

ENGRAMAS NEURONALES Y TEORÍA DE LA MENTE

***Por Javier Monserrat
Universidad Autónoma de Madrid***

RESUMEN. En el conocimiento actual del sistema nervioso tiene importancia excepcional la estructura genérica denominada “engrama neuronal”. La actividad nerviosa aparece así como propagación de impulsos químico-eléctricos que se distribuyen en módulos, conectados entre sí, que contienen una compleja topología de engramas que se activan y desactivan según esquemas lógicos muy precisos. Las redes neuronales establecen sistemas aferentes-eferentes inconscientes y mecánicos; pero son también el soporte físico-biológico de la experiencia psíquica del *qualia*. Esta idea del cerebro como red de propagación de energía por interacción de engramas debe ser un factor decisivo en la teoría de la mente. La interacción mecanicista clásica de los engramas puede ser hoy complementada por las intuiciones de una neurología cuántica que explicaría de forma nueva la libertad e indeterminismo de la actividad psíquica. Igualmente, esta idea funcional del sistema nervioso nos obliga a revisar la idoneidad de los modelos de computación serial o conexionista (PDP), así como las propuestas del emergentismo, epifenomenalismo, identismo, funcionalismo y fisicalismo materialista o computacional.

La teoría de la mente actual no quiere ser especulación psicológica, o filosófica, sobre la naturaleza de nuestra mente. Pretende ser expresión de la forma en que la ciencia actual nos dice qué es la mente humana y cómo en ella se fundan las diferentes vertientes de nuestra actividad psíquica.

a) Teoría de la mente

En la teoría de la mente se sintetizan conocimientos científicos, pero, al mismo tiempo, aparece la especulación necesaria para ofrecer una imagen congruente del complejo sistema causal del comportamiento humano. En muchos casos la complejidad del objetivo de conocimiento en la ciencia da una medida del nivel de especulación que será necesaria para ofrecer respuestas congruentes, aunque sean elementales, a las preguntas planteadas. Y esto sucede en forma sobresaliente en la teoría de la mente.

La teoría actual de la mente se formula en el marco disciplinar de la psicología científica precisamente porque es ésta la ciencia que, en el contexto interdisciplinar de las ciencias del hombre, recoge los diferentes cuerpos de conocimientos empíricos y teóricos, elaborados en ciencias muy variadas que tienen algo que decir sobre la mente humana; los analiza conjuntamente y sintetiza la imagen que hoy nos proporcionan de ella. La teoría psicológica de la mente sintetiza, pues, hechos y teorías provenientes de la física, de la óptica, de la psicofísica, de la biología en general, de la

neurología, de la medicina, así como los propios de la misma ciencia psicológica; igualmente se relaciona con otras importantes disciplinas como la epistemología, la antropología, e incluso la historia; por último, mencionemos también las ciencias formales que ofrecen modelos para organizar formalmente la compleja integración de conocimiento que debe abordar la teoría de la mente. Nos referimos, entre otras, a la matemática, a la lógica, a la teoría de sistemas que ofrecieron sus recursos desde hace muchos años; pero hoy debemos mencionar sobre todo las ciencias del ordenador –ingeniería y lógica del ordenador- que aplican el “modelo del ordenador” para construir una idea computacional de la mente que es hoy, bien para aceptarlo o rechazarlo, un punto de referencia inevitable.

Hablamos de mente. Sin embargo, ¿qué entendemos por mente? Nos atrevemos a ofrecer incluso una definición tentativa: aquel conjunto sistémico de recursos físicos, biológico-neurológicos y psíquicos que sustentan en el organismo viviente humano los procesos de detección de información y la elaboración de las respuestas adaptativas al medio en la forma específicamente humana. Es posible una definición de mente más amplia en que cupiera también la mente animal, pero aquí hemos limitado la definición a la mente humana; al igual que hablamos de conocimiento animal podríamos hablar también de una mente animal. Nadie –al que nos podamos tomar en serio- niega que de forma fenomenológica el hombre sea una realidad física, biológico-neurológica y psíquica. Todo ello, lo físico, lo biológico-neurológico y lo psíquico contribuye, en una con-causalidad sistémica, a producir el comportamiento humano. Ese complejo entramado sistémico es lo que llamamos mente. La conciencia forma parte de la realidad psíquica y la mente humana. Pero la mente no se identifica con la conciencia: la conciencia puede desvanecerse y, sin embargo, el sujeto, con el denso sistema de relaciones psicobiofísicas, no ha desaparecido y puede producir incluso actividad inconsciente. Podemos decir que la forma de entender cómo la conciencia, y los restantes fenómenos de la realidad psíquica, se integran en el sistema de la mente depende de cada teoría de la mente específica. La definición de mente propuesta es lo suficientemente abierta para acoger el abanico de opciones actualmente existente en teoría de la mente, incluso las teorías computacionales más radicales.

Por consiguiente, hoy no hay una “teoría de la mente”, sino “teorías de la mente”. Es importante tener una idea clara de la topología de conjunto en que se organiza hoy en día ese abanico de teorías. No es mi intención exponer aquí una propuesta clasificatoria para ese conjunto de teorías, pero sí será conveniente recordarla someramente (1).

Dado que una teoría de la mente conduce siempre a un modo de explicar la arquitectura psíquica en su conjunto (es decir, el conjunto de procesos psíquicos en su relación y orden interno: sensación, percepción, conciencia, subjetualidad psicológica, atención, memoria, conocimiento,

pensamiento, lenguaje, aprendizaje...), debemos advertir que las teorías de la mente dependen radicalmente de la forma de entender, o explicar científicamente, los procesos más básicos que son el origen del desarrollo evolutivo de la arquitectura psíquica: a saber, los procesos de sensación-percepción-conciencia. Sobre ellos hay algunas opciones teóricas fundamentales: la teoría de la percepción directa en la óptica ecológica de Gibson y las teorías constructivistas. Estas últimas, a su vez, pueden presentarse como constructivismo puro y como constructivismo computacional. A estos presupuestos teóricos básicos se deben referir siempre, de manera diversificada, los contextos teóricos más desarrollados posteriores que integran el conjunto de la arquitectura psíquica: el agnosticismo psicofísico interaccionista, el dualismo psicofísico, el materialismo fisicalista, el fisicalismo lógico-computacional, la teoría de la identidad, el identismo epifenomenalista, el identismo epifenomenalista computacional, el identismo pampsiquista, los funcionalismos y funcionalismos computacionales, las formas hoy residuales de la neurología marxista, y los emergentismos. Como se ve, una amplia gama de teorías que implican siempre una teoría básica de la mente que subyace en su constructo explicativo de la arquitectura psíquica.

Sin embargo, en mi opinión, este amplio abanico de teorías puede resumirse, en un esfuerzo máximo de reducción, a una posición marginal, el dualismo, y dos posiciones con fuerza en el mundo de la ciencia: el paradigma mecanicista-formalista-computacional y el paradigma funcional-evolutivo-emergentista. En el fondo, en resumidas cuentas, la discusión actual se centra en elegir entre un paradigma mecanicista (renovado por el formalismo computacional moderno) y un paradigma emergentista (que integra también una amplia dosis de mecanicismo y computación neuronal). Hoy pervive el punto de vista dualista. Pero también es verdad que pertenece a escuelas filosóficas algo anacrónicas y es absolutamente minoritario en la discusión científica actual. Los científicos, como se ve en muchos médicos, que pudieran estar tentados de dualismo, se refugian en la posición teórica del agnosticismo psicofísico interaccionista. El caso de Eccles es una excepción y pocos mantienen hoy posiciones semejantes.

b) Engramas neuronales y teoría de la mente

La teoría de la mente integra, pues, gran cantidad de conocimientos. Pero no todos tienen la misma importancia. Destacan con fuerza la fenomenología de la actividad psíquica y del comportamiento, por una parte, y, por otra, la neurología en todas sus vertientes. Es incuestionable que la teoría de la mente que se proponga deberá explicar, en alguna manera, la experiencia fenomenológica de nuestra actividad psíquica y de nuestro comportamiento; esta experiencia constituye el *explicandum*,

aquello que, en definitiva, debe explicar la teoría de la mente: ésta no tiene otro objetivo científico que explicar cómo es posible lo que nosotros advertimos fenomenológicamente. La ciencia surge siempre para explicar los hechos y estos son aquí nuestra experiencia fenomenológica. Pero el hombre es en realidad una entidad psicobiofísica y, por ello, lo biofísico se encuentra en las estructuras neurológicas terminales que conectan inmediatamente con la explicación de la actividad psíquica y del comportamiento. La teoría de la mente deberá construirse teniendo muy en cuenta qué nos dice hoy la neurología sobre el funcionamiento del cerebro y, en consecuencia, cuáles podrían ser las conjeturas para entender cómo el cerebro funda la producción de todo cuanto constituye nuestra experiencia fenomenológica.

Más adelante, al concluir este artículo, examinaremos algunas propuestas en teoría de la mente ante, digamos, el tribunal de apelación de los conocimientos neurológicos actuales (y sin olvidar, además, la experiencia fenomenológica como segundo eje de referencia esencial). El examen versará ante todo sobre la congruencia que presentan los dos grandes paradigmas actualmente en disputa, tal como decíamos hace un momento, a saber, el paradigma mecanicista-formalista-conductual y el paradigma evolutivo-funcional-emergentista. Pero antes debemos introducirnos ya en la temática propia de este escrito, ofreciendo una clarificación sumaria de su contenido (2).

El engrama como pieza clave de la arquitectura neuronal. La existencia de engramas neuronales no es una especulación sino un hecho empírico incuestionable. Es posible que, a partir del hecho de los engramas, se intente construir una, digamos, “teoría de engramas” que interprete de forma más general cuál es el papel y alcance de los engramas en el funcionamiento psíquico y conductual; esta “teoría” podrá tener entonces quizá algo de especulación, como necesariamente tienen siempre las teorías. Sin embargo, que alguna de estas especulaciones no sea correcta no significa que la actividad de nuestro S.N. no se funde en la formación continua de una enorme cantidad de engramas neuronales. Así, paso a paso, la interpretación general de la forma en que funciona el sistema neuronal apoyándose en la formación de engramas conduce a una “teoría de engramas”, entendida como una de las perspectivas más importantes que nos llevaría a entender hoy la naturaleza del sistema nervioso.

