



I N S T I T U T O D E E S P A Ñ A

EL DON: LA ESENCIA
DEL CEREBRO HUMANO

POR EL ACADÉMICO ELECTO

ILMO. SR. D. ARTURO VERA GIL

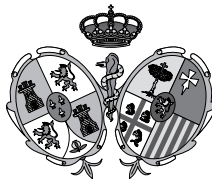
DISCURSO LEÍDO EN EL ACTO DE SU RECEPCIÓN PÚBLICA COMO ACADÉMICO DE NÚMERO
EL DÍA 17 DE OCTUBRE DE 2013

DISCURSO DE CONTESTACIÓN

DEL

EXCMO. SR. D. VICENTE CALATAYUD MALDONADO

ACADÉMICO NUMERARIO



REAL ACADEMIA DE MEDICINA

ZARAGOZA

2013

Depósito Legal: Z-1472-2013

Edita y distribuye:

Real Academia de Medicina
Plaza Basilio Paraíso, 4 – 50005 Zaragoza

Composición e impresión:

Navarro & Navarro Impresores. Arzobispo Apaolaza, 33–35 – 50009 Zaragoza

SUMARIO

El Don: La esencia del Cerebro Humano

Arturo Vera Gil

Palabras de Salutación, Memoria y Agradecimiento	7
I.- Introducción	8
II.- Evolución histórica del conocimiento estructural.	10
III.- El cerebro humano	13
1.- El tejido nervioso, elemento básico de la estructura.	16
2.- Localizaciones funcionales en el cerebro.	22
IV.- El trabajo de la corteza cerebral.	24
1.- Manifestaciones de la función cerebral humana.	27
2.- La base de la inteligencia humana.	29
3.- Las bases morfológicas de la memoria.	32
4.- Memoria/aprendizaje/atención	36
5.- La labor del lóbulo frontal humano.	44
V.- Aspectos generales de la función cerebral	47
1.- Coordinación de los hemisferios cerebrales.	47
2.- Actividad y descanso cerebral.	49
3.- Dimorfismo sexual en el cerebro humano.	51
VI.- La capacidad de predicción	54
VII.- Conclusiones.	56
VIII.-Agradecimientos	57
IX.- Bibliografía básica y fuentes	58
X.- Ilustraciones	62

Discurso de contestación

Vicente Calatayud Maldonado.	71
--------------------------------------	----

EL DON: LA ESENCIA
DEL CEREBRO HUMANO

POR EL ACADÉMICO ELECTO
ILMO. SR. D. ARTURO VERA GIL
DISCURSO LEÍDO EN EL ACTO DE SU RECEPCIÓN PÚBLICA COMO
ACADÉMICO DE NÚMERO

Excelentísimo Sr. Presidente
Excelentísimas e Ilustrísimas Señoras Académicas,
Excelentísimos e Ilustrísimos Señores Académicos.
Excelentísimas e Ilustrísimas Autoridades
que nos honráis con vuestra presencia.
Ilustres compañeros. Señoras y Señores:

Comparezco ante sus Señorías, en esta docta institución, sobrecogido por la responsabilidad de representar en ella a la Anatomía Humana y no sentirme lo suficientemente digno de tan gran honor, ni lo suficientemente inconsciente como para no calibrar la responsabilidad histórica que adquiero ante la Academia, ante sus miembros y ante la sociedad.

En efecto, pasar a ser la voz que continúa a las egregias figuras que me han precedido en esta disciplina y en esta Institución es un enorme peso que, a su ilustre memoria, pido ayuda para arrostrar sin desfallecer.

Sin ser exhaustivo, permítaseme recordar e invocar aquí emocionado, a los Profesores D. Francisco Arpal y Daina, D. Salustiano Fernández de la Vega, D. Ricardo Lozano Monzón, D. Teodoro Ríos Blanco, D. Joaquín Gascón y Marín, D. Vicente Lafuerza Erro, D. Baldomero Berbiela Jordana, D. Gumersindo Sánchez Guisande, D. Godeardo Peralta Miñón, D. José Conde Andréu, D. Luis Jiménez González, D. José Escolar García, D. Narciso Murillo Ferrol y D. René Sarrat Torreguitart.

Muy injusto sería si no tuviese una especial mención y destacado recuerdo para mis maestros directos, quienes también me han precedido en esta responsabilidad: los profesores Escolar, Jiménez y Sarrat, ya fallecidos, y a mi compañero en la docencia de la Anatomía, el profesor Gómez Beltrán, que hoy me apadrina. Igualmente, faltaría a la equidad, si no rindiere el justo homenaje, a quienes me enseñaron la noble ciencia de la Medicina. Pocos están ya entre nosotros, pero tengo la suerte de dar las gracias, públicamente, por sus enseñanzas y desvelos a los Profesores Gómez-Lus y García Julián. Parodiando en negativo fotográfico a Churchill, nunca un solo hombre debió tanto a tantos otros... Así me siento hacia vosotros, Ilustres Académicos que me acogéis. A todos debo mucho...

I.- INTRODUCCIÓN

Como discípulo directo y miembro de la escuela anatómica de D. José Escolar García, mi visión de la Anatomía Humana tiene que ser eminentemente funcional y aplicativa.

Nada es superfluo y todo tiene su misión en esa misteriosa maravilla que es el ser humano. Ni un solo átomo de su cuerpo es un adorno inútil, todo él está sabiamente constituido para funcionar... Y ese es el secreto... Si se para, se autodestruye.

Nuestro conjunto estructural está hecho para funcionar desde el momento de la concepción hasta la suspensión de sus funciones vitales, esto es, la muerte. Es pues estéril labor separar la forma de la función, la primera sin la segunda no persiste. Nuestros antecesores desarrollaron con tanto tesón el conocimiento del ser humano que nos han permitido establecer, como un axioma, este concepto sobre la naturaleza del mismo. Por ello, y prácticamente desde el principio del conocimiento, el hecho de la función y las consecuencias de su cese en la supervivencia condujo al concepto de *animae*.

Las consideraciones sobre la separación del *animae* de la forma, a la vista de los escombros en que se convertía aquella maravillosa *fabrica* –dicha en el sentido Vesaliano–, nos hicieron meditar profundamente sobre la naturaleza de nuestro ser, nuestra fragilidad existencial y nuestro lugar en el orden del Universo que nos contiene.

Descubrimos que éramos conscientes de nosotros mismos, esto es “Sapiens, sapiens” (que sabemos que sabemos) y, lo que era más sorprendente, que al parecer, hasta donde sabemos, éramos los únicos con esas elevadas funciones en el Universo conocido. Esa consciencia nos hizo investigar, como niños curiosos, las preguntas básicas de la estequiología.

¿Qué somos? ¿Cómo somos? ¿De qué procedemos? ¿Cuál es nuestro destino? Y, la pregunta más difícil de contestar era: ¿Por qué somos? ¿Qué significamos dentro del Universo?

A lo largo de los tiempos, cada individuo de la especie humana se ha enfrentado, por separado, con alguna o todas de esas preguntas, pero siempre ha sentido la necesidad de hacer conocer sus conjeturas a sus congéneres, de la manera más eficaz a su alcance y condición temporal. Como consecuencia, se ha generado una consciencia colectiva enriquecida por el sumatorio de las meditaciones de tantos, y que gracias al posterior trabajo de integración individual, ha supuesto una aportación al progreso exponencial del conocimiento en la especie en general y en cada individuo de la misma.

Hasta donde hoy sabemos y podemos probar, el resto de lo conocido que nos rodea no tiene esa característica o condición. Este hecho nos convierte en únicos, mientras no se demuestre lo contrario.

Nuestro sistema cooperativo social de la consciencia colectiva nos ha permitido ampliar los horizontes de una manera razonable aunque incompleta. Pero en llegando al límite del horizonte, donde ya no se divisa nada más, sorprendentemente hemos sido capaces de construir, creativamente, una predicción plausible del *plus ultra*.

Consciencia, memoria, predicción, y capacidad de transmisión de nuestro pensamiento y experiencias a generaciones humanas que no conoceremos, ha sido el mecanismo mediante el cual, en la actualidad, todos somos capaces de entender que, lo conocido hasta ahora, debió de comenzar en una gigantesca explosión que transmutó la energía.

Si partimos de la base de aceptar lo que de la energía sabemos, ésta es eterna... “Ni se crea ni se destruye, simplemente se transforma”. Es el axioma físico.

Esta idea cosmogónica contemporánea, basada en los trabajos de Hoyle, Hawking, Sagan y tantos otros, estaba ya recogida en la mayoría de los conocimientos ancestrales que nos han llegado en forma de arcanos religiosos. “En el principio fue el caos” y, de muy diversas maneras según la religión estudiada, “la luz se hizo”.

Esa “luz”, esa “energía”, se expandió y fue transformándose creando el Universo tal y como nosotros lo conocemos. En un lugar remoto del mismo, un acúmulo gravitacional de hidrógeno, escoltado por otros acúmulos de escombros producidos durante el desarrollo y liberación de la fuente energética, constituyó un sistema coordinado, en el cual las condiciones evolutivas de los escombros permitieron combinaciones químicas asombrosas y, al menos en un caso probado, autorreplicantes.

Eso es lo que hoy, nosotros consideramos el comienzo de la vida.

La vida, como todos los sucesos que hemos mencionado hasta ahora, no era en absoluto inmutable, evolucionaba y lo hacía con criterio de optimización, a base de adaptación al medio y competencia entre especies, tal y como Darwin describió en su obra.

En la actualidad sabemos aproximadamente y a grandes rasgos cómo hemos llegado a estar aquí, pero carecemos de capacidad científica para demostrar por qué esto ha sido así. Nuestras mejores y más características armas son la consciencia, la memoria y la predicción. A ellas recurrimos cuando queremos avanzar e incrementar nuestro conocimiento, tanto individual como colectivamente. Por eso, ahondar en el conocimiento de “cómo somos”, siempre puede darnos nuevas claves de progreso que nos acerquen al “por qué somos” y a lo que significamos en el contexto del Universo.

Para conseguir ese progreso de nuestro conocimiento, creo humildemente, que en algo nos puede ayudar la –hoy a veces denostada por algunos por

“antigua”– ciencia de la Anatomía Humana. Pero, para que la Anatomía Humana sirva a nuestro propósito, no debemos cometer el error de, en busca de una mayor racionalización conceptual, fragmentarla y privarla así de función. En el momento actual, este proceder sería tan ineficaz como adorar a la función desprovista de la forma, sublimación científica que, desgraciadamente, a veces se produce y, me atrevo a decir, citando a Simón Bolívar en su lecho de muerte, que tal proceder “es como arar sobre el Mar”.

Hemos iniciado este viaje desde la capacidad de consciencia que nos permite plantear cuestiones y buscar respuestas a las mismas. Incluso, nos permite intuir posibles e hipotéticas respuestas a lo científicamente desconocido...

¿Cómo es posible esa función? ¿Qué estructura de nuestro cuerpo la realiza?

II.- EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL CONOCIMIENTO ESTRUCTURAL

Si escarbamos en los cimientos intelectuales de nuestra civilización grecorromana, Platón introdujo la unión accidental del cuerpo y el *animae* para justificar la dualidad forma/función observable en las funciones superiores de nuestra especie. De esta forma, el *animae* era algo inmaterial y eterno que poseía a nuestro cuerpo, le daba la vida y lo abandonaba causando su muerte y destrucción. Su descripción de esta dualidad, en forma didáctica y comprensible, queda reflejada en el siguiente ejemplo que propuso a sus discípulos: “El cuerpo humano es el carruaje, el alma es el conductor, el pensamiento son las riendas y las pasiones son los caballos...”

Mucho más interesado en la observación real de la naturaleza, Aristóteles –al igual que muchos otros pensadores de nuestra y otras civilizaciones– buscó en los órganos la residencia de estos atributos. El punto de partida para esa búsqueda era el cese de la función vital, asociado a la destrucción o fracaso de los órganos. A partir de allí se dedujeron consecuencias, frecuentemente erróneas.

Galeno, referente fundamental junto con Hipócrates de la medicina grecolatina, establecía tres *animae* diferentes en condición y localización. Éstas eran: la natural –en el hígado–, la espiritual –en el corazón– y la animal –en el cerebro–.

Desde el emperador Constantino el Grande, el triunfo de la religión cristiana (profundamente animista) como única del Imperio Romano, realzó e hizo propio el planteamiento de Platón. Fácil manera de entroncar la nueva religión con la tradición filosófica griega que, los romanos, habían hecho suya previamente.

El concepto de prioridad del alma, inmaterial y ajena, poseyendo a un cuerpo material y corrupto, fue el paradigma que se transmitió, como verdad

absoluta e inmutable, a los invasores bárbaros. Tan buenos y esforzados guerreros como ignorantes y supersticiosos seres humanos.

La antigua Edad Media (prefiero denominarla así, ya que llamarla “Alta Edad Media” es una perversión idiomática, basada en una mala traducción del término *alte*, antiguo o viejo en alemán) fue la sumersión en el caos bélico y la atomización del otrora Imperio Romano de Occidente, conllevando a la práctica desaparición de la cultura, excepto aquella salvada en calidad de arcano para iniciados en los monasterios, quedando de esta forma al servicio del poder religioso.

En torno al año 1000 d.C. el panorama humano al respecto era desolador. La esperanza y condición de vida era desastrosa para la mayoría de la gente. La muerte era una compañera fiel y eficaz junto con las penurias y penalidades. El alma inmortal era la única esperanza de nuestros ancestros... El fin del mundo, Armagedón, era esperado como futuro plausible e incluso deseable por aquellos que penaban en un valle de lágrimas...

Tendría que llegar el renacimiento, el retorno a las fuentes del conocimiento y del método científico, para que una civilización, más liberada de la mera subsistencia, pudiera saltar de la primera a la segunda parte de la sentencia clásica: *Primum vivere, deinde filosofare...*

La medicina árabe, más libre en su acceso a los contactos clásicos adquiridos a través de Bizancio y a los conocimientos muy avanzados de la escuela de Alejandría, contaminaron beneficiosamente a los conocimientos europeos según se desprende de las enseñanzas de la escuela de medicina de Salerno y de los avances realizados en cirugía. Dichos conocimientos se transmitieron al Reino de Aragón, como demuestra el análisis de las aportaciones procedentes de la escuela de Montpellier y el hito que supuso Arnau de Villanova, entre los múltiples hombres destacados de esta corriente. Pero esa beneficiosa contaminación científica, también afectó al Reino de Francia como podemos seguir a través de los avatares de Guido de Lanfran en el colegio de San Cosme de París.

En este contexto científico, las apreciaciones y primera descripción de la contusión cerebral y de las trepanaciones en las fracturas de cráneo con hundimiento o con irritación meníngea, fueron claras pistas sobre el significado real del cerebro en el cuerpo del ser humano.

El regreso al método anatómico y fisiológico de la escuela de Alejandría, condujo a renovar los usos de la autopsia y la disección de cadáveres y, ello, a los revolucionarios conceptos anatómicos producto de las observaciones de Silvio y Vesalio, quienes, aunque disintieran con respecto al respeto o no que merecía la obra de Galeno, fueron germen que condujo a Descartes a plantear al hombre como poseedor de dos partes inseparables: la *res cogitans* y la *res extensae*.

Pero este es, en el fondo, un planteamiento Platónico: ¿Qué problema hay con lo preconizado en la única cultura medieval europea, la religiosa? Sutil pero fundamental. El plano de igualdad de ambos.

A partir del siglo XVII, ese espíritu diáfano descrito por Descartes, más fácil de conocer por introspección, residía dentro de la *res extensae*. Era preciso encontrarlo y explorarlo... La búsqueda no resultó fácil. La diáfana mente cartesiana no era más que un espejismo superficial mientras que debajo, subyacía una oscura y enmarañada selva tras la que parecían acecharnos los ojos del caos...

Como de costumbre, los pensadores entraron de nuevo en acción y Kant, en su crítica de la razón pura, centró la situación: “Hay dos cosas que llenan la mente de creciente admiración y respeto: los cielos tachonados de estrellas sobre nuestra cabeza y la ley moral en nuestro interior. La primera pone frente al hombre la infinitud del Universo que genera en nosotros la inquietud de nuestra posición en él. La segunda corresponde al yo, conciencia de uno mismo. Mientras la primera anonada al hombre, la segunda le hace asumir, sin subterfugios, la responsabilidad de ser inteligente.”

Sobre esta responsabilidad de ser inteligente, la Edad Moderna caracteriza una auténtica explosión del conocimiento científico y filosófico. Todo debe de ser conocido, analizado, comprobado y nada debe escapar a la discusión en búsqueda de la verdad. Todos los dogmas y axiomas son susceptibles de ser puestos en solfa, empezando por la cosmogonía cristiana.

Al igual que Silvio disputó con Vesalio en la defensa dogmática de las afirmaciones (erróneas) de Galeno, en lugar de comprender las circunstancias que confluieron para que Galeno publicase aquellos errores, en el siglo XIX, las observaciones de Darwin y de Wallace, siguiendo la metodología de Von Humboldt, fueron furiosamente combatidas por otros científicos imbuidos por una necesidad de defensa a ultranza de la escritura bíblica. De todo ello, se adquiere una nueva enseñanza sobre el método científico. Este tipo de controversias son especialmente estériles, pues contraponer la física con la metafísica carece de sentido por tratarse de áreas heterólogas y, por lo tanto, no miscibles. Solo la adecuada diferenciación y el respeto mutuo entre el mundo de lo que se sabe y el mundo de lo que se cree ayuda, de verdad, en el arduo peregrinar del ser humano en busca del conocimiento de su esencia y significado.

Estos parámetros de progreso del conocimiento condujeron a tomar al humanismo como centro y medida del Universo, empleando al ser humano como eje de interpretación de nuestro ser y de lo que le rodea mediante el uso racional de un instrumento de trabajo básico, nuestro cerebro.

El hecho de la consciencia inteligente es innato en el hombre, pero se tarda prácticamente todo el desarrollo de la ontogenia global de la especie humana,

casi hasta el momento actual, para empezar a comprender que esa consciencia reside en un órgano de la anatomía humana y es manifestación de la función del mismo. Aunque nos falta mucho por saber y comprender sobre este órgano y su función, ya tenemos capacidad suficiente para acercarnos a su estructura y su forma de trabajar, por eso vamos a aproximarnos, conceptualmente, al mismo.

III.- EL CEREBRO HUMANO

Parece mentira que un órgano que pesa unos 1.100 gr. (alrededor de un 1,3% del peso corporal total) de baja densidad (1,04), consistencia frágil y muy friable, de un color blanquecino grisáceo, con aspecto rugoso y surcado por notorios vasos sanguíneos, sea el lugar donde se contienen las funciones más elevadas de nuestro ser y la regulación general de nuestra función vital.

Su destrucción suele acarrear el cese de las demás funciones vitales de nuestro cuerpo y, aun en los casos en que ello no sea inmediato, marca la abolición irreversible de nuestro yo consciente. La mera conmoción estructural del órgano marca el cese, al menos temporal, de las funciones cognitivas. No es extraño pues, que un órgano tan fundamental y delicado, presente la mayor protección que tiene cualquier otro en nuestra anatomía.

En efecto, la caja craneal esquelética supone una cascara ósea gruesa, continua y cerrada, que contiene al cerebro dentro de un sistema amortiguador, sellado y cerrado, la paquimeninge (suma de la meninge duramadre y del endostio endocraneal) que, a su vez, contiene un medio hídrico, el líquido cefalorraquídeo (LCR) en el que se encuentra el órgano en relativa ingravidez.

Ningún otro órgano corporal tiene una defensa tan completa como el neuroeje (tronco del encéfalo, cerebelo y encéfalo). Tórax y abdomen presentan mucha mayor vulnerabilidad que el cráneo. La naturaleza es sabia.

En este conjunto al que denominamos neuroeje, tan sumamente protegido, nosotros somos capaces de distinguir, en orden ascendente, todas y cada una de las piezas que la naturaleza ha ensayado y perfeccionado para el control de nuestros cuerpos y conductas a lo largo del sistema evolutivo. Desde los simples ganglios periesofágicos de los invertebrados más primitivos, hasta el complicado telencéfalo de los mamíferos y, en especial, del hombre.

En el Humano, continuando a la médula espinal a nivel del foramen magno y como transición, encontramos el tronco del encéfalo o tallo cerebral (traducción del inglés *brainstem*). Todo él es una lección de evolución, donde los 10 últimos pares craneales (pares III a XII) muestran las especializaciones de la adaptación a la cranealización y, funcionalmente, a la canalización de los estímulos procedentes de órganos sensoriales específicos. La gradualidad

caudocefálica, nos permite reconocer la zona bulbar o médula oblongata como la zona de transición más suave desde la médula. El puente de Varolio, rompe abruptamente ese continuismo enlazando posterocefálicamente –mediante los brachios conjuntivo, pontis y cuerpo restiforme– con el cerebelo y sirviendo, funcionalmente, a un primer elemento de control global de todas las estructuras corporales, destinadas a la vida de relación.

Continuando cefálicamente al puente, entramos en un nuevo sistema de transición, el mesencéfalo, pero éste lo hace hacia el encéfalo que es el auténtico sistema superior de control de todo el cuerpo humano. El mesencéfalo, presenta en su estructura unos elementos nucleares, integrados funcionalmente con los de la base del encéfalo y, en su zona dorsocefálica, muestra los tubérculos cuadrigéminos, colículos o tectos. Estos, junto con el cerebelo, permiten realizar a las aves decorticadas, con aparente normalidad, las funciones de la vida de relación, como demostró fehacientemente en su tesis doctoral, mi buen amigo y compañero, el catedrático jubilado de Anatomía Comparada de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Zaragoza, Profesor D. Salvador Climent Peris.

Debemos reconocer, sin embargo, que el encéfalo es otro mundo. Por razones, tanto ontogénicas como filogénicas, distinguimos dos partes en él. Una central, el diencefalo, y otra bilateral y mucho mayor, que entierra prácticamente en su seno al diencefalo, el telencefalo o hemisferios cerebrales.

El diencefalo en conjunto, nos muestra en primer lugar el tálamo (“cama sobre la que yacen nuestros hemisferios cerebrales” de las descripciones anatómicas antiguas). El tálamo es la estación receptora de todos los estímulos procedentes de nuestros órganos sensoriales exteroceptivos e interoceptivos, a excepción del olfato. Pero, además, en el diencefalo, podemos distinguir otras estructuras en torno a ese tálamo con distinta significación funcional, comenzando por el hipotálamo y el epitálamo, que son base del sistema de control regulador, neuroendocrino y vegetativo, del organismo. También, ventrolateralmente al tálamo, se encuentra el subtálamo, grupo de núcleos que aúnan funciones entre la corteza cerebral, los ganglios de la base del encéfalo y el cerebelo, formado por estructuras clave para el control total de la coordinación de los movimientos que realizan los aparatos de la vida de relación.

Los pares craneales I y II, son los únicos que evitando el sistema segmentario o cuasi segmentario del tronco del encéfalo, se relacionan directamente con las estructuras encefálicas.

El II par craneal que se desarrolla en la frontera embriológica prosencefálica entre diencefalo y telencefalo, finaliza su trayecto en el núcleo geniculado lateral del tálamo. Demuestra lo matizable de su definición como par nervioso pues incluso el llamado nervio óptico es, en realidad, el equivalente a una

vía interna del sistema nervioso central, similar anatómicamente a los haces ascendentes de los cordones posteriores medulares, pero fuera de él.

El I par craneal, comienza en los nerviecillos olfatorios que atraviesan los orificios de la lámina cribosa del etmoides, constituidos por axones de las células olfatorias, residentes en nuestra mucosa nasal (zona pituitaria) que son auténticas neuronas en superficie. Estos nerviecillos, ya en el endocráneo, abordan al rinencéfalo. Este es una auténtica estructura nerviosa central, situada y desarrollada basalmente a cada vesícula telencefálica y que conecta, de manera directa, con el córtex cerebral y las estructuras nucleares profundas de la zona de transición diencefalo-telencefálica.

Parece que la vista y el olfato ocupan las posiciones predominantes en la necesidad analítica exterior de nuestro cerebro. Ambos son telesentidos, la vista analiza la radiación electromagnética en un determinado rango energético, mientras que el olfato analiza moléculas químicas que se encuentran en aerosol en el aire inspirado nasal.

El telencéfalo, generó nuestros hemisferios cerebrales que son la parte cuantitativamente más desarrollada en cuanto a tamaño, peso, superficie y funciones conocidas de todo nuestro sistema nervioso central. Éstos, deben de ser, pues, el principal objetivo en la búsqueda de la maravillosa maquinaria que nos permite “nuestra consciencia de que somos conscientes” y, por tanto, la expresión de nuestro “Yo”.

Pero es que, probablemente, es mucho más que eso. Veremos que se trata del “puente de mando” al que acaban llegando todas y cada una de las informaciones externas e internas que, aunadas en tiempo real, se analizan y cotejan con los datos previamente adquiridos y almacenados (memoria). Ello nos permite adoptar respuestas que manifestaremos a través de las funciones coordinadas de todas las partes que forman nuestra anatomía, las cuales, son seleccionadas con un objetivo finalista para la realización de esa respuesta, que es nuestra respuesta, a los estímulos exógenos o endógenos.

¿Cómo es esa estructura de gobierno? ¿Cómo son esos hemisferios cerebrales?

Son dos ovoides, más o menos simétricos, con medida estándar media de 17 cm. de largo, 13 cm. de alto y 14 cm. de ancho, conectados entre sí por puentes de fibras nerviosas, en forma de comisuras, y que confluyen, medialmente, alrededor del diencefalo.

