

EL CEREBRO DEL REY

Nolasc Alcarín Tusell

III. EL ALMA, LA CONCIENCIA Y LA MEMORIA

Las decisiones del alma no son otra cosa que los apetitos mismos, y varían según la diversa disposición del cuerpo.

SPINOZA

PREÁMBULO

Hay diversos términos para referirse al alma: mente, psique, cognición, consciencia... En neurobiología se usa más el término consciencia que tiene un significado filosóficamente más neutro y se ha ido consolidando a lo largo de las últimas décadas.

«Si el cerebro evolucionó por la selección natural, aun las capacidades para seleccionar juicios estéticos y creencias religiosas particulares deben de haber surgido por el mismo proceso mecánico. Son adaptaciones directas a situaciones ambientales del pasado en las que evolucionaron las poblaciones humanas ancestrales, o en el mejor de los casos, construcciones determinadas secundariamente por actividades más profundas y menos visibles que en alguna ocasión fueron capaces de adaptarse a este sentido biológico estricto. La esencia del argumento es, entonces, que el cerebro existe porque promueve la supervivencia y multiplicación de los genes que dirigen su formación. La mente humana es un mecanismo de supervivencia y reproducción, y la razón es solamente una de sus diversas técnicas», escribe E. O. Wilson.

EMICIÓN, CADERAS Y CRIAS DESVALIDAS

Marcha bípeda.	<i>Australopitecus</i>	(3-5 MA)
Producción de utensilios y armas.	<i>Homo habilis</i>	(2 MA)
Mejora de la alimentación, vida comunitaria con intercambio de información compleja, control del fuego.	<i>Homo erectus</i>	(1,5 MA)
Expresión lingüística compleja, capacidad de elaboración filosófica y dominio del entorno	<i>Homo sapiens</i>	(150.000 años)

El bebé humano es el animal cuyo desarrollo cerebral crece de forma más importante desde la infancia hasta la madurez, ya que al nacer el cerebro del bebé humano tiene sólo el 26% del volumen que alcanzará en la madurez (figura 3-2). Tras el nacimiento, el cerebro sigue creciendo, pero no en número de neuronas, sino en el volumen de las mismas y, especialmente, en el desarrollo de las ramificaciones neuronales que hacen posible el establecimiento de las conexiones entre neuronas, esto es, la conmutación integrada del cerebro, fenómeno que se conoce con el nombre de neuroplasticidad, al que me referiré en el siguiente apartado de este capítulo. La capacidad para establecer gran cantidad de conexiones o sinapsis entre neuronas hace posible crear redes neurales altamente complejas, más en los humanos que en otros animales.

El soporte estructural de la capacidad afectivo-emocional se halla en la cara interna e inferior de cada hemisferio cerebral, en una estructura, formada por varios núcleos y multitud de líneas de interconexión, denominada *sistema límbico*, que incluye los núcleos implicados en el afecto-solidaridad (*amígdala lateral*), en la agresividad (*amígdala medial*), en el sentimiento de placer, especialmente sexual (*septum*), así como también el núcleo implicado en la gestión de la memoria (*hipocampo*). Para ser más exactos, habría que añadir a estas estructuras una parte del *córtex frontal anterior* (prefrontal ventromediano) cuya lesión altera tanto la capacidad emocional como los sentimientos e incluso las funciones que permiten una eficaz interrelación social. Existen suficientes estudios clínicos y experimentales para afirmar que el sistema límbico tiene una función primordial en el mecanismo de formación de la memoria. La estructura hipocámpica constituye la entrada de la grabación mnésica, que a su vez está influenciada por la integridad de las otras

estructuras límbicas (*septum y amígdala*), de manera que la vinculación emocional de una percepción es la garantía (para bien o para mal) de su grabación en la memoria.

Obsérvese que en el humano moderno ha disminuido la estructura olfatoria mientras se han desarrollado otras relacionadas con el equilibrio (cerebelo), el conocimiento (neocórtex) o a la capacidad afectivo-cooperativa (amígdala lateral).

