

Refrito de neurobiología para psicoanalistas

Alberto Marani

Colegio de psicoanalistas.

Junio de 2025.

Los hombres

construyen demasiadas murallas

pero no suficientes puentes

Isaac Newton

Resumen: Se ofrecen algunas síntesis de trabajos de neurobiólogos que han contribuido decisivamente respecto de cuatro temas (conciencia, preconciencia, memoria y representaciones). Se trata de temas que tienen en común el psicoanálisis y la neurobiología. Ofrece una síntesis de algunas investigaciones recientes respecto de los tres tópicos para aquellos colegas que tengan interés en conocer la producción de la neurobiología respecto de esos campos de interés comunes.

Objetivos. Que los psicoanalistas conozcan la consistencia de un campo de investigación científica adyacente para que evalúen la pertinencia respecto de las posibles articulaciones de la neurobiología y neurociencias con el psicoanálisis. Asimismo, ofrecer idea de la magnitud de las transformaciones que será necesario realizar a medida que esas articulaciones se produzcan. Contribuir a la comprensión de la necesidad de que el psicoanálisis se actualice incorporando críticamente los desarrollos de la neurobiología (y viceversa).

Discusión. En una primera etapa reproduce de manera sintética investigaciones neurobiológicas, especialmente tópicos que puedan ser de interés para los psicoanalistas. Ofrece ejemplos acerca de cómo el psicoanálisis puede ser suplementado. Argumenta la necesidad de una integración a medida que las investigaciones y el trabajo de apertura de la teoría psicoanalítica lo vayan posibilitando. Pero es necesaria una revisión crítica de un conjunto de conocimientos de origen exógeno, como paso previo a una posible integración.

Voy a partir de tres afirmaciones, que trataré de fundamentar en el desarrollo de este trabajo.

1. La investigación científica de los últimos 40 años ha permitido explicar exhaustivamente las funciones superiores del SNC, tanto de la conciencia, la memoria, el aprendizaje, los procesos cognitivos, el lenguaje, el cálculo...

2. La neurobiología es una ciencia más básica que subyace a todas las disciplinas vinculadas con el funcionamiento normal y patológico del sistema nervioso. El psicoanálisis es una de ellas.

3. Este texto quiere proponer que los psicoanalistas, cualquiera sea la orientación, debemos conocer la neurobiología para rectificar postulados anacrónicos respecto del funcionamiento psíquico con los conocimientos que están al alcance de nuestra mano.

Hagamos un ejercicio discreto de imaginación. ¿Cómo hubiera evolucionado el pensamiento del joven Freud del si hubiera vivido hasta hoy? Es verosímil que, desde la especialización originaria en neurología y neurofisiología, su historia y su curiosidad lo hubieran mantenido atento a los progresos de estas disciplinas a lo largo de los últimos 140 años. Esta es la herencia intelectual que los psicoanalistas debemos mantener viva.

Freud respiró durante su formación los modelos de los investigadores que pertenecían a la vanguardia científica de “La Viena de Wittgenstein” ^[2], que estaban en el aire de su época. En aquel tiempo convivían Brücke, con sus estudios en el campo de la anatomofisiología, Helmholtz (su “ídolo”), en la conjunción de la fisiología con la física y Herbart, que, con sus ideas sobre la energía y la fuerza, fue el primero en postular las hipótesis dinámicas, y del que Freud tomó la represión.

El biólogo y entomólogo inglés Edward O. Wilson sostuvo que *cada disciplina científica tiene su anti-disciplina* (Kandel ^[3]). Las anti-disciplinas son más básicas desde el punto de vista científico; tienen un campo de aplicación más restringido (por ejemplo, la anti-disciplina de la neurobiología celular es la biología molecular). *Creo que la anti-disciplina del psicoanálisis es la neurobiología.*

Dada la enorme extensión y profundidad de los conceptos que informan la doctrina psicoanalítica, podemos¹ comenzar por un trabajo crítico. Este consiste en comparar pares de conceptos; por un lado, los del psicoanálisis, sus categorías centrales de la teoría y la metapsicología; por el otro, los mismos o similares de la neurobiología.

Si consideramos que nadamos en el mar de la complejidad, se trata de rearticular dimensiones (biológica y cultural) que el proceso de evolución de las concepciones científicas y las tecnologías de las disciplinas con aspiraciones de cientificidad, que se desarrollaron por caminos bastante independientes a lo largo de la historia, de acuerdo con sus especificidades y por las posibilidades que cada época impuso límites a sus investigaciones.

De allí surgen reafirmaciones o planteos alternativos a los del psicoanálisis por parte de la neurobiología. Daré algunos ejemplos concretos del trabajo que vengo haciendo. En otro momento futuro habrá que considerar cómo afectan esos cambios la teoría, la clínica, el diagnóstico y el tratamiento.

Vamos a considerar el primero de los tres temas-eje de trabajo del año, el de la conciencia. Freud se ocupó de ella por primera vez en el *Proyecto de psicología para neurólogos*. Pero hoy ya no debemos seguir reiterando el modo en que se produce, sus contenidos y modo de funcionamiento descrito en 1895; deberíamos confrontarlos con los descubrimientos que nuestra anti-disciplina viene produciendo mediante estudios rigurosamente científicos. ¿Es posible negligir estos últimos sin acaso adscribir al dualismo cuerpo/alma? Creo que es necesario y válido acercarnos a estas investigaciones.

La conciencia fue abordada por la filosofía aún antes del origen del psicoanálisis en el siglo XIX. Ha pasado mucho tiempo, y no en vano. Estas disciplinas, con un desarrollo impetuoso especialmente en la última mitad del siglo XX se han ocupado también, por ejemplo, de las psicosis o los trastornos bipolares, las depresiones, las adicciones, los trastornos límite y tantas otras dolencias.

¿Es legítimo que el psicoanálisis se mantenga flotando en su propio espacio, en todo caso abierto a las ciencias sociales, y muy poco a las ciencias “duras”? ¿Lo es cuando muchas de sus categorías y campos de incumbencia se superponen con las de otras disciplinas científicas? ¿Conocemos alguna disciplina con pretensión de cientificidad en que ocurra algo similar?

Por otro lado, la neurobiología permite fundamentar con evidencia científica muchos postulados freudianos.

Por ejemplo: de las tres dimensiones metapsicológicas (tópica, dinámica y económica), la más resistida por muchos analistas ha sido la económica².

¹ El plural es deliberado, no se trata de un trabajo individual.

² Originales, muchos de ellos (por ejemplo, W. Baranger), pero que en cuanto a este punto creo que la pifiaron.

Freud, formado en la investigación neurológica, comienza a producir en las décadas de 80 - 90 del siglo XIX, no podía sustraerse al imperativo de cientificidad que incluye la dimensión cuantitativa. Asimismo, en el campo de la Psicología experimental de Wundt esa exigencia también estaba presente.

Respecto de la dimensión económica, la fuerza de los impulsos nerviosos mensurables circula por las redes neuronales involucradas ^[4]. Esa fuerza es energía eléctrica expresadas en milivolts. El investimiento es exactamente eso: neuronas, que, de acuerdo con la ley de Hebb, si disparan juntas se conectan entre sí (“Neurons that fire together, wire together”).

Por lo tanto, la dimensión económica de la metapsicología es corroborada por la neurobiología. Fuerza, intensidad, complejidad, son categorías físicas y estructurales. Sencillamente, el factor cuantitativo es inherente a los sistemas vivos, y particularmente al SNC.

Pero hay también definiciones psicoanalíticas que deberían ser revisadas. Por ejemplo, las de representación y memoria. Ya llegaremos a ellas, pero comencemos con la consciencia.

LA CONCIENCIA

El problema de la consciencia remite al problema de la relación mente-cuerpo, al que Schopenhauer llamaba “el nudo del mundo”.