Muestran una superficie formada por numerosos repliegues que describen un patrón principal, reconocible en toda la especie, y que, anatómicamente se describen como surcos o cisuras y circunvoluciones... Sus surcos principales que son los dos primeros que aparecen en el telencéfalo fetal, son el surco

oblicuo o cisura de Silvio, y un surco de desarrollo dorsoventral y perpendicular al anterior, la cisura de Rolando. Ambos, indican una división de cada ovoide en tres lobulaciones evidentes y una intermedia (ideal): los lóbulos frontal o anterior, occipital o posterior, temporal o inferior y parietal o intermedio. Estos detalles, además de ser referencias anatómicas, marcan zonas funcionales muy importantes a la hora de localizar las estructuras responsables de cada una de las complejas funciones analíticas que traducen toda la información recibida en tiempo real, la cotejan con la memoria y dictan la estrategia y la táctica de una respuesta, la cual se ejecuta a través del control vegetativo y de los aparatos de la vida de relación.

Efectivamente, esa es la estructura y el mecanismo que nos gobierna, pero no es aislable, como sí se podría hacer con una pieza concreta de cualquier máquina... Ni siquiera es aislable del resto de las estructuras nerviosas, porque está interconectado incluso entremezclado estructuralmente en los que consideramos límites descriptivos aparentes. El grado de inseparabilidad es tal que, en caso de suceder, la estructura global deja de funcionar de manera definitiva. Así de frágil es la sede de nuestra conciencia e inteligencia...

Aunque las funciones intelectivas resultan relativamente asequibles a la exploración y evaluación, y además las zonas orgánicas en las que se encuentra su estructura funcional están bastante bien localizadas, cabe preguntarse cuál es la naturaleza de esta estructura.

1.- El tejido nervioso es el elemento básico de la estructura

Hoy sabemos, gracias a Ramón y Cajal entre otros, que el tejido nervioso tiene una unidad funcional clave, versátil y plástica: la neurona. Se trata de una célula tan especializada que necesita de otras estirpes celulares, a su servicio, para su logística y defensa: las células de la glía.

Cómo célula, la neurona tiene siempre un cuerpo central, en el que reside el núcleo y del que emergen prolongaciones. Éstas, las clasificamos en dos tipos fundamentales: las que conducen el desequilibrio de las cargas eléctricas de la membrana o despolarización, que comienza en una conexión con otra célula y progresa hacia el cuerpo central que denominamos dendritas; y las prolongaciones que conducen ese desequilibrio eléctrico de la membrana, desde el cuerpo central a la zona final de conexión con otra célula, prolongación a la que denominamos axón.

La característica fundamental de estas células es la conectividad. Sus prolongaciones axónicas terminan en un botón sináptico que se acopla a un botón o espina dendrítica, al pericarion de otra neurona o, mediante una terminación simple, para una glándula, una fibra muscular lisa, o modificada en una placa motriz, adosada a la membrana de una célula muscular estriada.

El número y disposición de las prolongaciones dendríticas, así como la forma y ramificaciones de su axón, permite la tipificación morfológica de las neuronas, pero la naturaleza del elemento neuroquímico que producen y liberan en su sinapsis, también constituye una importante tipificación funcional de estas células

La esencia fundamental de la neurona consiste en su capacidad de desestabilizar el equilibrio eléctrico de su propia membrana y provocar, ese mismo desequilibrio, en la siguiente célula a través del contacto sináptico.

Es, si así lo queremos ver, una célula en la que el sumatorio de influencias recibidas de sus congéneres a través de los contactos sinápticos, puede llevar a la desestabilización de su membrana y a la transmisión de este estímulo a la siguiente célula. En suma, es una célula que, sujeta a la ley de Starling del “todo o nada”, trabaja en lenguaje binario y su expresión final es 0 ó 1. Solo que, para aumentar su capacidad de acción, la molécula química que libera en la sinapsis puede influir a la célula siguiente a no despolarizarse, sino todo lo contrario. Esto se va a producir según la reacción química del neurotransmisor con los receptores específicos de membrana de la célula siguiente. En este caso debemos considerar que el 1 binario de la precedente es inhibitorio de la siguiente y, por tanto, le fuerza a que su salida sea 0.

Generemos redes complejas de este tipo de células y tendremos la base de un sistema analítico, tanto más capaz cuanto más numeroso en células, intrincado en conexiones y específico en generar circuitos, incluso reverberantes o redundantes...

Otra característica distintiva va asociada a la prolongación axónica que puede ofrecer su membrana desnuda al espacio intersticial o revestida de una funda miélnica generada por los oligodendrocitos de la glía. La diferencia se va a traducir en la rapidez de transmisión de la despolarización hasta la terminal sináptica, que es mucho mayor en el axón mielinizado que en el amielínico. La existencia de esta diferencia explica el porqué del aspecto macroscópico que ofrece al corte nuestro sistema nervioso central.

Lo primero que llamó la atención de los anatómicos fue la diferencia de coloración entre zonas... Algunas grisáceas, otras blancas... Substancia gris y substancia blanca fue la denominación que recibieron. Los avances histológicos nos permitieron definir con precisión, que la substancia blanca se componía de auténticos ríos de axones, envueltos en gruesas vainas que les proporcionan los oligodendrocitos. Estas vainas son de una substancia lipídica, la mielina, la cual da el color blanquecino. En ausencia de estas vainas de mielina, el lugar donde se encuentran los somas y prolongaciones neuronales adquiere un color grisáceo. Cuerpos centrales pericariales se agrupan, distinguibles al microscopio, junto con sus prolongaciones dendríticas y axonales desprovistos de vaina

mielínica. La madeja de interconexiones entre las prolongaciones y somas de estas neuronas, que forman la sustancia gris junto con sus accesorios gliales, forma lo que denominamos el neuropilo.

La forma de esa sustancia gris se va modificando en cada uno de los tramos del SNC, reconociéndose tres tipos de constitución: zonas compactas periependimarias, acúmulos nucleares y cortezas. La sustancia blanca también modifica su forma a lo largo del SNC formando, en la médula espinal, cordones ascendentes y descendentes periféricos al acumulo de sustancia gris periependimaria. Entremezclándose y conteniendo a núcleos grises en el tronco del encéfalo y formando, en el cerebelo, una corteza gris sobre un cuerpo de sustancia blanca que contiene núcleos grises en su seno.

A nivel de nuestro diencefalo y hemisferios cerebrales, la distribución de las sustancias gris y blanca, presentan núcleos grises profundos, algunos ligados a la pared endimaria del ventrículo lateral y del tercer ventrículo, otros sumergidos en sustancia blanca y, finalmente, toda una extensa corteza gris que forma la parte externa del hemisferio. Entre los núcleos y la corteza se encuentra un “mar” de sustancia blanca, formado por las conexiones axónicas de llegada, salida e interconexión. Ventrosuperiormente al diencefalo, destaca un grueso puente interhemisférico, el cuerpo calloso.

Toda esta estructura resulta fácil de sistematizar, hoy día.

En los hemisferios, los núcleos periventriculares, los núcleos caudados, están anatómicamente emparentados con los núcleos diencefalicos subtalámicos, incluso unidos por puentes grises como ocurre con la cabeza del caudado y el putamen. Otro gran grupo nuclear profundo, el complejo amigdalino, se continúa basoventralmente con la corteza temporal y, ambas zonas, son lugar de entrada y de salida de axones mielinizados con destinos diversos.

Lo mismo podemos decir de la totalidad del córtex cerebral, precisamente los destinos de los axones son los que permiten su sistematización en aferentes y eferentes. Los primeros, divididos a su vez entre tálamocorticales y basocorticales, según procedan de los núcleos talámicos o de los núcleos de la base del encéfalo; en los segundos distinguiremos por un lado, axones cortico-corticales de conexión intrínseca de tipo corto (centro semioval), largo (fascículos subcorticales) y comisurales (interhemisféricos) y, por otro lado, axones corticofugos de proyección, con destino intraencefálico hacia el tálamo, el estriado y el hipotálamo, o con destino extraencefálico, corticoreticulares, corticonucleares troncoencefálicos, corticopontinos y corticoespinales.

Podemos asumir que nuestra corteza cerebral está interconectada intrínsecamente, no solo por contigüidad estructural sino por conexiones específicas, de alta velocidad, cortas, largas e interhemisféricas.

La corteza, cuyo grosor varía entre 2 y 4 mm., contiene unos 50.000 millones de neuronas y unos 500.000 millones de células gliales. Las neuronas están dispuestas laminarmente y se describen seis capas de fuera adentro: la I molecular, la II granular externa, la III piramidal externa, la IV granular interna, la V ganglionar y la VI polimorfa. Las neuronas presentes en todas estas capas se clasifican en dos tipos fundamentales: piramidales y polimorfas. Las piramidales (denominadas así por la forma de su pericarion y su dendrita apical dirigida a la superficie cortical) son neuronas de proyección extrínseca, de conexión intrínseca y de asociación intracortical. Las polimorfas (denominadas así por los diferentes tipos que de ellas se han descrito) están ligadas a diferentes misiones de circuitería intrínseca y son, mayormente, inhibitorias. En conjunto, ambos tipos de neuronas aparecen asociadas formando columnas verticales a lo largo de las seis capas.

Las neuronas piramidales, cuyo pericarion se encuentra en las capas I y III, son fundamentalmente de conexión cortico-cortical, siendo las de la capa III –de mayor tamaño y longitud axónica– las que forman las fibras comisurales. Las piramidales de la capa V, las de mayor tamaño y longitud, son las que alcanzan mediante sus axones a las estructuras subcorticales llegando incluso a la médula espinal. Esto es, estas células son la salida auténtica de proyección extracortical.

Las entradas en la corteza se pueden clasificar según su procedencia en talamocorticales y cortico-corticales. Las talamocorticales suelen terminar a nivel de la capa IV formando una estría reconocible denominada de Baillarger externa. Por su parte, las cortico-corticales proceden de otras áreas corticales que suelen terminar en las capas I, II, IV y V, contribuyendo a formar las estrías de Baillarger externa, Baillarger interna y la de Kaes-Betcherew en la capa II.

Las fibras procedentes de los sistemas moduladores son parte de la formación reticular y entran en la totalidad de las capas.

La circuitería interna de estas láminas, organizadas funcionalmente en columnas verticales, nos muestran una labor fundamentalmente inhibitoria de las células no piramidales del córtex cerebral en tanto que, las entradas al córtex, son fundamentalmente de carácter excitatorio. El neurotransmisor mayoritariamente usado por las células inhibitorias es el ácido gamma amino butírico (GABA) mientras que el neurotransmisor excitador fundamental del córtex es el glutamato.

Básicamente, como sucede en otras estructuras del SNC, los circuitos presentan un aspecto similar al de teclas y registros de un órgano, destinados a dar salidas, ordenadas y armónicamente coordinadas, que marcan la pauta del efecto pretendido, activando puntos concretos de nuestra anatomía en una programación perfecta. Mientras, el resto de las neuronas de salida cortical, que

son mayoría, se encuentran inhibidas. Esto es algo así como si lo excepcional en el trabajo cortical fuera permitir la salida del estímulo neuronal.

En estas circunstancias, el patrón de las conexiones eferentes del córtex cerebral está destinado, en primer lugar, a buscar una conectividad inmediata con áreas del propio córtex, más o menos distantes. En el mismo sentido, podemos considerar los circuitos reverberantes con el tálamo que procuran una actualización e integración de los continuos informes hacia el córtex como si tratasen de generar una continua información en tiempo real a la corteza. Por último, las salidas tanto reverberantes como eferentes hacia el subtálamo, el eje epítalamo-hipotálamo y la formación reticular, además de las eferencias directas somáticas por la vía corticoespinal, constituyen la salida eferente somática por excelencia. Esta última, en conjunto, se compone de una salida directa a las motoneuronas de los núcleos eferentes troncoencefálicos y del asta anterior de la médula espinal (vía piramidal), y están logísticamente asistidas por las salidas a través de los núcleos mesencefalo-troncoencefálicos relativos al cerebelo, que son los eferentes finales de la vía extrapiramidal. En el apoyo logístico del movimiento, no debemos olvidar la eferencia vegetativa que, coordinadamente, facilitará el soporte metabólico preciso para la función del aparato locomotor.

Este conocimiento estructural y funcional nos permite aproximarnos a los trabajos coordinados de todo el dispositivo nervioso de nuestro cuerpo, siempre sujeto a la programación y sabia dirección coordinada de órdenes que emanan de nuestra corteza cerebral, pero que están moduladas y mediatizadas por las estructuras inferiores, que son clave para la realización finalista de las instrucciones recibidas.

¿Qué sabemos de qué, cómo y dónde se realizan los distintos controles corticales?

Para comenzar, sabemos cómo se organizan las unidades celulares corticales para formar ejes de salida que, selectivamente, liberarán descargas axónicas extracorticales en respuesta de estímulos aferentes llegados de niveles corticales o infracorticales. Éstos, debidamente filtrados por la circuitería inhibitoria intrínseca del córtex, activarán un grupo seleccionado de las mencionadas salidas corticales. Esta organización es columnar y, por tanto, compromete a todas las capas horizontales del isocórtex que fueron descritas. Pero esta estructuración de salida, estructuralmente columnar, tiene significado funcional común en parcelas más amplias de la corteza, a las que se denominan áreas de la corteza cerebral y a las que se atribuye estructura y función común. En realidad, fueron las áreas cerebrales las que se conocieron como unidades de trabajo en primer lugar, puesto que los ejes columnares estructurales se descubrieron posteriormente.

Las primeras asociaciones causa-efecto entre lesión, fuere la que fuere, y déficit o trastorno funcional, apuntaron a zonas amplias que, vagamente, se asociaron a lóbulos cerebrales. Durante el siglo XIX estas observaciones resultaron más asequibles al estudio gracias a los avances técnico-médicos, por lo que la investigación se focalizó en comprender mejor las geniales aproximaciones de la escuela frenológica francesa del siglo anterior. Estudios del siglo XIX como los de Broca y los de Wernicke –realizados sobre la comprensión del idioma hablado o escrito y la localización precisa de lesiones con efecto funcional en áreas corticales inferiores a un lóbulo–, o el de Harlow –consistente en el seguimiento detallado de la evolución del ferroviario Phineas Gage, un caso de supervivencia a la destrucción del polo frontal–, estimularon en los albores del siglo XX al estudio sistemático de la corteza cerebral, tratando de delimitar áreas funcionales específicas en ella.

El descubrimiento de Ramón y Cajal de la integridad unitaria de la neurona, usando la técnica de Golgi modificada, permitió que él y su escuela logran describir prácticamente todas las tipologías neuronales, propiciando la metodología clasificatoria necesaria para realizar estudios de similitud estructural, tipificables morfológicamente y definibles en zonas concretas del córtex cerebral. Esto último hicieron Von Economo y Koskinas, Brodmann, Campbell y otros muchos.

En concreto, debemos a Von Economo y Koskinas el genial resumen de dividir el córtex cerebral en tipos estructurales, clasificados en función de las variaciones de composición de sus capas y del grosor total del mismo. Así quedaron establecidos cinco tipos de córtex que, de menor a mayor grosor, se denominaron: polar, granular, parietal, frontal y agranular. Pero lo importante de la clasificación no era la diferencia de grosor sino la identidad diferente de la estructura y composición de algunas de las capas horizontales del córtex.

Prácticamente coetáneo, Brodmann realizó un estudio exhaustivo de los efectos de maduración estructural, de forma sincrónica y sucesiva, de las distintas áreas de la corteza cerebral, numerándolas por orden de maduración entre la número 1 y la número 48. Hoy en día, seguimos utilizando su mapeo y denominación para localizar con precisión accidentes o lesiones cerebrales concretas.

Utilizando este mapeo, los neuroanatómicos se esforzaron en atribuir localizaciones de las funciones superiores, incluso intelectivas, a ésta o aquella área cerebral del mapa de Brodmann. Pero la naturaleza nunca nos permite ajustar nuestras clasificaciones (hechas como si de Linneo se tratase) de forma tan diáfana a las complejas funciones de las que se trata. Por eso, la electrofisiología y los avances neuroquirúrgicos de la primera mitad del siglo XX, permitieron a Föester describir una nueva clasificación electrofisiológica que, partiendo del mapeo de Brodmann, definía áreas concretas funcionales.

Si bien la tendencia a localizar todas y cada una de las funciones en una “parcela” concreta del córtex es un mensaje tan tranquilizador para el científico como irreal, no deja de ser cierto que sobran evidencias para localizar funciones concretas en áreas concretas, de manera que conocidas éstas podamos aproximar nuestro conocimiento al estudio de la interrelación de las diferentes áreas con su respectiva forma de comunicación y subordinación, intra y extracorticalmente.

2.- Localizaciones funcionales en el cerebro

Hoy, sabemos sobradamente que el área 17 de Brodman es el área primaria visual que coincide con el prototipo de córtex granular de V. Ecónomo y Koskinas. Ésta presenta tal densidad de entradas talámicas en la capa IV, por la estría de Baillarger externa, que ha venido a constituir la variante descrita por Genari y bautizada con su nombre. Es tan evidente la densidad de fibras en esta estría de Genari, que es la causa de que denominemos a esa área 17 el área estriada.

Sabemos también, a ciencia cierta, que las áreas 1, 2 y 3 de Brodmann, situadas en la circunvolución postcentral, constituyen el área primaria táctil, y podemos idealizar una proyección homuncular, descrita por Penfield, sobre este territorio cortical basándose en el mapeo de la respuesta al estímulo cutáneo estesia/anestesia.

Somos menos precisos al apuntar como área primaria auditiva a las áreas 41 y 42, situadas en el lóbulo temporal mediado el labio inferior de la cisura de Silvio, ya que las consideraciones funcionales nos hacen proyectar sobre “un todo” la interrelación de interpretación de los sonidos y su asociación con la imagen visual cuando nos centramos en el significado del lenguaje, tal y como los trabajos de Broca y Wernicke indican.

Tampoco precisamos demasiado en el área primaria gustativa, a la que tendemos a localizar en la porción basal del área primaria táctil en el lóbulo parietal, en coincidencia con la proyección homuncular de la lengua y laringe, cerca del labio superior e interno de la cisura de Silvio sobre la Ínsula de Kaade y coincidiendo con la superficie cortical del área 43 de Brodmann.

La expresión de nuestro sistema de relación posicional corporal con la fuerza gravitatoria terrestre, tanto estática como dinámicamente, tampoco es muy precisa y, como al sentido del gusto, se le atribuye una localización vecina a la representación homuncular táctil de lengua, orofaringe y rinofaringe, aproximadamente en la zona del área 3S. Pero se trata de un razonamiento algo forzado, la sede fundamental de las reacciones de adaptación a los estímulos de posición y cinética gravitatoria, es subcortical y actúa automáticamente mediante reflejos. Estas sensaciones gravitatorias llegan a la corteza como informe

de situación a través de los circuitos reverberantes de los ganglios de la base, cuya finalidad es ayudar a la planificación extrapiramidal y predicción del movimiento. Por eso, la presunta área primaria cortical sensorial del sentido estatodinámico es atribuida, “hábilmente”, a una zona de recepción de estímulos susceptibles de ser relacionada con las patologías asociadas a disturbios de esta información (vértigo, mareo, vómito etc.). Siempre es una bonita explicación, pero tal vez adolece de escaso fundamento.

Con respecto al área sensorial primaria olfativa, tenemos que afrontar el hecho de que este sentido se ha demostrado el más evolucionado desde el punto de vista evolutivo ontogénico. Muy lejos del desprecio que se sentía hace 50 años por este injustamente calificado “sentido en regresión en la especie humana”, en la actualidad es considerado el más eficiente y desarrollado desde el punto de vista estructural. Es la única estructura sensorial que no tiene estación talámica previa. Al igual que la vista, revoluciona la uniformidad estructural de los demás sentidos mostrando un desarrollo de auténtico sistema nervioso central fuera del mismo, en periferia. Pero el olfato también se diferencia con el sentido de la vista en que ésta sí tiene estación talámica de recambio previa a la corteza cerebral.

El olfato va más allá en el concepto de externalización de la primera neurona receptora, pues si la vista tiene su primera neurona modificada como fotorreceptoras en la compleja organización del globo ocular, en el caso del olfato, la primera neurona está en la mucosa olfatoria y dispone de una dendrita apical modificada que constituye el receptor olfatorio. Si analizamos estructuralmente los receptores sensoriales, en general, es el único caso de una modificación dendrítica desarrollada libremente hacia el exterior corporal, aunque sea dentro de una cavidad, en el fondo de la fosa nasal. Ni si quiera los terminales receptores libres de la piel están en superficie pues están protegidos, en condiciones normales, por las capas superficiales de la piel. Forzando este aspecto comparativo podríamos aducir que la secreción epitelial de la mucosa nasal genera un ambiente húmedo en el que se encuentran las dendritas modificadas en microcilios olfatorios, pero este ambiente no es celular y además es necesario para el oportuno y eficaz contacto de las moléculas que, trasportadas en forma de aerosol en el aire inspirado, reaccionen con los receptores de membrana específicos de los microcilios de la célula olfatoria.

Este no es el único sistema evolutivamente novedoso de la estructura del olfato. Al igual que las capas neuronales de la retina, el olfato presenta en un tallo, denominado rinencéfalo, las estructuras equivalentes a lo que se suele sistematizar como segundo y tercer nivel neuronal en el sentido del tacto, para después, penetrar en la base del encéfalo mediante tres vías: las cintillas olfatorias, que son un equivalente a las radiaciones talámicas. La principal, cintilla lateral, busca al área primaria y llega directamente al córtex piriforme

que es su sede; la cintilla intermedia, se distribuye desde la zona del espacio perforado anterior hasta el giro subcalloso y; finalmente, la cintilla medial constituye parte de la comisura blanca anterior cruzando al hemisferio opuesto. Esta descripción nos muestra, lo muy desarrollado estructuralmente del sistema así como su importancia en nuestra función cerebral. Lo que ocurre es que, como desarrollaremos más adelante, somos poco conscientes de cómo una sensación olfatoria, casi imperceptible, puede impulsar y modificar nuestras conductas, pero así es. Una pista que dirigió la atención de los neurocientíficos a la importancia de este, normalmente poco perceptible estímulo sensorial, fue su frecuencia e importancia en las manifestaciones aurales de la epilepsia.

Regresemos al trabajo cortical en conjunto y partamos del conocimiento de que las áreas primarias sensoriales están, más o menos, bien definidas y topografiadas en nuestro córtex cerebral. Una vez llegada la información allí... ¿Qué ocurre?

IV.- EL TRABAJO DE LA CORTEZA CEREBRAL

Ocurre que, una vez analizado el estímulo, en el área primaria sensorial precisa ser asociado y cotejado con el resto de la percepción. Esto conduce a formar un todo unitario o imagen que va teniendo sucesivos cambios en función del factor tiempo. Esto es, necesitamos construir una imagen en tiempo real que se corrige, constantemente, con las nuevas percepciones. En consecuencia no puede ser una imagen fija, más bien tiene que ser una imagen paulatinamente cambiante como la cinematográfica pero que, además, debe de ser reconocida y memorizada para su proceso correcto. ¿Cómo podemos hacer esto? No hay problema, tenemos mucha más corteza cerebral para realizar este trabajo, por eso áreas vecinas a las áreas sensoriales primarias, tras un análisis de sus respuestas coordinadas, fueron definidas como sensoriales secundarias.

Bryan Kolb e Ian Whishaw en los años 80' del siglo pasado, basándose fundamentalmente en datos procedentes de la neurocirugía civil y de guerra, entre otras de las experiencias de Luria, propusieron un protocolo de trabajo de las áreas corticales cerebrales y su relación con el tálamo.

Básicamente, concebían dos posibilidades de área secundaria: la secundaria I, normalmente contigua al área primaria; y la secundaria II, adyacente a la anterior. Estos tres tipos de área –primaria, secundaria I y secundaria II– estaban comunicados con el tálamo, pero de distinta forma y con diferentes núcleos, no solo los de recambio del tipo sensorial específico sino con otros diferentes. Para distinguir, de manera funcional, este tipo de conexiones propusieron dos formas de trabajo: la vía que denominaron “jerárquica” y la vía denominada “en paralelo”.

La vía “jerárquica” se establecía desde el núcleo talámico específico del recambio sensorial, a través de las radiaciones talámicas, al área primaria. De aquí, por contigüidad o mediante las fibras nerviosas del centro semioval, conectaban el área primaria con la secundaria I; ésta igualmente lo hacía con la secundaria II, que a su vez, hacia confluir sus conexiones con otras secundarias II, de diferentes recepciones sensoriales, en una área de asociación multisensorial denominada área sensorial terciaria. En esta área terciaria se integraban las diferentes percepciones, coincidentes en la misma unidad de tiempo, para formar la denominada “imagen en tiempo real”.

Pero nuestras funciones cerebrales exigen más, y de ello se encarga la vía “en paralelo”. Esta vía se establece, de manera simultánea, entre los núcleos talámicos no necesariamente específicos de la sensibilidad y las áreas sensoriales, primaria, secundaria I y secundaria II. Ello, permitiría funciones de cotejo de neuronas activas e inactivas en cada fracción temporal, dando la dinámica de cambio de patrón y facilitando funciones de reconocimiento y memoria. La asociación de estos datos se añade a la vía “jerárquica” confluyendo al área sensorial terciaria, donde la nueva imagen total es comparada con la precedente dando continuidad a la percepción. En el procedimiento de transmisión final de esta información, “en paralelo”, desde el área secundaria II hay que añadir un nuevo “blanco” directo, el córtex límbico, el denominado cerebro visceral.

Este modelo, básicamente ha venido siendo confirmado con las experiencias posteriores en los aspectos sensoriales más asequibles a la investigación y parece bastante fidedigno, hasta el momento.

A diferencia de las áreas sensoriales primarias que suelen ser córtex de tipo granular, los tipos corticales que constituyen las áreas sensoriales secundarias y la terciaria, son córtex asociativo (parietal y frontal en la clasificación de V. Ecónomo y Koskinas) y continuaremos en este tipo de córtex cuando, fundamentalmente de manera subcortical por los haces longitudinales, la información sea proyectada desde el área sensorial terciaria hacia el lóbulo frontal.