En este apartado me ceñiré a las cuatro últimas estructuras de la tabla, constituyentes del sistema límbico. Todas ellas aumentan en el humano, pero de forma diversa. El hipocampo (memoria) no llega a doblar el índice correspondiente al chimpancé, parece que tenemos con él diferencias mayores en el sustrato de la consciencia/conocimiento que en la capacidad de memorizar. En todo caso, recuérdese que la herencia genética del humano tan sólo difiere en un 1,2.% respecto a la del chimpancé. El *septum* (placer) es tres veces mayor en el humano que en el chimpancé, lo que puede interpretarse como que en el humano el principio de placer es un móvil muy determinante. Parece que el placer que produce la estimulación del *septum* tiene una cierta cualidad orgásmica. Si a un chimpancé se le implanta un electrodo en el *septum* que pueda activar él mismo, ocurre que no deja de estimularse una y otra vez, llegando a olvidarse de comer y beber. Si no se le desconecta, puede llegar a fallecer por deshidratación, la adicción al placer puede conducirlo a la muerte. Si en el humano esta estructura es más relevante, ¡cuál no será su trascendencia! La amígdala es una estructura crucial en los mamíferos, especialmente en el humano. La estimulación de la zona medial amigdalar produce reacciones agresivas de violencia, en tanto que la estimulación de la parte lateral conduce a sensaciones de placer y afecto. Al observar los índices dimensionales, se comprueba que el crecimiento de la estructura vinculada a la agresividad/violencia (amígdala medial) es poco más del doble que en los chimpancés, mientras que el desarrollo del sustrato físico del placer/afectividad (amígdala lateral) es mucho mayor.

Puede afirmarse que en el proceso de hominización, el desarrollo cerebral primó el aumento de volumen de los núcleos vinculados al placer y al afecto frente a los núcleos vinculados a los comportamientos coléricos y violentos. Al mismo tiempo, se desarrolló el cerebelo, de gran importancia para conseguir el equilibrio en la bipedestación, así como también para la cognición, y de forma especial se desarrolló el neocórtex con mayor volumen y complejidad, lo que permite dar soporte a la capacidad para la inteligencia y conocimiento del humano actual, sin olvidar que el proceso de adquisición de conocimiento implica al hipocampo, estructura íntimamente relacionada con las demás estructuras límbicas. Puede afirmarse que la adquisición de conocimiento está directamente influida por el sentimiento de placer y las vivencias emocionales de afecto o de agresividad, lo que por otra parte parece obvio, pues todos sabemos que aprendemos con mayor facilidad aquello que nos produce satisfacción (placer), y que nos es enseñado con afecto y cariño, o porque lo necesitamos para ganarnos la vida, defendernos o competir con éxito (agresividad).

Sin el desarrollo de las actitudes solidarias, el bebé no hubiera sobrevivido, ni la madre hubiera podido amamantarlo, ni procurarle nutrición y protección en las adversas condiciones de la cultura nómada de los recolectores de alimentos. A mayor complejidad y desarrollo cerebral, es mayor la precariedad del recién nacido. A medida que avanza la hominización, progresa la encefalización y el periodo de la primera infancia se torna más frágil y vulnerable, pero al mismo tiempo aparecen los cambios estructurales del sistema límbico que posibilitan la capacidad emocional y las actitudes solidarias. Esta aptitud para la vida comunitaria se ha confirmado por el examen de restos paleontológicos, entre los que se encuentran huesos que corresponden a individuos adultos con traumatismos que los invalidarían en la infancia. Estos individuos debieron de recibir atención y ayuda para sobrevivir hasta la edad adulta, lo que implica la existencia de cerebros con capacidad para las actitudes compasivas y altruistas.

TENDENCIAS BÁSICAS DEL HUMANO

El análisis neurológico y evolutivo expuesto hasta aquí permite plantear la existencia de tres tendencias básicas en el comportamiento humano, que tienen directa correlación con algunas estructuras cerebrales específicas y que han sido determinantes en el proceso de hominización y socialización de nuestra especie:

las tendencias al placer, al afecto y a la agresividad. Son probablemente los impulsos que nos han permitido llegar a ser lo que somos, para bien o para mal. Éstas serían las tres cuerdas fundamentales cuya modificación por la consciencia (consciente e inconsciente) permite la amplia diversidad de sentimientos y conductas, hasta llegar a componer muchas melodías distintas.