La respuesta de Descartes fue el dualismo. Otras versiones del dualismo se sucedieron en el campo de la filosofía (por ejemplo, las variantes del epifenomenalismo, que, en síntesis, postulan que los eventos mentales y los eventos físicos son diferentes; que los eventos mentales son físicos pero la mente es incapaz de actuar como causa sobre ellos; o, tal como decía Thomas Huxley (el gran darwinista, abuelo de Aldous), la mente es producto secundario del funcionamiento del cuerpo, pero tiene la misma capacidad de influir en su funcionamiento como el pitido de una locomotora de influir en la maquinaria (citado por Edelman y Tononi, pp. 17 - 18).

¿Cuál ha sido la respuesta de la ciencia? En general se mostró pesimista o se desentendió del problema. Una de las respuestas, naturalmente, en el auge de la era digital, ha sido la informática: sistema de “procesamiento central” o, inclusive “sistema operativo”.

Hasta la década de los '70 el problema de la consciencia no era abordado por la neurobiología, prácticamente. Pero a fines de esa década y ya más firmemente en los '80 comienzan a producirse trabajos de señalada importancia, hasta que en los '90 - 2000, durante la llamada “década del cerebro”, las llamadas “neurociencias” tomaron la delantera con modelos científicos que arrojan información consistente (posibilitado por la aparición de estudios de imágenes SPECT, RNM, RNMf, PET y muchas otras técnicas diagnósticas).

Es cierto que en sus primeros movimientos muchos científicos trataron de localizar la conciencia en diferentes estructuras corticales o subcorticales (posiblemente un error de pensamiento inercial derivado del localizacionismo, cargado de subjetividad, algo que tratamos de excluir).

Ahora, bien, como dicen Edelman y Tononi (*El universo de la conciencia*, p. 22), “La ciencia ha intentado siempre eliminar de su descripción del mundo todo lo subjetivo. Pero ¿qué ocurre cuando la propia subjetividad es el objeto de la investigación?”

Los mismos autores, a quienes sigo en esta exposición³, establecen tres supuestos imposibles de soslayar para desarrollar una teoría científica de la conciencia:

1. El supuesto físico monista (no dualista).
2. El supuesto evolutivo: la conciencia se ha ido produciendo a lo largo de la historia de las especies.
3. La toma en consideración de los *qualia*, los componentes altamente subjetivos de la conciencia, que son producto de una discriminación multidimensional de los SNC complejos que, si bien pueden explicarse, eso no implica que la descripción pueda traer consigo el experimentarlas. Como dice Schöedringer, “Ninguna teoría científica contiene en sí misma sensaciones y percepciones”.

Es necesario consignar aquí algunos datos respecto del SNC para conocer las magnitudes que se ponen en juego en estos procesos.

El SNC tiene 86.000 millones de neuronas y más de un billón de sinapsis. Apelo a la referencia que hacen Edelman y Tononi que nos ayude para hacer intuible las cifras que son imposibles de imaginar de forma concreta. Si contáramos una sinapsis por segundo, tardaríamos 32 millones de años en completar su número; si contáramos el número de circuitos neuronales, la suma daría un 10 seguido por un millón de ceros (el número de partículas que componen el universo, tendríamos un 10 seguido de 79 ceros).

Las sinapsis neuronales son más de 10^{15} , es decir, 1000 billones de sinapsis en nuestro cerebro⁴, o más de 100 terabyts⁵, es decir 10^{14} bits. Y esto se produce con alrededor de 15000 veces más que la información del genoma de 21000 genes. Confío en que con esta capacidad que todos tenemos, recuerden todo lo que vengo diciendo.

³En este trabajo voy a centrarme en la teoría de Edelman y Tononi. Existe otra teoría rival, la del *espacio de trabajo global*, de S. Dehaene, pero exigiría una mayor extensión describirla.

⁴A. Damasio, 2013.

⁵S. Dehaene, 2019.

Con un solo hemisferio cerebral (por ejemplo, el izquierdo, dominante) alcanza para tener conciencia. Pero no para integrar la información⁶. Si ambos hemisferios se desconectan cada uno ve una mitad del campo óptico, pero no puede reconocer el campo como unificado: no se reconocerá el hemicampo opuesto (hemiceguera). Por ejemplo, si se produce una lesión en una zona específica del lóbulo parietal izquierdo, no se reconoce nada a la izquierda del campo (los pacientes varones afectados por esta lesión se afeitan sólo el lado derecho de la cara).

La conciencia es un *proceso* ^[5] permanente (tal como había supuesto William James y como tematiza Oliver Sacks en *El río de la conciencia*); no es el producto unívoco de uno o más conjuntos de neuronas agrupadas en áreas o diferenciadas por la naturaleza específica de las neuronas involucradas.

La conciencia es el resultado de la integración de vastas regiones del SNC. Es una experiencia subjetiva unívoca e indivisible, *que en cada momento es una entre millones de estados posibles*, que se producen y suceden en fracciones de segundos. Estas experiencias son cruciales para determinar estados subjetivos y acciones. Los estados de conciencia son tan masivos que no se puede tener conciencia de dos cosas simultáneamente, y mucho menos hacerlas.

La integración instantánea se produce por la convergencia de diferentes canales perceptivos (vista, oído, tacto, etc.). De modo que ya en esta selección se producen acentos y exclusiones que en cierto sentido pueden dar lugar a las defensas regidas por el principio de placer y por la significación biográfica.

La *intensidad* de la conciencia, asimismo, puede variar desde el adormecimiento hasta la vigilancia extrema. La conciencia, tal como dicen Crick⁷ y Koch, es un fenómeno de umbral. Un conjunto de impulsos nerviosos debe sumarse y alcanzar el lóbulo frontal.

La capacidad de procesamiento de las imágenes es de entre tres y veinte por segundo para tener continuidad fluida⁸ (no sólo visuales: las imágenes pueden ser auditivas, propioceptivas, gustativas, motrices, etc.). En algunos centenares de milisegundos se seleccionan y reclutan más de un millón de grupos de alrededor de entre unas mil y diez mil neuronas cada uno. Cada neurona puede llegar a tener diez mil sinapsis. Sí, son cifras imposibles de

⁶ En los nacidos con agenesia del cuerpo calloso se comprueba que, a lo largo de la vida, compensan este déficit mediante conexiones por otras vías, por ejemplo, las comisuras, que también conectan ambos hemisferios, aunque en una dimensión reducida.

⁷ Francis Crick, coautor, junto con James Watson, del modelo estructural en doble hélice del ADN, que les valió el Premio Nobel de Medicina de 1953. Crick, se dedicó posteriormente a la neurobiología.

⁸ De manera similar, los fotogramas del cine, para producir sensación de continuidad deben sucederse a una velocidad de 24 por segundo.

imaginar, porque no están vinculadas a ninguna cantidad con las que normalmente operamos.

La conciencia se ha desarrollado a lo largo de la evolución, no es un privilegio humano. Distintas especies animales tienen una conciencia, que puede ser pasiva o activa. La conciencia primaria es activa a partir de los reptiles, es decir, desde hace unos doscientos cincuenta millones de años. Esta conciencia primaria es capaz de generar un escenario consciente en el presente, por medio de la integración de percepciones, emociones y recuerdos en una totalidad unificada e indivisible.

Existe, entonces, en las especies animales -incluido el *Homo sapiens*- una conciencia de su presente, sin conexiones significativas con su pasado, sus proyectos y su sí mismo. La llamada *consciencia central* por Antonio Damasio, tiene varios puntos de contacto con la conciencia denominada primaria por Edelman y Tononi; por ejemplo, el ser pre-reflexiva y a-lingüística.

Pero también existe otra consciencia exclusivamente humana, la *consciencia autobiográfica* (Damasio), que no está anclada en el aquí y ahora (como la central), sino vinculada al pasado y al futuro proyectado, es decir, las tres dimensiones temporales.