Todos los autores coinciden en considerar a estas áreas de córtex que genéricamente se suelen denominar córtex frontal, profrontal o prefrontal (según la escuela del que lo denomina o la traducción que se da al manuscrito, normalmente en inglés) como el blanco directo de la información que ha sido integrada en el área terciaria sensorial, localizada en el pliegue o circunvolución curva que cierra, posterosuperiormente, la cisura de Silvio y en la que confluyen, como está sobradamente demostrado, las informaciones somatoestésicas, auditivas y visuales. Algo menos claro es dónde se incorporan el gusto y el olfato, cuyas áreas secundarias y terciarias se definen más en relación al lóbulo límbico, bien en relación con el córtex insular en el fondo de la cisura de Silvio en el caso del gusto, bien en relación con el córtex entorrinal, giro subcalloso e hipocampo, en el caso del olfato. Parece

sin embargo bastante claro que lo hacen junto a la interocepción, suma de informes vegetativos de nuestra economía cuyas vías corticópetas parecen ligadas al córtex cingular y que, actualmente, han sido relacionadas con fracciones de la formación reticular subcortical encefálica, de neurotransmisor específico.

Si admitimos lo descrito hasta aquí, ese córtex frontal es el lugar central de proceso de los informes recibidos del exterior de nuestro cuerpo, interior de nuestro cuerpo y, además, de nuestra peculiar base de datos, nuestra memoria, tanto declarativa como no declarativa. Pero ese córtex frontal, mediante su trabajo, es capaz de completar y retocar los datos incompletos recibidos realizando una proyección lógica de los mismos y, finalmente, es capaz de proyectar una respuesta y una predicción del resultado de la misma.

Todo ello lo hace utilizando millones de neuronas, que procesan los estímulos recibidos y que reclaman más datos de los distintos puntos de origen. Lo hace a gran velocidad y trabajando en su peculiar lenguaje binario, gobernado por la ley del todo o nada que enunció Starling.

Establecido el diagnóstico de situación y seleccionada la respuesta, esta zona cerebral procede a ordenar su ejecución utilizando la porción posterior, vecina a la circunvolución precentral, donde se encuentra una llamativa faja de córtex que precede a la cisura de Rolando y termina en el interior de la cisura de Silvio, la cual viene a coincidir con el área 4 de Brodmann y está compuesta de córtex agranular en la clasificación de V. Ecónomo y Koskinas. A esta área se le denomina funcionalmente área motora primaria, a diferencia de la zona de córtex frontal precedente que coincide con las áreas 6 y 8 de Brodmann, a la que se considera área premotora.

El trabajo en este conjunto, nos muestra un nuevo bucle reverberante puesto que la corteza premotora tiene salidas directas a los ganglios de la base, los cuales cierran diferentes circuitos con el tálamo y éste, a su vez, con la corteza cerebral. Estos bucles garantizan la disponibilidad y preparación de los aparatos de la vida de relación así como su coordinación integral ya que el objetivo de estos circuitos es preparar y permitir toda la logística y control preciso del movimiento cuya orden, ejecutiva y secuencial, procederá de las salidas axonales del córtex motor primario destinadas a la médula y núcleos troncoencefálicos. Todo ello será auxiliado por el cerebelo que recibe de este córtex las vías corticopontinas y que constituye la base del “servosistema” de automatismos, que da precisión al acto sin necesidad de un control estrictamente cognitivo.

La versatilidad y continuidad de este control absoluto de nuestros movimientos corporales, hacen pensar en la enorme complejidad funcional de estas estructuras nerviosas.

1.- Manifestaciones de la función cerebral humana

Decimos que el hecho determinante del dominio del ser humano sobre el resto de los animales queda expresado en nuestro mayor grado de capacidad de comunicación mediante lenguaje abstracto. En su nivel y mediante distintos métodos, todos los animales tienen su forma de comunicarse, el lenguaje corporal, la tonalidad y secuencia de los ruidos que son capaces de emitir... Todo ello, son formas rudimentarias pero eficientes para la comunicación animal, nuestra diferencia está en la capacidad de dar significado a símbolos abstractos que nosotros mismos creamos y que, con un aprendizaje razonablemente fácil y breve, somos capaces de crear y reproducir. El aprendizaje de descifrar signos abstractos, hoy día, se consigue incluso en primates, a base de entrenarlos con rutinas causa/efecto. No solo en el grado de reacción al símbolo (eso se ha conseguido en prácticamente todos los mamíferos) sino en base a que ellos nos manifiesten mediante la exhibición de naipes con esos símbolos abstractos sus deseos, esto es, generar una interacción bidireccional abstracta.

El mecanismo de la abstracción existe también en los primates, pero insuficientemente desarrollado y estructuralmente no suficientemente soportado. La etología nos ha enseñado muchas cosas, entre otras, a comprender que los animales tienen mucho en común con nosotros, tanto que nos permite entenderlos a ellos, en sentido unidireccional, y aprender sobre nosotros mismos y nuestro comportamiento al verlo tan nítidamente simplificado en sus reacciones primarias. Konrad Lorenz, a través de sus experiencias con sus ánsares, nos enseñó más sobre nosotros mismos que cantidad de sesudos estudios psicológicos sobre seres humanos. La complejidad individual del humano hace muy difícil validar y homologar las observaciones animales para nuestra especie, pero podemos realizar comparación directa de similitud con las líneas de conducta y comunicación simples, e incluso estereotipadas, de las experiencias sobre animales.

Si pasamos revista a este ejemplo de comunicación abstracta, en nuestra especie, tenemos que acreditar como geniales los trabajos de Broca y Wernicke, reverenciando lo que hicieron con los escasos medios todavía a su disposición en la época en que los realizaron y en el entorno del paradigma científico en que vivieron. La consideración de lo que obtuvieron, a la luz de lo que hoy sabemos y hemos podido diferenciar, nos hace comprender uno de los pilares de la denominada inteligencia humana. Hagamos pues una revisión analítica de los hechos al respecto.

Un sonido determinado, emitido intencionadamente por un ser humano, directa o indirectamente mediante una máquina, es recibido por el sistema auditivo de otro ser humano. Lo que han sido meras modulaciones vibratorias del aire espirado en la laringe, hábilmente resonados mediante lengua, dientes y espacios neumáticos bucofaríngeos y emitidos a la atmósfera circundante,

son captados por el pabellón auricular de otro congénere a través del conducto auditivo externo hasta la membrana timpánica donde las vibraciones se amplifican al activar una cadena de osículos que termina transmitiéndolas a dos espirales, una dentro de otra, de dos vueltas y media rellenas ambas de líquido y, la espiral interna, con diferente tensión gradual en sus paredes entre la base y el vértice. Dependiendo de la magnitud vibratoria, la energía vence la tensión en un lugar determinado de esa espiral interna, lo cual activa un complejo sistema receptor dispuesto a lo largo de la espiral interna justo en el lugar de la conmoción vibratoria y activa las dendritas de una neurona cuyo cuerpo se encuentra en un ganglio nervioso vecino dentro del eje del estuche óseo que sostiene y protege a las espirales. Lo que era vibración, aquí se convierte en estímulo nervioso que será transmitido, axónicamente, mediante el nervio acústico del VIII para craneal, a distintas y consecutivas estaciones del sistema nervioso, comenzando por los núcleos cocleares en el troncoencéfalo, recambiando allí a neuronas cuyos axones ascenderán, mediante una compleja red de vías y núcleos, hasta los colículos inferiores donde el conjunto de la información adquirirá una representación de la procedencia espacial del estímulo. Todo ello mediante el trabajo binario de las neuronas involucradas en los sucesivos relevos que se plasmará en este nivel finalizando, así, una transducción completa de las características sonoras de la vibración, procedencia y dinámica del foco emisor. También, en ese idioma binario, se transmitirá al núcleo de relevo neuronal talámico, en este caso al núcleo geniculado medial, todas estas características que han matizado el primitivo estímulo debidamente topografiado. El destino de este conjunto de información será el área cortical primaria acústica, las áreas 41 y 42 de Brodman. Con una perfecta topografía las neuronas de estas áreas responderán al rango de la vibración, tono, frecuencia y características asociadas a la misma y, de allí, pasaran al proceso, tanto “jerárquico” como “en paralelo” de las áreas acústicas secundarias I y II, las áreas 22 y 21 de Brodmann que, en conjunto, denominamos área de Wernicke, donde comienzan a matizarse las asociaciones con información simultánea de otras recepciones sensoriales, en tiempo real, antes de integrarse en el área terciaria sensorial situada en el pliegue curvo. El área de Wernicke empieza a asociar ya forma, color y, sobre todo, reconocimiento del significado de lo oído, mediante sus relaciones con las áreas secundarias visuales y su interconexión subcortical directa, a través del fascículo arqueado, con el área motora de Broca situada en la corteza prefrontal, abarcando las áreas 44 y 45 de Brodmann contiguas a la zona homuncular de lengua y laringe del área motora primaria (4 de Brodmann). Esta zona ya tiene la información conjunta de la imagen procedente del área sensorial terciaria por lo que el bucle área de Wernicke/área de Broca permite el reconocimiento y significado de las especiales vibraciones aéreas recibidas que fueron debidamente transducidas y analizadas en los niveles del S.N.C. infracorticales.

Es el momento de actuar conceptualmente en una triple asociación que no necesita de la coexistencia en el espacio y en el tiempo, pues el sonido por sí solo, es proyectado por nuestro cerebro de manera que la imagen visual y táctil del emisor aparece conjuntamente en él como proceso mnémico. Pero aun en ausencia de sonido, la mera imagen visual del objeto emisor nos permite asociarla a ese ausente sonido. Lo mismo sucede incluso sólo con la imagen táctil de forma que nuestro cerebro suplente las demás informaciones cuando reconoce, mediante un estímulo sensorial, a una parte integrante de la imagen total aunque ésta no esté completa. Pero el cerebro humano va un poco más allá todavía. Mediante signos abstractos transmitidos por acciones del aparato locomotor, bien de naturaleza gestual o bien dibujados mediante cualquier artificio en una superficie capaz de conservarlos, el cerebro humano es capaz de proveer a ese signo de significado sensorial completo cuando ha sido educado para ello por otro congénere. Si esto no nos resulta todavía suficiente, la asociación de todos estos datos en una imagen intelectual, la acción cerebral nos permite buscar objetos complementarios a la imagen propuesta, mediante lo que denominamos asociación de ideas, espontánea o provocada mediante interacción.

2.- La base de la inteligencia humana

La base de la inteligencia humana y de la capacidad de transmitir nuestra consciencia y experiencia se manifiesta en estos mecanismos corticales que demostraron empíricamente Broca y Wernicke, basándose en la patología cerebral de los pacientes que estudiaron.

Es común a todos los animales ser capaces de recibir e integrar, de alguna forma, una imagen polisensorial que se convierta en lo que denominamos vivencia y que es la consciencia puntual de la imagen. Igual de común es que la vivencia provoque algún tipo de respuesta, más inmediata y simple cuanto más primitivo es el animal. La capacidad de aprendizaje de vivencias anteriores, su memorización a largo plazo y la complejidad en la selección y ejecución de las respuestas es lo que va caracterizando la posición del animal en la escala evolutiva.

Nuestra capacidad va mucho más allá que la de los demás animales. Somos capaces de la abstracción máxima y de utilizarla para transmitirnos, tanto a nosotros mismos como a nuestros congéneres, todas las experiencias vivenciales de, prácticamente, toda nuestra existencia. Es más, somos capaces de codificarla con una serie de claves de autoaprendizaje e interpretación, no solo para nosotros mismos sino para cualquier especie de inteligencia, igual o superior, que un día encontrase alguna de nuestras sondas espaciales que portan un jeroglífico que, al igual que la piedra de Rosseta, diera la clave de nuestra comunicación.

Este “salto” evolutivo, ya de por sí sorprendente, es el que verdaderamente nos ha permitido una consciencia e inteligencia colectiva capaz de generar civilizaciones que nos han llevado, como especie, a dominar el Planeta y a asomarnos al Universo, balbuceando nuestros primeros pasos exploratorios hacia el espacio exterior...

Pero si solo fuéramos una especie de máquinas lógicas con esta capacidad de trabajo abstracto, intelectual y comunicativo, no seríamos animales y por tanto no seríamos humanos. Sin duda seríamos otra cosa, pero yo quiero creer que peor. ¿Qué nos falta para entender nuestra maravillosa capacidad cortical y su trabajo como soporte de la riqueza de nuestra vivencia consciente, de nuestro Yo?

Hemos introducido el concepto de función superior intelectual a partir del ejemplo de recordar las bases corticales que soportan el reconocimiento inteligente y nuestra capacidad de transmitirlo mediante lenguaje gestual, hablado o escrito. En él, hemos comprometido las áreas corticales primarias de más fácil estudio, esterognosia, audición y vista. Las hemos integrado en el área sensorial terciaria del pliegue curvo, comentando asociaciones finalistas de las áreas secundarias de estos sentidos entre sí, todo ello utilizando las conexiones córtico-corticales cortas, largas e interhemisféricas. Por la misma vía, debidamente integradas en una preimagen, las hemos proyectado desde el pliegue curvo, subcorticalmente, al lóbulo frontal donde han recibido más componentes de información que ha completado el significado y la valoración analítica, produciendo la imagen completa que se eleva al nivel de vivencia.

Sobre esta suma de datos, el ser humano toma conciencia de la situación y la resuelve guardando memoria de ella y utilizando su propio banco de memoria anterior, para seleccionar la mejor solución. Adoptada esa decisión, esta solución se programa y ejecuta, previendo el nuevo resultado de la acción aunque esa previsión no siempre se cumpla. Este es el trabajo del lóbulo frontal y de su córtex prefrontal en concreto.

Nuevos datos sensoriales se suman a la preimagen proyectada desde el pliegue curvo, también proceden de la corteza cerebral pero de su lóbulo límbico al que los anatómicos denominábamos desde hace ya tiempo el córtex o cerebro visceral.

La superficie cortical del lóbulo límbico ocupa un amplio círculo en la cara interna del hemisferio cerebral en torno al diencéfalo y al cuerpo calloso. Clásicamente, se le distinguen dos zonas dorsalmente contiguas: la superior, el giro cingular o circunvolución supracallosa; y la inferior, el giro parahipocámpico o circunvolución del hipocampo. Subcorticalmente encontramos en la porción rostral del giro cingular a los núcleos septales, muy próximos al conjunto nuclear hipotalámico y que están clasificados como ganglios de la

base del encéfalo, formando parte del cuerpo estriado ventral con dos grandes zonas nucleares: el núcleo *accumbens septi* y el tubérculo olfatorio. Hoy sabemos que esta zona nuclear es clave de los circuitos de recompensa y participa en los mecanismos de adicción al ser el destino de vías neuroquímicamente diferenciadas, como lo son las de la dopamina y la serotonina.

Apenas separado por la entrada a la cisura de Silvio y justo debajo, encontramos la parte más rostral de la circunvolución del hipocampo, el uncus o gancho del Hipocampo, que forma parte del polo temporal. Allí se encuentran las cortezas piriforme y entorrinal, áreas primaria y secundaria olfativas respectivamente. De ahí surge el surco y repliegue del hipocampo que nos muestra, en superficie, la abollonada fascia dentada y la nacarina fimbria antes de convertirse en fornix sobre el asta de Amón.

De esta estructura allocortical de tres capas hoy sabemos, gracias entre otros a Lorente de Nó, que es una de las bases de nuestra memoria y que conecta, vía fornix e *indusium griseum*, con todo el diencefalo de manera directa o indirecta, ello la implica, claramente, con el control endocrino y vegetativo de todas las estructuras corporales.

Además, encontramos subcorticalmente en relación con el córtex parahipocámpico a los núcleos y zonas basocorticales del complejo amigdalino cuyos núcleos, profundo y adyacentes, se sabe en la actualidad (Pelphs) que son responsables de la mayor parte de los impulsos emocionales, sobre todo los relacionados con la intencionalidad del acto, la acometividad, la ira y el temor.

Todos estos datos del córtex cingular y cerebro límbico, llegan a nuestro córtex prefrontal mediante el fascículo uncinado o unciforme, el haz en cingulo y el fascículo longitudinal superior. Muy probablemente, aquí se empiezan a “teñir” nuestras imágenes vivenciales de pulsión, de agrado y desagrado, de atracción o rechazo, de recuerdo y reconocimiento... En suma, de emoción, parte imponderable de la información pero que es la que marca las sutiles diferencias individuales que nos hacen subjetivos en vez de objetivos y, por tanto, seres humanos.

Ahondemos un poco más en este concepto. ¿Qué nos está añadiendo el cerebro visceral a la hipotética imagen objetiva o, al menos, mensurable que ha proporcionado el pliegue curvo? Nada menos que: 1) un informe de nuestras constantes vitales y la sensación de confort o no, según hayamos satisfecho nuestras necesidades metabólicas básicas y que nuestras estructuras funcionen sin problemas; 2) un informe de nuestra pulsión, procedente de datos bioquímicos complejos en los que están influyendo, especialmente, las moléculas que son analizadas por nuestro olfato. Cada vez más se van relacionando estos informes de estímulo con matices de empatía de estas aportaciones de datos difícilmente ponderables que, como hemos dicho antes, van a “teñir” de

subjetividad la imagen objetiva; y 3) un informe de nuestro banco de memoria, que nos va a permitir el reconocimiento, directo o por analogía, de la imagen que recibimos como ya hemos comentado anteriormente.

¿Ello es determinante? No, el córtex prefrontal es mucho más analítico y sopesa muchos más detalles y predicciones posibles, necesitando más tiempo cuanto mayores posibilidades se ofrezcan en la elección de la conducta a seguir variando desde la rapidez instintiva, en urgencia, hasta el cauto análisis reverberante en datos de las decisiones a largo plazo.

3.- Las bases morfológicas de la memoria

Un aspecto diferencial de nuestros cerebros, considerados de manera individual, es la memoria almacenada tanto consciente como inconscientemente. He ahí una gran clave funcional de nuestra singularidad individual, vamos adquiriendo datos que guardamos en un sistema de memoria rápida e inmediata cuya iteración o evocación repetida hace que se vaya afianzando en una memoria a largo plazo. Ello se obtiene gracias a la plasticidad neuronal, creando circuitos neuronales reforzados mediante cambios morfológicos de nuestras neuronas manifestados por el notable aumento de espinas dendríticas con el consiguiente incremento de conectividad. La prueba contraria también existe y nos la da el desarrollo ontogénico del sistema nervioso central. Existe un importante superávit de neuroblastos que emiten sus prolongaciones axónicas a distancia buscando un grupo de otros neuroblastos “diana” con los que sinaptar. No todos lo consiguen, en este caso esos neuroblastos son objeto de apoptosis o muerte celular programada. En la corteza cerebral ese hecho quedó evidenciado por la apetencia tintorial a la técnica de Klüver-Barrera de las áreas corticales en el momento de su maduración, base de la clasificación areal de Brodmann como se recordará. Pues bien, la tinción en cuestión es bastante específica para detectar pignosis celular en las neuronas, esto es, se detectaba la maduración del área por la consiguiente muerte celular programada de las células que no habían conseguido la oportuna conectividad prevista en el desarrollo. Este es un buen momento para reconocer la ingente labor de investigación, realizada sobre este tema y con esta tinción, por mi buen amigo y mentor, el profesor Dr. D. José M^a Smith Ágreda –ya jubilado– y por sus más íntimos colaboradores.

Estos son ejemplos de la plasticidad neuronal, siempre regida por el binomio forma/función y su inseparabilidad. El uso frecuente de la conectividad de una red neuronal marca su refuerzo generando mayor capacidad de interrelación. El desuso de la red por el contrario conduce, cuando menos, a la pérdida de conectividad, al empobrecimiento de las espinas dendríticas y de los botones sinápticos, sus receptores específicos. Antes de tener los conocimientos actuales de estos detalles histológicos, Kolb y Whishaw proponían un

ejemplo para las redes neuronales involucradas en la memoria... Comparaban con un montón de arena en la que caía agua en su cima, generando surcos al descender a lo largo del montón, cuanto más agua caía y más intensamente mayores y más profundos se hacían los surcos. Al volver a caer agua, esta discurría prioritariamente por los surcos, preexistentes, más profundos. Pero, en los tiempos de sequedad prolongados, los surcos tendían a suavizarse e incluso a borrarse. Una nueva corriente de agua podría aprovecharlos y reabrirlos, de nuevo, aunque en zonas determinadas adoptase nuevas direcciones de surcos neoformados... El modelo es bastante descriptivo de la idea básica del mecanismo de las redes neuronales mnémicas.

La memoria, es pues el pilar de nuestra capacidad como especie y diferencia individual, ya que, dos seres humanos evolucionados juntos con el mismo tipo de experiencias y educación tendrán, conceptualmente, unas reacciones conductuales muy semejantes, pero aun así, con cierta frecuencia dispares. El factor diferencial estará en la matización del informe "objetivo" mediante el "estatus interior" de constantes metabólicas y su significado mientras se trataba de memorizar la información objetiva. Siempre existe, al menos, esa subjetividad diferencial...

La memoria es imprescindible e inseparable del aprendizaje. El aprendizaje es la adquisición de nueva información o de conocimientos mientras que la memoria es la retención de la información aprendida, pero ¿Dónde y cómo, se produce esa función en nuestro SNC?

Hay distintas estructuras donde se produce el juego memoria/aprendizaje.

Hay un tipo de memoria/aprendizaje explícito, cuyos ejemplos típicos son nuestro conocimiento y recuerdo de hechos de experiencias vividas en directo, tales como la comida del pasado domingo fue gustosa y agradable, o la sesión clínica y seminario de ayer fue un fiasco. También hay experiencias que no hemos vivido pero que nos han sido transmitidos como si los hubiésemos vivido y nosotros las hemos admitido como cierto, tal que Ulan-Bator es la capital de Mongolia donde muchos de nosotros no hemos estado nunca. Esta memoria de hechos y acontecimientos es la que todos reconocemos implícitamente como tal y se suele conocer como memoria declarativa.

Pero no es lo único que aprendemos y recordamos, por eso hay otros tipos de memoria no declarativa, lo que se suele denominar la memoria implícita. Fundamentalmente, se distinguen tres clases de memoria implícita: la procedimental o procesal, la condicionada o asociativa y la emocional por efecto del estímulo sensorial.

La memoria procedimental es la que nos permite realizar actos coordinados, sin necesidad de un constante control consciente cortical, tal como anudarse una corbata. Muy posiblemente no nos acordamos de cuando lo hicimos por

primera vez (parte declarativa) pero recordamos, inconsciente y automáticamente, cada uno de los movimientos que conducen a que a diario y por la mera intención, se desencadene todo el rito coordinado de movimientos que nos hace anudar la corbata.

La memoria condicionada es fruto de la repetición de un estímulo al que se asocia un efecto concreto de manera que la mera aparición de un componente de dicho estímulo produzca la respuesta aprendida automáticamente. Esta es típica de los reflejos condicionados de tipo Pavlov.

La memoria emocional es dependiente de la intensidad del estímulo original y los efectos ocasionados en nuestro sistema límbico, hipotálamo y complejo amigdalino. En este caso, podemos considerar las reacciones automáticas y recuerdos vívidos, adquiridos en situación de gran tensión emocional, entre ellos los denominados traumas psicológicos.

Los tipos de memoria solo son separables en términos conceptuales explicativos, lo cierto es que siempre actúan juntos aspectos de memoria declarativa y no declarativa, la diferencia está en que mientras los aspectos de la memoria declarativa siempre son conscientes e intencionados, los de memoria no declarativa actúan más solapadamente y se desencadenan automáticamente tras una primera intencionalidad o la recepción de un estímulo condicionante. Todos los tipos de memoria parecen tener un patrón similar, la repetición del estímulo unido a la intencionalidad de recuerdo. Esto se ha demostrado básico para la adquisición de la memoria.

Con respecto a la duración de la memoria y capacidad de recuerdo, existe una memoria inmediata de rápida desaparición que, de mantenerse la atención en ella y el intento de retención, se convierte en lo que se denomina memoria de trabajo de corto o medio plazo. A esto es lo que llamamos consolidación de la memoria. Esta memoria que mayoritariamente es de tipo declarativo, es susceptible de olvido total o parcial pasado un tiempo no excesivamente largo, pero las memorias no declarativas tienen tendencia a consolidarse por repetición y ser memorias denominadas de largo plazo.

El tema es ¿Cómo y dónde se almacenan y reactivan (evocación o recuerdo) los distintos tipos de memoria? Lo primero que debemos tratar de localizar es ¿Dónde reside el “engrama” o huella de la memoria? Los estudios de Hebb nos condujeron al conjunto o red neuronal implicados en la recepción, evaluatoria y analítica, del estímulo causante de la huella mnémica y hoy podemos añadir... “Se encuentren en la estructura en que se encuentren siempre que su factor común denominador sea formar parte de la red neuronal implicada”.

Es claro que las zonas asociativas de la corteza cerebral forman parte del substrato del engrama de la memoria declarativa pero dentro de un bucle de interrelación subcortical que finaliza, y también empieza, en áreas del córtex

prefrontal. Sabemos que el “motor” radica en el lóbulo parahipocámpico y usa el córtex cingular como arranque para que la estructura del hipocampo y el complejo amigdalino activen una movilización general del engrama comprometido en una memoria concreta generando su evocación, pero ese motor activa también al diencefalo y compromete tanto al tálamo como a los ganglios de la base, estructuras en las que residen, también, neuronas comprometidas en el engrama que intentamos recordar. De hecho, estas salidas del “motor” de la memoria, vía fornix e hipotálamo, activan al núcleo anterior de tálamo y, éste, a la corteza cingular. Directamente activan también al núcleo dorso-medial talámico y, éste, al córtex frontal. Tenemos igualmente claro que sólo activamos grupos neuronales concretos de cada estructura “barrida” a solicitud de las áreas prefrontales. Esto resucita gran parte de los hoy día olvidados trabajos de Lashley, Moniz, Papez y Penfield, a la nueva luz de la localización de múltiples neuronas implicadas que están situadas en muy diferentes partes del encéfalo, las cuales por repetición del uso sináptico dentro de una red neuronal concreta, “consolidan” la conectividad generando más espinas sinápticas y provocando la remodelación de sus propios receptores sinápticos. Incluso poseen un sistema reconstructivo “por suplencia” gracias al trabajo cortical prefrontal que tiende a completar los datos incompletos o muy abstractos de esa memoria realizando una reconstrucción. El córtex prefrontal tiene esta capacidad de reconstrucción incluso con las imágenes recién recibidas.