Pero, como ocurre siempre en general con nuestros conocimientos neurológicos, la teoría de engramas tiene consecuencias inmediatas sobre la teoría de la mente. Es decir, no puede ser ignorada por la teoría de la mente. Muy al contrario, ésta debe construirse de forma congruente con la teoría de engramas. No hacerlo sería tan grave como construir una teoría de

la mente que no estuviera en conformidad con lo que hoy sabemos sobre el sistema nervioso y el funcionamiento del sistema neuronal.

Por consiguiente, la teoría de engramas es así pauta para examinar a su luz las modernas teorías de la mente. Decíamos antes que, al menos en lo fundamental, existían dos grandes paradigmas en teoría de la mente: el paradigma mecanicista-formalista-conductual y el paradigma evolutivo-funcional-emergentista. Pues bien, tal como heremos al concluir este artículo, la teoría de engramas puede aplicarse al análisis de estos dos grandes paradigmas; es decir, nos permite examinarlos desde el punto de vista de su congruencia con la teoría de engramas y, en consecuencia, de su mayor o menor congruencia con las evidencias empíricas y las teorías de la neurología de estos momentos.

I. Origen evolutivo y naturaleza del engrama neuronal

Comenzamos haciéndonos una idea de lo que entendemos por engrama neuronal. Será, pues, conveniente una aproximación evolutiva que nos lleve a entender cómo nace un engrama y qué papel juega en la adaptación y supervivencia del organismo en el medio físico. Los ejemplos mencionados para seguir las explicaciones serán tomados preferentemente de la ciencia de la visión. Comencemos reconstruyendo el camino evolutivo que, de diversas formas, fue dando origen a esa estructura centralizada de engramas que llamamos el cerebro, como pieza clave del sistema nervioso (S.N.).

1) Formación evolutiva de los primeros engramas

Recordemos la reconstrucción de la ciencia de la visión sobre el proceso que verosímilmente llevó al nacimiento del sentido de la vista; es decir, del ojo como sistema biológico de detección de la luz. En una zona de la superficie externa del organismo unas determinadas células se hacen “sensibles” a la luz externa, esto es, a la radiación electromagnética ambiente específica (la zona de frecuencias del espectro visible de la luz). En esa célula –que es ya para nosotros un fotorreceptor que, junto a otros, llegará a formar una retina- la luz produce una transformación químico-eléctrica que dispara el impulso nervioso que se transmite a lo largo de su axón. Si ese impulso nervioso se perdiera en el organismo después de un recorrido lineal no pasaría nada; incluso si se perdiera después de haber transmitido el impulso nervioso a una u otras células (neuronas) distintas. Pero la forma más obvia de terminar el impulso que se transmite es quedar encerrado en un bucle neuronal: una estructura de neuronas, aunque sea muy simple, cuatro o cinco neuronas (o células que transmiten ese tipo de

impulso nervioso), en la que queda encerrado reverberando; es decir, reflejándose de una neurona a otra en un bucle cerrado.

Supongamos ahora que cuando el fotorreceptor exterior recibe luz se activa, en consecuencia, el bucle neuronal. ¿Serviría para algo? No vemos todavía para qué. Pero supongamos, además, que ese bucle activado, bien directamente, bien por transmisión de la activación que tiene conexión con otro bucle, dispara el sistema motor del organismo de una determinada forma. Existe ya una conexión entre la detección de la luz y el sistema motor que parece indicar que la activación del bucle terminal del estímulo luminoso podría servir para el movimiento. Algo muy parecido a esto aconteció hace muchos millones de años en el interior de los océanos. Un organismo viviente detectaba la luz y la consecuencia era un movimiento hacia la superficie para encontrar una supervivencia óptima.

Tras un complejo proceso evolutivo supongamos ahora que no existe sólo un fotorreceptor, sino una retina con miles de fotorreceptores densamente distribuidos. Cada uno transmite su estimulación que desemboca terminalmente en una tupida estructura de neuronas plagada de bucles. Supongamos también que la retina ha ido hundiéndose en la piel hasta que la superficie colindante ha ido cubriéndola, a excepción de un pequeño orificio externo que permite todavía la entrada de luz. Al disponer de este orificio –es decir, la estructura evolutivamente primaria de un ojo– el animal ya no recibe la luz difusamente, sino enfocando hacia una u otra zona del espacio. Entonces el patrón de luz que incide sobre la retina ya no es el mismo si se apunta a un sitio o a otro; es decir, la retina ya no se ilumina difusamente, sino de formas muy distintas correspondientes a la variedad de patrones de luz provenientes de diferentes puntos del espacio.

Al mismo tiempo podemos entender también que esos patrones diferentes de luz sobre la retina generan también patrones diferentes de estimulación que se transmiten hasta generar patrones de activación diferentes en esa tupida red de neuronas en que se forman los bucles terminales a que nos referíamos. Así, los bucles que se generan en un cerebro primitivo no son los mismos si toda la superficie de la retina se estimula por una luz uniforme que si se estimula sólo en una de sus zonas correspondiente a la forma de una “T”. El organismo puede aprender que sólo determinados bucles de activación transmitan la activación a los bucles que producen determinadas actuaciones motoras. Algo parecido a esto acontece en algunos peces cuando la visión de ciertos patrones visuales muy sencillos, y no otros, produce automatismos motrices de comportamiento que redundan en su beneficio biológico inmediato.

Al hablar de bucles neuronales nos estamos refiriendo ya al concepto de engrama neuronal. En el marco de la diversificación celular, las neuronas son aquellas células que se especializaron en transmitir los estímulos nerviosos, producidos, a su vez, por la actuación sobre ellas de

ciertos eventos físicos internos o externos; por ejemplo, la radiación electromagnética de la luz. Los bucles terminales de estas estimulaciones nerviosas, inicialmente lineales, van complejizándose y concentrándose en lugares del organismo, hasta producir redes neuronales y, por último, el cerebro como elemento fundamental de un S.N. centralizado.

El esquema funcional básico que da sentido al nacimiento evolutivo del S.N. supone que un evento físico, interno o externo, produce la estimulación nerviosa que –en un sentido aferente- se transmite ascendentemente, digamos, al lugar en que quedará encerrada en un bucle o engrama producido por ella (red neuronal o cerebro). Pero esto quizá no bastaría para entender la eficacia evolutiva de este impulso ascendente. Sucede algo más. El bucle neuronal activa, directa o indirectamente, otros bucles presentes en la red neuronal que, una vez activados, producen impulsos nerviosos descendentes –en un sentido eferente- que acaban produciendo eventos físicos finales, donde el impulso nervioso eferente últimamente se pierde. Estos eventos pueden consistir en la activación específica del sistema motor o en una regulación interna de la actividad hormonal de uno de los sistemas orgánicos. Lo significativo es que la funcionalidad evolutiva del hecho de que ciertas células se hayan especializado en la transmisión de ese tipo de estímulos nerviosos depende de que los impulsos terminen en bucles de una red neuronal que permita la conexión con bucles que controlen eferentemente la actividad interna y externa del organismo en orden a una óptima eficacia de supervivencia.

Desde el punto de vista de la red neuronal, ésta se constituye, primero, en lugar terminal de los bucles de estimulación aferente. En este sentido decimos entonces que el S.N. se constituye primariamente en un sistema de recepción y registro de información: información proveniente del medio interno (la presencia en el organismo de una cantidad excesiva de una sustancia química) y externo (el sentido de la vista, obviamente, por la información proporcionada por la luz). Pero, al mismo tiempo, se constituye también, secundariamente, en lugar germinal de un conjunto de bucles cuya activación produce impulsos nerviosos eferentes con efectos físicos en determinados sistemas del organismo (en el sistema motor o en el sistema endocrino). La red neuronal se ha convertido, pues, en un sistema de control y regulación de la actividad interna y externa del organismo para una mejor adaptación al medio.

En el fondo, este esquema de análisis que se desprende de la misma lógica de los hechos evolutivos nos dice que los seres vivos han comenzado a funcionar por desarrollo evolutivo un esquema estímulo-respuesta. El S.N. convierte, en efecto, los estímulos en información, es el estímulo-información; pero se constituye también en un sistema de generación de respuestas –los efectos físicos terminales de los impulsos eferentes- que adaptan el organismo. Lo que hace, pues, eficaz al S.N. es que en la misma

red neuronal conexionan los bucles aferentes de información con los bucles eferentes de activación de respuestas adaptativas.

Desde el comienzo evolutivo del S.N. la terminación de la estimulación-información en un bucle neuronal conectó con un bucle de activación adaptativa y, desde ese momento, comenzó su utilidad adaptativa en orden a la supervivencia. Los estímulos-información se hicieron poco a poco señales específicas: comenzaron a producir bucles de activación específicos, distintos unos de otros, y cada uno conectó con bucles de activación también específicos que producían respuestas internas (vg. cambios bioquímicos de regulación interna) o externas (conducta motriz en el medio). Comenzaba así la complejísima organización de la red neuronal que acabaría por producir el cerebro humano.

Tenemos ya dos sistemas coordinados interdependientes de activación cerebral: el sistema de información que conduce a sus bucles terminales las estimulaciones recogidas por neuronas desde el medio interno o externo, que acabará siendo –sólo en parte, como veremos- el sistema de sensación-percepción-conciencia; y el sistema de respuestas adaptativas en función de la información, que acabará siendo –también sólo en parte- el sujeto psicológico que, atendiendo y seleccionando la información, controla la enorme complejidad de engramas adaptativos que pueden ser activados o inhibidos. Vemos, pues, cómo poco a poco la complejización evolutiva del S.N. va construyendo desde el principio la arquitectura de dos sistemas que van unidos: el sistema de la información (terminalmente la conciencia) y el sistema de respuestas (terminalmente el sujeto psicológico).