La conciencia activa es producto de la aparición de la atención en la evolución de las especies (recuerden que de ella también se ocupó Freud en el *Proyecto*). La atención es *selectiva*, tal como en su momento mostró H. Stack Sullivan, y puede operar modificando su foco en virtud asimismo del principio de placer; es decir, orientada por las defensas, a su vez condicionadas por la significación personal para cada sujeto.

Por último, *la atención*, que modula la conciencia, está asociada a la memoria, que se activa y contribuye a seleccionar en cada momento lo necesario para la autopreservación del sujeto. Esta impronta del proceso perceptivo permite establecer vínculos entre el pasado, el presente y el futuro; en otras palabras, vincular percepción y recuerdo con los intereses del “yo autobiográfico” (Damasio), o “consciencia secundaria” (Edelman y Tononi).

Para cumplir con estas funciones de integración, el cerebro debe estar razonablemente sano, libre de lesiones.

Como dije, la conciencia no es producida por ningún grupo neuronal en especial. Es producto de la interacción rápida entre la corteza cerebral y el tálamo por medio de circuitos de reentrada.

Reentrada quiere decir circuitos por los que circulan señales en ambas direcciones en forma recíproca (del tálamo a la corteza y viceversa), zonas que a su vez conectan distintas áreas mediante disparos incesantes la información perceptual y motriz durante algunos centenares de milisegundos. Esta es una cualidad específicamente humana, no hay otro SNC que tenga esta propiedad.

La conciencia, como dije, es un fenómeno de umbral. Cuando un estímulo es débil, su percepción se produce por debajo del umbral necesario para producir conciencia. En esto incide la combinación de la intensidad del estímulo y su duración. Cuanto más débil es un estímulo, más durable tiene que ser para que devenga consciente (un estímulo de 72 Hz necesita 500 mseg. -que es muchísimo, medio segundo- para ser percibido conscientemente, pero con una duración de 150 msg. es suficiente para ser percibido inconscientemente)

Después de este recorrido podremos, en futuros trabajos, confrontar esta descripción de la conciencia con la del *Proyecto, La interpretación de los sueños*, la *Adición metapsicológica* [...] y *El yo y el ello*^[6], que no es necesario recordar aquí.

Consideremos estos puntos:

§ La organización y funcionamiento del cerebro no están completamente determinados por la genética; hay un proceso de selección y adaptación que ocurre a lo largo de la vida (epigénesis).

§ El cerebro funciona como un sistema dinámico y distribuido, donde la actividad neuronal es resultado de la competencia y cooperación entre grupos neuronales.

§ La conciencia y la percepción no son producto de un solo “centro” en el cerebro, sino que emergen de la integración dinámica de señales a través de circuitos de reentrada.

Voy a presentarles una síntesis extrema de las categorías en juego en la teoría de la conciencia de Edelman y Tononi.

La *teoría de la selección de grupos neuronales* de Edelman sostiene que el cerebro no está “preprogramado”, sino que su estructura y función emergen a través de un proceso darwiniano de variación, selección y refuerzo de redes neuronales, determinado por la experiencia y la interacción con el entorno.

El concepto de *mapas globales*, de Edelman y Tononi, surge de las ideas desarrolladas en el marco de la *teoría de la selección de grupos neuronales* (TSGN) de Gerald Edelman y la *teoría de la información integrada* (IIT) de Giulio Tononi. No puedo desarrollarlo aquí, pero quiero dejar la referencia porque es un concepto en neurociencia relacionado con la teoría respecto de cómo el cerebro genera la conciencia y organiza la información sensorial.

Descripción sumaria de la *teoría de la selección de grupos neuronales* de Edelman y Tononi.

1. Mapas Neuronales

Edelman propuso que el cerebro organiza la información mediante grupos de neuronas interconectadas que forman *mapas dinámicos*. Estos mapas:

- Se generan por señalización sensorial (por ejemplo: un estímulo visual activa neuronas específicas en la corteza visual).
- Son plásticos (cambian con la experiencia, según la "selección de grupos neuronales", una idea inspirada en la selección darwiniana).
- Son localizados, pero interconectados (por ejemplo: un mapa para el tacto en la mano, otro para el movimiento del brazo, etc.).

2. Mapas Globales (o "reentrantes")

Aquí hay una diferencia clave:

- Los mapas globales son redes de mapas neuronales que se comunican entre sí mediante conexiones reentrantes (señales bidireccionales que sincronizan información).
- Integran múltiples modalidades sensoriales (por ejemplo: al ver una manzana, se activan mapas visuales + olfativos + táctiles + memorias pasadas).
- Son la base de la conciencia según Edelman: la coordinación de estos mapas globales permite una percepción unificada (su teoría se llama "Darwinismo Neural").

Ejemplo: Cuando tocamos una copa,

1. Los mapas neuronales individuales se producen por la activación de neuronas táctiles (textura), visuales (color), auditivas (sonido que produce).
2. Mapa global: Las conexiones reentrantes integran toda esa información para que se perciba al objeto copa como un todo.

3. Diferencias entre los mapas neuronales y los mapas globales

- Los mapas neuronales son unidades funcionales locales, mientras que los mapas globales son sistemas dinámicos que emergen de la interacción de múltiples mapas neuronales.

- Tienen entre sí una relación jerárquica: Los mapas neuronales son los "ladrillos"; los mapas globales son la "arquitectura" que surge de su interacción.

En síntesis:

1. Gerald Edelman propuso que el cerebro organiza y reorganiza dinámicamente la actividad neuronal en respuesta a estímulos externos e internos mediante un proceso de selección y fortalecimiento de ciertos circuitos neuronales, y lo denominó "selección de grupos neuronales".
2. Para que la experiencia consciente emerja, es necesaria una coordinación y una sincronización de la actividad neuronal distribuida en grandes áreas del cerebro.
3. Los mapas globales son representaciones de cómo distintas áreas del cerebro se activan y se sincronizan para formar una experiencia unificada y coherente. Estos mapas reflejan patrones dinámicos de activación que integran información sensorial, emocional y cognitiva.

EL PRECONSCIENTE

(PROCESOS DESCRIPTIVAMENTE INCONSCIENTES)

Ahora hablemos del funcionamiento inconciente⁹. Para la neurobiología el inconsciente difiere en muchos aspectos del psicoanalítico, porque, entre otros factores, incluye el preconsciente freudiano, sin hacer una diferencia entre el inconciente descriptivo y el sistemático.

El funcionamiento inconciente tiene una importancia fundamental, porque abarca las subrutinas motrices y cognitivas de las que no habla el psicoanálisis. De hecho, en el psicoanálisis el acceso a la motricidad se produce desde la conciencia. Freud no tenía por qué saber las funciones de los núcleos de la base, sus relaciones con otras estructuras subcorticales y su relación con la corteza cerebral. Pero nosotros, sí.

Una serie de subrutinas, tanto motrices como cognitivas, se inician a consecuencia de procesos consciente y se desarrollan inconscientemente (en el sentido de la neurobiología, que abarca parte de nuestro preconsciente).

Las subrutinas inconscientes son una "asistencia" a los procesos conscientes. Cuando, por ejemplo, alguien empieza a hablar, es guiado por una idea central de lo que quiere decir -o de lo que quiere *hacer* al hablar, al "hacer con las palabras"- (una *representación meta*, diría Freud). Sería fastidioso el proceso de elaboración consciente, tardaría mucho en hacerlo y, de acuerdo

⁹En este caso, hablo del funcionamiento normal y no, por ejemplo, de los casos de disociación de la memoria, la identidad o la percepción del entorno (los llamados "estados de disociación de la conciencia" por Pierre Janet, o como el caso de Anna O.).

con la extensión, podría tener dificultades para retenerlo en la memoria de trabajo.

Desarrollemos una secuencia típica del trabajo consciente realizado por los *mapas globales*^[8] que activan las subrutinas inconscientes llevadas a cabo por los núcleos de la base del cerebro.