Con estos datos es claro que la naturaleza del engrama, o representación física de las modificaciones en las neuronas involucradas, ha de ser simple y encriptada de forma abstracta para ser rápida, fácilmente “leída” y desarrollada, en el córtex prefrontal

En suma, no hay un sitio fijo y único donde almacenar la memoria. Sí que hay un circuito de neuronas con origen y final en el córtex prefrontal, coordinado en el lóbulo límbico y cuyo motor son el hipocampo y el complejo amigdalino, quienes utilizan y proyectan hacia el córtex y zonas diencefálicas comprometidas en la localización de porciones engramáticas de memoria fundamentalmente no declarativa. El tálamo y los ganglios de la base, en el caso de la memoria procedimental, el tálamo y el hipotálamo en el caso de la memoria condicionada y emocional...

La observación de muchos textos de autores especialistas en neurociencia nos hace apreciar cierta tendencia, en algunos casos, a querer separar o matizar la memoria no declarativa como “animal” o inferior y a la declarativa como “intelectiva” o superior. Posiblemente sea una simplificación excesiva que siempre nos amenaza cuando se abordan temas tan complejos y que no dominamos totalmente desde el punto de vista del método científico. Entonces, siempre aparece la tentación de “humanizar” nuestras observaciones introduciendo, inexorablemente, un subjetivismo que nos aleja todavía más del

citado método científico. Para preservarnos de llevar a límites indebidos esa tentación debemos de recordar, sobre todo, lo que mantenía Lorenz: Cuando nuestros conocimientos nacen de poca casuística humana y mucha casuística experimental animal extrapolada, debemos de considerar que nuestro nivel evolutivo siempre fue un grado, no un escalón insalvable. Esto es, la evolución animal es una rampa más o menos empinada, no un escalón infranqueable, pero que debe de ser extrapolado con mucho cuidado y flexibilidad porque, lo comparado, no está en las mismas cotas de altura.

Regresando a nuestro objetivo que es el cerebro humano, podemos decir que nuestra capacidad mnémica es clave para marcar severas diferencias con las especies animales, inferiores a nosotros en la escala evolutiva. Es esta capacidad la que nos permite el aprendizaje en grado sumamente superior, pero una cosa es la capacidad de la cual estamos dotados y otra el uso que hagamos de ella. Como cualquier otro sistema o aparato de los que estamos dotados, partiremos de una base que nos da la especie que será ligeramente diferente por nuestras circunstancias ontogénicas, pero a partir de aquí dependerá del uso que le demos, la perfección y altura de la función que logremos. A cuanto más y mejor uso hagamos de nuestras estructuras mucho mayor será su rendimiento. La base orgánica de nuestro cerebro no depende de nosotros, su uso sí.

4.- Memoria/Aprendizaje/Atención

Gracias a nuestra superior memoria tenemos una superior capacidad de aprendizaje, pero para realizar la labor de aprendizaje necesitamos otra acción de nuestro cerebro, la atención. Lo que planteábamos como un binomio, se convierte así en el trinomio: memoria/aprendizaje/atención. Analizaremos primero el aprendizaje en su relación con la memoria.

Partiremos de que la memoria declarativa, cuyos engramas residen fundamentalmente en el córtex, tiene características de facilidad en adquirirse y en borrarse, de no mediar consolidación y pasar entonces a memoria de largo plazo, en caso de haber mediado confluencia emocional suficiente o esfuerzo intencionado de memorización consciente repetitiva. Este último aspecto es el que la hace asimilable a lo que conocemos de la consolidación a largo plazo de la memoria no declarativa procedimental, mucho más fácil de estudiar.

El aprendizaje procesal consiste básicamente, en asociar una respuesta motora en reacción a un estímulo sensitivo en cadencia sucesiva y autocontrolada, como un reflejo que se desencadena conscientemente, a solicitud del córtex prefrontal pero que termina ahí su participación. La cadencia continua, acto motor/estímulo sensitivo, sale del foco de la atención del córtex prefrontal. La adquisición de este aprendizaje se basa en otro binomio: acierto/fallo. Cuando

la segunda porción del binomio tiende a cero, nuestra corteza cerebral consolida este conocimiento que queda, autorregulado, sin ulterior necesidad de planificación y ensayo.

Sin embargo, hay matices que explican la diferente forma de iniciar lo procesal aprendido, sobre todo a la hora de extrapolarlo, para explicar el aprendizaje de lo adquirido mediante memoria declarativa. Ello nos lleva a considerar dos categorías en el aprendizaje: asociativo y no asociativo.

En el caso del aprendizaje no asociativo, la respuesta se desencadena ante un único estímulo y esa respuesta al estímulo se puede adquirir por habituación o por sensibilización. En el primer caso, la respuesta es unívoca en acción, pero consiste en ignorar estímulos, lo cual permite la focalización atencional del córtex, que prescinde de los estímulos repetidos e intrascendentes que forman como un “ruido” de fondo que por conocido carece de interés para los procesos corticales conscientes en marcha.

En el segundo caso, por sensibilización, es más complejo. El estímulo iniciador es la ausencia de uno de los normalmente concurrentes, ese estímulo carencial es el que saca a nuestro córtex prefrontal de su proceso en curso para focalizar y analizar el resto de los estímulos concurrentes y, así, intentar averiguar el porqué de la carencia detectada.

El aprendizaje asociativo, como su nombre indica, se basa en la asociación de sucesos en los que uno condiciona a los demás. El más clásico, de todos conocido, es el descrito por Pavlov y que, en el fondo es un entrenamiento como sucede en el aprendizaje procesal básico, solo que la respuesta a un estímulo no condicionado no solo es motora somática sino también vegetativa. Recordemos el viejo experimento de la campana, el perro y la chuleta de carne en el plato, que es del conocimiento de todos.

El denominado condicionamiento instrumental, se diferencia sutilmente del anterior porque no hay entrenamiento externo para ello, más bien se trata de un “descubrimiento”. La realización de un acto conduce al éxito o al fracaso de manera repetida e irrevocable, en este caso basta su recuerdo para orientar una acción, positiva o negativa, hacia el patrón de conducta del que ya, mediante la experiencia, presumimos el resultado.

¿Dónde está la diferencia entre aprendizaje asociativo clásico e instrumental? En el primero, generamos una respuesta refleja positiva; en el segundo, descubrimos una respuesta que puede ser, perfectamente, el aprendizaje a inhibir un reflejo de cualquier tipo cuya actuación natural y automática esté ya programada en cualquier nivel nervioso subcortical.

Como siempre, la conectividad interneuronal y su capacidad plástica es el lugar donde suceden las modificaciones conducentes a establecer el

patrón funcional repetido del aprendizaje. Los estudios practicados en sistemas nerviosos simples, como el del caracol, nos han enseñado varias cosas interfiriendo y modificando el ambiente metabólico de un sistema nervioso pequeño, con neuronas enormes y fácilmente identificables, de conectividad limitada, dominable y, además, con genética sencilla. Estas facilidades han permitido interesantes observaciones sobre las modificaciones bioquímicas que un rudimentario aprendizaje produce en las sinapsis. Básicamente, se han observado modificaciones significativas en la transmisión sináptica, posiblemente desencadenadas por la actividad de segundos mensajeros intracelulares, con modificación de las proteínas sinápticas existentes.

Algo parecido ha sido planteado por Ito en cerebelos de mamífero, quien mediante la técnica de depresión celular a largo plazo (DLP) de la corteza cerebelosa ha conseguido fundamentar la viabilidad de la teoría de Marr-Albus, quienes predijeron la plasticidad de la sinápsis de una fibra paralela de la corteza cerebelosa con la dendrita de la célula de Purkinje si se activa, simultáneamente, la sinapsis de la fibra trepadora con esa dendrita. Ito, obtuvo las mismas observaciones en la plasticidad sináptica que las que se observan en los caracoles y, además, mediante la misma secuencia bioquímica.

El papel del cerebelo en la ejecución coordinadora, como salida final a la médula del sistema extrapiramidal, encaja perfectamente en su condición de pieza básica para aprendizajes y memorias procedimentales.

Pero hay otro lugar más clave todavía para la memoria y aprendizaje en general, especialmente en cuanto a la memoria declarativa se refiere y con respecto a su consolidación, transformación en a largo plazo y aprendizaje, intelectual y abstracto. Esa estructura clave es el hipocampo.

En 1973, Bliss y Lomo comprobaron que un estímulo breve de elevada potencia eléctrica en una vía estimuladora del Hipocampo producía un aumento del potencial sináptico de las neuronas que resultaban estimuladas. A este efecto lo denominaron potencial a largo plazo (PLP), el cual se comenzó a utilizar desde entonces como método exploratorio experimental asociado a su contrario, el antes comentado a propósito del cerebelo, de depresión celular a largo plazo (DLP).

El hipocampo, allocortex de tres capas, es también un modelo experimental, asequible en mamíferos por su arquitectura simple y sus claros circuitos. Básicamente, las neuronas de la corteza entorrinal envían sus axones, mediante la vía perforante, a establecer sinapsis con las dendritas de las neuronas granulares del giro dentado, las cuales conectan axodendríticamente con las neuronas piramidales del córtex amigdalino en su sector 3 (CA 3). Los axones de estas neuronas piramidales de CA 3 se dirigen hacia la fimbria para integrarse en la salida fornical del allocortex, pero emiten una colateral axónica, la colateral

de Shaffer, que sinapta con la dendrita apical de las neuronas piramidales de CA1. Esta es la sinapsis clave para los fenómenos de memorización (sobre todo declarativa) y aprendizaje, puesto que los axones de CA 1 conectan en el córtex entorrinal con neuronas piramidales que proyectan sus axones por la vía alvear directamente a fimbria y fornix. Este circuito secundario parece la clave de todo el proceso básico de la memoria y aprendizaje declarativos.

Los estudios electrofisiológicos y bioquímicos realizados sobre cultivo de rebanadas de hipocampo de mamíferos inferiores e, incluso, sobre procedentes de piezas humanas extraídas en el curso de intervenciones quirúrgicas en que ello estaba indicado por la patología del paciente, han ofrecido esta cadena de procesos en las sinapsis clave. Descargas, en salvas breves, de alta frecuencia, en colaterales axónicas de Shaffer producen PLP en la neurona diana de CA1, convirtiendo esta sinapsis en más eficaz, pero este proceso también sucede cuando un estímulo sináptico normal coincide con una intensa despolarización postsináptica. Esto ocurre, normalmente, en respuesta a varios estímulos sinápticos simultáneos que producen un sumatorio temporal capaz de provocar la enérgica respuesta postsináptica. A esto se le denomina cooperatividad sináptica y encaja, perfectamente, en la teoría de red específica de Hebb, quien preconizaba que “aferencias que descargan juntas, se conectan juntas”.

Las experiencias con registros de respuesta neuronal de CA1 apoyan este modelo. ¿Qué ocurre de especial en estas sinapsis? Al parecer la clave empieza en la presencia de receptores glutaminérgicos AMPA (alfa-amino-3-hidroxi-5-metil-4-isoxazol propionato) y NMDA (N-metil-D-aspartato). El receptor NMDA, activado, va a provocar el desplazamiento del Mg^{++} que obstruye el canal de Ca^{++} , y permitir la entrada masiva de este ión en la neurona postsináptica, de esta manera se activaran las proteincinasas C, y en especial, la CaMKII (calmodulina) con lo que se estimulará el crecimiento y desarrollo de las superficies sinápticas. El problema es que las grandes entradas de Ca^{++} se encuentran en los dos modelos, PLP y DLP, la cuestión se resuelve por dos tipos de actuación sobre los canales de Ca^{++} ; el desplazamiento total del bloqueo de Mg^{++} y la entrada masiva de Ca^{++} o el desplazamiento parcial de Mg^{++} y la entrada lenta “en goteo” del Ca^{++} . La consecuencia es distinta, pues esta forma de entrada activa a las proteínofosfatasas no a las proteincinasas, aquí es donde se revela el papel de los receptores AMPA que permiten el paso de iones Na^+ , pero estos receptores se destruyen y deben ser repuestos cada 15 minutos, su número en membrana postsináptica es importante y depende de su base, la proteína PSD95. Las experiencias DLP han demostrado la destrucción de esta proteína con la subsiguiente disminución de receptores AMPA y la dificultad de memorizar un aprendizaje normal. Por el contrario, las experiencias PLP han demostrado un incremento de la actividad inducida por la CaMKII de fosforilización protéica con incremento de proteína PSD95 y, por tanto, del número de receptores AMPA presentes en la membrana.

Las investigaciones bioquímicas actuales centran en el número de receptores de membrana NMDA y AMPA el control de los sucesos intracelulares conducentes a una situación de PLP con las modificaciones proteicas que se han sugerido mediante experimentos genéticos.

Este parece ser el mecanismo subyacente a la plasticidad neuronal que permite la formación de nuevas, más amplias y eficaces sinapsis, asegurando los aprendizajes mediante la consolidación, a largo plazo, de la memoria declarativa.

Por las experiencias hechas en el seno del grupo de investigación en el que yo he estado siempre integrado, una pregunta surge en cuanto a la base bioquímica de la memoria/aprendizaje, tanto por lo que se refiere a procesal (experiencias en cerebelo) como declarativa (experiencias en hipocampo). En ambos casos, se trata de cortezas de tres capas celulares y en ambos casos se actúa sobre la neurona eferente del sistema, célula de Purkinje y neurona piramidal de CA1 respectivamente. Sólo cabe reseñar una diferencia, probablemente intrascendente, la célula de Purkinje es inhibidora y la neurona de CA1 es excitadora, pero la pregunta es otra: nuestras investigaciones han demostrado, fehacientemente, la presencia de Zn^{++} en una parte aferente de ambos sistemas, en las fibras trepadoras de las neuronas de la oliva cerebelosa y en las neuronas de CA3... ¿Qué papel o significado tiene este ión, si es que tiene alguno, en los procesos que acabamos de repasar? Quizás, en un futuro próximo, la colaboración de algún experto colega bioquímico pudiera ayudarnos a aclarar esta curiosa coincidencia de la localización del Zn^{++} en estos circuitos neuronales. Mientras tanto, recordemos que el déficit congénito y la privación de Zn^{++} provocan déficit mental, entre otros síntomas.

Hasta aquí, queda establecido que la base del aprendizaje es la memoria, pero ambos procesos requieren atención a los estímulos, condensados en vivencia en la corteza prefrontal.

La atención es la función cerebral más fácilmente explorable, de hecho es la primera que permite al médico saber si su paciente está consciente o inconsciente, puesto que los estímulos atencionales despiertan a un paciente en caso de estar dormido, pero no obtienen respuesta en caso de estar inconsciente. Por otra parte, consideramos tan normal y tan común a esta función en la escala animal que no le prestamos (intencionado retruécano) la atención debida ni su enorme importancia y significación.

Tal vez, los científicos hayamos sido tan desconsiderados con la atención porque conocemos que se trata de un reflejo muy antiguo en la escala filogénica que se establece, rudimentariamente, en los sistemas nerviosos más simples que conocemos como quimiotactismos positivos o negativos. Es evidente que la comparación entre estas primeras respuestas animales a un estímulo y el fenómeno cortical cerebral de la atención humana es una exageración pues la diferencia que

media es comparable a los siderales años/luz. Pero si consideramos que la base de la función nerviosa, analizada disgregadamente en su unidad funcional, es la respuesta de una neurona ante un estímulo suficiente para despolarizarse y transmitir esta inestabilidad a otra neurona siguiente o, en su caso, mediante una placa motriz a una fibra muscular esquelética, podemos comprender que muchísimo más compleja e implicando a estructuras muy desarrolladas del sistema nervioso, genere una gradualidad de respuesta, rápida y focalizada, ante ese estímulo suficiente.

Si aceptamos este discurso, veremos que la base filogénica de la atención se basa en un acto reflejo cada vez más complejo que los animales van adquiriendo a lo largo de la evolución y que es el que gobierna la intencionalidad de sus actos.

Eso es, ni más ni menos, el fenómeno de la atención en el humano, la dirección de focalización de todo el trabajo superior nervioso hacia un estímulo, simple o asociado, que pasa a superponerse sobre el resto de los estímulos percibidos simultáneamente.

Con estas premisas, podremos aceptar que tenemos centros nerviosos de la atención, incluso fuera del encéfalo, de antigua adquisición filogénica pero que nos siguen sirviendo perfectamente de estaciones de aviso temprano a nuestro desarrollado córtex cerebral. El mejor ejemplo son los colículos inferiores y superiores del mesencéfalo, responsables de la coordinación de los rápidos movimientos reflejos cefalogiros para traer, a campo visual, el origen de un sonido o estímulo visual pericampino. Anteriormente, ya hemos comentado el papel del tecto óptico de las aves como control automático de movimientos comprendidos dentro de una memoria procedimental de largo plazo, como es la que regula el movimiento de vuelo. Hemos citado, también, al profesor Climent y sus experiencias en este campo. Es evidente que todos los reflejos, por complejos que sean, van siendo controlados por estructuras superiores más modernas conforme evoluciona el sistema nervioso. Así sucede con los colículos en los mamíferos, siguen participando en misiones de alerta temprana, pero sometidos a control superior.

Los restantes mecanismos nerviosos importantes para la atención son encefálicos. La zona posterossuperior del tálamo está formada por un enorme núcleo que sobresale sobre los inferiormente situados núcleos geniculados interno y externo, recambios centrales de las vías acústica y visual, respectivamente, y fuente de la proyección de estas vías a sus respectivas áreas corticales primarias. Ese enorme núcleo suprayacente recibió el nombre de núcleo pulvinar (polvoriento) por su aspecto grisáceo. Desde los años 30' del siglo pasado, las experiencias neuroquirúrgicas humanas lo hicieron notar como presuntamente implicado en fenómenos de integración polisensorial, con conexiones a las áreas corticales sensoriales secundarias e incluso a la sensorial terciaria. Los efectos, cuando era dañado o se producía su ablación, se traducían por retrasos de atención a los estímulos heterolaterales.

Pero en el ser humano, las grandes pérdidas de atención se producen cuando se afectan los lóbulos frontales y sus áreas corticales prefrontales.

Las experiencias en sistemas nerviosos con desarrollo cortical suficientemente próximo (filogénicamente hablando) al humano como los simios, nos han permitido establecer que en la atención el dispositivo juega con las tres estaciones nerviosas que hemos introducido: los colículos, el núcleo pulvinar, las áreas sensoriales secundarias y el córtex prefrontal. Precisamente este último es en el que asienta también la coordinación rápida para la respuesta motora que focalizará toda la adquisición voluntaria de datos sensoriales hacia el estímulo que ha provocado esta atención.

Como de costumbre, lo más fácil de medir de manera objetiva, ha sido el sentido visual. Las respuestas obtenidas mediante estímulos visuales, fuera de la visión central, consistentes en movimientos sacádicos oculares que conducen a centrar el citado estímulo en la visión central, se han podido asociar con acciones interactivas, simultáneas, provocadas en el sujeto explorado y asociar con el registro PET de la actividad cortical. Estas experiencias son ya un clásico de la neurociencia actual y han permitido evidenciar la activación de diferentes zonas en las áreas secundarias sensoriales dependiendo de la posición inicial del estímulo colocado fuera de la visión central. De esta forma, se han observado diferencias entre las zonas corticales que se implican, según los atributos del estímulo visual, desencadenante de la reacción focalizadora.

El color, activaba mucho las áreas visuales secundarias del hemisferio heterolateral al estímulo, fundamentalmente en la cara externa y en la base del lóbulo occipital. En el hemisferio ipsilateral se observaba un discreto estímulo de las mismas áreas, tanto en la porción más alta de la cara dorsal del hemisferio como en la zona subcalcarina de la cara interna.

La forma del estímulo producía respuestas concretas en las áreas visuales secundarias de la cara interna del hemisferio heterolateral y, prácticamente nada, en las homólogas del hemisferio ipsilateral. Sin embargo, las activaciones areales más llamativas corresponden a la corteza parahipocámpica y al mismo hipocampo en ambos hemisferios, en los que también se observó activación simultánea de la corteza temporal próxima a la primera cisura temporal.

La velocidad del estímulo producía efectos en las áreas secundarias visuales y en la circunvolución parahipocámpica de la cara interna del hemisferio heterolateral así como una actividad puntual en el pliegue curvo sobre el inicio de la primera cisura temporal del hemisferio ipsilateral.

Extrapolando estas interesantes respuestas podemos colegir que el color del estímulo es fundamental para activar a las áreas visuales secundarias, pero es la forma la que requiere al motor de la memoria y que, aparentemente, la

velocidad parece un factor asociativo en el área sensorial terciaria a la hora de alertar a las áreas prefrontales que responden con el movimiento sacádico oculomotor correspondiente, conducente a identificar, mediante visión central, al estímulo que ha provocado la focalización atencional.

A la vista de estos estudios podemos entender que un estímulo de cualquier naturaleza que sea capaz de suponer una importante interrupción en el trabajo cortical prefrontal rutinario en curso, va a provocar una focalización atencional con reclutamiento global del citado trabajo prefrontal para conseguir una mayor información sobre el estímulo emergente, empezando por el análisis visual discriminativo. Si el suceso está dentro del campo visual, bastará con los movimientos sacádicos oculares para aceptar o no al estímulo emergente como nuevo foco de atención. En caso de no estar en el campo visual y proceder, por ejemplo de un estímulo sonoro, los atributos de ese sonido activaran de manera similar a las áreas acústicas secundarias como hemos analizado para la visión. En este caso, la focalización atencional comenzará por un “filtro” de los demás estímulos acústicos, mantenido mientras el sonido merezca esa focalización. De manera similar ocurrirá con los estímulos esterognósticos.

Sobrepasado el umbral para estas respuestas, el córtex prefrontal tomará el control y pondrá en marcha toda la actividad necesaria para centrar visualmente y actuar exploratoriamente sobre aquello que causó la atención, para lo que empleará todos los sistemas sensoriales que considere necesarios.

Esta capacidad de controlar nuestra atención, permite que nuestra reacción ante estímulos inesperados y llamativos no sea un mero reflejo defensivo sino la base de un proceso intelectual superior en el que, por circunstancias que no dependan únicamente de las características del estímulo, dirijamos nuestro trabajo cortical prefrontal consciente a adquirir datos seleccionados entre los que nos sirve nuestro sistema sensorial para, en su caso, aprenderlos, memorizándolos como recuerdo, o como programación de habilidades que usaremos de manera habitual en la vida cotidiana.

Todo esto parece maravillosamente perfecto y automático, pero no nos cansaremos de repetir que nada se salva de la subjetividad que da nuestro propio cuerpo a los datos recibidos a través de nuestros sentidos. Cualquier estructura de las implicadas en estos procesos es susceptible de tener imperfecciones o malfunciones que, aunque no impidan la función global, aparentemente matizan inexorablemente la objetividad de la observación. Además, la mayoría de los datos propioceptivos que recibe nuestro cerebro procedentes de los sistemas esplanícos, incluso del propio sistema nervioso, ni son conscientes ni pasan a ese nivel salvo en casos extremos y dentro de lo que entendemos como patología. Esa es la base de la individualidad e irrepetibilidad de nuestro trabajo cerebral.

5.- La labor del lóbulo frontal humano

A estas alturas de la exposición, muchos podrían decir: “He aquí un nuevo adorador de lóbulo frontal, como todos los neuroanatomistas, neurocirujanos, psicólogos y psiquiatras de los dos primeros tercios del siglo XX”. “Otro de los que pretende olvidar o ignorar las advertencias de Eccles y el panteísmo de los *wigglers* (cableros), bioquímicos y fisiólogos, para los que *Omnia est axo, átomo et moleculae*”.

No tal.

Mi reconocimiento a la histocomplejidad nerviosa y de sus conexiones, mi consideración a la naturaleza eléctrica del estímulo y función nerviosa, mi respeto a las explicaciones moleculares de la base de esa actividad eléctrica y de la diferencia de acciones en los distintos tipos conectividad en el trabajo de las diferentes redes neuronales no está reñido con prestar especial atención al estudio de la función partiendo de la observación y de los estudios empíricos, frecuentemente obtenidos a partir de la patología que afecta a las funciones del sistema nervioso, los cuales, por otra parte, siempre han sido los motores y el móvil de las investigaciones que utilizan métodos hoy considerados más distinguidos, como los de la biología ultraestructural y celular nerviosa.

Si hubiese de decidirme a elegir entre las formas de adquirir los conocimientos sobre el tema me quedaría con todas... Pero no deificaría a ninguna ni la menospreciaría, como desgraciadamente a veces sucede en las comisiones y órganos encargados de canalizar los fondos oficiales para investigación. Nunca creí que el interés de “casta investigadora” debiese primar sobre la búsqueda del conocimiento y, para ello, hubiese de recurrir al descrédito de los honestos trabajos de quienes se dedican, fundamentalmente, a la atención médica pero nunca olvidan que son científicos aunque se les menosprecie y entorpezca desde las mismas instituciones que debieran apoyarles y animarles en su empeño... “¡Cosas veredes Sancho!” puso Cervantes en boca de D. Quijote.

Por todo ello, quiero resaltar la importancia fundamental e incontestable del lóbulo frontal, en especial de sus áreas corticales prefrontales, y quiero hacerlo apoyándome en lo mucho que los médicos hemos aprendido de la observación de nuestros semejantes en el curso de la asistencia a los pacientes.