2) *Naturaleza del engrama neuronal*

Hemos introducido ya la descripción de la naturaleza de los engramas neuronales y su origen evolutivo. En la neurología no siempre se utiliza el mismo término: puede hablarse de patrón de activación, de bucle neuronal, de estructura neuronal, de subsistema neuronal, o de “engrama neuronal”, entre otras denominaciones también comunes. Lo importante no es la palabra, sino el hecho real que designa: que las estimulaciones que recoge el sistema nervioso del medio interno o externo desembocan en el cerebro donde producen patrones de estimulación específicos.

Cada uno de estos patrones es un engrama. Las unidades que constituyen el engrama son las neuronas conectadas entre sí por los impulsos nerviosos químico-eléctricos transmitidos a través de las conexiones sinápticas. El cerebro es la estructura de centralización, coordinación e interconexión de toda la actividad nerviosa del S.N. La compleja red neuronal producida evolutivamente no se activa totalmente por cualquiera de las estimulaciones que allí desembocan por una vía u otra del sistema de información. Cada una produce la activación de un conjunto

selectivo de neuronas que transmiten la activación y permanecen activas formando un bucle o engrama neuronal. Normalmente cada vía de estimulación termina en una zona del cerebro donde, sin embargo, pueden producirse infinidad de engramas distintos. Así, cada sensación somática tiene sus engramas específicos en el cortex somatosensorial y cada imagen produce también engramas de activación propios en las zonas cerebrales del procesamiento visual. Por tanto, los engramas son estructuras de activación simultánea de conjuntos o subconjuntos de neuronas que pertenecen a ciertos módulos cerebrales específicos que procesan ese tipo de estimulaciones que provienen de vías nerviosas que conectan con el medio interno y externo.

En síntesis, pues, y un poco más breve: engrama es una estructura de interconexión neuronal en el cerebro producida por la propagación terminal de los impulsos nerviosos químico-eléctricos (transmitidos por vía sináptica) originados en las terminaciones del S.N. conectadas con el medio interno o externo. Imaginemos la complejísima tela de araña neuronal: millones y millones de neuronas, cada una con cientos y miles de conexiones sinápticas con otras neuronas desde sus axones y estructuras dendríticas, hasta permitir casi una infinita combinatoria de caminos y formas de interconexión específica, patrones de activación o engramas.

Que la actividad del S.N. termina en la producción de engramas es sabido hoy a partir de ciertos fundamentos empíricos de investigación que, en conjunto, apenas dejan lugar a dudas. A) En primer lugar recordemos la técnica de investigación fundamental: el registro individual de neuronas que permite mediante electrodos finísimos, que bajan hasta las mismas neuronas, el control de su actividad eléctrica. Con estas técnicas no sólo se puede analizar en qué partes del cerebro se produce la activación terminal en que acaban específicamente las diferentes vías de estimulación (los sentidos), sino que incluso se pueden provocar diferentes patrones de estimulación por combinatoria de cientos de implantes de electrodos en ciertas áreas visuales del cortex; por ejemplo, hasta producir controlada y diferencialmente en sujetos ciegos experiencias visuales. B) Las técnicas variadas de escáner para analizar la distribución de la actividad y la bioquímica funcional del cerebro permiten también hoy saber, aunque no con la precisión del registro individual de neuronas, qué partes del cerebro se activan y cuáles no. C) Datos también interesantes se han conseguido por técnicas de electroencefalografía que analizan selectivamente la actividad de partes muy pequeñas del cerebro. D) La neurocirugía (recordemos el caso de Penfield) y la patología neuronal (recordemos todo lo que sabemos por las lesiones cerebrales) proporcionan también informaciones importantes sobre naturaleza y ubicación de los engramas neuronales. E) Todo, además, se relaciona con los datos de la fenomenología de la actividad psíquica y las correlaciones comprobadas

con las informaciones provenientes de la experimentación física con los métodos anteriores.

Por consiguiente, el engrama neuronal es un subsistema neuronal activado inicialmente por las vías aferentes del medio interno y externo que presenta algunas características, en parte ya comentadas, pero que debemos destacar con claridad: A) El engrama está siempre activado en tiempo real, simultáneo con los eventos que producen la estimulación interna o externa. Los engramas que producen actividad psíquica están activados en el tiempo real en que se produce la experiencia fenomenológica. Decimos esto en general, ya que existen anomalías como las constatadas, por ejemplo, en los experimentos de Libet (3). B) El engrama, una vez formado, produce una “facilitación”: constituye vías de interconexión que forman estructuras fácilmente activadas de nuevo porque la energía químico-eléctrica tiende a distribuirse ordenadamente en ellas. C) El engrama, pues, forma estructuras estables que tienden a permanecer y a reactivarse, bien cuando se produce la aferencia de las mismas estimulaciones, bien cuando llega a ellas la energía químico-eléctrica circulante internamente por el cerebro. Esta propiedad de los engramas es el fundamento, entre otras cosas, de la memoria y del aprendizaje.

El engrama, tal como hemos descrito a partir de su origen evolutivo, se presenta simplemente como un sistema de activación químico-eléctrica de doble dirección, aferente y eferente. Esta doble dirección le confiere su eficacia en orden a la supervivencia y adaptación al medio. En principio, los engramas no tienen por qué estar relacionados con el psiquismo, con las experiencias psíquicas. No tenemos fundamento para pensar que todo engrama produzca un qualia: una experiencia psíquica específica en el marco de la sensibilidad-percepción-conciencia. Al contrario, sabemos que en el interior del organismo se producen eventos físicos detectados por el sistema nervioso, transmitidos a engramas no-psíquicos, totalmente inconscientes, que activan de forma absolutamente mecánica y determinista otros engramas eferentes que producen, por ejemplo, transformaciones bioquímicas de regulación del organismo. Cabe pensar que, en los orígenes evolutivos que conducen a la formación del S.N. en los seres vivos, los primeros engramas rindieron su contribución a la eficacia de supervivencia de forma completamente inconsciente y mecánica. Por ello cabe pensar también que la vida comenzó a construirse a partir de circuitos nerviosos de carácter absolutamente mecanicista-determinista, de naturaleza inconsciente.

3) *El engrama como soporte físico del qualia*

Sabemos que la vida psíquica consciente, posibilitada por la mente humana (la conciencia es sólo uno de los aspectos funcionales de la mente),

tiene mucho que ver con los engramas formados en el sistema nervioso central, en el cerebro, y en su conexión con las vías aferentes y eferentes que conducen a o se generan en ellos. Es decir, ciertos patrones de activación del cerebro producen las experiencias psíquicas conscientes.

Así, por ejemplo, al ver una imagen visual, la luz incidente sobre la retina produce una activación químico-eléctrica en los fotorreceptores que se transmite por el nervio óptico hasta el núcleo geniculado lateral –o al colículo superior por una vía evolutivamente más antigua- y, desde ahí, por las radiaciones ópticas, se transmite la estimulación principalmente a las zonas del cortex visual primario, secundario y terciario (V1, V2 y V3). La estimulación proveniente de la retina se propaga todavía a otras zonas del cortex, hasta quedar totalmente activado el engrama final que produce la imagen. Cuando la distribución de la activación se realiza correctamente, dada la estructura funcional evolutiva correcta en nuestra especie, tenemos la experiencia de ver correctamente la imagen. Pero cuando en alguno de los lugares, o submódulos, del S.N. en que se producen los subengramas de la visión algo no acontece correctamente (un mal enfoque de la luz sobre la retina por miopía, un pequeño agujero macular en la retina, un traumatismo en alguna de las zonas del cortex visual o la lesión por un pequeño derrame sanguíneo...), entonces comienzan a producirse un conjunto de extrañas anomalías en la imagen percibida: desde una ligera borrosidad de la imagen hasta un sorprendente escotoma, o la pérdida del color o de la percepción del movimiento, cuando no la pérdida total de la imagen, quedando en un estado de ceguera.

Para el punto de vista actual nuestra vida psíquica se apoya en la existencia de engramas neuronales que llevan consigo el correlato de nuestra experiencia psíquica. Cada sistema sensitivo-perceptivo surge de sus engramas específicos. El registro de lo que pasa en nuestra vida psíquica consciente se apoya en la persistencia de los engramas que la producen en tiempo real. La memoria, pues, se basa en la reactivación de los engramas. Los conocimientos e ideas formados del mundo sentido-percibido producen también engramas en tiempo real que quedan igualmente registrados, pudiéndose evocar después por la memoria, al igual que evocamos imágenes o sonidos. Lo mismo acontece con el aprendizaje al dominar ciertas habilidades complejas, como el control de ciertos campos conceptuales complicados, o la construcción de frases y emisión de sonidos en un idioma desconocido. La emisión consciente del lenguaje se funda también en la activación de una red complejísima de engramas que permiten recordar las palabras y combinarlas en estructuras gramaticales correctas. La vida emocional está también producida por engramas neuronales, cuya activación presenta el correlato psíquico-consciente de “sentir las emociones”. Toda la vida psíquica en el marco de lo consciente, posible objeto de una descripción fenomenológica, está, en definitiva,

fundada en la tupida red de engramas construidos en el cerebro; en parte dentro de una topología neuronal genética y en parte como resultado del propio curso de la vida que los ha formado por las sensaciones, percepciones, conocimientos, sentimientos... de cada ser humano.

Hemos dicho ya que muchos engramas del cerebro –sin duda la mayor parte- no producen qualia (es decir, la experiencia psíquica consciente como tal: ver el “rojo”, o recordar una “idea”, o sentir una “emoción de alegría o temor”). No sería, sin embargo, correcto pensar que los engramas se dividen en productores y no productores de qualia, yendo unos por una parte y otros por otra, o situándose unos en módulos cerebrales localizados, completamente aislados de los otros. El qualia, la experiencia psíquica consciente, ocurre al estar activado un cierto engrama que la produce; pero la activación específica es, digamos, la punta del iceberg de una complejísima pirámide de engramas que van activándose y desactivándose como infraestructura inconsciente, mecánica, automática, que se constituye en soporte neuronal de los engramas finales productores de la conciencia.