Desde el momento de su activación por parte de la corteza se produce el procesamiento por los núcleos subcorticales. La información es enviada a la corteza, que producirá determinados estados en el núcleo para que, en caso de necesidad, el proceso se repita. De este modo los mapas globales se van modificando. En sucesivos bucles los resultados se completan y ahora es la corteza por su *núcleo dinámico*, que ejecutará la “acción específica”. Así se produce el aprendizaje, visto desde esta perspectiva (el proceso de aprendizaje es mucho más complejo de lo que describo aquí en este componente parcial).

Al incluir las subrutinas dentro del preconciente (inconciente descriptivo) ampliamos su campo de trabajo en dos dimensiones. Por un lado, existen subrutinas motrices susceptibles de conciencia (preconcientes). Por el otro, las subrutinas que toman a su cargo un proceso de pensamiento latente son activadas regularmente por el fin buscado, o por las resonancias despertadas por el flujo de la conciencia.

Como podemos ver, hay un camino que se abre hacia campos de enorme interés para la clínica y las psicoterapias, si nosotros mismos no disociamos o forcluimos estos tópicos por el hecho de que provienen de otra disciplina y promovemos la integración de la psicopatología y la neurobiología.

Como ejemplo, podemos incluir el funcionamiento patológico que determina las acciones repetidas de los pacientes con trastorno obsesivo-compulsivo. La irrupción de pensamientos intrusivos obliga a realizar actos egodistónicos. Estos actos son la puesta en marcha de rutinas inconscientes rígidamente establecidas, ejecutadas en secuencias fijas de manera incoercible. Esto significa que se produce una alteración en los puertos de entrada y de salida, de modo que el paciente pierde la capacidad de inhibir los rituales. En estos casos, la plasticidad -es decir, los cambios que han transformado las vías neuronales lo han hecho de modo tal que producen, con su continua reiteración, una fijeza que sólo los fármacos adecuados pueden remodelarlos, a su vez plásticamente. Precisamente, *fijación* es un término que puede ser tomado del vocabulario psicoanalítico para emplearlo, asimismo, en este nivel neurobiológico, y quizás más aun en estos casos, podemos recuperar el término *viscosidad de la libido* (de ISA). Este es un ejemplo del escaso efecto que pueda tener la palabra del terapeuta/ psicoanalista en el caso de un TOC constituido.

Ahora bien, Edelman y Tononi se preguntan, ¿qué ocurriría si ciertos sectores del sistema talamocortical, concretamente del tálamo, quedara aislado, desconectado de la corteza?

En ciertos trastornos disociativos, como la ceguera histérica, un pequeño grupo funcional que incluye ciertas áreas visuales queda aislado y no logra integrarse al núcleo dinámico dominante. Tampoco allí la eficacia extraordinaria que pueden tener las palabras, por adecuadas que fueren, tendrán eficacia para resolver este trastorno.

Finalmente, vamos a concluir este apartado con una cita extensa de Edelman y Tononi.

“¿Es posible que tales circuitos talamocorticales activos, pero funcionalmente aislados, puedan subyacer a ciertos aspectos del inconsciente psicológico -aspectos que como Sigmund Freud señaló, comparten muchos de los sellos que definen los estados mentales, salvo que no llegan a la consciencia? ¿Pueden estas islas talamocorticales activas poner en marcha sus propias rutinas en los ganglios basales, lo que ayudaría a explicar los deslices verbales o conductuales y desórdenes parecidos?”

LA MEMORIA

La memoria es una función de primera magnitud para la adaptación y la autoconservación en la vida de las especies, incluyendo al *homo sapiens-sapiens*. Su comprensión científica es necesaria para conocer el funcionamiento normal y el patológico. Fue definida como “*la capacidad de un sistema dinámico moldeado por la selección y que presenta degeneración^[8] para repetir o suprimir un acto físico o mental*” (Edelman y Tononi, 2002, p.118). Es decir, la capacidad para re-evocar, modificar o inhibir acciones, percepciones o pensamientos en función del contexto y la experiencia previa; pero, además -sugiero- dependen del respeto de sí mismo tenga el sujeto, que puede determinar la represión.

Dicen estos autores que pensar la memoria representacional, tal como lo hace el psicoanálisis produce muchos problemas. Por ejemplo, induce fácilmente la asociación con los sistemas informáticos de las computadoras. Los sistemas vivos pueden modelarse por medio de computadoras, pero no homologarse. Una importante diferencia consiste en que las computadoras tienen entradas codificadas unívocamente y sin ambigüedad, algo inexistente en el ser humano. Las señales que ingresan al SNC desde el exterior, tienen que ser procesadas y categorizadas porque no vienen asociadas con un código de interpretación que produzca significados inequívocos y estables.

La memoria no es representacional en el sentido fotográfico (algo que el psicoanálisis también puede afirmar); pero esto quiere decir asimismo que las evocaciones no serán nunca idénticas a la primera “impresión”; siempre se recuerda lo último que se recordó, modificado por el contexto concreto en el momento de producirse el recuerdo. En este punto debemos tomar distancia de

la memoria como archivo fotográfico o cinematográfico. La enorme importancia del sentido de la vista suele colonizar o desplazar al resto de las sensaciones. Somos proclives a padecer la ilusión de que los recuerdos son imágenes plásticas; éstas son *una clase* -sumamente importante- entre las distintas sensaciones que se inscriben como recuerdos.

“Las imágenes no se almacenan como fotografías en facsímil de cosas, acontecimientos, palabras o frases. El cerebro no archiva, fotografías Polaroid de personas, objetos, paisajes; ni tampoco almacenas cintas de audio de música y conversación; no almacena películas o escenas de nuestra vida [...]. Para abreviar, parece que no existen imágenes de nada que se conserven de forma permanente, ni siquiera miniaturizadas, no hay microfichas y microfilmes, no hay copias impresas. Dada la enorme cantidad de conocimiento que adquirimos a lo largo de una vida, cualquier tipo de almacenamiento de facsímiles plantearía probablemente problemas de capacidad insuperables. Si el cerebro fuera como una biblioteca convencional, nos quedaríamos sin estantes, como les ocurre a las bibliotecas convencionales.[...] Todos nosotros tenemos experiencia directa de que cuando rememoramos un objeto dado, o cara, o escena, no tenemos una reproducción exacta, sino más bien una interpretación, una versión acabada de reconstruir del original.[...] como el psicólogo inglés Frederick Bartlett señaló varias décadas cuando propuso que la memoria es esencialmente reconstructiva” (A. Damasio, *El error de Descartes*).

El soporte de la memoria son los *mapas globales*, de los que ya hablamos: vastas áreas de interconexión entre mapas locales de estructuras que intercambian señales mediante reentradas (conexiones recíprocas), tanto sensitivas como motoras, que a su vez interactúan con zonas no mapeadas, como el tronco cerebral (bulbo y protuberancia), el hipocampo, los ganglios basales y ciertas zonas del cerebelo. Esta descripción muestra que la percepción depende de la acción (consiste en una serie de actos), que a su vez conduce a la acción.

Una pregunta que se estarán haciendo es: ¿por qué se reactivan los mapas globales?

La respuesta actual complejiza la que intuyó Freud con la “facilitación” (*Bahnung*); esa apertura de camino hoy se llama conexión.

Concluyo con lo que decanta de estas lecturas: la memoria es el elemento central del aprendizaje. Antes de pensar en las imágenes que podemos evocar, comencemos por las habilidades que aprendemos a lo largo de la vida: gatear, caminar, por ejemplo, y así de seguido con las diferentes praxias necesarias para nuestra vida. Todo lo aprendemos, bien o mal. Por eso hablaba más arriba de la corteza somato-sensitiva, los núcleos de la base y el cerebelo, involucrados con la motricidad.