La potencia intelectual de los humanos, consecuencia de un neocórtex mucho más extenso y desarrollado que cualquier otro mamífero, es el gran modulador del aprovechamiento y contención de estas tendencias básicas. En el neocórtex se almacena la memoria, mediante la neuroplasticidad y el aprendizaje (lo que percibimos desde que nacemos), se acumulan los mensajes, recuerdos, satisfacciones, frustraciones... y, de este modo, se establecen unos u otros circuitos bioeléctricos, que van a influenciar la expresión de las tendencias básicas en nuestra conducta cotidiana.

La capacidad para gestionar de la forma más eficiente todos estos recursos cerebrales es lo que determina que nos sintamos mejor o peor en la vida y que estemos más o menos sanos.

EL SABER OCUPA LUGAR

Es frecuente oír decir que el saber no ocupa lugar, pero la afirmación no es cierta. A partir de la percepción y la experiencia las neuronas desarrollan filamentos (axones y dendritas) que sirven para interconectar unas neuronas con otras creando una maraña de interconexiones que sirve para dar cobijo a la memoria.

Un individuo estimulado por la percepción desarrolla más conexiones que otro menos receptivo. Así pues el conocimiento, el saber, ocupa lugar y hace crecer el volumen cerebral.

El aumento de volumen del cerebro entre el nacimiento y la edad adulta cabe atribuirlo pues al desarrollo de axones, dendritas y al establecimiento de la conmutación cerebral mediante las conexiones sinápticas entre las neuronas. A esta serie de procesos se la denomina neuroplasticidad y, en sentido amplio, también cabría incluir en este concepto los procesos de regeneración neuronal que actualmente están en estudio.

Neuroplasticidad es la capacidad del sistema nervioso para aumentar o disminuir el número de ramificaciones neuronales y sinapsis, a partir del estímulo sobre el córtex cerebral mediante la llegada de potenciales de acción a las neuronas. Es así como se comprende que sea la base estructural del aprendizaje. Con la edad disminuye la capacidad neuroplástica del cerebro.

Si las sinapsis son el sustrato físico de la memoria, al provocar con estímulos adecuados una mayor arborización dendrítica y una más extensa red de conexiones sinápticas interneuronales, puede afirmarse que al acumular información y aumentar la memoria se modifica físicamente la estructura cerebral. Como dice un viejo principio anatómico: la función hace el órgano.

El periodo neuroplásticamente más activo cabe situarlo entre el nacimiento y los 2-3 años. Era lógico suponer que fuera así, pues en este periodo el humano realiza su mayor aprendizaje sensorial, motor, equilibrio en el andar, reconocimiento de personas y cosas, comprensión del lenguaje, etcétera.

Pero fue en los años cincuenta del siglo XX, cuando Donald Hebb estableció los principios del reforzamiento de la sinapsis como base de la fijación de la memoria.

Nieto Sampedro expone con claridad el valor evolutivo de la neuroplasticidad: «La renovación de una población de sinapsis es un proceso de mantenimiento, que implica la rotura de unos contactos sinápticos y su sustitución por otros nuevos. En una población, una sinapsis individual puede desaparecer y no ser sustituida y una sinapsis nueva puede formarse donde antes no existía ninguna. El proceso de renovación de sinapsis y su necesidad evolutiva están en el origen y son el eje de la plasticidad neural. Un sistema nervioso con mayor capacidad de renovación de sinapsis y, por ende, con mayor plasticidad en sus circuitos neurales, confiere una adaptabilidad superior al organismo y, evolutivamente, es seleccionado».

LOS SUEÑOS FACILITAN LA MEMORIA

Durante el aprendizaje y el estudio hay más actividad onírica. Se ha observado lo mismo en adultos que sufrieron un ataque cerebral y luego debieron reeducar la marcha o el habla, en los periodos de reeducación el REM es mucho más amplio.