Por tanto, en el cerebro existen infinidad de engramas que se activan y no producen conciencia. Muchos se activan por informaciones nerviosas que llegan automáticamente por el estado físico interno del organismo que genera impulsos aferentes; son los engramas de regulación orgánica que no producen ninguna influencia sobre nuestro sistema consciente (dejemos aparte la cuestión de sus posibles influencias a través de las estructuras inconscientes). La fisiología nos dice muchísimas cosas, en efecto, sobre los complejos mecanismos inconscientes y la densísima red de engramas que controlan el estado general de los sistemas orgánicos desde el cerebro. Pero existe también una no menos densa red de engramas inconscientes que sirven de apoyo a la, digamos, emergencia de los engramas que producen qualia. Cuando vemos una imagen en tiempo real, cuando la recordamos, cuando pensamos recordando nuestras ideas, cuando hablamos en un contexto social o cuando emitimos lenguaje interior, cuando sentimos emociones profundas... se activan engramas específicos que surgen como activación final de una complejísima red de engramas inconscientes. Al hablar y construir correctamente un lenguaje, o al conducir desde nuestra voluntad los movimientos, nuestro sistema psíquico consciente está operando desde el soporte de una densísima red de engramas inconscientes que permiten la compleja actividad lingüística o motora.

4) *El problema psicofísico en clave de engramas*

Sabemos, pues, de forma muy provisoria que nuestra actividad psíquica está producida por engramas que constituyen su soporte neuronal. Pero no lo sabemos todo. Al contrario, sabemos que es así, pero carecemos todavía del suficiente conocimiento para entender cómo y por qué es así.

En definitiva, desconocemos lo fundamental –por qué los engramas producen en absoluto la experiencia psíquica- y desconocemos también el detalle fino de las estructuras neuronales de los engramas –qué neuronas y qué vías sinápticas forman un determinado engrama o cuáles son los mecanismos de la compleja activación y desactivación de las redes de engramas que rigen inconscientemente nuestra vida psíquica-. Nuestra vida psíquica se construye sobre engramas; aproximadamente sabemos dónde están y cuáles son sus estructuras modulares; conocemos también bastantes cosas sobre interacciones, mecanismos de interconexión y funcionamiento de esos engramas. Pero, en definitiva, desconocemos hoy todavía lo fundamental y el detalle fino de su mecanismo funcional.

El déficit más importante es naturalmente lo fundamental: por qué el psiquismo emerge de las estructuras neuronales. Imaginemos que hemos desarrollado una tecnología de escáner que va mucho más allá de las posibilidades de resolución actuales. Supongamos que permite seguir perfectamente las neuronas y las vías sinápticas, una a una en su individualidad neuronal (y no sólo por zonas), que están involucradas en el engrama que en tiempo real produce una imagen o la evocación de un pensamiento por la memoria. Supongamos que disponemos de un ordenador que registra perfectamente esa complejísima estructura neuronal -que difícilmente sería reproducible por simulación de una imagen que cupiera en una pantalla de ordenador-. Estaríamos entonces en condiciones de investigar en el cerebro de una persona dónde y cómo están dispuestos los engramas que activan los qualia de su vida psíquica, al igual que las redes inconscientes de soporte y los complejos mecanismos de interconexión funcional. Entonces conoceríamos nada menos que la completa estructura de engramas en que se asienta la vida representativa, conceptual, emotiva... de esa persona. Pues bien, aun entonces, si no conociéramos lo fundamental, a saber, por qué y cómo los engramas producen la experiencia psíquica, todavía no podríamos resolver el enigma psicofísico: por qué la vida psíquica emerge de la materia organizada en redes neuronales. Sólo sabríamos que la conciencia tiene que ver con esos engramas, pero no sabríamos en absoluto cómo y por qué.

El enigma psicofísico todavía por describir responde, pues, en definitiva, a la siguiente pregunta: ¿por qué un engrama neuronal –dada su naturaleza físico-químico-neural- puede producir la experiencia psíquica (sentir, percibir, atender, recordar...)? Las teorías de la mente toman una posición ante esta pregunta. En relación con ella surgen los dualismos psicofísicos, los reduccionismos materialistas o los emergentismos. Los grandes paradigmas en teoría de la mente toman también posición ante ella: el paradigma mecanicista-formalista-conductista y el paradigma evolutivo-funcional-emergentista.

De momento, señalemos las dos vías de resolución del problema que se presentan desde una perspectiva estrictamente neurológica. Se trata, pues, de explicar por qué es posible el qualia, o sea, la experiencia fenomenológica de nuestra actividad psíquica, con su contenido de indeterminación, libertad, opcionalidad, espontaneidad... y todo ello considerado tanto en una dimensión individual como social.

La *primera vía* se centra en una *neurología macroscópico-clásica*. En ella alcanzamos hasta describir las neuronas como elementos esenciales de la estructura del engrama; naturalmente conociendo también muchos de los procesos bioquímicos acontecidos en el interior de las neuronas y su papel en la interacción neuronal: así, la función de los neurotransmisores o los mecanismos de carga hasta producir la “descarga” neuronal de los impulsos nerviosos. Llamamos a esta vía macroscópico-clásica porque versa sobre estructuras que, en definitiva, son todavía muy grandes: neuronas y moléculas químicas definidas y firmes donde las partículas elementales quedan establemente “atrapadas” en las estructuras consistentes constituyentes de nuestro mundo de experiencia macroscópica. Los engramas, pues, están precisamente constituidos por neuronas unidas en estructuras definidas mediante vías de conexión sináptica. Son redes de neuronas y, por tanto, responden a cuanto sabemos de ellos en esta dimensión macroscópico-clásica.

Y aquí entra la pregunta: ¿se produce y modula el qualia sólo en función resultante del impulso nervioso químico-eléctrico que discurre en esta dimensión macroscópico-clásica? Si fuera así, el impulso nervioso se propagaría, o se inhibiría, en las estructuras neuronales según el mecanicismo determinista riguroso imperante en los paradigmas explicativos comunes de la mecánica clásica. Por tanto, la propagación de la activación en el cerebro, desde los impulsos aferentes hasta derivar a la activación eferente que controla las variables internas del organismo o la actividad motora en el medio, sería resultado impuesto por el estricto mecanismo determinista de las cadenas causa-efecto que cierran el circuito de la estimulación-respuesta.

Y aquí se presenta precisamente el problema: ¿un soporte físico-biológico absolutamente determinista y cerrado podría ser causa apropiada de la experiencia psíquica consciente como actividad espontánea y libre, indeterminada, abierta a la improvisación y a lo inesperado? Ciertamente, un soporte físico determinista no parece apropiado para fundar la actividad indeterminada de la mente. A no ser que aceptemos explicar al hombre como un robot de complejos mecanismos computacionales. Muchas teorías computacionales del hombre lo hacen así en el marco del paradigma mecanicista-formalista-conductista. Es lo que justifica también a muchos dualismos en la opción radical de negar que la actividad psíquica sea

producida precisamente por esos engramas que la ciencia nos obliga a entender atrapados en un estricto mecanicismo físico-químico.

Al parecer, pues, el soporte físico-biológico-neuronal aceptable para producir la actividad psíquica debería tener márgenes de indeterminación y oscilación espontánea dentro de un marco de posibilidades, o de posibles estados, que fueran congruentes con las características de nuestra experiencia fenomenológica del psiquismo. No extraña que a esta exigencia de restricciones para un soporte físico apropiado del psiquismo le surgiera pronto un candidato muy definido en la física moderna: la mecánica cuántica por su cuota de indeterminación y probabilismo. Pero entramos ya en la segunda vía de resolución neurológica del problema psicofísico.

La *segunda vía* se centra en una *neurología microfísico-cuántica*. Está, evidentemente, en una posición más débil que la neurología macrofísico-clásica, ya que es todavía un *desideratum* no construido; en último término, sólo existen algunas propuestas que, más que hallazgos consolidados, son vías heurísticas. La idea está clara. La mecánica cuántica describe el estado microfísico de las partículas elementales, en estado libre o atrapadas en átomos o moléculas. En ella aparecen estados físicos mucho más germinales y libres, donde la materia todavía no se ha visto atrapada en las rígidas estructuras que construyen los objetos del mundo macrofísico. La mecánica cuántica ha mostrado cómo las partículas, es decir, la materia, en esos estados, digamos, microfísico-cuánticos presenta una gran oscilación entre estados posibles y unos amplísimos márgenes de indeterminación. El mundo cuántico es una dimensión de la realidad donde los sucesos se producen en el marco abierto de la indeterminación, de la probabilidad y de la predicción estadística. Por consiguiente, parece que la hipótesis de trabajo se presenta casi inevitablemente, una hipótesis que llegaría a ocurrírsele a alguien: ¿no podría producirse el qualia desde el soporte físico de eventos y estados microfísico-cuánticos?

Si fuera así, al menos, habríamos encontrado un soporte físico indeterminista, abierto de principio a una pluralidad de estados posibles, que estaría en congruencia con el mundo de nuestra actividad psíquica espontánea, libre, indeterminada. El psiquismo habría salido de la cárcel de la determinación mecanicista de la neurología clásica. Ciertamente, los estados físicos microfísico-cuánticos presentarían un conjunto de propiedades, muchas de ellas todavía enigmáticas, como por ejemplo la causalidad no local o acción a distancia, que podrían dar mucho juego a la hora de investigar qué tipo de estructuras físicas podrían ser soporte de nuestra actividad psíquica.

Pero el problema, sin embargo, radica en localizar, en primer lugar, dónde se encuentran esos estados cuánticos. En el cerebro vemos macrofísico-clásicamente redes neuronales; pero no vemos reducto alguno donde pudieran acontecer estados cuánticos primigenios: las partículas,

átomos y moléculas que conocemos en la neurología clásica, aunque se producen de acuerdo con las leyes cuánticas, han pasado ya al mundo macrofísico en que quedan atrapados en estructuras deterministas. En la física cuántica la producción de estados cuánticos primigenios, en que las partículas se muestran en la libertad de sus oscilaciones, no es fácil de conseguir; se necesitan costosísimas instalaciones experimentales. En principio, pues, la densa tela de araña neuronal no parece mostrar la existencia de “nichos físicos” para la producción de estados microfísico-cuánticos que respondieran a nuestras necesidades explicativas.