Recuerden la tesis de Hebb: las neuronas que disparan juntas quedan conectadas (en términos freudianos, los circuitos “facilitados” quedan conectados). Pueden desdibujarse con el paso del tiempo y la falta de refuerzos (según la curva descendente descrita por H. Ebbinghaus), pero pueden fortalecerse cuando se refuerzan. (Este proceso, llamado *potenciación a largo plazo* está más desarrollado en el Apéndice, en la página 21.)

El ser humano tiene la capacidad de construirse un “presente recordado”, es decir que la memoria interviene de manera permanente en la “conciencia extendida”, (que es otro nombre del que Damasio da a la *conciencia autobiográfica*).

Esta conciencia se apoya en el lenguaje, la competencia lingüística y semántica. El sujeto humano es reflexivo, es consciente de ser consciente. Es capaz de construir conceptos (función de la corteza frontal y temporal) pero también involucra al sistema límbico (emociones), un conjunto de estructuras que rodean el tronco cerebral. *La sensibilidad y las emociones están en el origen de la conciencia y la memoria* ^[10].

Para no confundir es necesario aclarar que voy alternando las concepciones de la conciencia de Edelman y Tononi, por un lado y la de Damasio, por otro. Ambas tienen algunos puntos importantes de contacto. Ambas son jerárquicas; E. y T. enfatizan la integración de la información en el cerebro y estudian la formación de redes neuronales, mientras que Damasio construye su concepción de la conciencia sobre la base del cuerpo y las emociones. En un futuro trabajo me extenderé sobre esta última.

La integración, la función esencial de la producción de la conciencia, se debe a los circuitos de reentrada (conexiones recíprocas entre zonas del cerebro), que configuran la *selección de grupos neuronales* sobre los que se apoyan los *mapas globales* del cerebro, es decir, circuitos neuronales relativamente estables en el orden de las centésimas de segundos.

Una propiedad fundamental de la memoria consiste en ser “una forma de recategorización constructiva mientras se produce la experiencia, más que una réplica precisa de una secuencia anterior de eventos”.

Retengamos estos puntos:

§ La organización y funcionamiento del cerebro no están completamente determinados por la genética; hay un proceso de selección y adaptación que ocurre a lo largo de la vida (epigénesis).

§ El cerebro funciona como un sistema dinámico y distribuido, donde la actividad neuronal es resultado de la competencia y cooperación entre grupos neuronales.

§ La conciencia y la percepción no son producto de un solo “centro” en el cerebro, sino que emergen de la integración dinámica de señales a través de circuitos de reentrada.

La *teoría de la selección de grupos neuronales* de Edelman sostiene que el cerebro no está preprogramado, sino que su estructura y función emergen a través de un proceso darwiniano de variación, selección y refuerzo de redes neuronales, basado en la experiencia y la interacción con el entorno.

La extraordinariamente fecunda teoría de la conciencia de Freud debería establecer una relación con las investigaciones neurobiológicas. Según estas,

en cada sujeto su conciencia presente es una entre miles o millones de otras posibles. La neurobiología puede también darles fundamento a postulados del psicoanálisis. Por ejemplo, en cada instante de la conciencia existe la posibilidad para que opere una categorización modulada por el principio de placer-displacer, determinada por la historia singular de la constitución de cada sujeto, que puede cambiar en el mismo sujeto en distintos momentos.

Quiero concluir este apartado con una cita de Edelman y Tononi:

“Esta memoria dispone de propiedades que permiten que la percepción altere el recuerdo y que el recuerdo altere la percepción, no tiene un límite de capacidad definido, puesto que genera ‘información’ por medio de la construcción. Es robusta, dinámica, asociativa y adaptativa. Si nuestra concepción de la memoria es correcta, en los organismos superiores cada acto de percepción es, hasta cierto punto, un acto de creación, y cada acto de memoria es hasta cierto punto un acto de imaginación. La memoria biológica es creativa y no meramente replicativa”.

Retomo lo que dije dicho al principio, para terminar. Un psicoanálisis del siglo XXI debe tomar seriamente en consideración los estudios neurobiológicos actuales, porque ya resulta insostenible que el valioso *corpus* psicoanalítico continúe desarrollándose en paralelo a disciplinas que comparten en gran medida el mismo objeto el estudio, sin abrirse a la producción científica de los últimos decenios. Creo que ya no podemos mantener una concepción arcaica, que deja inermes a los analistas para abordar un enorme campo dentro de la psicopatología y la terapéutica.

Anexo

dedicado a los nerds del Colegio

Para los que quieran continuar avanzando en este terreno debemos profundizar ahora una nueva hipótesis.

Voy a describir a grandes rasgos la *hipótesis del núcleo dinámico*, y de los *mapas neuronales* de Edelman y Tononi. Estos autores postulan que sólo un grupo de neuronas (enorme, dada la cantidad que existe en el cerebro) son las productoras de consciencia, no todo el cerebro.

Según la teoría del *núcleo dinámico* de Gerald Edelman y Giulio Tononi, los grupos neuronales dinámicos que subyacen a la consciencia involucran desde cientos hasta miles de neuronas por grupo, dependiendo de la función y la complejidad del procesamiento requerido.

Vamos paso a paso por las claves de estas importantes categorías de esta teoría:

1. Definición de grupos neuronales:

En la *Teoría de la Selección de Grupos Neuronales (TNGS)*, Edelman los define como conjuntos de neuronas (excitatorias e inhibitorias) interconectadas localmente, que funcionan como unidades básicas de selección. Cada grupo puede contener entre cientos y miles (100 y 10.000 neuronas).

2. Núcleo dinámico y consciencia:

El *Núcleo dinámico* propuesto por Edelman y Tononi surge de la interacción reentrante (retroalimentación constante) entre múltiples grupos neuronales distribuidos en el sistema talamocortical. Esta red es dinámica porque su composición cambia en escalas de tiempo de milisegundos, integrando información de áreas corticales y subcorticales. La consciencia emergería de la coordinación de estos grupos, que pueden abarcar millones de neuronas en total, aunque cada subgrupo funcional individualmente es más pequeño.

3. Evidencia experimental:

Simulaciones con modelos como los dispositivos Darwin (robots basados en TNGS) sugieren que la capacidad de categorización perceptiva y memoria requiere la interacción de múltiples *mapas neuronales*, cada uno con decenas a cientos de grupos. Por ejemplo, en estudios de integración sensorial, se observó que grupos de entre 500 a 1.000 neuronas eran suficientes para tareas básicas, mientras que los procesos complejos (como la consciencia de orden superior) involucran escalas mayores.

4. Comparación con otros modelos:

A diferencia de enfoques computacionales clásicos (que priorizan conexiones punto a punto), Edelman enfatiza la degeneración: múltiples vías para una misma función) y la plasticidad. Esto implica que el tamaño exacto de los grupos varía según la experiencia y el contexto, sin un número constante.

En resumen, los grupos dinámicos típicos en la TNGS suelen ser de cientos a

miles de neuronas, integrados en redes más amplias que permiten la coherencia temporal necesaria para la experiencia consciente.

En este modelo de *Teoría de la Selección de Grupos Neuronales* (TNGS), los *grupos dinámicos* se organizan en *mapas neuronales*. Estos mapas son una pieza clave en su explicación de la percepción, la memoria y la conciencia.

Veamos algunos detalles:

Los mapas neuronales del modelo de Edelman son redes distribuidas de grupos neuronales interconectados, localizados en áreas corticales y subcorticales, que representan información sensorial, motora o cognitiva (como un mapa visual o auditivo).

Estos mapas tienen características comunes:

- están *organizados topográficamente*: mantienen una configuración espacial que refleja la estructura del estímulo (ej: el mapa retinotópico en la corteza visual).
- son *plásticos*: se reconfiguran constantemente mediante selección darwiniana (esto significa que los grupos "compiten" por activarse según la experiencia).
- tienen *relaciones rentrantes*: se comunican entre sí mediante conexiones bidireccionales (retroalimentación constante), lo que permite integración de información.