Puede pensarse en una relación equivalente entre el sueño paradójico, los ensueños y la sensación de placer, como elementos que ayudan a la memoria.

MEMORIA

La memoria, como el habla, el deseo o el sentimiento de dolor, es un producto mental del cerebro. En todas estas funciones son capitales los circuitos neuronales, las sinapsis y los neurotransmisores o las hormonas.

J. J. Zarranz, en su libro *Neurología*, expone una didáctica síntesis que transcribo literalmente: «La corteza de los hemisferios cerebrales es el asiento anatomofuncional de las más importantes funciones intelectuales o superiores del individuo. La corteza cerebral contiene no sólo los somas neuronales principales, que soportan aquellas funciones consideradas más "simples" como las motoras, sensitivas, auditivas o visuales, sino también los que integran funciones muy elaboradas como la memoria, el lenguaje, el razonamiento abstracto o las actividades gestuales, que se ha dado en llamar funciones superiores. Aunque cada vez resulta más evidente que la corteza cerebral en condiciones normales no funciona como si fuese un puzzle de áreas autónomas, sino como un todo integrado y relacionado con estructuras sub-corticales, no es menos cierto que, en situaciones patológicas, lesiones muy selectivas de áreas o zonas críticas producen habitualmente un defecto específico o casi específico, fácilmente identificable y diferente de un hemisferio cerebral al otro [...].

La memoria es una facultad del cerebro que permite registrar experiencias nuevas y recordar otras pasadas. En el proceso de la memoria se pueden distinguir, empíricamente, varias fases o secuencias, el aprendizaje (recepción y registro sensorial de la información), el almacenamiento (que a su vez comporta la fase de codificación y los procesos contrapuestos de consolidación y olvido) y el recuerdo (que puede ser por evocación o por reconocimiento) [...].

La capacidad de memoria es limitada y el olvido es una función fisiológica normal, como lo es una cierta distorsión de los recuerdos con el paso del tiempo, especialmente en ciertas condiciones psíquicas [...].

Pero ninguna función es tan demandada en la vida cotidiana como la memoria y esto explica, al menos en parte, que tantísimas personas se quejen de mala memoria en la vida cotidiana, mientras que no se quejan de su escasa facilidad de palabra o de su nulidad en resolver problemas aritméticos. Además, la memoria, en condiciones fisiológicas, está claramente especializada y es fácil encontrar ejemplos de una memoria extraordinaria para estímulos visuales o para los números. Basta pensar en las habilidades de un croupier de casino para retener las jugadas de cada apostante en la ruleta, de un taxista de una gran ciudad para retener itinerarios, de un auxiliar administrativo para los nombres y apellidos de los clientes, de un ama de casa o cocinero que memorizan cientos de recetas de cocina, de un dependiente de un gran almacén que localiza espacialmente todos los objetos en venta o de un cuentachistes más o menos profesional. Todos ellos desarrollan habilidades y estrategias especiales para organizar su memoria y muchos son capaces de explicar en qué consisten los "trucos" que utilizan para reforzar y organizar sus recuerdos. Algunos casos de capacidades memorísticas portentosas son inexplicables en términos neurofisiológicos o psicológicos habituales. Es el caso de las personas capaces de memorizar páginas de la guía telefónica de un vistazo; se parecen a los que son capaces de hacer cálculos complejísimos de muchas cifras a la velocidad de una computadora. Estos individuos pueden tener un nivel intelectual global normal o, paradójicamente, tienen limitadas algunas de sus otras capacidades mentales o son autistas o francamente oli-gofrénicos (les idiots savants) [...]. El sustrato último de la memoria radica en la consolidación de redes o circuitos sinápticos neuronales, lo que implica a la capacidad plástica del cerebro. Se sabe por la experimentación animal que esta

fase de consolidación de la memoria depende de la síntesis de ácidos nucleicos, puesto que su inhibición mediante tóxicos o fármacos bloquea la capacidad de consolidar la memoria. De los neurotransmisores, el más intensamente estudiado y relacionado con la memoria es la acetilcolina a partir de la experiencia clínica común de que los fármacos anticolinérgicos interfieren con la memoria. Es posible que este efecto se deba al papel esencial que en el funcionamiento de la memoria tiene la vía perforante colinérgica del hipocampo».