Por tanto, ¿existen hoy posibilidades de encontrar alguna vía de acceso a lo que debería ser una neurología cuántica? La neurología cuenta hoy con las aportaciones de algunos físicos que han propuesto hipótesis en extremo sugerentes, aunque no pasen de ser, de momento, hipótesis de trabajo. Nos permiten vislumbrar, primero, que quizá podrían encontrarse soluciones y, segundo, que existen propuestas consistentes que investigar. Nos referimos, ante todo, a Roger Penrose, cuyas aportaciones he analizado ya en dos artículos publicados en esta misma revista (4).

El objetivo de Penrose es precisamente hipotetizar dónde podrían hallarse en el sistema neuronal esos lugares privilegiados donde la materia apareciera en estados cuánticos; por tanto, en estados con una libertad e indeterminación cuántica que pudiera relacionarse con la correspondiente libertad e indeterminación de la conciencia. Esta, en efecto, podría apoyarse en la indeterminación cuántica para hacerla “colapsar” en una u otra dirección, al entrar en relación con las estructuras macrofísico-clásicas del mundo neuronal. Penrose cree encontrar esos reductos cuánticos privilegiados en unas estructuras propias del citoesqueleto de la neuronas conocidas como microtúbulos. ¿Es esto así? Realmente, es muy pronto para saberlo. De momento, contemplar, entre otras, la hipótesis de Penrose como algo serio y profundo –pero sin ocultar que, como siempre pasa, y más con hipótesis tan arriesgadas, ha sido objeto de numerosas críticas-. En todo caso las aportaciones de Penrose muestran hasta qué punto hoy se siguen pistas que conduzcan a conocer dónde sucederían en las redes neuronales fenómenos cuánticos primigenios que permitieran encontrar un soporte físico abierto e indeterminista para fundar la ontología real de la apertura e indeterminación de la conciencia.

5) Conclusión: evolución celular y formación de engramas

Desde la experiencia fenomenológica de la conciencia constatamos dos cosas: por una parte el hecho mismo de la conciencia que integra toda la información proveniente de los sistemas perceptivos: la sensación somática, la visión, la audición, etc. Al mismo tiempo somos conscientes de la generación controlada de acciones que permiten la supervivencia:

representaciones y conocimientos controlados por la actividad consciente, acciones musculares y movimientos con sentido en el medio, deliberación y planes de acción, etc. Como resultado de esta experiencia integrada sentimos-percibimos nuestro sujeto psicológico; es decir, la conciencia informativa y la conciencia de la capacidad de acción controlada se convierten en conciencia de nuestra entidad de sujetos psicológicos. Somos un sujeto psicológico porque la estructura de información deriva en una ponderación consciente de esa información hasta impulsar la realización de actividades entendidas como respuestas de supervivencia en el medio.

Sin embargo, ¿cómo se ha llegado a producir el hecho de nuestra subjetualidad psicológica en una perspectiva evolutiva? La respuesta está contenida ya en las páginas anteriores de este artículo, en el marco de una “teoría de engramas”. Cabe pensar que ciertas células se transformaron en neuronas al hacerse medios de transmisión de los impulsos nerviosos químico-eléctricos. Estos impulsos se generaban por la información (afección física) del medio interno y externo (por ejemplo, en las neuronas de la piel que comienzan a transmitir los estímulos de la energía fotónica de la luz y constituyen el origen evolutivo de la retina). Estos estímulos acaban produciendo un bucle terminal que, en un determinado momento, conectan también con un bucle productor de impulsos eferentes que inducen transformaciones físicas internas o movimientos adaptativos de eficacia en orden a la supervivencia. Desde el comienzo evolutivo de la construcción del S.N. los impulsos aferentes de información conectan automáticamente con los impulsos eferentes de respuesta al medio. De ahí su innegable eficacia evolutiva: el S.N. se convierte en un complejo mecanismo automático de control del medio y de adaptación controlada a ese medio. Se produce, pues, una construcción progresiva y coordinada de un sistema de información (que termina en la conciencia como sistema de integración de información proporcionada por los diferentes sistemas sensitivos) y un sistema de producción de respuestas (que termina en la emergencia del sujeto psicológico donde la conciencia se transforma por la aparición de un sistema consciente de ponderación de la información para impulsar en consecuencia los programas y mecanismos de respuesta al medio más adecuados).

Por tanto, el sujeto psicológico es resultado de la complejización progresiva de esos dos procesos coordinados, aferente y eferente, que encontramos en la evolución. Subjetualidad psicológica que se encuentra también en los animales superiores, si poseen un sistema nervioso central y una estructura de sentidos apropiada para producirlos.

Sin embargo, como antes decíamos, la fenomenología del psiquismo, complementada por la psicología y la neurología clínica, nos obligan a admitir que la estructura funcional del cerebro construida sobre la realidad de los engramas produce terminalmente la vida psíquica consciente:

nuestras sensaciones y percepciones, nuestros recuerdos, sentimientos, pensamientos... Por tanto, puesto que ese orden engramático que soporta el complejísimo mundo de la actividad psíquica no ha podido surgir de pronto, de forma inesperada y sorprendente hay que admitir que fue formándose poco a poco en el proceso evolutivo. Lo más probable, aunque esto son naturalmente especulaciones científicas, es que la formación inicial de los primeros engramas aferentes-eferentes llevara también la producción en ellos de una cierta capacidad primitiva de “sensibilidad”. No podemos decir en qué consiste pero debería considerarse –como se hace en la teoría emergentista- el origen evolutivo de lo que, con el tiempo, serán sistemas de sensibilidad más complejos, hasta llegar a la sensibilidad de los sistemas con sistema nervioso centralizado, donde una sensibilidad sin protagonismo ante la fuerza del puro mecanicismo ha dejado paso a una sensibilidad que, organizada en conciencia y subjetualidad psicológica, ha asumido el protagonismo del control funcional de los mecanicismos neuronales que la soportan. De esta manera, muchos de los engramas inconscientes mecanicistas en el cerebro podrían ir quizá acompañados de una cierta sensibilidad marginal, epifenoménica, que no ha sido integrada en el sistema de conciencia. Este sólo contendría los qualia producidos por engramas terminales integrados en la conciencia del sujeto psicológico que los utiliza para la supervivencia.

Sería posible, pues, que la “sensibilidad” –es decir, el estado ontológico de la materia que explica, en el proceso evolutivo, la producción de la sensibilidad animal y la conciencia- estuviera en alguna manera anticipada en las células e incluso en la materia misma. Si fueran correctas las propuestas de Penrose, los estados cuánticos de libertad primigenia podrían tener mucho que ver con la emergencia de los estados psíquicos. Por consiguiente, el proceso evolutivo se podría considerar como un proceso en que la “sensibilidad” inherente a la ontología de la materia pasa, poco a poco, de ocupar una posición epifenomenalista, marginada ante la fuerza del determinismo, a una posición en que llega a apropiarse del control del mecanismo funcional de los organismos. Paso a paso, en la trabajosa evolución de millones de años, incluso los mecanicismos inconscientes del cerebro se habrían ido transformando para servir de apoyo funcional a una supervivencia en el medio fundada en una conducta producida y controlada desde la actividad consciente, como vemos en nuestra experiencia. La complejísima coordinación de los mecanicismos sensitivo-perceptivos, de los mecanicismos del pensamiento o del lenguaje, o del sistema motor, etc., con la actividad psíquica dirigida desde el sujeto psicológico no se pudo construir evolutivamente en dos días; ha debido ser resultado de un complejo proceso de programación evolutiva hasta construir la infraestructura engramática que soporta los sistemas de conciencia y de subjetualidad psicológica.

Cuando contemplamos el cerebro humano constatamos que gran parte de sus engramas inconscientes son redes dirigidas a servir de soporte a la activación coordinada de aquellos engramas cuyos qualia se proyectan –es decir, son percibidos- en el engrama fundamental, a saber, el del sujeto psicológico. Este los analiza por la atención y activa las respuesta al medio; podríamos decir, con el sugerente término gibsoniano, que entran en “resonancia” con el sujeto y se integran en el catálogo de qualia que nos son familiares en nuestra vida psíquica. En el cerebro, sin embargo, no todas las redes de engramas tienen que ver con la actividad psíquica. Muchos, en efecto, forman redes inconscientes, no integradas en el sistema de conciencia proyectado sobre el sujeto psicológico. El mundo psíquico es así sólo la estructura terminal de qualia constituida en punta del iceberg de una enorme montaña de mecanismos inconscientes que la soportan.

II. La arquitectura funcional de engramas neuronales

Los engramas forman una complejísima red con orden interno muy definido que les permite activarse coordinadamente. Este orden y la coordinación funcional resultante dependen de la arquitectura de engramas construida en el cerebro. La actividad psíquica que acompaña en nuestra vida ordinaria cualquier actuación –por ejemplo, cuando caminamos junto a otra persona por un terreno pedregoso y difícil que atendemos por la vista, comunicándole por el lenguaje un pensamiento complejo que nos esforzamos en expresar acertadamente, al mismo tiempo que nos vemos bajo la presión de emociones recientes que todavía sentimos por un problema familiar o de trabajo- se produce desde el soporte simultáneo, en tiempo real, de una enorme cantidad de engramas sensitivo-perceptivos, cognitivos, de pensamiento y memoria, de lenguaje, de emoción, de motricidad, etc., que van activándose y desactivándose a toda velocidad por vías de interconexión, ordenadas y lógicas, que dan una evidente consistencia funcional a nuestras acciones. Si la activación e interconexión de esos engramas no funcionara normalmente –porque hemos ingerido drogas, por un derrame cerebral o por una enfermedad degenerativa del entramado neuronal- nuestros movimientos serían torpes, lentos y apenas podríamos adaptarnos eficazmente a la pedregosidad del camino, nuestros recuerdos serían difusos y no afluirían a nuestra mente, veríamos cómo nuestro discurso se desmorona y hablaríamos con premiosidad porque nos costaría encontrar las palabras, incluso pronunciarlas con corrección fonética y situarlas en una estructura gramatical hermosa, tal como hubiéramos sido capaces de hacer en otras circunstancias...