Los grupos dinámicos son agrupados en *mapas neuronales*:

- Cada mapa neuronal contiene múltiples grupos dinámicos (conjuntos de entre 100 y 10.000 neuronas) que se activan selectivamente (por ejemplo, en la visión: un mapa visual en la corteza occipital podría incluir grupos especializados en detectar bordes, movimiento o color).
- Estos grupos compiten dentro del mapa (por ejemplo, para reconocer un objeto en diferentes orientaciones).

La función de los mapas en la TNGS implica:

- una categorización perceptiva: los mapas permiten clasificar estímulos ambiguos mediante la activación de grupos específicos (ej: distinguir un rostro de una mancha).
- una involucración de la memoria: no hay almacenamiento estático; la memoria surge de la recategorización dinámica cuando grupos similares se reactivan en contextos nuevos.

- producen conciencia: según Edelman y Tononi, la conciencia emerge de la integración reentrante entre mapas distribuidos (ej: corteza prefrontal, tálamo y áreas sensoriales).

A diferencia del conexionismo clásico, los mapas no son redes fijas, sino ensamblajes dinámicos que cambian continuamente con la experiencia.

Para demostrar la plasticidad de estos sistemas, ya en 1987 (*Neural Darwinism*), Edelman describió cómo un mapa somatosensorial puede reorganizarse tras una lesión: grupos vecinos "toman el control" de las funciones perdidas.

Las neuronas tienen que reunir dos condiciones para constituir ese *ND* y producir conciencia:

1. La agrupación funcional se establece por las interacciones de reentrada que se integran si interactúan durante unos centenares de milisegundos.
2. Para producir experiencia consciente tiene que estar diferenciado del resto del cerebro por las interacciones con valores altos de complejidad^[7].

Ahora bien, algunos grupos de neuronas que desarrollan estas subrutinas, sólo ocasionalmente se integran al *núcleo dinámico*. Yo diría que, en ese caso, tales grupos realizan subrutinas que son el soporte, en ese momento concreto, del preconscious.

En las tres figuras de la siguiente página se pueden ver las diferentes dimensiones topológicas de tres circuitos.

El primero (figura superior, A) organizado en forma de red, incluye miles de circuitos que responden a estímulos (visuales, auditivos, táctiles, etc.) y otros que planifican acciones.

El segundo (figura B) no es una red sino series de cadenas perpendiculares que vinculan la corteza con los ganglios de la base del cerebro, el hipocampo y el cerebelo. Están relacionados con el lenguaje, la sincronización de movimientos y procesamiento del pensamiento. Las conexiones no son recíprocas sino unidireccionales, del tálamo a la corteza.

El tercer (figura C) no se ordena como los anteriores sino como un conjunto más difuso en abanico. Se concentra en el tronco cerebral y el hipotálamo. En las neuronas de este conjunto impactan muchos de los psicofármacos que utilizamos.

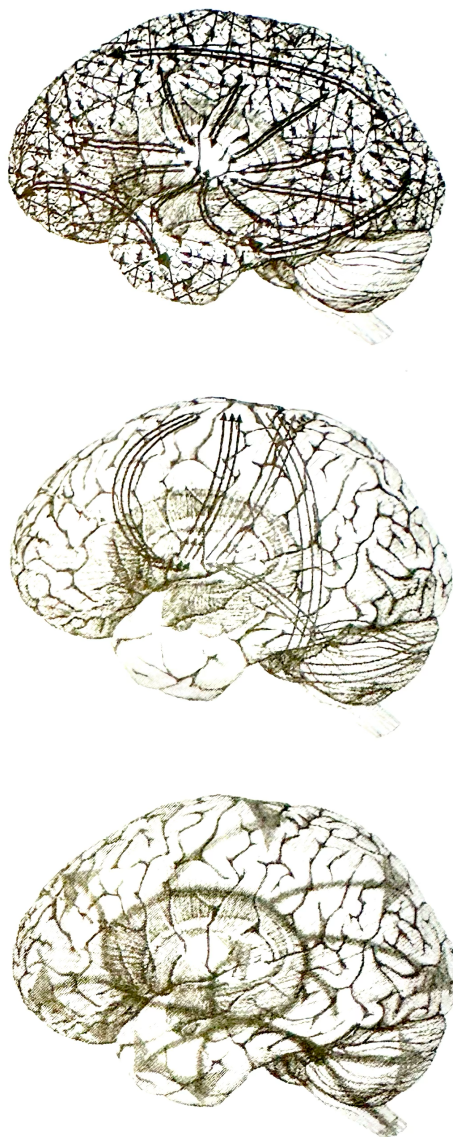


FIGURA 4.4 LOS TRES ORDENAMIENTOS TOPOLÓGICOS PRINCIPALES DE LA NEUROANATOMÍA FUNDAMENTAL DEL CEREBRO. (A) El diagrama superior muestra el sistema talamocortical —una densa malla de conexiones de re-entrada entre el tálamo y la corteza y entre distintas regiones corticales a través de las llamadas fibras corticocorticales. (B) El diagrama medio ilustra los largos bucles post-sinápticos dispuestos en paralelo que salen de la corteza, entran en los llamados apéndices corticales (aquí se indican los ganglios basales y el cerebelo), y retornan a la corteza. (C) El diagrama inferior indica uno de los sistemas de valores de proyección difusa (el locus cerúleo noradrenérgico), que distribuye una «redecilla» de fibras por todo el cerebro y puede liberar el neuromodulador noradrenalina.

Tomada de Edelman y Tononi, p. 57.

La figura 14.1 de la página 17 ilustra los núcleos subcorticales involucrados en el procesamiento de subrutinas por parte de los ganglios de la base, el hipocampo y el cerebelo.