Para que se fije un recuerdo es preciso que el estímulo se reitere con cierta frecuencia, lo que favorece la vinculación de varias neuronas entre sí.

Con las neuronas sucede de forma parecida. Tras un estímulo provocado por una percepción o una experiencia se producen cambios químicos dentro de la neurona, que se excita más cuanto mayor y más reiterado es el estímulo y la respuesta de vinculación de las neuronas interconectadas; a este fenómeno se le denomina *potenciación a largo plazo*, o en sus siglas en inglés LTP (*long term potentiation*). La excitación conjunta de varias neuronas las vincula más entre sí formando una red de recuerdo más estable. No obstante, la consolidación de un recuerdo en LTP precisa de cierto tiempo, durante el cual hay que reiterar, o practicar, lo que se desea recordar. Vemos una película y al día siguiente la recordamos casi toda, pero pasados unos meses recordamos tan sólo el esquema argumental y más tarde quedamos satisfechos si recordamos un episodio, una cara o tan sólo la música. La percepción no fue reiterada, quedó en un banco de memoria provisional sin llegar a asentarse definitivamente.

El hipocampo es una estructura del sistema límbico muy peculiar que sirve para enviar los recuerdos al banco de memoria del córtex cerebral, retornándoselos en forma de impulsos eléctricos organizados en un mensaje memorístico. El hipocampo aún puede reenviárselos de nuevo al córtex. Parece que en estas idas y venidas reside parte del proceso de fijación de la memoria o refuerzo a largo plazo (LTP). Cuando se daña el hipocampo se altera el mecanismo de la memoria y desaparece la memoria reciente sin alterarse el resto de las funciones cognitivas de la consciencia.

No pretendo aburrir al lector con tecnicismos neurofisiológicos, pero eran precisas estas referencias para comprender que la memoria no es algo etéreo, sino que es una actividad químico-eléctrica focalizada en determinadas estructuras del cerebro que si fallan alteran la memoria y la mente del individuo. Nuestra mente es la estructura física del cerebro.

Si el hipocampo es el sistema operativo de la memoria, la amígdala (estructura próxima que también forma parte del sistema límbico, véase capítulo 7) es el área que codifica la actividad emocional, agradable o desagradable, afectiva o agresiva o de miedo y terror. Al inicio de este capítulo ya vimos que la amígdala se transforma a lo largo de la evolución de forma que en el humano prevalecen las emociones afectivas, pero sin menoscabo de que persista la capacidad para la agresión, el miedo o la cólera.

LOS RECUERDOS NO SON OBJETIVOS

La memoria no es objetiva, pero puede que tampoco lo sea la realidad, a fin de cuentas lo que existe es la percepción que cada uno tiene de lo que sucedió.

Al observar una escena percibimos una pequeña parte de forma consciente que se corresponde a lo que más interesa o emociona a cada uno y que puede ser distinto entre dos o más personas. La parte más importante de la percepción no es consciente, ya que a la memoria llegan imágenes, detalles y palabras en los que no hemos fijado la atención. Al cabo de unas horas la mayoría de estas percepciones se han borrado, queda tan sólo una niebla de recuerdo del que sobresalen algunos aspectos que se vinculan a otras experiencias que ya están en la memoria, se hace así una selección individual del recuerdo a partir de la personalidad, experiencia personal y biografía posterior de cada cual. A esta niebla-recuerdo se añaden los datos memorizados de forma consciente y a su vez puede revestirse el conjunto con sensaciones y fantasías almacenadas en nuestra propia mente. «El proceso de falsificación se amplía cada vez que una memoria es

recordada. Cuando repasamos cosas pasadas, les agregamos cosas, perdemos cosas, ajustamos un hecho aquí, arreglamos una cita allá y llenamos cualquier pedacito que se pueda haber borrado.