La formación del orden, vías de interconexión y activación estructural de las redes de engramas para sostener procesos extendidos en el tiempo se ha producido evolutivamente y ha quedado en gran parte codificada

genéticamente. Para entender cómo es nuestro cerebro hay que moverse en equilibrio entre dos principios que se nos imponen.

El primero es la ordenación genética: cuando nacemos tenemos un cerebro con redes neuronales (todavía en desarrollo) que terminarán en una estructura ordenada, semejante en todos los individuos de una misma especie. Así, el sentido de la vista recogerá desde la retina la estimulación física de los campos electromagnéticos de la luz y transmitirá hacia el interior del cerebro por los nervios ópticos una estimulación químico eléctrica que pasará por los mismos lugares y se distribuirá de forma semejante en las zonas corticales hasta producir el complejo engrama final cuya activación en tiempo real nos hace ver la imagen. Nuestro cerebro está hecho “de fábrica”, genéticamente, para que la información visual, la somatosensorial, la auditiva..., o los productos cognitivos, o las emociones... se asienten en determinadas localizaciones y no en otras.

El cerebro tiene, sin duda, un mapeado genético, o, si se quiere, posee una estructura modular. Funciona siempre por interconexión-activación simultánea y coordinada de módulos. Pero la estructura de engramas en el módulo cerebral que soporta una determinada faceta de la actividad psíquica –el lenguaje, las emociones, la actividad cognitiva...- está con frecuencia situada en zonas muy pequeñas del cerebro; de ahí la antigua idea de las localizaciones cerebrales, hoy en parte admitida. Sin embargo, hay engramas cuya activación ocupa zonas muy amplias del cerebro que entran en interconexión simultánea cuando producen su correlato psíquico o qualia; esto pasa con la visión, de tal manera que cuando alguna de las zonas del engrama se lesiona puede desaparecer toda la imagen (si es muy importante como la V1) o alguna de sus partes o contenidos (un escotoma, el color, el movimiento, la forma...).

El segundo principio de la arquitectura es la plasticidad funcional. Ya de principio, en su diseño de fábrica, está organizado para que ese orden se confirme por el funcionamiento ordenado que lo llena del contenido que será específico en cada persona. Es probable que la estructura de nuestro hardware nos predisponga incluso a unas funciones más que a otras o a ciertos sesgos funcionales en la producción de engramas; esto explica probablemente las bases genéticas de la semejanza entre familiares. Pero cada hombre, en su mayor parte, construye su propio software a medida que ejerce el cerebro en comunicación con su propio cuerpo y con el medio externo por las vías aferentes y eferentes de activación nerviosa. Además, como sabemos, cuando alguna de las localizaciones corticales no se programa por algún tipo de anomalía y queda vacía, entonces es invadida por los engramas de zonas fronterizas que controlan otro tipo de actividad. Esto ocurre con personas ciegas cuyo cerebro visual se readapta para otras funciones, o con readaptaciones e invasiones anormales dentro

del cortex somatosensorial que explican algunas de las anomalías perceptivas, como por ejemplo las del miembro fantasma (5).

Vamos ahora a recordar a grandes rasgos algunos de los aspectos de la topología funcional de esta arquitectura de engramas porque nos permitirá entender algo importante: que representa un marco isomórfico con la estructura compleja de nuestra experiencia fenomenológica del psiquismo. En especial, nos permitirá entender con una cierta obviedad lógica –dentro de la lógica funcional de una arquitectura de engramas- muchas de las anomalías que son objeto de especial atención en la psicología y neurología clínica.

1) *Principios evolutivos en la arquitectura de engramas*

La forma propia de la arquitectura de engramas depende del hecho de que el cerebro humano se ha formado, y transformado, en el curso de millones de años de evolución; como sabemos, nuestro cerebro viene de los homínidos, de los primates e incluso mucho más atrás, del cerebro de los peces, de los anfibios y mamíferos en general. En cada momento de la evolución el cerebro tenía un conjunto de funciones coordinadas: olfato, audición, visión, atención, memoria, emoción... Cuando el cerebro evoluciona hacia formas más complejas –por ejemplo cuando aparece la corticalización que conduce al hombre- no se hace de un día para otro, sino muy lentamente y coordinando la aportación de las nuevas redes de neuronas con las que ya existían en las formas del cerebro más antiguo. La anatomía-fisiología evolutiva del cerebro distingue diferentes cerebros, cuya historia y tránsito de uno a otro resumen la historia evolutiva.

Por ello, normalmente, los procesos psíquicos se producen por engramas que integran zonas del cerebro profundo, más antiguo, con zonas modernas de la expansión cortical. Así, por ejemplo, la visión transmite primero la información de ambas retinas a zonas del cerebro profundo, al colículo superior (probablemente el centro de procesamiento visual más antiguo) y al núcleo geniculado lateral que surgió posteriormente; desde ambas localizaciones se distribuye la información visual hasta las zonas del cortex visual más moderno. Las estructuras antiguas funcionan con las que modernamente han ido formándose en la expansión cortical. Lo mismo acontece con la memoria ya que la codificación y recuperación-activación de los engramas del cortex depende del funcionamiento coordinado del hipocampo en el sistema límbico. La atención y el engrama del sujeto psicológico, del yo personal, el engrama de activación más importante del cerebro, sobre el que se proyectan los demás engramas que producen los qualia de nuestra vida psíquica, depende también de una coordinación de ciertas partes del cerebro antiguo, por ejemplo las estructuras reticulares, y las modernas zonas frontales y prefrontales del cortex.

Por consiguiente, al nacer, el cerebro está genéticamente ordenado e incluso con sesgos de procesamiento que explican lo que los animales ya saben al nacer a priori y las muchas predeterminaciones cognitivas, lingüísticas, emocionales... de nuestra misma especie humana. Pero las activaciones producen los engramas en tiempo real y se crea el software instalado en el orden arquitectónico genético. La activación del engrama produce la facilitación y registro consecuente. Tanto la producción del engrama en tiempo real, como el registro consecuente, tendrán probablemente un nivel de calidad neurológica. Al igual que todos tenemos nariz, pero todas son individuales y específicas, los engramas, y los qualia que producen en su caso, son también individuales. Cada ser humano tiene su mundo psíquico. Así como la activación del engrama lo “facilita”, la desactivación lo dificulta y lo debilita con el tiempo. Los engramas de una cierta clase se registran en su módulo correspondiente y, por ello, engramas semejantes están probablemente topológicamente próximos.

En los procesos de memoria se produce la reactivación interna de un engrama por el juego coordinado de las estructuras del cerebro antiguo y moderno. La topología ordenada de los engramas de una cierta clase explica que la memoria sea un proceso en cadena: un elemento recordado de un proceso lógico activa los engramas de ese proceso o una imagen recordada activa por transmisión de la activación todas las imágenes coordinadas o las de la misma clase. La evocación de imágenes, conceptos, emociones... por la memoria dependerá de un nivel de calidad neurológica del proceso y no será igual en todos los individuos. Es también evidente, por propia experiencia, que el qualia producido en la evocación de un engrama por la memoria no es tan pregnante e intenso como la experiencia en tiempo real que lo produjo; aunque sabemos que puede haber formas de registro tan firmes que permitan recuerdos, por ejemplo, de imágenes en sueños, de extraordinaria viveza, aunque muchos de estos casos deban ser considerados anormales.

La imaginación es también un proceso neuronal de gran interés. La experiencia fenomenológica nos dice que imaginamos contenidos nuevos, creativos, imágenes que ha creado nuestra mente y no teníamos hasta entonces. Es lo que pasa en los sueños. Evidentemente, al buscar el correlato neurológico de la imaginación nos encontramos también con que los engramas que reproducen experiencias pasadas desdibujadas, pueden descomponerse y mezclarse con aspectos de otros engramas hasta el punto de que la mente –al igual que crea sus conceptos y los registra- crea sus propias imágenes y las registra. La imaginación registrada puede así ser evocada también y mezclarse con los registros de imágenes reales.

Por último, digamos que la arquitectura de engramas ha surgido paso a paso mediante la interconexión densa de redes engramáticas inconscientes. Son la base desde la que emergen aquellos engramas finales, la punta del

iceberg, que producen la arquitectura psíquica consciente. Gran parte de la red inconsciente tiene que ver con los mecanicismos motores y reguladores del organismo. Pero parte de la red inconsciente sirve de apoyo funcional, tanto en un sentido aferente como eferente, a los procesos psíquicos conscientes. La evolución ha hecho, la opción por la supervivencia óptima en el medio apoyada en la sensibilidad-conciencia y en el sujeto psíquico superior: por ello ha formado una compleja red inconsciente diseñada específicamente para servir de apoyo a la sensibilidad-conciencia.

2) Arquitectura, dinámica e interacción de engramas

Por tanto, los engramas neuronales se encuentran organizados en módulos que localizan y facilitan la interacción de aquellos que fundan una cierta competencia psíquica. Estos módulos están quizá muy localizados en áreas pequeñas –vg. las áreas de Brocca y Wernicke para el lenguaje o el sistema límbico y la amígdala para el sistema emocional-. Pero la estructura modular puede en ocasiones abarcar distintas zonas muy amplias del cerebro, separadas entre sí, como ocurre en los engramas de la visión. Además, los engramas suelen constituirse relacionando zonas del cerebro antiguo con el cerebro moderno. Por otra parte, estos módulos no sólo contienen los engramas activados en tiempo real, sino que además suponen una facilitación que permite su registro, así como la creación de las redes e interconexiones propias del aprendizaje. Este conduce a la fijación de los mecanismos que permiten nuevos automatismos funcionales.

