trata de seres que considerados desde el punto de vista del desarrollo de su órgano psíquico, son proporcionalmente idénticos; refiriéndonos a nuestro país y basándonos en los datos que nos proporciona el estudio de F. Castillo Nájera (Rev. Mex. de Biol. T. II, pág. 92), basado en el estudio de 78 encéfalos y añadiendo 28 casos tomados de mis trabajos, se obtiene un promedio de 1,420 grs. para el encéfalo del hombre, en México, y de 1,322 para el de la mujer mexicana; basándonos en estas apreciaciones puede afirmarse, con las reservas que impone el escaso número (106 encéfalos), que el cerebro de nuestros compatriotas no sólo se ajusta, sino que sobrepasa un tanto a las medias europeas; es pertinente señalar que las diferencias entre el peso del encéfalo y su valor proporcional, que expresa el doctor Parker, refiriéndose probablemente a individuos de los Estados Unidos, dan, para el hombre, 1.9 del peso total, y en la mujer, 2.3, lo que da una fracción de 0.13 a favor de ésta, mal que pese a los gratuitos afirmadores de la inferioridad mental femenina.

Debe decirse, sin embargo, que estos datos, que implican solamente una apreciación global del problema, tienen numerosas excepciones, como, por ejemplo, la del cerebro de Cuvier, que pesó 1,830 grs., y en sentido opuesto, el del insigne Anatole France, cuyo cerebro alcanzó, en plena senectud, tan sólo 1,190 grs.; pero insistimos en que éstos y otros casos particulares en nada amenguan el valor de

las consideraciones que se derivan de los datos generales a que nos hemos referido.

Nos parece que estas consideraciones son dignas de tomarse en cuenta, no obstante el desdén divino con que las ven las personas que tienen su decisión ya tomada, en virtud de sus opiniones filosóficas o religiosas.

Considerando, también desde un punto de vista general, la organización del sistema nervioso de los vertebrados, se debe señalar el hecho de que a medida que se asciende en el ordenamiento zoológico, se eleva también el desarrollo y el peso del encéfalo en relación con el de otras partes de los centros nerviosos, v. gr., en los peces, el encéfalo sólo representa en peso una fracción del de la medula; en la rana adulta, la medula y el encéfalo tienen casi el mismo peso; en los reptiles la desproporción se acentúa, y en el hombre la relación llega a ser de 1.25, según Bourgery y Cl. Bernard; y no se debe a una disminución del peso medular, sino al extraordinario desarrollo encefálico. La hipertrofia de la primitiva porción cefálica del tubo neural es originada, indudablemente, por las relaciones que existen entre ella y los órganos de los sentidos exteroceptores, peculiares de los vertebrados.

Judson Herrick ha estudiado con gran acierto el encéfalo de un pez primitivo, *Mustelus canis*, y de este trabajo se deducen orientaciones esenciales para el conocimiento de la formación del cerebro; la pared del tubo neural recibe los nervios olfativos y las excitaciones que transmiten es lo que causa la hipertrofia de la parte que es influenciada; los nervios ópticos, los auditivos, los viscerales y los que provienen de los tegumentos originan análogo fenómeno, de manera que los ensanchamientos que se deben a la acción de las sensaciones olfativas, visuales, auditivas, viscerales y tegumentarias son los que forman este cerebro integrado por centros primarios de reflejos.

La aparición de la corteza es muy tardía, filogenética y ontogénicamente, y esta formación verdaderamente neencefálica corresponde a la posibilidad de intensificar la dinamogenia, de asociar y conservar remanentes sensorios, a la capacidad de elaborar virtualmente de millones y millones de maneras, no sólo los datos que nos llegan del mundo exterior, sino los que provienen de nuestro propio ser, y con entera justicia se estima que en esta porción del cerebro es en la que radican las más complejas actividades que caracterizan al ser humano.

Pero en el campo de la biología conviene no olvidar, como lo expresó Darwin, que "todo ser vivo debe considerarse como un microcosmos integrado por una multitud de organismos que se reproducen, que son extraordinariamente pequeños y tan numerosos como las estrellas del cielo"; estas unidades vivientes, las células nerviosas, son nume-

rosísimas, pues según cálculos bastante moderados, sólo las corticales del adulto, diferenciadas de acuerdo con sus funciones (sin contar las células neuróglícas), son en número de 9,280.000.000, según Donaldson y Thompson; no debe extrañarnos, por tanto, que la célula de que se trata posea una estupenda complicación y una especialización morfológica y funcional que, dicho sea de paso, causa a estos elementos la temprana pérdida de su capacidad reproductora.