Experiencias realizadas en Israel con supervivientes del Holocausto, o en EE UU con veteranos de la guerra del Vietnam, demuestran que las experiencias desagradables o terroríficas pueden quedar encerradas en la memoria protegida, de forma que el individuo «olvida» su experiencia.

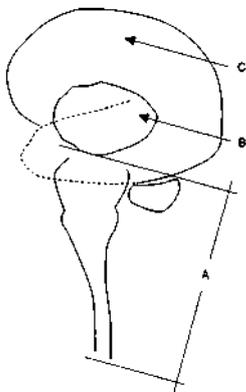
LA CONSCIENCIA

La consciencia es la capacidad para desarrollar actividad mental a partir de la complejidad de la estructura cerebral y de su sistema funcional. Contiene la facultad para la percepción y comprensión del medio natural, social y subjetivo, junto a la posibilidad de interactuar con ellos. La consciencia hace posible que nos percatemos de nosotros mismos, de nuestro interior, de cómo somos y nos sentimos, a la vez que podemos entender la relación con los demás individuos y objetos que nos rodean.

Pero a medida que se examinan cerebros de animales superiores, las áreas de asociación aparecen progresivamente más extensas. En el chimpancé ya son muy amplias y en el humano ocupan la mayor extensión del córtex cerebral.

En todo caso, lo indudable hoy (a diferencia de los tiempos de Descartes) es que la consciencia (o la mente) cabe considerarla como una capacidad emergente del cerebro. Sin cerebro no hay consciencia, y a mayor complejidad cerebral, mayor capacidad de consciencia.

En el humano todo este desarrollo es más grande y completo. Cabe entender que la interconexión entre las estructuras de cada nivel sirve tanto en dirección hacia abajo (gestión del organismo), como hacia arriba (influencia en la producción mental).



Niveles evolutivos de la complejidad cerebral.

A: Cerebro arcaico, médula, cerebelo, tronco cerebral más alguna estructura hipotalámica.

B: Cerebro paleomamífero, sistema límbico y algunos núcleos de la base cerebral.

C: Neocórtex del mamífero superior.

El cerebro arcaico lo poseen ya los reptiles, el cerebro paleomamífero existe en los pequeños mamíferos primitivos, y el neocórtex se desarrolla sobre los anteriores en los mamíferos más desarrollados. En el humano se superponen los tres niveles cerebrales, uno encima de otro; bajo el neocórtex más moderno persisten las estructuras y funciones propias de los animales filogenéticamente más antiguos.

Cajal, firme defensor de que la actividad mental es producto exclusivo del sistema nervioso, ya advirtió sobre la ausencia de localización cerebral específica para los fenómenos psíquicos. En sentido pleno, la consciencia es patrimonio del humano y está vinculada al alto grado de desarrollo y comple-

jididad del sistema nervioso, siendo el lenguaje el principal (no el único) instrumento simbólico para la comunicación y el aprendizaje.

Estas reflexiones pueden abrir interrogantes de carácter filosófico o que los filósofos se sientan invadidos por un neurólogo que reflexiona libremente sobre la formación de la consciencia con sólo una premisa originaria: la consciencia emerge de la estructura física del cerebro, no hay otra opción, aunque todavía no sepamos cómo. Cuando se daña gravemente el cerebro se altera o incluso llega a desaparecer.

Estoy convencido de que el «misterio» de la aparición de la consciencia se conocerá mejor cuando sepamos más acerca de las redes neuronales y la configuración molecular de la percepción y de la ideación.

Patricia Churchland afirma «el materialismo no es un hecho establecido en igual sentido que, por ejemplo, lo es la estructura helicoidal del DNA. Todavía es posible que, aun cuando las evidencias actuales no lo apoyen, el dualismo pudiera ser verdad. Aun así, y a pesar de que nuevos descubrimientos reivindiquen a Descartes, el materialismo, como lo es la tesis darwiniana, es la hipótesis de trabajo más segura».