Empezaré por el caso de Phineas Gage. No fue ningún investigador famoso ni ningún médico ilustre, fue un humilde capataz de la compañía constructora del ferrocarril de Vermont (Nueva York) en Estados Unidos, que el 13 de Septiembre de 1848, preparando una mina, apelmazaba pólvora en el orificio horadado en una roca. La distracción o la mala fortuna hizo que un roce del barrón de hierro con la pared del orificio en el que apelmazaba pólvora desprendiese una chispa que causó la deflagración. Consiguientemente, aquel barrón, de 1 m. de longitud y 6 Kg. de peso, fue “disparado” del orificio y

atravesó la cabeza de Gage penetrándole en el pómulo por debajo de su ojo Izquierdo para, después de atravesar el lóbulo frontal, salir por la parte superior de la cabeza. Rápidamente fue cargado en una carro y transportado a un hotel cercano donde había un médico, el Dr. John Harlow, del que se dice que estaba recién licenciado del ejercito al terminar la guerra con Méjico y que tenía experiencia en cirugía militar, al parecer, bastante buena. El paciente ya se había sentado, por sí mismo, durante el trayecto en el carro y subió, también por sus propios medios, las escaleras del hotel.

Harlow describió más tarde que, cuando vio al paciente, este ofrecía una imagen “para alguien que no estuviese acostumbrado a la cirugía militar, realmente terrorífica”. El agujero desde la mejilla hasta la bóveda craneal tenía 9 cm. de diámetro, la destrucción tisular era tremenda y había una gran pérdida de sangre.

Harlow contuvo la hemorragia como pudo, suturó planos y vendó al paciente. Días más tarde, se desencadenó una gran infección que duro varias semanas en las que se dio a Gage prácticamente por muerto, pero un mes más tarde estaba fuera de la cama y paseando por la ciudad. Ello animó a Harlow a publicar este caso de insólita supervivencia en un artículo titulado “Paso de una barra de hierro a través de la cabeza”. También decidió seguir controlando a este paciente y mantuvo correspondencia con su familia durante muchos años. Así en 1868, tras la Guerra de Secesión americana, Harlow publicó un nuevo artículo titulado “Recuperación tras el paso de una barra de hierro a través de la cabeza”, en el que describió como Gage, tras el accidente, se había recuperado de sus heridas y, aparentemente, estaba normal pero su personalidad había cambiado drástica y permanentemente. El cambio había sido tan llamativo y a peor, que la compañía constructora lo despidió cuando trato de volver al trabajo a pesar de que antes del accidente era uno de los capataces de fiar. Pero es mejor ceder de nuevo la palabra al Dr. Harlow para la descripción de los cambios evidenciados en el paciente: “...Se ha vuelto inconstante, dubitativo, permitiéndose a veces las más groseras obscenidades (lo que anteriormente no era su costumbre) sin el menor respeto por sus compañeros, carente de autocontrol y buen juicio cuando se contravienen sus deseos, a veces pertinazmente obstinado, otras veces caprichoso y dubitativo, hablando locuazmente sobre planes de operaciones futuras que, tan pronto inicia, abandona a favor de otros planes que él cree más viables... Su mente cambió radicalmente de una manera tan evidente que sus amigos y colegas decían que había dejado de ser Phineas Gage...”.

Tras su muerte, el cráneo de Gage y la barra que lo atravesó se han conservado en la Facultad de Medicina de Harvard. En 1994, Hanna Damasio y colaboradores realizaron una reconstrucción auxiliada por ordenador y dedujeron que la barra hubo de destruir una gran cantidad de corteza en los lóbulos

frontales de su cerebro. Indudablemente, los dramáticos cambios en su personalidad y sus comportamientos erráticos se debieron al daño cerebral sufrido.

En la década de los 30' del siglo pasado Lashley, Papez, Klüver, Bucy, Penfield y muchos otros más, demostraron que las lesiones cerebrales alteraban la conducta emocional en primates y humanos. Fulton y colaboradores, demostraron lo que llamaron “efecto sedante” de las lesiones en lóbulo frontal de chimpancés. Las experiencias de la cirugía militar a lo largo de la II Guerra Mundial y el incremento de la supervivencia gracias a los progresos antisépticos dieron documentación suficiente para tratar de relacionar, causa/efecto, destrucciones de zonas cerebrales concretas y sintomatología conductual de los pacientes. De ahí que se empezase a plantear el uso de intervenciones psiconeuroquirúrgicas para resolver los trastornos conductuales graves en pacientes humanos. Gozó de gran predicamento hacia final de los años 40 del siglo pasado, lo que se denominó lobectomía frontal, aunque en realidad, la mayoría de las veces consistió, fundamentalmente, en la práctica de leucotomías.

Resulta tentador abordar aquí un capítulo sobre los distintos tipos de intervenciones quirúrgicas ideadas y realizadas para desconectar circuitos y destruir áreas de la corteza cerebral tras la II Guerra Mundial, incluida la lobotomía denominada “de punzón y hielo”, fácil de realizar incluso en una consulta y cuyos daños colaterales, no previstos, contribuyeron no poco al descrédito de la técnica. Pero no es el tiempo ni el lugar, por lo que tal vez, en otro momento, sea un buen tema de recuerdo que nos ayude a aprender de nuestros errores.

No obstante lo dicho, Egas Moniz obtuvo el premio Nobel de Medicina de 1949 en reconocimiento a sus leucotomías del haz en cíngulo mediante las que, al parecer, resolvía neurosis obsesivas graves. Su técnica quirúrgica pretendía disociar los elementos del circuito emocional, descrito por Papez, mediante la interrupción de sus conexiones subcorticales largas. La paradoja fue que el Dr. Moniz quedó parcialmente paralizado al recibir un disparo propinado por un paciente suyo, lobectomizado, a consecuencia del cual la bala se alojó en la médula espinal del premio Nobel.

En suma, estas técnicas aunque nos enseñaron mucho sobre el cerebro humano, lo fue más por sus fracasos que por sus éxitos, pues coincidiendo con el que podríamos considerar “protomártir” en el estudio médico del lóbulo frontal, Phineas Gage, los cambios fueron a peor. De hecho, hoy nadie se plantea este tipo de intervenciones psiconeuroquirúrgicas, hábil y menos cruentamente resueltas por la medicina actual mediante desconexiones funcionales temporales usando psicofármacos.

Los riquísimos datos de observación humanos obtenidos durante la segunda mitad del siglo XX, entre los que no podemos olvidar la ingente obra de Luria, junto con los datos obtenidos experimentalmente en mamíferos, nos

permiten plantear con seguridad qué componentes encefálicos participan y dónde residen los mecanismos de nuestra función cerebral.

Como punto de partida, podemos utilizar el circuito emocional de Papez y ampliarlo con datos de los que hemos podido disponer posteriormente, pero que no desmienten las interconexiones del circuito original, simplemente lo matizan. Esto es, conviene añadir el papel del complejo amigdalino en las pulsiones emocionales, como Pribram y colaboradores introdujeron en 1954, y explicar la importancia de la conectividad del córtex límbico con el córtex prefrontal en la constitución y matización de la vivencia.

El mecanismo íntimo de trabajo que implica a neuronas de muy diferentes localizaciones corticales e incluso subcorticales, merece un comentario sobre el hecho de la coordinación de la actividad cortical explorada mediante electroencefalograma. Se han observado dos patrones de activación y reclutamiento de circuitos neuronales, ninguno de ellos parece casual pero ambos muestran una organización reglada. Unas veces, una neurona es la que parece dirigir y dar entrada a las actividades de las otras, generando una serie de coordinaciones armónicas entre ellas. Otras veces, un grupo entero de neuronas responde al disparo primitivo de una de ellas, comenzando una cadencia de descargas coordinadas que no tienen a una neurona especial que dirija dando paso a grupos de ellas... Un símil que se emplea entre los electrofisiólogos es, para el primer caso, como si la red neuronal fuese una orquesta obedeciendo a su director. En el segundo caso, se compara como un conjunto de Jazz en que uno de los componentes da el pie a la entrada de todos los demás que ya actúan luego, espontáneamente, y dan nuevos pies de entrada a otros compañeros.

V.- ASPECTOS GENERALES DE LA FUNCIÓN CEREBRAL

Analizada la estructura de trabajo encefálica, hay varios detalles que merecen trato aparte. Empezaremos por la existencia y coordinación de dos hemisferios cerebrales, seguiremos con el estudio de las fases de trabajo/descanso cerebral y terminaremos por el denominado dimorfismo cerebral sexual. Pasamos pues a considerarlos consecutivamente.

1.- Coordinación de los hemisferios cerebrales

Ambos hemisferios están unidos por puentes comisurales, tres de ellos constituidos por fibras nerviosas mielínicas y uno, de sustancia gris, por continuidad de un núcleo talámico con su heterolateral a través del III ventrículo. Este último puente es denominado comisura gris y une a los núcleos talámicos dorsomedianos. Los puentes, denominados blancos por la sustancia que los forma, presentan dos limitadas comisuras interhemisféricas: la denominada

comisura blanca posterior, situada en la zona final epitalámica del tercer ventrículo; y la denominada comisura blanca anterior, situada justamente debajo del *septum pellucidum* limitando el inicio de la *lamina terminalis*, que es la porción rostral del tercer ventrículo. Continuando a esta comisura blanca anterior de forma ascendente y limitando al *septum pellucidum* rostrrodorsalmente, existe una gran comisura blanca, el cuerpo calloso, que comunica amplia y eficazmente ambos hemisferios. En el cuerpo calloso se distingue, de delante hacia atrás: el pico, la rodilla, el cuerpo o esplenio, y el rodete. A través de él, todas las áreas corticales se comunican, heterolateralmente, con sus homólogas pero, en base al concepto de dominancia hemisférica, hoy sabemos que hay coordinación pero no redundancia en su trabajo, ya que las labores de cada hemisferio no son completamente iguales y, de hecho, se observan diferentes funciones asignadas a uno y otro. Esto no es un hecho absolutamente irreversible pues en condiciones patológicas de daño cortical, funciones específicas normalmente desarrolladas por el hemisferio dañado pueden ser objeto de reeducación, exitosa, en el hemisferio opuesto.

Para la explicación del trabajo cortical en las funciones elevadas propias del ser humano, hemos tomado previamente como ejemplo introductor la explicación del trabajo cortical entre las áreas de Wernicke y de Broca describiendo su labor coordinada en la comprensión y elaboración del lenguaje, significativo, ideal, y su expresión hablada o escrita. Retomemos el ejemplo de este trabajo interáreas corticales para entender el significado funcional del cuerpo calloso.

Estas áreas cerebrales son simétricas y por tanto existen en ambos hemisferios, si bien la coordinación que es sujeto de memoria y aprendizaje, solo se produce normalmente en un hemisferio. En consecuencia, ese es el hemisferio en donde desarrollamos el bucle de trabajo entre ambas áreas, la sensorial de Wernicke y la motora de Broca. El trabajo de recepción de los estímulos visuales y acústicos son bilaterales y nuestra corteza cerebral integra la imagen del campo visual total mediante la conexión interhemisférica que se realiza a través del fórceps óptico del rodete del cuerpo calloso. Igualmente sucede a través de las conexiones intertemporales del cuerpo calloso con la direccionalidad del sonido que viene predefinida por las vías auditivas desde los colículos inferiores. Pues bien, en condiciones normales, la integración de la imagen acústico/visual sólo se produce en el hemisferio izquierdo. Es un signo clínico patognomónico, de los pacientes con desconexión hemisférica, no reconocer visualmente una palabra o no poder manifestar oralmente qué es un objeto conocido cuando son mostrados en su campo visual izquierdo. La explicación consiste en que el hemisferio derecho que recibe la imagen visual no coordina lenguaje y el hemisferio izquierdo que sí que lo hace, no la ve. Sin embargo, si la palabra u objeto están en el campo visual derecho, no existe

ningún problema en la lectura o en la identificación verbal del objeto porque el proceso se realiza, íntegramente, en el hemisferio izquierdo.

En consecuencia, tenemos constancia de que no desarrollamos funcionalmente ni utilizamos de forma igual a nuestros hemisferios cerebrales. Más bien les encomendamos distintas funciones a cada uno según qué tipo de habilidades se trate de controlar.

Respecto de la diferencia de habilidades, las áreas prefrontales están mucho más dedicadas a la ideación y control del lenguaje en el hemisferio izquierdo. En el hemisferio derecho estas áreas están más bien dedicadas a capacidades de cálculo espacial. Se atribuye también al lóbulo frontal derecho la organización de los aspectos prosódicos y funciones rudimentarias de lenguaje, sobre todo, basándose en las reeducaciones conseguidas en pacientes con el área de Broca del hemisferio izquierdo dañada.

En lo que respecta a las áreas postrolándicas, los estudios no parecen ser tan contundentes, pues parece que existe una interrelación similar de funciones en ambos hemisferios. Esta intercomunicación y diferenciación funcional de los hemisferios cerebrales para un trabajo coordinado y eficaz en un todo, refuerza los conceptos de plasticidad memorización y aprendizaje que hemos comentado previamente.

No podemos seguir adelante sin darles la importancia que se merecen a los otros puentes interhemisféricos citados en primer lugar, las comisuras blancas posterior y anterior, sobre todo esta última, que es comunicación de ambos rinencéfalos, hipocampos, complejos amigdalinos, confluencia obligada de la banda diagonal de Broca y, por tanto, interrelación de los núcleos y áreas subseptales. En consecuencia, lugar clave de comunicación izquierda/derecha de los componentes del cerebro visceral, de los motores de la memoria, emotividad y pulsión... ¡Casi nada!...

2.- Actividad y descanso cerebral

Otro concepto interesante para entender la capacidad, calidad y eficacia del trabajo cerebral es su estudio en situación de descanso fisiológico, esto es, en situación de sueño. La electrofisiología y el PET, nos han permitido estudiar estas circunstancias especiales de una manera fácil y eficaz en personas normales. Por eso, y sin ser exhaustivo en las explicaciones que merecerían por sí solas otro discurso, me limitaré a resumir que: el secreto de los ritmos de actividad del SNC radican en la formación reticular (FR), red de neuronas sinaptadas entre sí que se encuentran a lo largo de todo el SNC desde los últimos segmentos medulares hasta las proyecciones subcorticales en los hemisferios. Llamada de mil maneras diferentes, destino obligado como “cajón de sastre” para funciones de coordinación troncoencefálica

difícilmente explicables, hoy día sabemos que dentro de la definición universal que se le ha dado de “vía polisináptica inespecífica” se acogen complejos circuitos diferentes etiquetados por el neurotransmisor que utilizan en sus sinapsis. Funcionalmente, sabemos que es facilitador o inhibidor de estímulos, con capacidad de interrumpir la transmisión hacia tálamo y fundamental, en este nivel, para el control de las conexiones a corteza. Ello ha hecho blanco a la FR troncoencefálica de todos los experimentos sobre anestesia y narcolepsia. Es, en resumen, un gran sistema regulador de actividad lo que la convierte en una especie de reloj y marcapasos, incluido el de la función cortical cerebral.

Hasta donde sabemos, en un mundo rítmico de ciclos fisicoquímicos alternantes, la vida, tanto animal como vegetal, se ha adaptado a dichos ritmos modificando las conductas en aras de un mejor aprovechamiento de las rítmicamente mudantes circunstancias. En el ser humano, todo el metabolismo es controlado desde el SNC para adaptarse a estos cambios ambientales cíclicos adoptando, con este propósito, un ritmo de actividades diferenciales que trabajan con plazos propios. El que nos ocupa aquí, como ejemplo, es el ciclo de sueño/vigilia, pero todos conocemos la existencia de controles circadianos y supracircadianos que exigen mecanismos de control cuyo efector es, fundamentalmente, el complejo epítalamo/hipotálamo que ejerce un especial control periférico mediante el eje hipotálamo/hipófisis.

Un control muy específico intranervioso, es la alternancia de sueño/vigilia. Parece tratarse de una dualidad, pero en el cerebro humano es algo más. El estado de sueño tiene dos fases completamente diferentes y así se ha demostrado mediante las diferencias substanciales de la electroencefalografía en cada caso. Se distinguen dos fases del sueño: la denominada de sueño con rápidos movimientos oculares y la que no los presenta, conocidas respectivamente como fase REM y fase no REM.

Básicamente, las diferencias fundamentales entre la situación vigíl, la fase no REM y la fase REM, son las siguientes: 1) en vigilia, el EEG muestra actividad cerebral de ritmo rápido y bajo voltaje, al igual que el sueño REM y diferente del sueño no REM, que presenta ritmo lento y voltaje amplio; 2) en vigilia, las vivencias cerebrales son lógicas, controladas y fundamentalmente debidas a estímulos externos, mientras que en el sueño REM son ensoñaciones ilógicas, no controladas y causadas por actividad cortical sin mediar estímulo externo; en el sueño no REM, las vivencias están prácticamente ausentes; y 3) en vigilia, el movimiento es continuo y voluntario, mientras que en el sueño REM no hay más movimiento que los oculares, de naturaleza sacádica y el resto de los movimientos corporales no se realizan, aun mediando orden cortical, en el sueño no REM se producen movimientos ocasionales e involuntarios funcionando el sistema de reflejos, completamente liberado.

En resumen, hoy se cree que, durante el sueño REM descansan las estructuras corporales excepto la corteza cerebral que queda sin embargo, liberada de todo control de conducta adquirido, lo que, si bien queda mejor expresado por Goya, al titular uno de sus dibujos de la serie negra con la lapidaria y certera frase de que “el sueño de la razón engendra monstruos”, no es menos cierto que esa “liberación” también puede llevar a “paraísos” que nuestra sobria seriedad y dignidad, en estado vigil, no se permitiría ni considerar...

Nos gustaría pensar que la ensoñación es “el patio de recreo” de la corteza cerebral en el que no todos los “juegos” son agradables pero en los que siempre tenemos la potestad de interrumpirlos, unilateralmente, cuando se pasan de la raya... Ese es el brusco despertar con el que nos escapamos de una pesadilla...

Respecto a las ensoñaciones, debemos distinguir aquí las situaciones de sueño REM de las de inicio o salida del sueño, lo que se denomina el estado crepuscular, donde nuestra consciencia pierde o toma el control según estemos en fase de entrar o de salir del sueño...

El sueño no REM se considera sin embargo “el reparador”, tal vez porque el córtex cerebral está en reposo y no recibe, como se ha probado en las anestias totales para cirugía, los datos corporales que liberados del control superior quedan sujetos a los reflejos propios de las estructuras subcorticales.

¿Qué aportan estos estudios a nuestro propósito?

Saber dónde, cómo y hasta qué punto, está mediatizada por nuestras experiencias la actividad cortical en su función máxima de expresión de lo que denominamos nuestro “Yo”. Simultáneamente, nos permite reconocer la genial intuición de Sigmund Freud al ir a buscar, en los sueños, una exploración de las bases psicológicas y psicopatológicas de los denominados enfermos mentales, aunque la lectura original de los datos, no se ajuste plenamente a lo que hoy se interpreta. Pero no seré yo quien discuta aquí, su genial intuición pese a haber interpretado no del todo ajustadamente los impulsos y motivaciones, al fin y al cabo, Sigmund Freud fue fruto de su tiempo y del paradigma científico imperante. Todos lo somos, por eso y pensando en un futuro, me inclino a pensar que es mejor juzgar a los demás de manera indulgente para que la posteridad así lo haga con nosotros. Sin duda lo necesitaremos.

3.- Dimorfismo sexual en el cerebro humano

No puedo eludir el tratar aquí acerca del denominado dimorfismo sexual cerebral, el cual constituye todo un tópico en la neurociencia actual.

Esta arma clásica de la misoginia y homofobia social tiene muy pocas bases reales desde el punto de vista anatómico como para pasar a darle carta de

naturaleza científica. Los cerebros, con indiferencia de si son masculinos o femeninos, no presentan ninguna diferencia significativa desde el punto de vista macroscópico o estructural y en este momento es cuando nos permitiríamos recordar que las interpretaciones deducidas en siglos anteriores, basadas en el distinto peso de los cerebros masculinos con respecto de los femeninos, no resisten la lógica prueba de considerar el porcentaje de ese peso con respecto al del resto de las estructuras corporales.

Para sorpresa de tanto mantenedor de la supremacía del varón de los siglos XIX y primera mitad del XX, quedarían perplejos de la similitud proporcional e, incluso de que si había diferencias “cuasi” significativas, eran a favor de las mujeres... ¿Puede esa ser la explicación de privar a las mujeres de estudios, voto etc?... ¿Tanto miedo causaba su posible superioridad intelectual como para tratar de imponer la fuerza?

Pero como ya hemos introducido antes, ni agua pasada mueve molino ni paradigma científico antiguo, produce explicaciones válidas actualmente...

¿Qué puede haber de comprobado en los estudios actuales de dimorfismo, fundamentalmente filogénicos y bioquímicos? Pues pasemos a analizarlos.

Las determinaciones del tamaño de grupos de neuronas motrices en la médula de las ratas y de otros mamíferos que se suelen presentar como pruebas de dimorfismo sexual, parece una mera circunstancia debida a las estructuras anatómicas ligadas al sexo y la diferencia obligada de los músculos que las sirven. Su significado pues, en lo que se refiera a la conducta del animal, es nula. Lo mismo sucede con cualquier diferencia estructural que analicemos. En consecuencia, debemos buscar otros argumentos que puedan ser más significativos para tratar de justificar el dimorfismo conductual sexual.

El único dato que puede justificar diferencias conductuales se basa en la acción ambiental dentro del metabolismo cerebral de las hormonas sexuales específicas ligadas a cada sexo, pero este dato debe ser usado con cautela a la hora de justificaciones no ajustadas al método científico. Al socaire de esta evidente diferencia que puede interferir en el funcionamiento metabólico cerebral y pudiera matizar un patrón diferencial en las conductas, se ha tratado de focalizar la atención en las hipotéticas disimilitudes de algunos núcleos hipotalámicos, fundamentalmente del área preóptica. Estas diferencias morfológicas no han sido concluyentes hasta el momento, y menos en su intento de buscar una base física para la homosexualidad, como se ha pretendido en algunos estudios.

Tampoco parece cierta la teoría del cerebro “neutro” al nacer y, el desgraciado caso de David Reimer finalizado en suicidio, así parece probarlo. Este paciente nació como un bebe masculino sano, pero en el curso de una circuncisión ritual rutinaria el electrocauterio quemó todo su pene. Derivado al hospital John Hopkins donde entonces se mantenía la teoría de la “neutralidad”

del cerebro en el nacimiento, se recomendó el cambio de sexo del bebé y toda la cohorte de tratamiento hormonal y educación femenina desde el principio. El médico responsable de la medida, publicó “cantos de victoria” hacia su teoría, incluso en la revista Times, por haber conseguido una niña normal y feliz. Desgraciadamente, el seguimiento del paciente demostró lo contrario. Desde la infancia, demostró sus tendencias masculinas en su comportamiento y, en la pubertad, pese al tratamiento hormonal femenino, demostró su atracción por las chicas a pesar de que ignoraba los hechos de su nacimiento y su transexualidad. Cuando su padre le informó de ello, pidió de nuevo el cambio de sexo. Toda su vida restante estuvo marcada por lo sucedido y terminó suicidándose, a los 38 años de edad, en el año 2004... En consecuencia, la experiencia parece demostrar que tenía un cerebro masculino desde el principio y que la determinación genética primó sobre la operación de cambio de sexo, el tratamiento hormonal y la educación femenina.

Llegados aquí, parece más prometedor estudiar la acción hormonal sobre neuronas provistas de receptores determinados por causa genética, que pudiesen tener respuestas diferentes ante las variaciones del tipo de hormona en presencia y su temporalidad cíclica.

Parece evidente la correlación de la tasa de testosterona y la apetencia sexual en el varón. Se han determinado elevaciones de tasa de testosterona significativas antes de practicar el sexo e incluso en el curso de fantasías sexuales. Lo contrario también se ha comprobado, la correlación de bajas tasas de testosterona con la baja o nula apetencia sexual. Existen estudios sobre la toma de iniciativa sexual por parte de la mujer en el pico de estradiol del ciclo menstrual. Hasta aquí, nada claramente diferenciativo desde el punto de vista conductual, lo que se observa son meras diferencias con respecto de una función específica en cada sexo, pero con la misma finalidad.

Puede ser más interesante el efecto, demostrado por Gould y colaboradores (1990), de los estrógenos sobre el crecimiento de las dendritas y de sus espinas en las neuronas del hipocampo de las ratas durante los 5 días de ciclo del estro. He aquí una correlación innegable de plasticidad neuronal hormonodependiente en plena sede del motor de la memoria. Por esta razón, se ha insistido mucho en la investigación de estas correlaciones con la hipotética génesis de un ciclo particular, en que se potenciasen las diferentes “necesidades” de la rata en cada fase del estro.

Esto podría parecerse más a un comportamiento dimórfico, de hecho las investigaciones derivadas han creado una línea de estudio sobre los efectos beneficiosos de la administración de estradiol para la protección de las neuronas y a que, el papel neuroprotector del estradiol, se esté experimentando en enfermedades neurodegenerativas. Sin embargo, su uso terapéutico es todavía algo sujeto a controversia.

Es difícil establecer en el ser humano una diferencia significativa que justifique una influencia conductual global. Todo apunta a que las diferencias son puntuales y exclusivamente funcionales. Datos de aquí y de allá parecen explicar alguna diferencia de comportamiento masculino/femenino, por ejemplo, la más rápida maduración intelectual de las niñas con respecto a los niños. Ello hace que, las primeras, superen ampliamente en resultados académicos a los segundos en el periodo próximo a la pubertad y durante la adolescencia pero, posteriormente, se va igualando en la madurez hasta dejar de ser perceptible.