Los eminentes neurólogos de Viena Constantin y V. Economo nos enseñan que, aunque no conocemos todos los existentes, pueden ya precisarse 109 campos corticales claramente diferenciados, cuyo arreglo citotectónico es distinto y cuyas neuronas, como se infiere sobre todo de los admirables trabajos de Cajal, difieren entre sí notablemente; a Cecilia y Oscar Vogt se debe la demostración experimental en el mono, de que cada área cortical diferenciada es la expresión anatómica de una función especial, pues como recalca y precisa Lhermitte, "los límites que la anatomía asigna a cada territorio mielo y cito-arquitectónico corresponden, en efecto, exactamente, a los que la experimentación permite precisar para cada función". Cabe distinguir, entre el fantástico número de neuronas, tres tipos capitales: las receptoras, las efectoras y las asociativas, y es posible precisar estos tipos que integran sistemas funcionales, por diferentes conceptos, entre ellos el de la adquisición por sus fibras, por los cilindro-ejes de una grasa fosforada, la mielina, que se integra con diversa marcha cronológica, y gracias a este desarrollo asincrónico es dable seguir la aparición, y en ciertas ocasiones la involución, de las funciones nerviosas.

Es ciertamente sugestivo seguir, siquiera sea dentro de sus lineamientos generales, el proceso evolutivo: en el embrión humano las vías sensitivas se desarrollan tempranamente, y, como demostró Flechsig, desde el quinto mes se encuentran ya tractos espino-cerebrales y cerebro-espinales, que ligan la medula a diversas regiones del cerebro y que descienden de este órgano a la medula, hallándose también, acaso, integrada una vía larga que llega hasta el cerebro; pero los grandes tractos córtico-espinales y rubro-espinales son aún rudimentarios y no se hallan en aptitud de funcionar: por esto es que de ninguna manera pueden considerarse como voluntarios los movimientos del feto, pues falta el camino de regreso del influjo nervioso, y la motricidad en esa época es análoga a la que se observa en la rana descerebrada, o mejor aún, en los perros, a los que F. Goltz extirpó el manto cerebral, pueden moverse, mas no dirigir por sí mismos estos movimientos; responder a ciertas excitaciones luminosas, distinguir las substancias comestibles, reaccionar a las irritaciones cutáneas, manifestar cólera, etc., y la exactitud de tales apreciaciones se manifiesta especialmente en los niños no nacidos a término, o en ciertos casos, como el que describen Edinger y Fischer, de un

niño que nació sin hemisferios cerebrales y a pesar de esto pudo vivir cuatro años en la más perfecta animalidad, casi siempre dormido, ciego, sordo, sin poder reconocer a la madre, sin mímica, como los monos que Karplus y Kreidl descerebraron. Por otra parte, esa vida exclusivamente palencefálica acusa la falta de atemperación de los reflejos por falta de vías corticales, fenómeno común a todos los niños, pero exagerados en casos patológicos, como en el síndrome de Little, atribuido a una detención en el desarrollo, no rara en los niños nacidos a los siete meses, y probablemente debido a una agenesia del tracto córtico-espinal, según Feer, Pierre Marie, Brissaud y van Gehuchten.