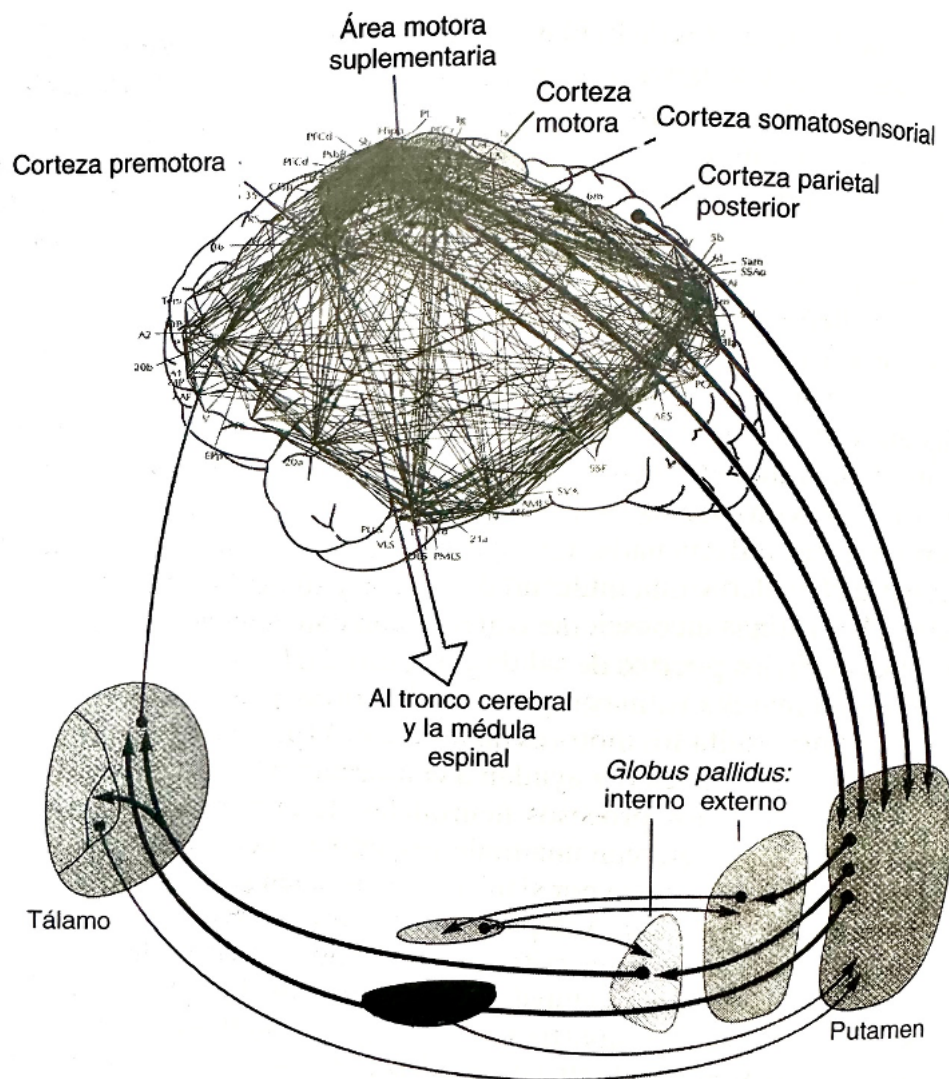


FIGURA 14.1 ESTRUCTURAS Y CONEXIONES QUE MEDIAN EN LOS PROCESOS CONSCIENTES E INCONSCIENTES. El sistema talamocortical, que da origen al núcleo dinámico, está representado por una fina red de áreas corticales y talámicas y conexiones de reentradas. Las rutinas funcionalmente aisladas que son activadas por el núcleo y que retornan al núcleo viajan a lo largo de vías paralelas, polisinápticas y unidireccionales que salen de la corteza, alcanzan los distintos componentes de los ganglios basales y ciertos núcleos talámicos y finalmente retornan a la corteza. La flecha grande representa conexiones con el tronco cerebral y la médula espinal que median las respuestas motoras.

Tomada de Edelman y Tononi, p. 222.

Este anexo se refiere al apartado sobre *La memoria*.

La experiencia con la aplysia

Erik Kandel, sobreviviente del exterminio judío por parte del nazismo, se trasladó a EEUU, donde se formó en psiquiatría y psicoanálisis. Más adelante, ya como investigador, exploró la memoria desde el psicoanálisis hasta la biología celular. Su obra *En busca de la memoria* sintetiza esta trayectoria en la que relaciona su desarrollo científico a través de una agradable narración de su vida profesional.

Kandel optó por estudiar la *aplysia californica* (un nematodo que se encuentra en las costas de California, llamada vulgarmente “liebre” o “babosa marina”.) debido a su sistema nervioso simple, con sólo 20.000 neuronas de gran tamaño, lo que facilitaba la implantación de electrodos y la observación de circuitos neuronales específicos. Este enfoque reduccionista, que Kandel emprendió contra las corrientes dominantes en los años '60, que desestimaban el estudio del SNC de especies más elementales, como, por ejemplo, su admirado (y con razón) neurólogo inglés John Eccles. Pero fue consecuente con su intuición, lo que le permitió analizar comportamientos básicos, como el reflejo de retracción de la branquia, y correlacionarlos con cambios a nivel sináptico [14].

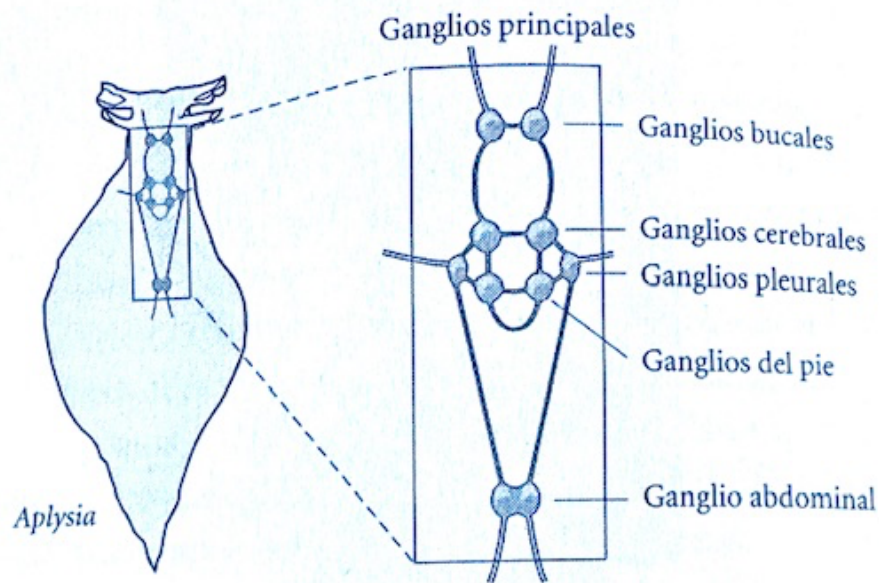


Figura 9.3. El cerebro de *Aplysia* es muy simple. Tiene 20.000 neuronas agrupadas en nueve ganglios. Como cada ganglio tiene un número pequeño de células, los investigadores pueden identificar los comportamientos simples que ese ganglio controla estudiando las modificaciones de determinadas células a medida que el comportamiento se altera por obra del aprendizaje.

Tomada de E. Kandel, *En busca de la memoria*, p. 176.

Voy a describir el experimento original:

Partamos del comportamiento natural de la *Aplysia*: este molusco tiene un reflejo natural: cuando se le toca el sifón (una parte de su cuerpo), retrae tanto el sifón como la branquia como reflejo defensivo.

Tipos de aprendizaje estudiados: Kandel identificó tres formas de aprendizaje en la *Aplysia*:

1. **Habituaación** (aprendizaje simple): Kandel y su equipo estimularon repetidamente el sifón de la *aplysia* con un estímulo suave.

Con el tiempo, la *aplysia* dejó de retraer la branquia porque aprendió que el estímulo no era peligroso.

Como consecuencia de este experimento se observó que la liberación de neurotransmisores por parte de las neuronas sensoriales disminuía con la repetición del estímulo –es decir, menos señal era enviada a las neuronas motoras.

2. **Condicionamiento clásico** (del tipo estudiado por Pavlov): Asociación entre un estímulo inocuo y uno efectivo (en este caso, nocivo), generando una respuesta específica al primero, aún en ausencia del estímulo inocuo (en el ejemplo clásico de Pavlov, el toque de la campana).

3. **Sensibilización**: si después de la habituación se aplicaba un estímulo fuerte en otra parte del cuerpo (como una descarga eléctrica en la cola), la respuesta al toque leve del sifón volvía a ser intensa.

Esto mostró que el sistema podría “potenciarse” de nuevo: las conexiones sinápticas se fortalecen.

El resultado consistió en que se encontró que había un aumento en la liberación de neurotransmisores y cambios en las conexiones sinápticas.

Kandel demostró que el aprendizaje implica cambios en la eficacia de las sinapsis (las conexiones entre neuronas), y que estos cambios pueden ser temporales (como en la habituación) o duraderos (como en la memoria a largo plazo que requieren de la producción de proteínas y del crecimiento de conexiones sinápticas).

Estas experiencias, sumamente simplificadas, llevaron a descubrir mecanismos celulares y moleculares como resultado del aprendizaje.

- Plasticidad sináptica. Kandel demostró que el aprendizaje modifica la fuerza de las conexiones entre neuronas (sinapsis). La habituación debilita las sinapsis, mientras que la sensibilización y el condicionamiento las fortalecen.

- Permite diferenciar los mecanismos moleculares y estructurales que diferencian la memoria de corto vs. largo plazo:

- La *memoria a corto plazo* implica cambios temporales en la liberación de neurotransmisores, como la serotonina, que alteran la eficacia sináptica.

- La *memoria a largo plazo* requiere síntesis de proteínas y cambios estructurales en las sinapsis, como el crecimiento de nuevas conexiones neuronales.