Esta evidencia podría explicarse por dos causas: la pubertad y madurez sexual femenina es anterior a la masculina, lo cual marca la gran diferencia de capacidades mentales, incluso de raciocinio, de las chicas sobre los chicos en igualdad de condiciones educativas cuando se encuentran en la adolescencia. Si Gould tiene razón, el estradiol sería responsable de un efecto “*doping*” intelectual sobre las neuronas hipocámpicas y, tal vez, de otras neuronas de lo que forma parte del circuito básico de nuestra inteligencia y raciocinio que permitirían que ese adelanto de la madurez y de la capacidad intelectual, den ventaja a la mujer respecto del hombre, en esas edades.

Pero, ¿Y los hombres? ¿Cómo se las arreglan sin el estradiol?

Es que eso no es así, los hombres también tienen derecho a su “dosis” de estradiol... Pero les llega más tarde, justo con la plenitud de la testosterona que se transforma en estradiol dentro del citoplasma neuronal mediante un solo paso químico catalizado por la enzima aromatasa.

Esto es, el varón “sale más tarde” pero acaba recortando la distancia... Bioquímicamente, la confluencia de caminos que se produce en ambos sexos respecto del efecto del estradiol se completa mediante la generación, corriente abajo de su degradación metabólica, en prostaglandinas mediada por una enzima ciclooxigenasa (COX). Estas prostaglandinas son derivados del ácido araquidónico, ácido graso presente en el cerebro y que es común para ambos sexos.

En resumen, hay diferencias dimórficas sexuales pero de carácter puntual y que no justifican ninguna diferencia intelectual ni conductual determinante. Influye infinitamente más en el desarrollo y función intelectual del cerebro humano el ambiente de desarrollo desde la infancia y las circunstancias individuales de cada persona que su sexo.

VI.- LA CAPACIDAD DE PREDICCIÓN

He dejado para un último análisis funcional algo tan comprometido como tratar de explicar cómo se produce la función cerebral de la predicción, esa capacidad de proyectar nuestras acciones futuras como una cadencia

consecutiva, a corto, medio y largo plazo, que nos conduce a la creatividad, la invención y a la previsión de futuro, de una manera automodificable según los hechos van sucediendo y, por tanto, adaptable a las nuevas situaciones reales aunque no sean siempre coincidentes con lo predicho.

Con lo que ya hemos analizado previamente, tenemos claro que esa función reside en el córtex prefrontal de ambos hemisferios cerebrales. Sería difícil y seguramente inexacto atribuir a esta u otra área de Brodmann del lóbulo frontal tan alta responsabilidad, pero no es tan difícil colegir que aunque la labor integradora y la orden ejecutiva provengan, indudablemente de esta zona cortical, esta parte del cerebro no trabaja sola.

Hemos analizado cómo el córtex prefrontal requiere y solicita a la memoria alimentando sus cálculos con datos, en tiempo real, presentes y pasados. Sobre ellos y según las líneas anteriores de conductas relacionables con la situación actual, añadidos los estímulos sensoriales, emocionales etc. del momento, esa predicción se realiza y se convierte en planificación efectora en todas sus vertientes de coordinación y ejecución global.

¿Qué tiene nuestro cerebro a su disposición para realizar este proceso?

Sólo sus propios datos adquiridos a lo largo de su existencia. Pero no sólo los reconocibles y propios de la memoria declarativa, también aquellos que han sido objeto de olvido o borrado por falta de consolidación, los cuales emergen tan deformados que son irreconocibles en su esencia pero válidos para realizar la proyección de elementos irreales y fantásticos que, debidamente analizados, son mezclas de distintas experiencias anteriores. La liberación cortical en las ensoñaciones del sueño REM nos da una idea de qué mezclas fantásticas e ilógicas es capaz de hacer nuestro córtex prefrontal. En ellas aparecen imágenes que creemos desconocidas... Solo aparentemente desconocidas, porque o son mezclas al azar de diferentes experiencias, o son memorias antiguas borradas, reducidas a unas pocas conexiones casi nunca evocadas que solo en situaciones muy especiales se reactivan inevitablemente deformadas e irreconocibles. Desde Freud, los psiquiatras han buscado en ese acervo de memoria fuera de nuestro control, al subconsciente.

La meditación sobre la solución de problemas, la búsqueda de una idea creativa, mueve desde el córtex prefrontal a todos los mecanismos que hemos descrito como base de la actividad cerebral. Cuanto más intensa y necesaria sea la búsqueda más datos residuales, de aquí y allá, serán servidos al análisis del polo frontal. Algunos, recuperados casi íntegros, como si de un viejo y empolvado manuscrito se tratase, otros, reducidos a restos irreconocibles pero ensamblables con más datos para formar una novedad utilizable en el análisis global que nos conduce a una predicción o a una creación.

¿Podemos probar, fehacientemente, lo dicho hasta aquí? Pues no del todo.

Mucho de lo dicho sí, pero quedan muchas lagunas de conocimiento por resolver. Conocemos la mayoría de los eslabones de la cadena de trabajo con bastante fidelidad y exactitud, sabemos qué funciones no se producen cuando existe daño o destrucción de estos eslabones, pero hay muchos detalles que se nos escapan todavía.

En consecuencia, todo lo anteriormente expuesto debe de contener todavía mucha labor cerebral de predicción... *Quod erat demonstrandum...*

VII.- CONCLUSIONES

Llegando aquí tenemos que concluir que toda nuestra especie, la Humana, está provista de un órgano, el cerebro, que ha sido el arma fundamental mediante la que ha generado una sociedad en la que la consciencia individual se ha convertido en colectiva y se ha transmitido a la especie, incrementada exponencialmente, a lo largo de los tiempos hasta el momento actual.

Nada de lo que nos rodea nos iguala, ni en bondad, ni en maldad, ni en capacidad de libre albedrío.

Mediante el cerebro, hemos dominado el Planeta y hemos comenzado la exploración del Universo.

Con el cerebro, tratamos de reformar las relaciones de la sociedad humana y mejorar las condiciones colectivas, pero también, con ese cerebro competimos y tratamos de imponernos a nuestros semejantes, no siempre de manera justa y benéfica...

Gracias a nuestro cerebro sentimos, gozamos, sufrimos, somos como dioses y podemos decidir entre lo que creemos que es el bien y el mal... Y hacerlo, aunque tengamos que asumir *a posteriori* nuestra conducta y nuestras posibles equivocaciones.

Cierto que, poco a poco, vamos conociendo mejor a ese cerebro en su estructura y funcionamiento pero, ¿Por qué tenemos este órgano tan poderoso? ¿Por qué nosotros? ¿Por qué en este recóndito Planeta, perdido en el Universo?

¿Qué o quién, nos ha regalado este don?

Pienso que esta es una cuestión que cada cual ha de responder por sí mismo y en la soledad de su mente. Revestido de la máxima humildad procedente de la contemplación de la gran cantidad de azar que nos rodea y que es la única explicación que podemos utilizar en nuestra incapacidad de probar, científicamente, nada al respecto.

Por eso, yo renuncio a precisar, científicamente, qué o quién nos ha regalado este don.

Pero eso no me impide agradecer el regalo recibido de él, tanto por mí como por mi especie y lo hago desde lo más profundo de mi capacidad cerebral y usando, en consecuencia, mi intuición y predicción.

VIII.- AGRADECIMIENTOS

En estos actos académicos siempre suelen hacerse al principio, pero no necesariamente en todos ellos. Como en las películas de cine, antiguamente, todos los títulos de crédito y agradecimientos solían preceder al *film*. Con el tiempo, las productoras decidieron que el título y los principales protagonistas precedían el comienzo de la historia mientras el resto de créditos y agradecimientos debían de figurar tras el “*The End*” quizás, para ahorrar al espectador la necesidad de verlos si no lo deseaba.

Por ese mismo motivo he procedido así en este discurso y, por ser personales, he dejado al final mis reconocimientos a quienes han modelado, moderado y, en ocasiones, modulado mi personalidad, por considerarlos corresponsables de que hoy esté aquí exponiendo mis pensamientos.

Siguiendo un orden cronológico y causal, empezaré, por mis padres Luis y Ángeles, q.e.p.d. y hermanos, Luis y Avelina, en ellos incluiré a toda la familia, en *lato sensu*, en cuyo seno me crié y cuya “impronta”, en el sentido que le dio Konrad Lorenz, me “configuró”. Mención especial, al culpable de mi vocación a la medicina, mi padrino y tío carnal, el Dr. Arturo Gil Buenacasa. q.e.p.d.

Igualmente, agradezco a todas las amigas que, desde mi pubertad y adolescencia, me enseñaron a comprender y a adquirir muchas de las opiniones que hoy he vertido aquí, sobre la similitud intelectual de ambos sexos.

En especial, debo un inconmensurable agradecimiento a mi esposa, la profesora Carmen Pérez Castejón, Catedrático de Histología Humana con la que he compartido, desde los tiempos en que estudiábamos la carrera de medicina, todos los avatares que la vida nos ha ofrecido hasta el momento actual.

Ella ha estado siempre allí, como mujer, compañera, socia y “alter ego”. En lo bueno y en lo malo, en lo mejor y en lo peor, en la salud y en la enfermedad, en los triunfos y en los fracasos... Sin ella, estoy seguro de que yo no hubiese sido quien soy, ni hubiese pensado como pienso. Por tanto, no hubiese sido yo, sino otro... Y pienso que no mejor. Esta consideración también alcanza a su familia, en el seno de la cual también viví parte de mi desarrollo personal.

Un agradecimiento, también, muy especial, tengo para mi hija Natalia. Ha sido mi mejor experiencia y, de ella, he aprendido muchísimo. Entre otras cosas el que criar y educar a una niña con la mente abierta al desarrollo de los roles de los niños no afecta en absoluto a la femineidad. Al contrario, lo

que produce es un efecto de integración, enriquecedor, que permite a una mujer afrontar la sociedad actual con la seguridad y la confianza de ser un ser humano en plenitud, no un ente sexual. Además, debo de agradecerle a ella y a todo lo que le rodea, por su especial devoción y cariño que, pienso, excede mis merecimientos.

Agradezco aquí también a la profesora Dilys M. Parry, maestra y amiga que me llevó de la mano por lo más novedoso de entonces, en las técnicas de investigación. A todos mis amigos, mis compañeros, mis maestros de cualquier nivel y a todos los que, directa o indirectamente, han influido en la forja de mi personalidad. Sobre todo, por el hecho de haber estado allí, en forma personal o documental, para que yo pudiese disponer de sus experiencias. No puedo imaginarme a mí mismo sin su existencia.

Especialmente agradezco a mi buen amigo y compañero, el Illmo. Sr. Académico y Profesor Dr. D. Vicente Calatayud Maldonado, por haber aceptado asumir darme la preceptiva réplica institucional en momentos personalmente tan difíciles para él.

Finalmente, agradezco la paciencia e indulgencia que me ha demostrado, sobradamente, este docto auditorio.

He dicho.

IX.- BIBLIOGRAFÍA BÁSICA Y FUENTES

1. BEAR M.F., CONNORS B. & PARADISO M. NEUROSCIENCE, EXPLORING THE BRAIN. LIPPINCOTT, WILLIAMS & WILKINS. PHILADELPHIA. U.S.A. 2007

2. BLISS T.V.P. & LÖMO T. LONG-LASTING POTENTIATION OF SYNAPTIC TRANSMISSION IN THE DENTATE AREA OF THE ANAESTHETIZED RABBIT FOLLOWING STIMULATION OF THE PERFORANT PATH. J. PHYSIOLOGY **232** 331-356. 1973

3. BLISS T.V.P. & COLLINGRIDGE G.L. A SYNAPTIC MODEL OF MEMORY LONG-TERM POTENTIATION IN THE HIPPOCAMPUS. NATURE **361** 31-39. 1993

4. BROCA P. SUR LE SIÈGE DE LA FACULTÉ DU LANGAGE ARTICULÉ. BULL. SOC. ANTHROPOLOGY **6** 377-396, 1865

5. BRODMANN K. VERGLEICHENDE LOKALISATIONLEHRE DER GROSSHIRNRINDE IN IHREN PRINZIPIEN DARGESTELLT AUF GRUND DES ZELLENBAUES. J.A.BARTH, LEIPZIG 1909

6. CAMPBELL A. HISTOLOGICAL STUDIES ON THE LOCALIZATION OF CEREBRAL FUNCTION. CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, CAMBRIDGE U.K. 1905

7. CARLSON N.R. FUNDAMENTOS DE PSICOLOGÍA FISIOLÓGICA. PRENTICE-HALL HISPANOAMERICANA. NAULCAPAN DE JUAREZ MÉJICO 1996

8. CLIMENT S., APORTACIONES AL ESTUDIO DE LAS VÍAS MOTORAS SUPERIORES EN LAS AVES, CON ESPECIAL REFERENCIA AL GALLUS DOMESTICUS. TESIS DOCTORAL.. UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA. 1969.

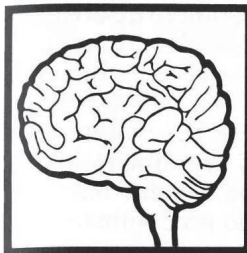
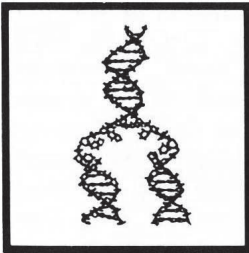
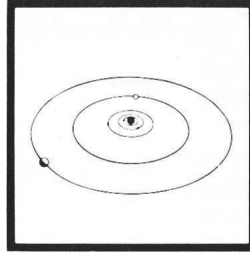
9. **CROSBY E.C.** RELATIONS OF BRAIN CENTRES TO NORMAL AND ABNORMAL EYE MOVEMENTS IN THE HORIZONTAL PLANE. *J.COMP.NEUROL.* **99** 437-480. 1953
10. **CROSBY E.C., HUMPREY T. & LAUER E.W.** CORRELATIVE ANATOMY OF THE NERVOUS SYSTEM. MACMILLAN CO. NEW YORK 1962
11. **DAMASIO H. GRABOSWKY T. GALABURDA F.R. & DAMASIO A.R.** THE RETURN OF PHINEAS GAGE: clues about the brain from the skull of a famous patient. *Science* **264** 1102-1105. 1994
12. **DARWIN CH.** EL ORIGEN DE LAS ESPECIES. ED. BRUGUERA. BARCELONA 1982
13. **DARWIN CH.** EL ORIGEN DEL HOMBRE. EDAF. MADRID 1982
14. **DESCARTES R.** TRAITÉ DE L'HOMME ANGOT. PARIS 1664
15. **DIEPGEN P.** HISTORIA DE LA MEDICINA ED. LABOR S.A. BARCELONA 1932
16. **FÖESTER O.** MOTOR CORTEX IN MAN IN THE LIGHT OF HUGHLINGS JACKSON'S DOCTRINES *BRAIN* **59** 135-159. 1936
17. **FUSTER J.M.** MEMORY IN THE CEREBRAL CORTEX MIT PRESS CAMBRIDGE MASSACHUSETTS 1995
18. **FULTON J.F.** FUNCTIONAL LOCALIZATION IN THE FRONTAL LOBES AND CEREBELLUM. CLARENDON PRESS OXFORD 1949
19. **FULTON J.F.** FUNCTIONAL LOCALIZATION IN RELATION TO FRONTAL LOBOTOMY. OXFORD UNIVERSITARY PRESS. NEW YORK 1949
20. **FULTON J.F.** FRONTAL LOBOTOMY AND AFFECTIVE BEHAVIOUR. A NEUROPHYSIOLOGICAL ANALYSIS. NORTON. NEW YORK 1951
21. **GOULD S.J.** THE MISMEASUREMENT OF MAN. NORTON. NEW YORK. 1981
22. **HAINES D.E.** FUNDAMENTAL NEUROSCIENCE FOR BASIC AND CLINICAL APPLICATIONS. SAUNDERS ELSEVIER INC. 2013
23. **HARLOW J.M.** PASSAGE OF AN IRON ROD THROUGH THE HEAD. *BOSTON MEDICAL AND SURGICAL JOURNAL* **39** 389-393, 1848
24. **HARLOW J.M.** RECOVERY FROM THE PASSAGE OF AN IRON BAR. THROUGH THE HEAD. *PUB. MASSACHUSETTS MEDICAL SOCIETY* **2** 329-347, 1868
25. **HAWKING S.W.** A BRIEF HISTORY OF TIME, FROM THE BIG BANG TO BLACK HOLES. BATAM BOOKS. NEW YORK, 1988
26. **HEBB D.O** THE ORGANIZATION OF BEHAVIOUR; A NEUROPSYCHOLOGICAL THEORY. WILEY. NEW YORK. 1949
27. **HEBB D.O. & PENFIELD W.** HUMAN BEHAVIOUR AFTER EXTENSIVE BILATERAL REMOVALS FROM THE FRONTAL LOBES. *ARCH. NEUROL. AND PSYCHIATRY* **44** 421-438 1940
28. **HOYLE F.** HIGHLIGHTS IN ASTRONOMY. W.H.FREEMAN & Co. PASADENA 1975
29. **HUXLEY J.S.** EVOLUCIÓN, THE NEW SYNTHESIS LONDON 1942
30. **ITO M.** EXPERIMENTAL VERIFICATION OF MARR-ALBUS PLASTICITY ASSUMPTION FOR THE CEREBELLUM. *ACTA BIOLOGY* **33** 189-199. 1982
31. **JACOBSEN C.F., WOLF J.B. & JACKSON T.A.** AN EXPERIMENTAL ANALYSIS OF THE FUNCTIONS OF THE FRONTAL ASSOCIATION AREAS IN PRIMATES. *J. NERVOUS DISEASE.* **82** 1-14. 1935
32. **JHAN I., LOTHER R. SENGLAUB K. & HESSE W.** GESCHICHTE DER BIOLOGIE. VEB GUSTAV FISCHER. JENA 1985

- 33. KANDEL E.R., SCHWARTZ J.H. & JESSELL T.M.** NEUROCIENCIA Y CONDUCTA. PRENTICE HALL. MADRID 1997
- 34. KEMPERMANN G.** THE NEUROGENIC RESERVE REHYPOTHESIS: what is adult hippocampal neurogenesis good for? Trends neurosci. **89** 1169-1176. 2008
- 35. KOLB B. & WHISHAW I.Q.** FUNDAMENTOS DE NEUROPSICOLOGÍA HUMANA ED. LABOR S.A. BARCELONA 1986
- 36. KLÜVER H. & BUCY P.C.** PRELIMINARY ANALYSIS OF FUNCTIONS OF THE TEMPORAL LOBES IN MONKEYS. ARCH. NEUROL. PSYCHIATRY **42** 979-1000, 1939
- 37. LASHLEY K.S.** FUNCTIONAL DETERMINANTS OF CEREBRAL LOCALIZATION. F.A. BEACH, D.O. HEBB, C.T. MORGAN EDS. THE NEUROPSYCHOLOGY OF LASHEY. MCGRAW-HILL NEW YORK 1960
- 38. LORENTE DE NÓ R.** STUDIES ON THE STRUCTURE OF THE CEREBRAL CORTEX. I. THE AREA ENTORHINALIS. J.PSYCHOL. NEUROL. **45** 381-438 1933
- 39. LORENTE DE NÓ R.** STUDIES ON THE STRUCTURE OF THE CEREBRAL CORTEX. II. CONTINUATION OF THE STUDY OF THE AMMONIC SYSTEM. J.PSYCHOL. NEUROL. **46** 113-177 1934
- 40. LORENTE DE NÓ R.** THE STRUCTURE OF THE CEREBRAL CORTEX. IN J.FULTON (EDITOR) PHYSIOLOGY OF THE NERVOUS SYSTEM. PAGES. 288-330. OXFORD UNIVERSITY PRESS. NEW YORK 1949
- 41. LORENZ K.** EVOLUTION DES VERHALTENS. NOVA.ACTA LEOPOLDINA **42** 272-290, 1975
- 42. LURIA A. R.** THE MIND OF A MNEMONIST. BASIC BOOKS. NEW YORK 1968
- 43. LURIA A. R.** THE WORKING BRAIN. PENGUIN. NEW YORK 1973
- 44. LURIA A. R.** THE MAN WITH A SHATTERED WORLD. REGNERY. CHICAGO 1976
- 45. LURIA A. R. & HUTTON T.** A MODERN ASSESEMENT OF BASIC FORMS OF APHASIA. BRAIN & LANGUAGE **4** 129-151, 1977
- 46. MARR D.** A THEORY OF CEREBELLAR CORTEX. J. PHYSIOL. **202** 437-470. 1969
- 47. MONIZ E.** TENTATIVES OPÉRATOIRES DANS LE TRAITEMENT DE CERTAINS PSYCHOSES. MASSON ET CIE. PARIS 1936
- 48. PAPEZ J.W.** A PROPOSED MECHANISM OF EMOTION. ARCH. NEUROL. PSYCHIATRY **38** 725-744, 1937
- 49. PAVLOV I.P.** CONDITIONED REFLEXES: An investigation of the physiological activity of the cerebral cortex. Oxford University press. Londres 1927
- 50. PHELPS E.A.** HUMAN EMOTION AND MEMORY: interactions of the amygdala and hippocampal complex. Curr. Opin. Neurobiol **14** 198-202. 2004
- 51. PHELPS E.A.** THE HUMAN AMYGDALA AND THE CONTROL OF FEAR.. TAIT M.J. SADOUN S. BELL A. BASS A, (EDITORES) : Water movements in the brain: role of aquaporins, Trends. Neurosci. **31** 37-43. 2008
- 52. PENFIELD W. & EVANS J.** THE FRONTAL LOBE IN MAN: A Clinical study of maximum removals. Brain **58** 115-133, 1935
- 53. PENFIELD W. & MATHIESON G.** AN AUTOPSY AND A DISCUSSION OF THE ROLE OF THE HIPPOCAMPUS IN EXPERIENTIAL RECALL. ARCH. NEUROL. **31** 145-154, 1974
- 54. PENFIELD W. & MILNER B.** MEMORY DEFICIT PRODUCED BY BILATERAL LESIONS IN THE HIPPOCAMPAL ZONE. ARCH. NEUROL. PSYCHIATRY **79** 475-497, 1958
- 55. PEREZ CASTEJÓN M.C., VERA GIL A., BARRAL, M.J., PEREZ CASTEJÓN M.J. & LAHOZ M.** ZINC IN HYPOTHALAMUS AND HYPOPHYSIS OF THE RAT. HISTOL. HISTOPATHOL. **9**, 259-262 1.994

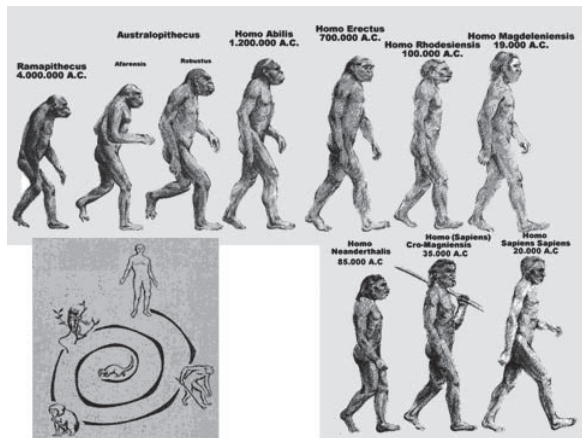
DISCURSO DE INGRESO

- 56. PRIBRAM K.H. & FULTON J.F.** AN EXPERIMENTAL CRITIQUE OF THE EFFECTS OF ANTERIOR CINGULATE ABLATION IN MONKEY. *BRAIN* **77** 34-44. 1954
- 57. PRIBRAM K.H. & LURIA A. R** Eds. *PSYCHOPHYSIOLOGY OF THE FRONTAL LOBES*. ACADEMIC. NEW YORK 1974
- 58. PRIBRAM K.H. & TUBBS W.E.** SHORT-TERMS MEMORY, PARSING AND THE PRIMATE FRONTAL CORTEX. *SCIENCE* **156** 1765-1767, 1967
- 59. PURVES D., AUGUSTINE G.J., FITZPATRICK D., KATZ L.C., LAMANTIA A.S. & MC. NAMARA J.O.** INVITACIÓN A LA NEUROCIENCIA. ED. PANAMERICANA. BUENOS AIRES 2001
- 60. RAMÓN Y CAJAL S.** TEXTURA DEL SISTEMA NERVIOSO DEL HOMBRE Y DE LOS VERTEBRADOS. IMPRENTA Y LIBRERÍA NICOLÁS MOYA. MADRID 1899
- 61. SAGÁN C.** COSMOS. ED. PLANETA. BARCELONA. 1980
- 62. SANCHEZ GUISANDE G.** HISTORIA DE LA MEDICINA. ED. ATLÁNTIDA. BUENOS AIRES 1945
- 63. SANDOVAL J.** EL CEREBRO: Un universo en nuestro cuerpo. Lección inaugural del Curso Académico 1993-1994. Universidad de León 1993
- 64. SCHOTT G.,** PAIN. IN CLARKE C. HOWARD R. ROSSOR M. SHORVON S. (EDITORS) *NEUROLOGY: A queen square textbook*, pags. 847-870. Wiley-Blackwell Londres 2009
- 65. SERRAT R.** EVOLUCIÓN DEL CEREBRO HUMANO. REAL ACADEMIA DE MEDICINA. BILBAO. 1979
- 66. SEVA A.** LA SALUD MENTAL DE LOS ARAGONESES Y SU ASISTENCIA. REAL ACADEMIA DE MEDICINA. ZARAGOZA 1990
- 67. TRUAX R.C., CARPENTER M.C. & MOSOVICH A.** NEUROANATOMÍA HUMANA. ED. EL ATENEO. BUENOS AIRES 1971
- 68. TURLOUGH-FITZGERALD M.J., GRUENER G. & MTUI E.** CLINICAL NEUROANATOMY AND NEUROSCIENCE. ELSEVIER LIMITED. BOSTON 2012
- 69. VERA GIL A., PEREZ CASTEJÓN M.C., BARRAL M.J., UND GARIN M.P.** ULTRASTRUKTURELLE LOKALISATION VON SCHWERMETALLEN, BESONDERERS VON ZN, IM HYPOCAMPUS (H3) UN IN DEN LANGERHANSschen INSELN. *VERH. ANAT. GES.* **75**, 637-639 1.981
- 70. VERA GIL A. & PEREZ CASTEJÓN M.C.** ⁶⁵Zn. IN STUDIES OF THE NEUROBIOLOGY OF ZINC. *HISTOL. HISTOPATHOL.* **9**, 413-420 1.994
- 71. VERA GIL A., PÉREZ CASTEJÓN C., LAHOZ M., AISA J., RECREO M.P., SERRANO P & PES N.** ⁶⁵Zn UPTAKE IN THE RAT CEREBELLUM AND BRAINSTEM. *HISTOL. HISTOPATHOL.* **18**: 467 – 473, 2003
- 72. VON ECÓNOMO C. & KOSKINAS G.N.** ATLAS OF CYTHOARCHITECTONICS OF THE ADULT HUMAN CEREBRAL CORTEX. FACSIMIL DEL ORIGINAL KARGER. BASILEA 2009
- 73. WHELAN P.J. PHELPS E.A.** THE HUMAN AMYGDALA. GUILFORD PRESS. NEW YORK 2009
- 74. WERNICKE C.** DER APHASISCHE SYMPTOMENKOMPLEX: Eine Psychologische studie auf anatomischer basis. Mouton La Haya facsimil 1977, original de 1874