Cuando el niño nace, su sistema nervioso no es algo terminado, definitivo; en ciertos casos apenas si es un boceto que ni aun permite concebir la obra posterior, ni siquiera existe el número completo de los elementos nerviosos que son patrimonio de la especie. Ezra Allen, que ha estudiado el sistema nervioso central de la rata desde este punto de vista, ha encontrado mitosis en el cerebro hasta los veinte o veinticinco días, y aplicando a este dato las relaciones tan hábil y prolijamente establecidas por Donaldson, resulta que aproximadamente aun hay células neoformadas al final del segundo año en la especie humana; Marinesco nos enseña que las células radicales, a pesar de ser de temprana diferenciación, son en esa edad de escaso tamaño, tanto en lo que respecta al soma como a las prolongaciones celulares, con escasa substancia cromática y con pequeños grumos de Nissl, periféricos; las células del cerebelo aún no se diferencian convenientemente, persistiendo una capa externa de elementos de naturaleza enigmática que no son reconocibles en el adulto, bien por haber desaparecido, o bien porque experimenten transformaciones que en la actualidad nos son desconocidas; las células de Purkinje (estudiadas en sus etapas sucesivas, especialmente por don Carlos Calleja y Borja-Tarrius) presentan un aspecto tan diverso de la primorosa estructura que poseen cuando son adultos, que más bien semejaran precipitados irregulares de cromato de plata, a no ser por la clara presencia de un cilindro-eje que se incorpora al fascículo central de la substancia blanca de la laminilla cerebelosa; aparece el esbozo de la rama protoplásmica principal, que por sucesivas dicotomías producirá la más admirable de las dendritas, desaparecen las expansiones inferiores que acompañan al cilindro-eje y se reabsorben las espinas que antes orlaban el contorno del cuerpo celular, necesitándose dos semanas en el perro y tres en el gato, después del nacimiento, para que los elementos de que nos ocupamos adquieran su completo desarrollo.

Aun cuando los tractos ascendentes están en la época del nacimiento medulados en su mayor parte, los descendentes y la corteza cerebral sólo se hallan con mielina en las especies que, poseyendo ya

en esa época corteza excitable, como el cerdo y el cuy, según Tarchanoff y Bechterew, pueden ya andar y dar muestras de una actividad nerviosa distinta de la refleja; Fuchs ha demostrado que el niño recién nacido no posee fibras mielinizadas en la corteza y que la adquisición de esta substancia principia hasta los cinco meses en la lámina zonalis, y al final del primer año en los estratos piramidales; a los quince meses, aproximadamente, la corteza tiene su espesor normal; las primeras fibras asociativas inician su aparición desde los siete meses y continúan desarrollándose y formando relaciones complicadísimas hasta la edad de veinticinco o treinta años, según Cajal y Vulpius, para adquirir su máximum de complejidad de los cuarenta a los cincuenta años, sin que el desarrollo se suspenda con posterioridad, pues según los trabajos de Donaldson, el aumento en peso del cerebro fisiológico está representado por una curva primero rápida y después lenta, pero constantemente ascendente hasta una época que podría virtualmente corresponder a un hombre de noventa años; con razón se ha dicho que el cerebro puede considerarse como un órgano cuya evolución no termina nunca, y que, interrumpida con la muerte del individuo, continuará, con sus inherentes vicisitudes, en la especie.

Considerada en su conjunto y desde el punto de vista especialmente funcional, nos parece cada vez más justificada la división Edingeriana del sistema nervioso en dos partes: el palencéfalo, que representa, de acuerdo con las actividades de cada tipo, la estructura fijada al través de un número de generaciones, asiento ya de los reflejos simples que nos aproximan a los peldaños inferiores de la animalidad, ya de los reflejos múltiples fisiológica y estructuralmente definidos, que constituyen el instinto, o bien de las nuevas adquisiciones que, impresionando primero la corteza, llegan a afectar el palencéfalo, dando los instintos adquiridos, las aptitudes más o menos ocultas que no son sino la exteriorización de arreglos de textura fijados después de un proceso de desesperante laboriosidad y lentitud; esta parte es la que primero adquiere su perfeccionamiento y madurez y cuya evolución termina en las primeras etapas de la vida. El neencéfalo es la porción más plástica y de reciente adquisición, integrado no sólo por las áreas sensitivas o motrices, sino por centros de asociación nunca acabados, con inmensos espacios cuyas funciones nos son desconocidas y que tal vez constituyen campos propicios para nuevas adquisiciones, para futuros retoques en los que, con criterio optimista, por lo demás harto discutible, se puede concebir, de acuerdo con la ley de balanceo orgánico, que con la atrofia de determinadas porciones de importancia secundaria para la vida social de la humanidad, se hipertrofien otras que, gracias a una mejor adaptación, hagan menos dolorosa la marcha del hombre en el breve lapso en que mantiene encendida la flama del vivir.