Estos hallazgos confirmaron que la memoria se almacena mediante modificaciones en las sinapsis, no en estructuras fijas.

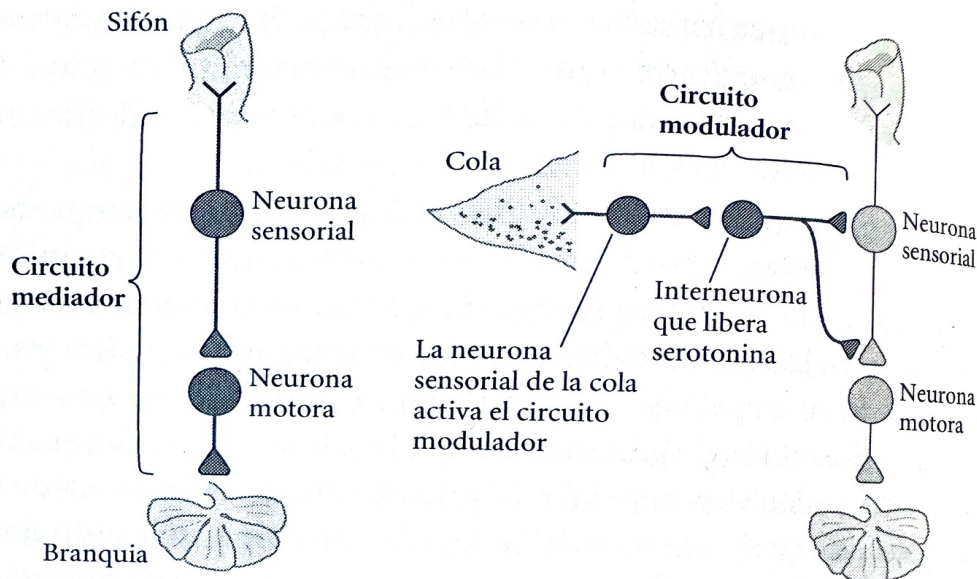


Figura 16.1. Los dos tipos de circuitos cerebrales. Los circuitos mediadores generan comportamientos. Los circuitos moduladores actúan sobre los mediadores regulando la intensidad de la conexión sináptica.

Tomada de E. Kandel, *En busca de la memoria*, p. 264

¿Cuáles son las diferencias a nivel molecular entre memoria a corto y largo plazo?

La memoria a corto plazo produce cambios temporales en la liberación de neurotransmisores, como la serotonina, que activan proteínas como la quinasa A (PKA).

La memoria a largo plazo, en cambio, requiere la síntesis de nuevas proteínas y la formación de conexiones sinápticas estructurales, reguladas por genes como CREB.

Este proceso es análogo en humanos, lo que sugiere mecanismos evolutivamente conservados.

Estas investigaciones causaron un impacto indeleble en la neurobiología y medicina.

En primer lugar, validaron la teoría de Santiago Ramón y Cajal sobre la modificación sináptica durante el aprendizaje (plasticidad neuronal).

La potenciación a largo plazo (PLP o LTP, por sus siglas en inglés: Long-Term Potentiation) es un fenómeno neurofisiológico que consiste en el fortalecimiento duradero de las conexiones sinápticas entre neuronas, resultado de una estimulación repetida o de alta frecuencia. Es considerado uno de los principales mecanismos celulares subyacentes al aprendizaje y la memoria.

Respecto de las enfermedades neurodegenerativas, Kandel vinculó las alteraciones estructurales en la potenciación a largo plazo (LTP) con el Alzheimer, y promovió la importancia de diagnósticos tempranos.

Promovió la integración de disciplinas como la psiquiatría, la biología molecular y la psicología, así como el enfoque multidisciplinario en neurociencia (ver *The disordered mind*, que cito en la bibliografía).

Tiene el enorme mérito de haber contribuido de manera decisiva a transformar la neurobiología y las llamadas neurociencias, al demostrar que inclusive organismos simples revelan principios universales del cerebro humano.

A Eric Kandel le fue otorgado el Premio Nobel de Medicina en el año 2000.

NOTAS

^[1] En estas páginas hablaré solamente del tema de la mesa de apertura del año de trabajo en el Colegio: consciencia, preconsciente y memoria y representaciones.

^[2] Janik y Toulmin, Taurus, Madrid, 1974.

^[3] "La psicoterapia de la neurona única". Psiquiatría, psicoanálisis y la nueva ciencia de la mente, Ars Médica, Barcelona, 2007.

^[4] El SNC tiene alrededor de 86.000 millones de neuronas, con más de un billón de conexiones entre sí. La corteza cerebral tiene aproximadamente 30.000 millones de neuronas.

^[5] "Convertir los procesos en cosas es un mero artificio de nuestra necesidad de comunicar ideas complicadas a los demás de una forma a la vez rápida y eficaz" (A. Damasio, Y el cerebro..., p. 254).

^[6] Como sabemos, entre los trabajos sobre metapsicología que no se pudieron encontrar uno de ellos trató sobre la consciencia.

^[7] El Oxford define complejidad como la conexión de varias partes entre sí. Lo completamente aleatorio no es complejo y tampoco lo que es completamente regular ("entre el humo y el cristal"). Lo que determina su demarcación como grupo son las interacciones que tienen entre sí. (E y T., p. 166)

^[8] Este término está tomado de la mecánica cuántica. Se refiere a que distintos estados físicos con propiedades similares. En ese contexto significa que las vías de conexión producen similares resultados por vías nerviosas diferentes.

^[9] Los qualia (en singular, quale) son las experiencias subjetivas y cualitativas que constituyen la esencia de la conciencia. Por ejemplo: la sensación o emoción que un color, o una combinación de colores produce en un sujeto concreto, el estado anímico que produce un determinado lugar o la sensación de nostalgia al escuchar una canción.

BIBLIOGRAFÍA

En esta bibliografía consigno la mayoría de los trabajos que consulté para este trabajo, pero incluyo también otras referencias orientadoras para quienes quieran abordar este apasionante campo.

Changeaux, J-P.: *Sobre lo verdadero, lo bello y el bien*. Katz, Buenos aires, 2010.

Chageaux, J-P. y Ricoeur, P: *La naturaleza y la norma. Lo que nos hace pensar*, FCE, México, 2017.

Dehaene, S.: *¿Cómo aprendemos?*, Siglo XXI, Buenos Aires, 2019.

Damasio, A: *El error de Descartes*, Crítica, Barcelona, 2013.

Damasio, A. *Y el cerebro creó al hombre*. Booket, Destino. Barcelona, 2012 (2010).

Damasio, A.: *El extraño orden de las cosas*. Destino. 2018. Libro electrónico.

Dennett, D.: *Dulces sueños*. Katz, Buenos aires, 2006.

Edelman, GM y Tononi, G.: *El universo de la conciencia*. Crítica, Madrid, 2002.

Gazzaniga, M.: *El instinto de la conciencia*. Paidós. Libro electrónico.

Gazzaniga, M: *Tales from both sides of the brain*. Harper Collins, N. York, 2015.

Golombek, D. *Cavernas y palacios*. Siglo XXI, Buenos Aires, 2008.

Kandel, E.; Schawartaz J.; Jessel, Th.: *Essentials of neural science and behavior*. Appleton & Lange, 1995.

Kandel, E.: *En busca de la memoria. El nacimiento de una nueva ciencia de la mente*. Katz Editores. Buenos aires, 2007.

Kandel, E: *The disordered mind*. Farrar, Straus and Giroux, New York, 2018.

Pribram, K, Gill, M.: *El "Proyecto" de Freud*. Marymar, Bs. As., 1977.

Quian Quiroga, R.: *Qué es la memoria*. Paidós, Buenos Aires, 2015.

Sacks, O.: *El río de la conciencia*, Anagrama, Buenos Aires, 2019.