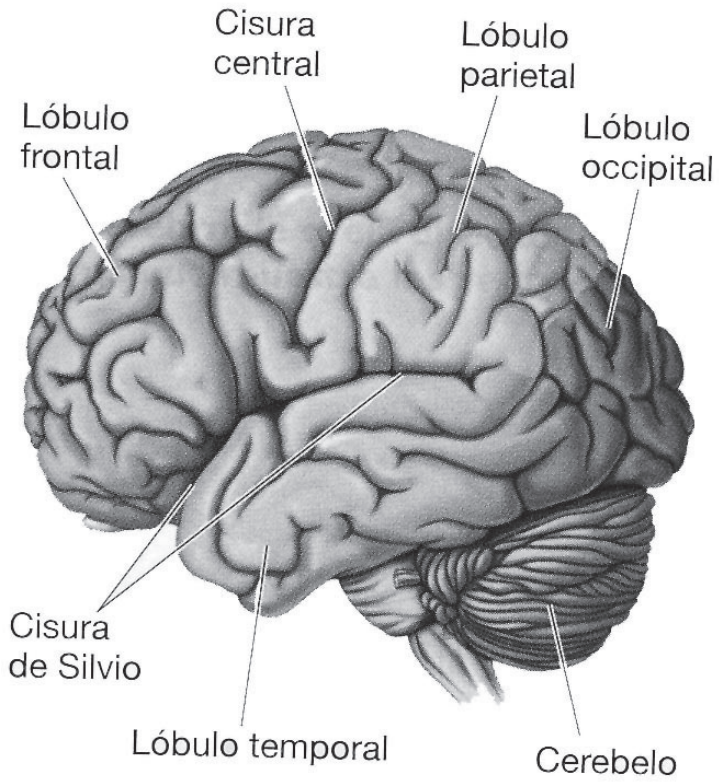
X.- ILUSTRACIONES



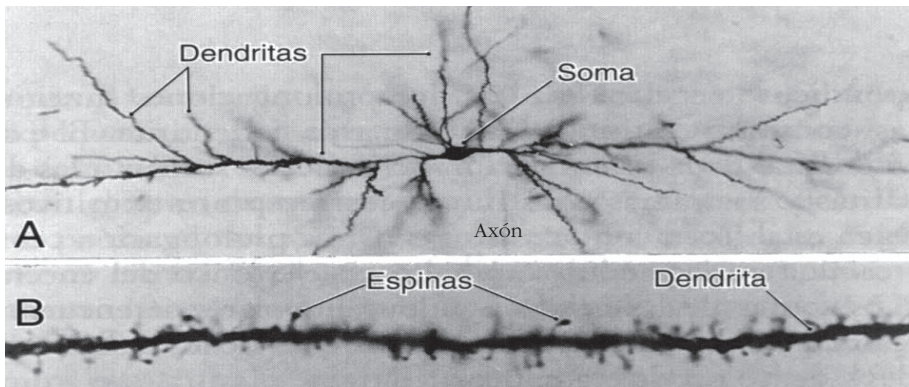
Desde el “Big Bang” a la formación de la tierra, el origen de la vida, la evolución del cerebro humano y la exploración del Universo.



Charles Darwin: el origen de las especies incluido el Hombre.

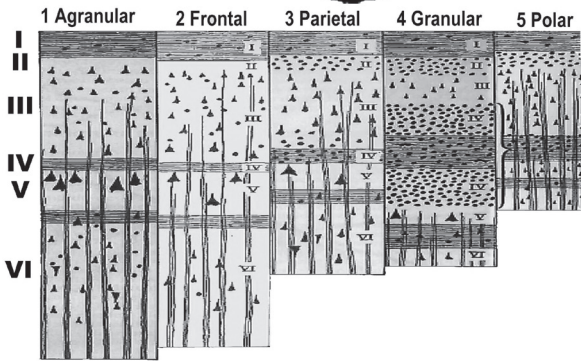
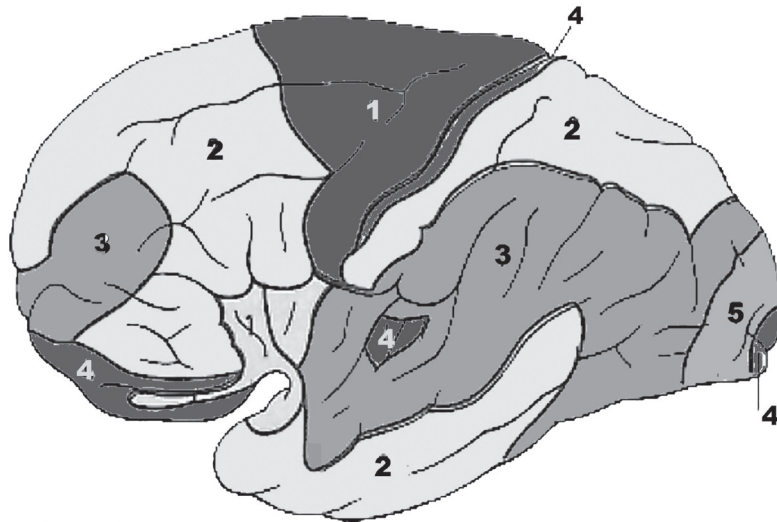


El Cerebro humano.

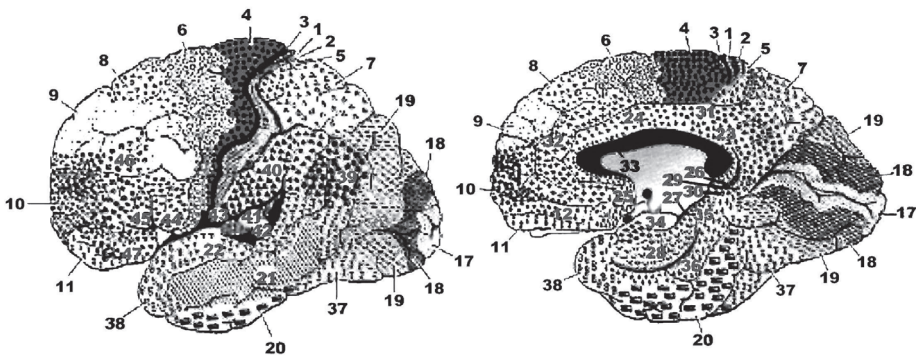


La unidad básica del Sistema Nervioso: La neurona.

DISCURSO DE INGRESO



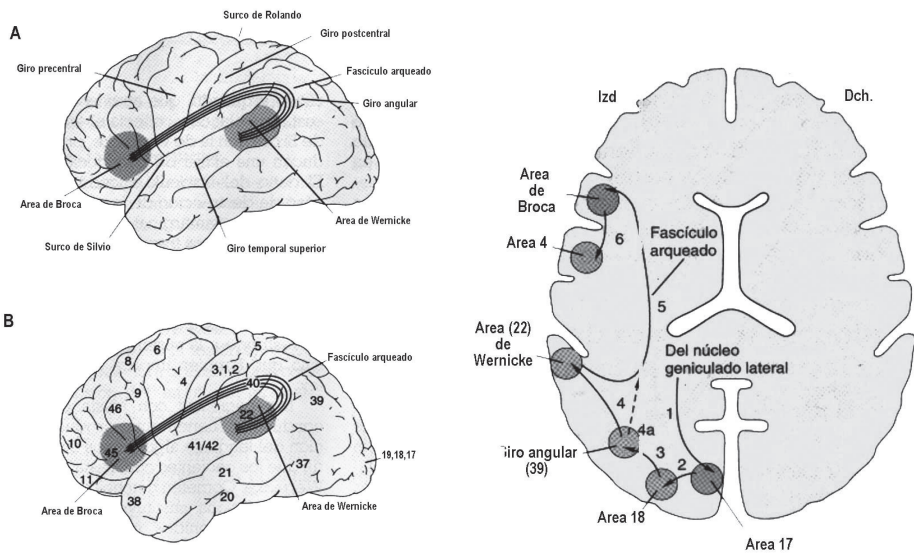
Clasificación de la corteza cerebral y su topografía, según Von Economo y Koskinas.



Mapa de la cronología de la maduración de las áreas corticales, según Brodmann.

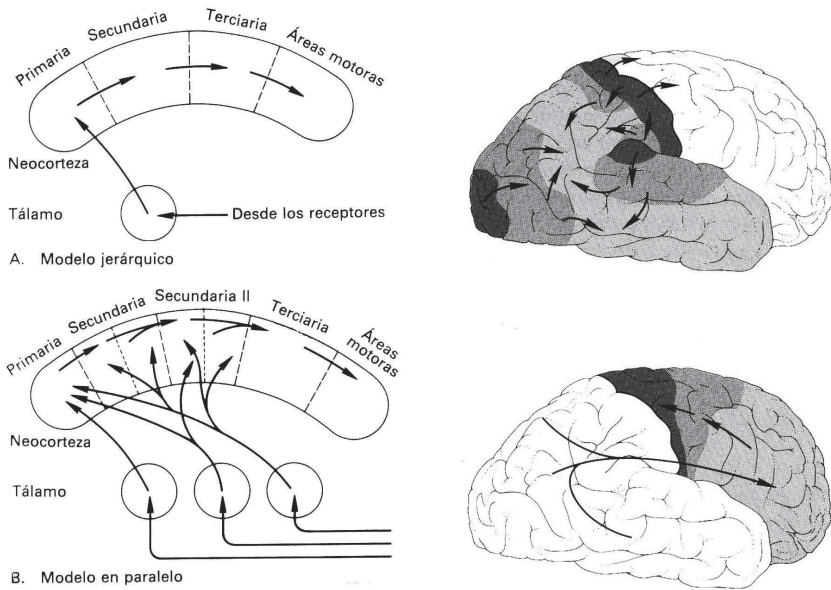


Broca y el cerebro que inspiró sus estudios sobre el área motora del lenguaje.

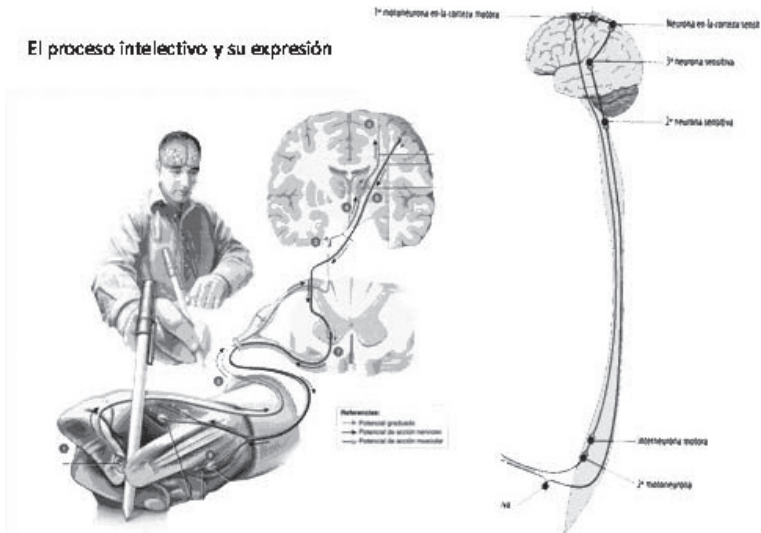


La coordinación entre el área sensorial de Wernicke y el área motora de Broca, intercomunicadas mediante el fascículo subcortical arqueado. Base de la interpretación conceptual y de la expresión del lenguaje, ejemplo de la capacidad de comunicación humana.

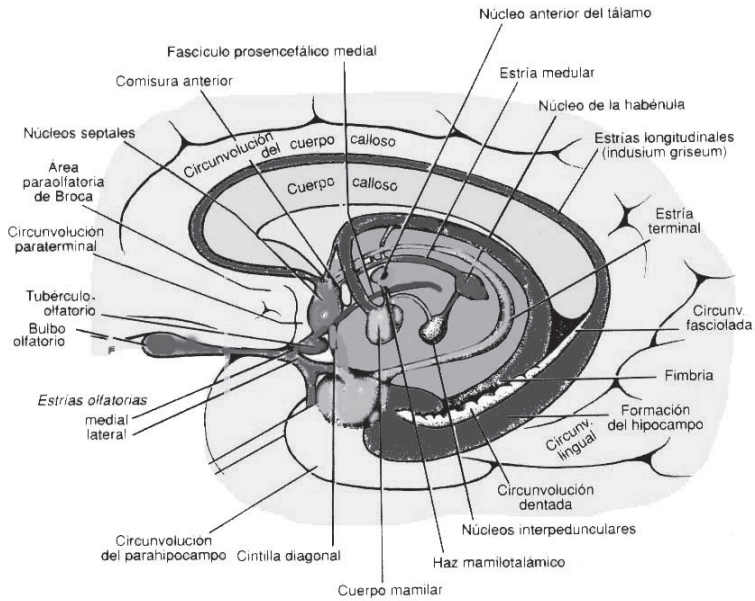
DISCURSO DE INGRESO



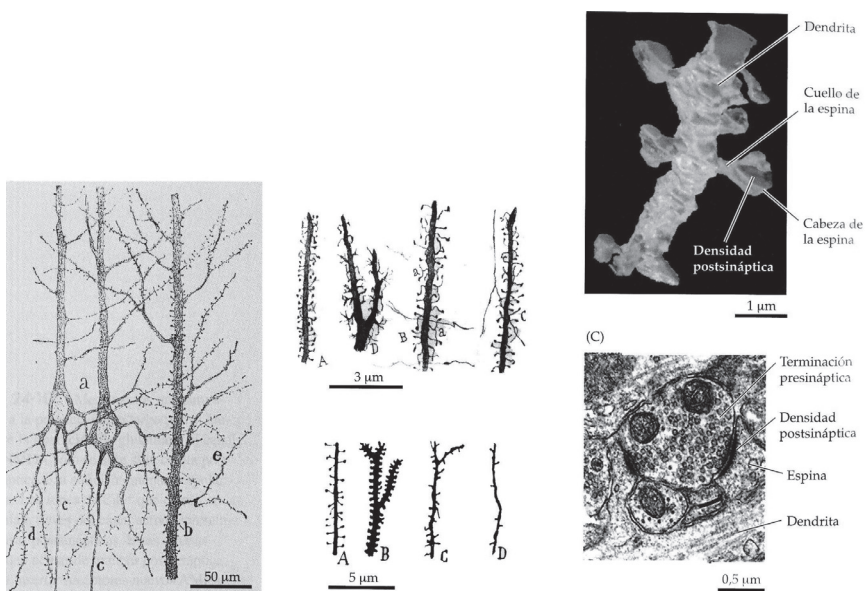
Izquierda: Forma de trabajo de la recepción de informes en la corteza cerebral Según Kolb y Whishaw.
 Derecha: Formación de la imagen y traslado al córtex frontal para adopción de la conducta y planificación de la respuesta.



Ejecución de la respuesta inteligente y su control continuo por retroalimentación al cerebro.

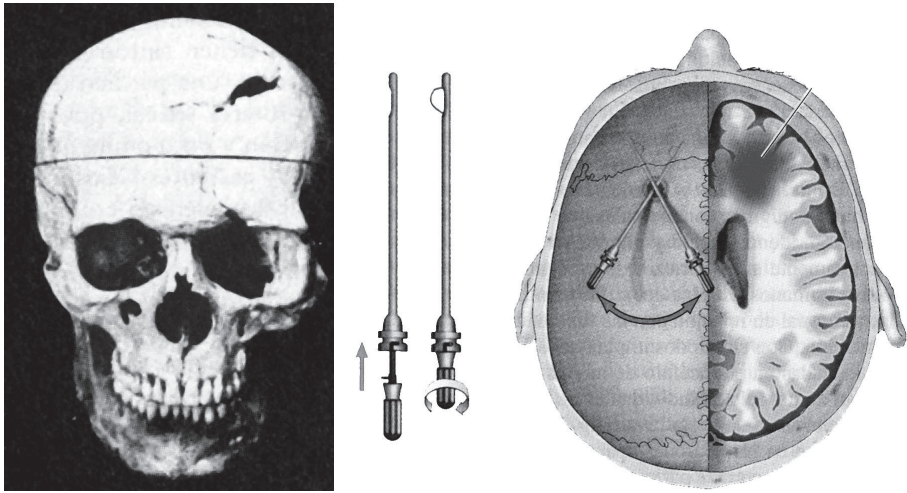


El llamado cerebro visceral o sistema límbico. Base del control vegetativo, de la emotividad y de los procesos de memoria y aprendizaje declarativos.

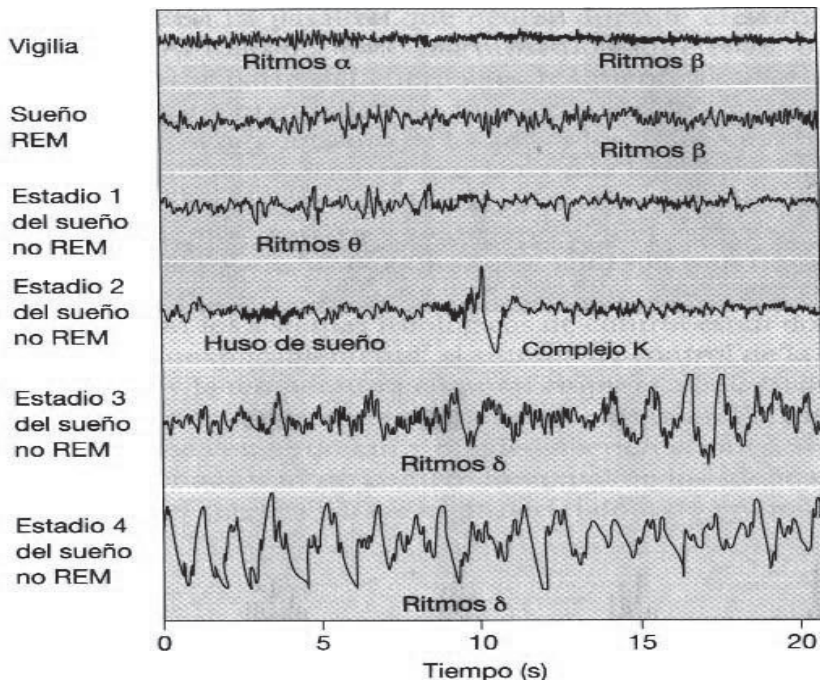


La modificación de las dendritas y sus espinas en las neuronas de CA1 son la base morfológica de la memoria y aprendizaje declarativos.

DISCURSO DE INGRESO



Izquierda: Cráneo de Phineas Gage, conservado en la universidad de Harvard
Derecha: Esquema de las lobectomías que se hacían hacia mitad del siglo XX.



Electroencefalogramas mostrando comparativamente la actividad cortical en vigilia, sueño REM y sueño no REM.

DISCURSO DE CONTESTACIÓN

DEL ACADÉMICO NUMERARIO

EXCMO. SR. D. VICENTE CALATAYUD MALDONADO

Excmo. Sr. Presidente de la Real Academia de Medicina de Zaragoza
Excmos. e Ilmos Sres. y Sras. Académicos,
Dignísimas autoridades,
Sras., Sres.,
Compañeros y amigos.

En primer lugar quiero agradecer la confianza y el alto honor que me otorga una vez más la Presidencia y la Junta directiva de esta Real Academia por designarme su representante para contestar en su nombre el discurso de ingreso del Prof. Vera Gil. En esta ocasión además con el nuevo Académico me unen especiales lazos de amistad y larga trayectoria en común bajo el estímulo y la dirección de nuestro maestro.

Arturo Vera nació, como tercer y último vástago, en la paternal casa de la zaragozana calle del Carmen, donde por aquel entonces los niños veían por primera vez la luz, rodeados de ternura y cariño, sin pasar por la exploración tecnológica a la que los neonatos son sometidos en la actualidad. Según cuentan las crónicas fue testigo de la “llegada del siglo XX” a Zaragoza. Espectador de la permuta de un aeropuerto por una base Americana, el cambio del seiscientos al 1500 entre los Cadillac y Packard de los huéspedes americanos, Aquella singular pero interesante estructura social despertó en el jovencísimo Arturo Vera inquietudes sociales y culturales que haría realidad años mas tarde.

El periodo escolar infantil, lo realizó de la mano de su padre y su presentación escolar de la mano de Sor Presentación en las MM Franciscanos de Montpellier. En Jesuitas, finaliza sus estudios de bachiller. Siempre exteriorizó su agradecimiento a sus maestros que, le enseñaron aquella sensación maravillosa de volar libre por el inmenso cielo... de la amistad y el respeto. Interpretando a Lorenz, terminó este periodo con el pensamiento claro para su futuro.

Realiza la Licenciatura en Medicina becado por el Banco Zaragozano tras un rendimiento escolar previo alto, junto a la ilusión de ser medico que le infundio su tío Arturo Gil Buenacasa y tras vivencias directas de la práctica medica rural.

Personalmente conozco al Prof. Vera desde el año 1967 cuando se incorporó como alumno interno pensionado tras brillantes, y desgraciadamente desaparecidas, oposiciones, al Departamento Anatómico que dirigía el Prof. Escolar, Maestro común y precoz mentor de gran parte de nuestros posteriores

y diferentes caminos en el ejercicio profesional, manteniendo la ilusión que nos inculcó aquel inigualable maestro; caminos que hoy como ayer, nos unen en este ilusionante marco académico donde se hacen realidad los sueños bajo la túnica de la experiencia.

En consecuencia puedo afirmar sin temor a equivocarme, que nuestro primer encuentro fue con un joven alumno que aceptaba el reto que se le ponía por delante, no solo, ser medico sino abordar la ciencia a través de la docencia de la Anatomía. Ya entonces apuntaba dos cualidades que le servirían de apoyo a lo largo de toda su vida: Pericia técnica y extraordinaria humanidad. Son múltiples las anécdotas que vivimos en comunidad, y que contrastarían estas cualidades. Seria largo recordar el tiempo pasado, pero quisiera hacer mención, a dos que pueden definir algunas características de su recia personalidad. Coincidían un joven neurocirujano lleno de provocativa acometividad que se reincorporaba a Neuroanatomía, de otra parte un jovial alumno, ilusionado, con tremendas ganas de conquistar el éxito científico.

Se nos encomendó un trabajo, al que en estos momentos ocupa esta tribuna, al Prof. Santiago Rodríguez, académico que fue de esta Real, y al Académico que hoy ocupara su sillón. El trabajo realizado por el entonces interno pensionado fue realizado con ilusión y diligencia, pero como suele suceder, en ocasiones, no de acuerdo con lo dictado por el maestro, que al revisarlo pregunta. “¿Quién ha hecho este desastre?”. Corto y tenso silencio, roto por el que en estos momentos habla que, señalando con el índice al recipiendario, afirme... ¡Herr Collegue...! Tirante silencio. El Prof. Escolar contestó con el ímpetu que le caracterizaba, “¡A Herr Collegue se le enseña!”.

Con satisfacción recuerdo aquellas tardes que, D. José ordenaba hacer tareas que no debían tener muchas posibilidades de éxito para discutir las posteriormente en las llamadas “Sabatinas”. Para demostrar que la idea del maestro no era tan buena, pero que no solo había que intentarlo si no hacerla. Se acuño aquella terrible pero demostrativa frase “Cuando te digan que metas el cerebro en la perola, tu mete el cerebro en la perola”.

No puedo ni quiero olvidarme, que el Prof. Arturo Vera en su etapa de alumno de medicina, utilizó su pericia en el arte de la disección, y utilizando el bisturí de cupido y su ilusión diseco con maestría y arte la fibra neuromiocardica de Carmen cayendo en la tentación del poeta tebano Pindaro cuando afirmo “cosas hermosas tengo que decirte y una recta confianza me incita a que ese corazón escuche mi lenguaje”. De esa afortunada inquietud pericardio-neuronal surgió un soma neuro-familiar, que ha sabido emitir y trasmitir a Natalia, como normas el amor a la vida, el respeto humano y el comportamiento ético.

Una de las características que yo quisiera destacar del nuevo académico es aquella que debe identificar al buen médico, la reflexión. Ser sensato significa

DISCURSO DE INGRESO

saber aplicar la norma técnica adecuada en cada caso singular y eso es lo que ha hecho el Prof. Vera a lo largo de su trayectoria académica científica y vital, consiguiendo una sólida formación científica, técnica y docente que le permite decidir lo más pertinente. Desde hace años he tenido la oportunidad de seguir la trayectoria del Prof. Vera y me ha llamado siempre la atención su incansable capacidad de trabajo, su buen humor y especialmente la sensación de ser un hombre feliz.