La neurología conoce la ubicación y naturaleza de muchos de estos módulos, aunque todavía no seamos capaces de reconstruir la estructura completa, de neuronas y conexiones sinápticas, de ninguno de los engramas que contienen. 1) Podemos hablar de módulos para los sistemas de sensación-percepción, conectados con la atención, con los procesos de figuración y gestaltización. 2) También de módulos de conocimiento y representación que producen los conceptos de aquello que sentimos-percibimos. 3) En relación con esto los módulos de pensamiento e imaginación, regidos por una red ordenada de interconexiones que da origen a su estructura lógica; todo ello, al parecer en la frontera de las zonas temporales con las parietales o frontales. 4) Son también muy conocidos los módulos de lenguaje y fonación, con una punta del iceberg apoyada en densísimas redes de activación automática. 5) La red de engramas emocionales en módulos del sistema límbico. 6) La red de engramas que modularmente rigen la voluntad, la motivación y los planes de acción. 7) Módulos de la motricidad. 8) Módulos del aprendizaje en gran parte construidos a partir de la estructura creada de módulos anteriores; así, el aprendizaje motriz se construye produciendo, activando y

automatizando interconexiones y estructuras de interacción entre engramas de las redes modulares de la motricidad.

Existen, pues, dos clases fundamentales de interconexión de engramas. Una clase son las conexiones internas, o intramodulares, dentro, pues de un mismo módulo; así, cuando pensamos dentro de un cierto dominio lógico (por ejemplo, cuando pensamos sobre una “teoría de engramas”) una idea conecta inmediatamente con otra y discurremos por un hilo lógico de una cosa a otra porque existe una red de engramas construida en nuestro cerebro sobre ese dominio lógico. Pero otra clase son las conexiones externas, o intermodulares, donde la activación pasa de un módulo a otro. Pongamos un ejemplo: abrimos los ojos y se forma ante nosotros la imagen del león por activación específica del módulo visual; esta imagen conecta con la activación del engrama ya registrado que evoca la idea del león como animal peligroso en los módulos cognitivos; la idea del león, a su vez, activa los engramas lingüísticos, registrados en otro módulo, que nos hacen pronunciar la palabra “león”; igualmente, la conexión pasa a los módulos emocionales del sistema límbico y sentimos una emoción atrozante de miedo; todo esto conecta seguidamente con los planes de acción... Como se ve la estructura funcional del cerebro nos hace siempre movernos en medio de un sistema de conexiones intermodulares que, en tiempo real, hace que no haya nunca una pura imagen, un puro sentimiento... El cerebro funciona como un sistema de interconexión entre los diferentes módulos de su arquitectura.

3) *El engrama central del sujeto psicológico*

La evolución ha hecho surgir el sujeto psicológico como punto de coordinación compleja y superior entre el sistema de información integrado en forma de conciencia (sensibilidad-percepción-conciencia) y el sistema de respuestas adaptativas al medio activadas en función de la información. El sujeto psicológico activo que inspecciona atentamente el universo de información integrado en la conciencia y genera las respuestas es un elemento funcional necesario para la supervivencia y adaptación al medio de un sistema llegado al estado de hipercomplejidad psíquica (6).

El sujeto psicológico, el “yo psíquico” que controla la actividad psíquica general y decide el comportamiento adaptativo óptimo, en el contexto físico y social, se constituye cuando en el cerebro se distribuye apropiadamente un cierto patrón general de actividad. El sujeto, pues, responde neuronalmente a un patrón de actividad o engrama especial, probablemente el patrón más complejo de cuantos se construyen en el cerebro. Es el engrama de “resonancia” coordinada de todos los qualia producidos en los módulos simultáneamente activados. El mundo psíquico y sus qualia sólo son reales porque hay un sujeto en que resuenan y puede

sentir su efecto. Integra, pues, engramas de sensación-percepción, engramas de representación-conocimiento, engramas emocionales, los engramas evocados por la memoria, las redes de pensamiento contenidas en sus redes modulares correspondientes, etc. Pero el sujeto psicológico integra también aquellos engramas que podríamos llamar del “sí mismo”, de la propia personalidad o autoimagen, que han sido construidos con ayuda de los módulos específicos (imagen, representación, pensamiento, historia, emoción... sistémicamente referidos al “sí mismo”). Los engramas activos forman parte también en alguna manera de la autoimagen del sujeto psicológico: los instintos, intereses, motivaciones, planes de actuación y actividad desarrollada en el mundo físico y social... Igualmente son importantes los engramas de lenguaje-fonación y las competencias aprendidas o destrezas que contribuyen a trazar la autoimagen del “yo psicológico” surgido de la conexión intermodular de los múltiples engramas que sustentan la compleja estructura psíquica de qualia que acompañan y constituyen la imagen del propio “yo psicológico”.

La actuación impulsada por las decisiones del sujeto es así resultado de un complejo análisis o ponderación –racional- que incluye no sólo sensaciones y percepciones en tiempo real, sino la memoria, las estructuras de pensamiento, el sistema de emociones, etc. Todo el complejo entramado del mundo psíquico, evocable por resonancia de engramas ante el sujeto, juega un papel en el momento de producir la conducta adaptativa.

4) *Arquitectónica de engramas y alteraciones funcionales*

La formación de las redes neuronales de engramas depende, pues, básicamente, de la calidad neuronal misma de los procesos; la visión, la memoria, la emoción... no son iguales en todos los sujetos. Además, el nivel de calidad de la red neuronal depende, entre otras cosas, de los buses de interacción o transmisión de la activación. Los engramas, a su vez, pueden ir desmontándose e incluso fusionándose unos con otros, como se ve en la imaginación. Pueden también enmascararse entre sí y confundirse, activarse unos cuando deberían activarse los otros. Los engramas pueden transformarse de mil formas una vez registrados en la red neuronal. Pueden estar deficientemente ordenados en la topología de sus redes lógicas. Además, puede haber engramas o dominios de engramas, o módulos, que por razones especiales se encuentran coordinadamente activados en el sistema psíquico general; pero también puede haberlos hiperactivados o hipoactivados anormalmente. Estos procesos de conexión o desconexión entre engramas, de organización o desorganización funcional, de activación, hiperactivación o hipoactivación, de interacción, fusión, enmascaramiento, transformación de engramas nos permiten establecer

hipótesis bien fundadas para explicar muchas de las alteraciones psíquicas más comunes que constatamos en la psicología y neurología clínica.

Las alteraciones funcionales, no obstante, pueden originarse en el hardware o en el software del sistema neuronal. Un hardware neuronal bien constituido, por ejemplo, puede llenarse con engramas surgidos de experiencias, lenguajes, conceptos, convivencias, amistades, valores... que conducen a programar la mente para la agresión o la delincuencia anormal. Pero hay alteraciones que no dependen de cuanto el sujeto hace en su vida, de cómo llena sus redes neuronales con un software u otro, sino de alteraciones funcionales del mismo hardware neuronal. Muchas de estas alteraciones vienen dadas de fábrica, por herencia genética o errores de producción. Otras pueden sobrevenir en determinadas circunstancias. Pero, en todo caso, ahora nos referiremos exclusivamente a los posibles orígenes estructurales de las alteraciones en el hardware neuronal.

El sujeto psicológico productor del comportamiento depende, pues, de los módulos cerebrales y engramas que soportan la constitución psíquica y los procesos de atención; este soporte neurológico oscilará en calidad y, en muchas ocasiones podrá ser la causa estructural de la falta de calidad, e incluso de las alteraciones, de los qualia que advierte el sujeto y del comportamiento consecuente.

Formación física de engramas. La vida psíquica depende de que el sistema neuronal forma engramas registrados que lo llenan de un contenido u otro. Cuando el sistema neuronal tiene poca calidad, funciona mal en la formación y registro de engramas, por fallos biológicos estructurales, quizá genéticos, o en la transmisión bioquímica de la activación. Personas con deficiencias psíquicas importantes, o con coeficientes muy bajos de inteligencia, deben de tener con mucha probabilidad fallos genéticos, o errores en el proceso formativo, que disminuyen la calidad general del sistema. Este desmoronamiento general del psiquismo se constata también en personas con enfermedades degenerativas del S.N. generales o en módulos específicos; pensemos en el Alzheimer o en otras semejantes.

Mapeado modular de engramas: itinerarios lógicos. Los engramas producidos se registran en módulos específicos de forma ordenada; es decir, respondiendo a un “mapeado” en que los engramas conectan entre sí de tal modo que transmiten la activación de una forma lógica o con sentido de unos a otros. Así, si recuerdo imágenes de mi viaje a la India, veo cómo unas traen a mi recuerdo otras y así van desfilando ordenadamente en mi mente como en un reportaje de viajes. La producción de pensamiento para conocer un complejo campo de la realidad se ha registrado también en un mapeado de engramas ordenado que, al pensar, me permite discurrir de una idea a otra de forma lógica y con sentido. Quizá en una persona un módulo específico presente problemas en su mapeado lógico, bien porque se ha

formado mal desde el comienzo, bien porque esa zona neuronal presenta errores genéticos. Estas personas observarán insuficiencias o falta de competencia en la actividad psíquica referente a estos dominios con un mapeado desorganizado: o pensarán mal con una lógica que sorprende a otras personas, o no serán capaces de construir correctamente el lenguaje, o advertirán que las imágenes que afluyen a su mente van de una parte a otra sin orden o sentido interno. En casos extremos estas deficiencias en los mapeados lógicos funcionales pueden producir alteraciones psíquicas graves. La pérdida de una extremidad, al menos en la hipótesis de algunos neurólogos, en el caso del miembro fantasma y las alteraciones psíquicas alucinatorias que conlleva, se explica por reorganizaciones incorrectas de los mapas del cortex sensorio motriz.