Terminada la licenciatura en 1971 y el Doctorado en Medicina y Cirugía en 1973 mantiene su ilusión docente y escala, siempre por oposición, los entonces difíciles tramos de la carrera docente:

- Profesor Ayudante de clases prácticas de Anatomía Humana 1969.
- Profesor Adjunto interino de Universidad de Anatomía Humana 1972.
- Profesor Adjunto de Universidad de Anatomía Humana 1974.
- Profesor Agregado de Universidad de Anatomía Humana 1975.
- Catedrático de Universidad de Anatomía Humana 1982.

Aristóteles decía que el fin del ser humano es la felicidad y el camino para conseguirla es la virtud, por ello el hombre feliz es siempre un hombre virtuoso.

Diversos pensadores como James F. Drane, Edmund Pellegrino y Thomasma han escrito sobre los valores prioritarios del buen profesional y todos coinciden con Josef Pieper en aceptar la reflexión como virtud rectora de la buena praxis, ya que el sensato contempla por una parte la realidad objetiva de las cosas y por otra el modo de hacerlas correctamente, al elegir la opción más apropiada. Destacan igualmente su magnanimidad o grandeza de ánimo recordando que en el obrar magnánimo enfatizan tres características de gran importancia: el entusiasmo, la tenacidad y la humanidad. Como confirmo en durante el ejercicio de sus responsabilidades en la Gestión Universitaria:

Director del Colegio Universitario de Huesca (1979-1982).

Desde 1985 a la actualidad, varias veces Director y Subdirector de Departamento Universitario, miembro de la Junta de Gobierno y del Consejo de Gobierno de la Universidad, representante en el Consejo Social de la Universidad y miembro del Claustro Universitario

- Rector en funciones de la Universidad de Zaragoza (1992).
- Decano de la Facultad de Medicina (2003-2010, dos mandatos).
- Director del Departamento de Anatomía e Histología Humanas desde 2010 y en la actualidad.

Idénticos criterios utilizó para la formación de su equipo de trabajo en Ciencias Morfológicas unido al entusiasmo de llevar a cabo las difíciles gestiones administrativas como decano y como rector. No solo se es magnánimo cuando se comienza, es sobre todo el que persevera, el que no abandona ante las dificultades el que convence de que su proyecto debe ser apoyado y gana día a día un prestigio como mejor aval de sus gestiones, realizando:

Estancias de formación en el extranjero:

- Royal Marsden Hospital de Londres (Beca postdoctoral de la Royal Society 1973).
- Department of Human Anatomy de Oxford (Beca postdoctoral de la Royal Society 1974).
- Department of Human Anatomy de Oxford (Estancia de 3 meses como Profesor Invitado en 1979).

Actividades relacionadas con la Investigación:

- Título de Usuario de radioisótopos –Usos Médicos– por la J.E.N. (1974).
- Jefe de sección del C.S.I.C. (1975).
- Director del Proyecto F.I.S.S. 84/728 (1984).
- Miembro del grupo de investigación “Athenea” (2003).
- 66 Artículos publicados en Revistas Científicas relevantes.
- 2 Libros.
- 6 Tesinas de Licenciatura dirigidas, todas ellas con la calificación de Sobresaliente.
- 14 Tésis de Doctorado dirigidas, todas ellas con la calificación de Sobresaliente *cum Laude* y, 3 de ellas, Premio extraordinario de Doctorado.
- Más de 250 comunicaciones y ponencias en congresos científicos, Nacionales e Internacionales.
- Múltiples veces Chairmen de Sesión en Congresos Internacionales.
- Secretario General del X Congreso de la Sociedad Anatómica Española.

El resultado de estas particularidades imprescindibles en el magnánimo, es lo que podríamos denominar generosidad, propia de la grandeza de ánimo. Una vez alcanzada la meta de la acción que se emprendió con entusiasmo y persistió con tenacidad. No apropiársela y transmitirla generosamente con su grupo, para que los mas jóvenes continúen la labor de escuela iniciada por el maestro.

Victoria Camps en su libro sobre “Virtudes públicas” incluye entre las virtudes propias de nuestro tiempo la de la profesionalidad que equivale a la excelencia, queriendo con ello expresar, la cualidad de una persona comprometida y moralmente responsable en el desempeño de su actividad diaria que une competencia técnica científica con la capacidad moral. No estamos de acuerdo con la declaración de Paul Valery en la Academia Francesa en su discurso sobre la virtud cuando decía “Virtud, señores, la palabra virtud a muerto o por lo menos está a punto de extinguirse. Falsa afirmación en el caso del Dr. Vera, ejemplo de profesionalidad que va mas allá del reduccionismo técnico, es un hombre feliz, en sentido aristotélico, resultado de esa resonancia interior especial de algunos hombres. Pertenece a las siguientes:

- Sociedades Científicas.
- Miembro numerario de la Sociedad Española de Anatomía.
- Miembro numerario de la Anatomischen Gesellschaft.
- Miembro numerario del English Club of Autoradiography.
- Académico correspondiente de la Real Academia de Medicina de Zaragoza, desde 2004.
- Vocal científico del II Congreso de Histología.
- Miembro del comité científico asesor de la Clinica Montpellier de Zaragoza.
- Miembro del Editorial Board de Histology and Histopathology.

Nos ha mostrado el Prof. Vera en su magnífico e interesantísimo discurso sobre El Don: La esencia del Cerebro Humano, un recorrido por la estructura morfológica, bioquímica y funcional de las diferentes aéreas cerebrales, su función y las posibilidades que tiene el ser humano valiéndose de ese Don. El Cerebro humano creado por un ser superior. Con estas armas (el cerebro y sus funciones) el hombre es lo que es y ha llegado a donde estamos. En su relato hace varias preguntas ¿Significado del Hombre?, ¿Por qué? ¿Quién o qué nos regaló este don? Y finaliza afirmando que no lo sabe, pero lo agradece por él y por su especie.

EL CEREBRO: NUESTRO UNIVERSO INTERIOR

El término Don puede referirse a regalo, presente merecido o inmerecido, al talento que posee una persona que destaca de las demás, a la habilidad para hacer una cosa, al rasgo característico de alguien, a la facilidad que tiene alguien para el trato o la relación con otras personas.

Entre la confusión de la pubertad y el declive de la vejez, el cuerpo humano alcanza su cúspide. En términos biológicos, la edad adulta representa el “producto acabado”. Es la primera vez que vivimos simplemente nuestra vida en vez de prepararnos para vivirla.

El cerebro humano es un milagro de la evolución, es el objeto más complicado del universo conocido, que pone un alto grado de diferencia entre nuestra especie y las demás que cohabitan el planeta, conocerlo es importante para comprender nuestro origen y las posibilidades que tenemos de seguir evolucionando, corrigiendo los errores hasta ahora cometidos como especie, hacernos conscientes de su maravilla nos puede permitir conducirnos hacia el conocimiento de nosotros mismos, no solamente como ser vivo dominante o como figura humana, sino además para dirigir a una mirada profunda a la energía que nos compone, y que nos permita hacer uso adecuado de ella y contemplar la milagrosa creación que compartimos con el resto de seres vivientes.

Marcel Mauss antropólogo social señalaba que un hecho humano fundamental era el Don en el sentido de la acción de regalar a otros bienes y servicios, que en mi opinión puede servirnos para entender también el don cerebral, entendiendo que la primera vez que se relacionó el hombre entre sí fue a través de regalos, y en mi opinión entre la naturaleza y el hombre a través del Don del cerebro.

El ensayo de Mauss trata la manera en que el intercambio de objetos entre los grupos articula y construye las relaciones entre ellos. Si lo aplicamos al cerebro y la naturaleza o el universo, podemos decir que entre ambos y a través del Don cerebral se articulan y construyen sus relaciones. La evolución en el funcionamiento del cerebro puede ser un magnífico ejemplo de esas relaciones. Donar o dar un don hace grande al donante y crea una obligación inherente en el receptor por la que tiene que devolver el regalo. La serie resultante de los intercambios que se dan entre los individuos (cerebro) y el universo, establece las formas de relación entre los seres humanos a través de su cerebro, construyendo avances científicos culturales, sociales, místicos, económicos, y ocasionalmente un “contradon” hostil incapaz de conseguir paz. El don establece fuertes relaciones de correspondencia, hospitalidad, protección y asistencia mutuas, como respuesta a ese regalo que nos hicieron, pero es incapaz de devolverlo con la paz universal.

¿Qué fuerza hay en el don que se nos regala, que hace que el destinatario la devuelva, no siempre de acuerdo con las razones por las que lo ha recibido?

¿SIGNIFICADO DEL HOMBRE?

Trataremos de acercarnos y complementar, en lo posible, a lo expuesto por el Prof. Vera Gil en su magnífico discurso, el fondo de este enigmático animal llamado hombre. Bípedo implume que definieron los clásicos y repetía Unamuno con frecuencia, que fabrica y utiliza instrumentos, habla, ríe, entierra a sus muertos y hoy se lanza al espacio para acusar sus rasgos de volátil desplumado. El viviente ensimismado, absorto y soñador de mundos fantásticos, regresa con renovada energía para hacer estos sueños realidad.

“Conócete a ti mismo”. Decía A. Pope. No pretendas que Dios lo haga. El estudio propio de la humanidad es el hombre”. Dilema servido. Efectivamente, surge un dilema, mejor dicho varios dilemas sin entrar a considerar los últimos avances: la clonación, la transgéncia, la donación de órganos, la ingeniería genética, la biodiversidad y tantas cosas fruto de ese Don recibido, con conocimientos todavía deficientes o incompletos, que se suplen con falsa divulgación el conocimiento real. Todo ello produciría un riesgo considerable, unido al persistente miedo al cambio encontrándonos ante un panorama realmente desfigurado. Un panorama en el que prevalecería la ficción sobre la ciencia, la ignorancia sobre el austero saber, la imposición de los poderosos sobre la discusión racional compartida.

Podemos utilizar múltiples las vías para el acceso a este enigmático interior de una estructura cubierta bajo una extensa y arrugada corteza cerebral: La propia experiencia de nuestro ser, convertida en lectura fenomenológica. El testimonio histórico de nuestros productos culturales. Las leyes científicas de nuestra conducta, y las variadas naturalezas desde las cuales es situable la problemática humana, como su relación con lo absoluto, con lo espiritual, con la razón o con los valores. Un modo fundamental de estudio viene determinado por la problemática del hombre cuando se encuentra con la naturaleza. Es decir con la realidad inerte y viviente que le circunda y en parte le constituye.

Las neurociencias avanzan a una velocidad extraordinaria, apareciendo nuevas ramas del mismo tronco tratando de interpretar y dar un sentido, una explicación neurológica, a diferentes ramas del saber. Hasta no hace mucho tiempo los pilares en que se apoyaba el estudio de los mecanismos cerebrales eran la neuroanatomía, neurofisiología y neurofarmacología, en los últimos decenios, han florecido como respuesta al impresionante poder de nuestro cerebro, de ese Don recibido como especie humana, ciencias que permiten meditar, algo más, sobre el Don que nos han regalado así como la respuesta que ese don debe dar a quien lo dono. Me estoy refiriendo concretamente a tres modernos aspectos de la neurociencia. Neurogenética, Neurofilosofía y Neuroteología.

A veces, sistemas muy distintos pueden tener comportamientos muy similares. Un grupo de neurocientíficos, como dice el Dr. Vera, afirma que el crecimiento

del cerebro humano y otras redes complejas, como las redes sociales que encontramos en Internet, las personas de las personas, y el comportamiento cosmológico del universo están gobernados por leyes muy similares. Esto no significa, que el Universo en su conjunto sea una especie de cerebro ni otras sugerencias pseudo científicas, sino que estas equivalencias entre el crecimiento del universo y de otras redes complejas sugieren que hay leyes similares que gobiernan la dinámica de estos sistemas.

Mediante una simulación computacional compleja un grupo de científicos han mostrado como la red causal que representa la estructura a gran escala del Universo del espacio-tiempo en un universo acelerado por la energía oscura es un aspecto que muestra similitudes muy notables con las redes sociales en Internet y con otras redes biológicas.

El cerebro humano parece ser réplica de todo lo conocido y desconocido del Universo. Los orígenes del ser humano no sabemos a ciencia cierta de donde provienen; aún hay muchas teorías al respecto que nos generan, cada vez mayores interrogantes. Lo que podemos advertir es que la “mente” abarca un poco más que el propio cuerpo y que la proporción “áurea” o divina la encontramos en toda la naturaleza, incluidos nosotros los seres humanos.

Se ha escrito que dentro de nuestras cabezas emergen imágenes que pueden encontrarse a millones de años luz de distancia retrotrayéndonos a un espacio tan antiguo como lejano y, al parecer, incomprensible. Sin duda algo tenemos de aquello, de esa naturaleza preciosa que parece ser el revés de nuestra existencia.

Así como que los diálogos eléctricos que sostienen las células del cerebro humano son iguales a las figuras que adoptan las galaxias al expandirse. Por eso la “dinámica de crecimiento natural” puede ser la misma para todas las redes existentes en nuestro entorno.

¿Podríamos considerar esta dinámica un patrón que permitiera en un futuro descifrar los agentes que interactúan dentro de todos los sistemas, sean individuales, sociales, naturales o artificiales? En el estudio que fue publicado por la revista Nature, señala que este descubrimiento lleva al hombre a uno de los principios más viejos del origen del todo: estaríamos percibiendo el eco del más contundente de los principios ligados a lo divino: la unidad.

Podría ser esta la respuesta a la pregunta ¿Qué nos falta para entender nuestra maravillosa capacidad cortical y su trabajo como soporte de la riqueza de nuestra vivencia consciente, de nuestro Yo?, que el Dr. Vera hace en su trabajo.

Pensar que el Universo, en su complejidad, actúa y responde como el cerebro humano es impresionante, pero su valor va más allá, ya que éste nos podrá en un futuro, ayudar a comprender el código que existe en un embrión.

¿QUIÉN O QUÉ NOS REGALÓ ESTE DON? NEUROTEOLOGIA Y NEUROFILOSOFIA

La importante pregunta de si Dios creó el universo o este “se creó” a sí mismo, mediante un proceso como el del Big Bang tiene asimismo un enfoque neuroteológico, y consecuentemente se pregunta si creó Dios al hombre o el hombre a Dios: La primera cuestión sería teológica; pero la segunda, en cambio, sería neurológica.

La Neuroteología, también conocida como bioteología, estudia la correlación entre los fenómenos neuronales con las experiencias subjetivas de carácter espiritual así como las hipótesis desarrolladas para explicar dichos fenómenos. Los proponentes de la neuroteología afirman la existencia de una base neurológica y evolucionista para las experiencias tradicionalmente calificadas como espirituales.

El cerebro de un ser humano solo le pertenece a él, sin embargo no es consciente de su presencia. Después de tres siglos de anatomía y sesenta años de neurociencias modernas, se han desvelado muchas cosas sobre la forma del cerebro y las funciones que dependen de él.

La dimensión espiritual y religiosa se ha reforzado considerablemente, a partir del mundo de las ciencias de la vida. La religión no es algo restringido a las instituciones religiosas, ni resulta algo opcional. Las religiones no tienen su monopolio, existe un componente neurobiológico en todos los seres humanos. Es decidido llamar “punto Dios” en el cerebro.

Es algo permanente, que siempre está en actividad cuando buscamos el sentido de la vida, cuando tenemos una experiencia de amor, de solidaridad, de profunda paz y comunión con todas las cosas.

Las religiones del mundo son formas de expresar, mediante ritos, comportamientos y doctrinas, ese «punto Dios». Todas tienen ese «algo» en común. Pero estas expresiones varían según las culturas. El «punto Dios» en el cerebro, nos permite ver la unidad de fondo de todas las religiones, más allá de sus legítimas diferencias.

Es sabido que un frente avanzado de las ciencias de hoy es el estudio del cerebro y de sus múltiples inteligencias. Se ha llegado a resultados relevantes para entender el fenómeno. Los estudios destacan tres tipos de inteligencia. La primera es la intelectual, el famoso CI o Cociente Intelectual, al que se le dio tanta importancia durante todo el siglo XX. Es la inteligencia analítica, por la que elaboramos conceptos y hacemos ciencia. Con ella organizamos el mundo, los Estados, las empresas, todo tipo de burocracia, y solucionamos problemas objetivos.

La segunda inteligencia es la emocional, popularizada especialmente por el profesor de Harvard, sicólogo y neurocientífico David Goleman, con su conocido libro *La inteligencia emocional*, (CE=Cociente Emocional).

Empíricamente ha demostrado lo que era convicción de toda una tradición de pensadores, desde Platón, pasando por san Agustín, y culminando en Freud: la estructura de base del ser humano no es la razón (logos), sino la emoción (pathos). Somos, fundamentalmente, seres de pasión, empatía, compasión y amor. De hecho, sólo nos movilizamos cuando combinamos el CI con el CE.

La tercera es la inteligencia espiritual. Su reconocimiento, con características científicas, deriva de investigaciones muy recientes, a partir de 1990, realizadas por neurologos, neuropsicólogos, neurolingüistas y técnicos en magnetoencefalografía (que estudian los campos magnéticos y eléctricos del cerebro). Según ellos, existe en nosotros –de un modo empíricamente verificable– otro tipo de inteligencia llamado espiritual (CEs = Cociente Espiritual). Por esa inteligencia captamos los contextos mayores de nuestra vida, rompemos creativamente los límites, percibimos unidades y nos sentimos insertos en el Todo, volviéndonos sensibles a valores, a cuestiones del sentido de la vida y a temas ligados a Dios y a la transcendencia. Y esto puede ser una respuesta a otra pregunta que nos hace el Prof. Vera en la parte final de su discurso: ¿Por qué nosotros? ¿Por qué en este recóndito Planeta, perdido en el Universo?

Hoy gracias a los avances de la ciencia, en particular la “neurociencia”, sabemos que “todo pensamiento y conducta humana reside en el funcionamiento del cerebro y que este funcionamiento se debe a códigos que el cerebro ha ido adquiriendo a lo largo de su historia evolutiva y genética” (Mora). Desde esta perspectiva Dios sería una idea, como la idea de árbol, elefante o mesa; la diferencia está que siendo un abstracto la idea de árbol, elefante o mesa, la construimos porque hay algo externo de donde partió y constantemente hacemos un dialogo con nuestro cerebro que consensuamos todos en decir: eso es un árbol y a eso le llamamos árbol. La idea de Dios no se contrasta con la realidad queda ahí, es una idea enfundada con emoción y sentimiento, fe y mucha riqueza de pensamiento.

En esta línea de razonamiento, Dios es sólo una idea sin correlación con la realidad sensorial. El hombre tal como se ha demostrado desde Darwin, es un producto de la evolución logrado en millones de años. No es necesario acudir a nada sobrenatural para explicar el fenómeno humano. Esto lo comparten científicos y, particularmente, los biólogos, antropólogos y neuro-científicos, como afirma Francisco Mora “toda nuestra interacción con el mundo es a través del cerebro. No hay nada que no haya sido producido por nuestro cerebro y sus códigos.

En otro sentido hay quien afirma que Dios es una idea, como todas, construida por los códigos cognitivos. Incluso la realidad que vemos es producida, en parte, por nuestro cerebro” (Mora). Desde esta perspectiva dios es una idea, una construcción cerebral, producto de la interacción de células y moléculas

al cual hemos atribuido vida, le hemos personificado a imagen y semejanza nuestra y luego nos hemos sometido.

Hay quien piensa que porque no esta en el mundo sensorial, Dios no existe en el mundo sensorial, nadie lo ha visto; por eso la idea de Dios no es real, porque no se puede contrastar con la realidad, la idea de Dios es un constructor cerebral, que ha ido adquiriendo matices diferentes por los factores externos de aprendizaje social en el transcurso de la historia hasta nuestros días.

Algunas creencias están basadas en experiencias personales, otras en la educación, y otras en el adoctrinamiento. Muchas creencias son sin duda innatas: nacemos con ellas como resultado de factores evolutivos, pudiendo justificar algunas creencias, otras las mantenemos por cuestión de educación o ideológicas.

A la luz de los aportes de la ciencia y la filosofía cada vez tenemos mejores argumentos para deslindar las creencias religiosas de que nuestra vida y el universo entero ya que para algunos están dirigidos por un ente divino y aceptar acríticamente toda la idea religiosa.

El cerebro de un ser humano solo le pertenece a él, sin embargo no es consciente de su presencia. El cerebro, órgano de todas las sensaciones, es en sí mismo insensible: una masa blanda que se ofrece sin dolor al bisturí del neurocirujano.

Los aficionados al misterio pueden estar tranquilos, a pesar de los esfuerzos constantes de los investigadores, todavía no ha llegado la hora de comprender donde se esconden todos los secretos del alma humana; con grave perjuicio para los constructores de maquinas destinadas a leer los misterios del pensamiento, que podrían acabar siendo maquinas para desactivar el cerebro.

Ha tenido que pasar mucho tiempo para que aparecieran funciones cognitivas como el lenguaje o el pensamiento simbólico para sellar el inmenso salto cualitativo que permitió la emergencia del cerebro del ser humano moderno con sus capacidades únicas de abstracción.

Sin embargo, estas nuevas facultades mentales requieren un sistema nervioso maleable, flexible, que no este precableado, las adquisiciones de nuestras aptitudes manuales e intelectuales dependen de una maquinaria cerebral perfectamente ordenada y jerarquizada. Sin embargo, es necesario que, al mismo tiempo, esta organización pueda, en parte, ser adaptada y reconfigurada en cualquier momento y a cualquier edad. Es la plasticidad.

Sin duda alguna, la rica diversidad de personalidades, aptitudes y comportamientos humanos descansa en gran parte en la singularidad de la cerebral de cada individuo. Las diferencias neurobiológicas que existen entre los seres humanos provienen de los caracteres heredados, pero también del aprendizaje

y de la influencia del medio. Las interacciones entre el mundo exterior y las actividades nerviosas ofrecen un mecanismo por el cual el entorno puede influir en la forma y funciones del cerebro para producir un individuo único, libre, capaz de respuestas adaptadas, pero también imprevisibles.

Según este punto de vista, el cerebro es, por lo tanto, el producto de una doble acción ejercida por la actividad de nuestros genes y las modificaciones permanentes que la historia del sujeto le impone. Los primeros son los que determinan el patrón general y velan por su red neuronal. La hasta no hace mucho tiempo definida neuroplasticidad en el adulto, al permitir ajustar la organización precisa del cerebro según las experiencias vividas, es la garantía de nuestra capacidad de adaptación así como de nuestra individuación y libertad.

Todo dialogo entre el Don y otro interlocutor lleva a escuchar mensajes que la conciencia envía, mensajes de solidaridad, de amor, de comprensión, de perdón y de cuidado para con todas las cosas. Tengo la seguridad de que una actitud como la que ha generado a lo largo de su vida el Prof. Vera, genera serenidad, y da sentido a la existencia y en consecuencia espero, esperamos todos, que con su incorporación, aporte su experiencia a esta Real Academia y contribuya a que descubramos dimensiones más amplias, que permitan mas profundización hacia el interior del cerebro.

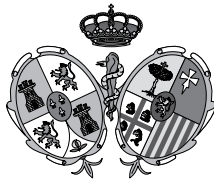
Hoy más que nunca necesitamos esta espiritualidad para hacer una travesía feliz en un tiempo tan cargado de contradicciones, conflictos y amenazas a la vida humana y a nuestra Casa Común. La Tierra.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. ARAUJO, J. (2012). Crítica de la razón estúpida: filosofía. Manuscrito no publicado
2. CASTILLO, J. M. (2010). La humanización de Dios. (2da. Ed.) Madrid: Trotta.
3. DAVIES, P. (2006). La Mente de Dios: la base científica para un mundo racional. Madrid: Mcgraw-Hill
4. GOLEMAN, D. (1995). Emotional intelligence. New York: Bantam Books
5. GOLEMAN, D.: *Inteligencia Emocional*. Editorial Kairós. (Junio de 2001) ISBN 84-7245-371-5
6. HARRIS, S. (2004). El fin de la fe: religión, terror, y el futuro de la razón. Madrid: Paradigma.
7. KATZ BARPAL 2009 Editores S.L. Ensayo sobre el Don: forma y función del intercambio en las sociedades arcaicas., 2009 ISBN: 978-84-96859-66-1.
8. LIU, Y.-Y., Slotine, J.-J. & Barabási, A.-L. Controllability of complex networks. Nature **473**, 167–173 (2011).

DISCURSO DE INGRESO

9. MAUSS, M. 1925. Ensayo sobre el don. Forma y razón del intercambio en las sociedades arcaicas.
10. MIRABENT D. J. Cerebro y Universo Universitat Autònoma de Barcelona (Uab), 2011. ISBN 9788493871703
11. MITHEN, S. (1998). Arqueología de la mente: Orígenes del arte, de la religión y de la ciencia. Barcelona: Crítica.
12. MORA, F. (2011). El dios de cada uno: por qué la neurociencia niega la existencia de un dios universal. Madrid: Alianza Editorial.
13. MORA F. (2007). Neuro-cultura. Madrid: Alianza Editorial
14. MORA F. (2004). ¿Enferman las mariposas del alma? cerebro locura y diversidad humana. Madrid: Alianza Editorial.
15. RODRÍGUEZ, J. (1997). Mentiras fundamentales de la iglesia católica. Barcelona: Ediciones B.S.A.
16. SIMINI, F., González, M. C., Maritan, A. & Barabási, A.-L. A universal model for mobility and migration patterns. *Nature* (2012) **484**, 96–100.
17. ZOHAR, D. Inteligencia espiritual, Plaza Janés, Barcelona 2001)



Terminóse de imprimir en la
oficina tipográfica de Navarro & Navarro,
de Zaragoza el 11 de octubre de 2013,
víspera de la festividad de Ntra. Sra del Pilar.