Transmisión de activación: conexiones intra- y extramodulares. El funcionamiento nervioso se funda, pues, en la transmisión de activación químico-eléctrica que pasa de unas neuronas a otras por las vías sinápticas, conectando unos engramas con otros, unos módulos con otros y al cerebro con el organismo y el mundo exterior por las vías aferentes y eferentes. La transmisión sináptica que permite esta propagación de la activación se produce como resultado de un complejo mecanicismo bioquímico que no sólo son las bombas de potasio, sino el mundo hoy ya algo conocido de los neurotransmisores. Es grande la importancia que en los “ríos del cerebro” tienen sustancias como la dopamina, la serotonina, la acetilcolina, la noradrenalina, el glutamato, las encefalinas y las endorfinas, entre otras muchas. Cuando, por exceso o por defecto, se presentan alteraciones en el estado bioquímico del sistema, en una de sus partes o en general, de tal manera que la transmisión de la activación no discurre con fluidez y eficacia, no es de extrañar que el sujeto no pueda activar en cada momento los engramas correspondientes para mantener la vida psíquica general o en dominios de competencia específica; en casos generales de ralentización del funcionamiento bioquímico general del sistema, el sujeto puede ver cómo se desmoronan hasta los engramas que sostienen firmemente la idea del “sí mismo” y entrarse en vías de una depresión profunda. El neurólogo no sabrá dónde y cómo se han dañado los engramas, pero sabe que un tratamiento con las drogas apropiadas, encaminado al restablecimiento del estado bioquímico general, acabará permitiendo que el funcionamiento general, o específico, del sistema se recupere. En ocasiones se presentan casos en que están dañadas las vías de activación extramodular, de tal manera que el proceso psíquico en unos módulos no activa los engramas correspondientes de otros módulos: es el caso de la prosopognosia (el sujeto ve la imagen perfectamente pero no conecta con los módulos cognitivos que permiten reconocerla y saber qué es), o de trastornos de conexión emocional en que el sujeto no conecta sus experiencias con las

emociones apropiadas, o de trastornos del lenguaje en que ni la imagen ni la idea logra conectar con las palabras apropiadas para emitir lenguaje.

Equilibrio dinámico: activación-desactivación, hiperactivación-hipoactivación. Los módulos y engramas se activan y desactivan en equilibrio funcional coordinado en dependencia del sujeto activo que controla la actividad psíquica general. Sin embargo, el sistema puede presentar desequilibrios dinámicos que tienden a activar unos módulos más que otros, o ciertas redes de engramas más que otras; es como cuando el agua tiende a embalsarse siempre en las partes más bajas del valle. La hiperactivación de ciertos módulos es el fundamento neurológico de habilidades especiales (por ejemplo, en el cálculo numérico) o de obsesiones o representaciones recurrentes. Se sabe, por ejemplo, que las experiencias religiosas se producen por engramas de la parte interior del lóbulo temporal conectados con engramas emocionales del sistema límbico. Probablemente estaban incipientemente formados en los homínidos como resultado de emociones fuertes ante fenómenos naturales. El desarrollo posterior de la religiosidad humana se debió de apoyar en las posibilidades ofrecidas por estas redes neurológicas para evolucionar y completarse. Los ataques de epilepsia producen con mucha frecuencia una hiperactivación de esas redes que despiertan los qualia de la experiencia religiosa y los sujetos afectados experimentan un aumento anormal de su intensidad (7).

III. Engramas neuronales y teoría de la mente

En la introducción presentamos algunas ideas básicas sobre la teoría de la mente y el papel que cumple en la psicología, y más en general en las CCHH. Apuntamos también a la importancia determinante de la neurología (así como de la fenomenología de las funciones psíquicas) para construirla correctamente. Por tanto, tras la descripción del fundamento neurológico de la actividad psíquica desde la teoría de engramas veamos finalmente qué consecuencias derivan para la teoría de la mente. Para más claridad y brevedad procederemos enumerativamente.

1.- El S.N. se ha formado a partir de la generación de impulsos nerviosos que desembocan en la formación de engramas. El punto de vista explicativo en neurología es siempre evolutivo (la complejidad terminal del sistema se entiende a partir de procesos más simples producidos en estadios evolutivos anteriores) y funcional (la línea evolutiva hasta la formación de estructuras más complejas se explica por su utilidad o funcionalidad en orden a una adaptación mejor a la supervivencia en el medio). El sistema nervioso ha producido, pues, lo evolutivo-funcionalmente útil.

2.- No puede ponerse en duda que la estructura de engramas en el esquema aferente-eferente de estimulación-respuesta ha construido en

parte, al menos, de forma inconsciente mecánico-determinista, una densa red de engramas que rigen procesos de regulación interna, procesos motores, lingüísticos, de pensamiento, etc. Las redes inconscientes no sólo regulan procesos sin conexión con la conciencia (regulaciones internas), sino que constituyen también la misma estructura profunda del iceberg cuya punta es la actividad psíquica consciente. El cerebro aporta, pues, a la mente una gran cantidad de procesos inconscientes y mecánicos.

3.- Hoy nadie duda en neurología, y casi nadie en psicología, que los procesos conscientes son algo real producido en el hombre y en los seres vivos que debe ser tenido en cuenta por la ciencia. El conductismo radical (fiscalismo materialista o computacional) que ignora científicamente el hecho de la conciencia no es hoy aceptado; sus ámbitos residuales de aceptación están sólo en la psicología o en las ciencias de la computación, no en la neurología médica que trata con los hombres reales. Sin embargo, aun admitiendo el carácter real de los estados psíquicos, se les podría atribuir sólo un carácter epifenomenalista: su presencia es epifenoménica, marginal, producidos por el mundo neuronal como un subproducto; pero no cumplen ningún papel en el sistema de causas que producen la conducta, ni tienen causalidad descendente que interfiera el mecanicismo determinista e inconsciente que conecta en el cerebro las vías aferentes con las eferentes hasta producir la adaptación final al medio.

Pero hoy la neurología no entiende las cosas desde una perspectiva epifenoménica o identista. Entiende que los engramas producían ya desde el principio efectos de “sensibilidad” que, al complejizarse evolutivamente, son el soporte de los qualia y de la vida psíquica consciente. El estudio de la vida psíquica normal y de sus alteraciones funcionales se explica hoy perfectamente en el marco de una teoría de engramas semejante a la expuesta en estas páginas. Se entiende también que la actividad psíquica consciente, ejercida desde el soporte de las complejas redes de engramas mencionadas, tiene la capacidad causal descendente de controlar y dirigir en gran parte los mecanicismos inconscientes que inducen los impulsos nerviosos eferentes que controlan la conducta adaptativa en el medio.

4.- La teoría de la mente que mejor expresa la posición de la neurología es, pues, a nuestro entender, el emergentismo: la hipótesis de que los estados psíquicos que se proyectan sobre la conciencia y el sujeto psicológico (sensaciones, percepciones, conocimientos, pensamientos, emociones...) son causados por redes de engramas específicas construidas en el cerebro en comunicación aferente-eferente con el organismo y el mundo exterior. La emergencia es el proceso de “ser producido por” la estructura neuronal en el marco de una complejización evolutiva progresiva con una funcionalidad de supervivencia adaptativa. La neurología, desde la teoría de engramas, es compaltible tanto con la percepción directa de Gibson como con el constructivismo, pero nos conduce más bien a elegir el

paradigma evolutivo-funcional-emergentista frente al paradigma mecanicista-formalista-conductista.

5.- Sin embargo, ¿cómo y por qué se produce la emergencia del mundo psíquico? Hay que dejar sentado con claridad que la hipótesis emergentista en la neurología no supone poder responder esta pregunta. El emergentismo es sólo la hipótesis de que las evidencias evolutivas, las evidencias funcionales del sistema nervioso, las evidencias de la actividad psíquica consciente en una dimensión personal y social, la evidencia clínica en todas sus dimensiones... obligan a establecer la hipótesis de que la red neuronal produce por emergencia los estados psíquicos y que estos tienen una causalidad descendente controladora en parte de los mecanicismos actuantes en el sistema neuronal. Esta hipótesis emergentista tiene dificultades: ante todo la aparente contradictoriedad entre, por una parte, la experiencia psíquica de libertad, indeterminación, oscilación probabilística de la conducta y, por otra, el funcionamiento mecánico determinista de las redes neuronales entendidas en el marco de una neurología macroscópico-clásica. No obstante, hemos observado también cómo hoy comienzan a aparecer nuevas hipótesis y vías heurísticas de investigación, recordemos a Penrose, que quizá podrían encontrar en las redes neuronales reductos de estados cuánticos, donde regiría todavía una indeterminación que pudiera ser el soporte de la actividad libre y espontánea, indeterminada, de la mente humana. Esta sería la vía de una neurología cuántica que quizá nos acercara más a la explicación del cómo y por qué de la emergencia de la conciencia.

6.- ¿Es el ordenador un modelo apropiado para describir la mente humana? ¿Funciona la mente como un ordenador? Esto es lo que afirman las teorías computacionales de la mente. En todo caso debemos distinguir entre ordenadores seriales y ordenadores conexionistas de procesamiento distribuido en paralelo (PDP). Veamos en primer lugar los ordenadores seriales. Tal como hemos expuesto, el cerebro humano funciona por medio de redes neuronales de engramas en las que se propaga una activación que llega a unos módulos u otros, produciendo la activación de unos u otros engramas de entre los casi infinitos engramas posibles. La verdad es que no hay ningún dato neurológico serio que nos permita pensar que en la red neuronal existen depósitos de memoria en clave binaria, ni una unidad central de proceso donde series complejas de información sean procesadas en conformidad con algoritmos de complejos programas que se guardan también en un depósito de memoria. El sujeto no es un procesador central, sino un engrama complejo y la memoria son los mismos engramas facilitados que se encuentran distribuidos en el cortex con sus conexiones con el cerebro profundo. Es verdad que los engramas tienen una topología ordenada y la activación de unos a otros sigue unos esquemas lógicos, de ordenador, que son los que se manifiestan en la lógica del pensamiento, o del lenguaje, o en la congruencia de los movimientos al andar o manejar las

manos. Pero la serialidad funcional ordenada de la topología de engramas no es la serialidad algorítmica de los programas del ordenador. El sistema visual, por ejemplo, produce imágenes que son el correlato psíquico, el qualia, que corresponde a los complejos engramas visuales; el sistema visual no produce un análisis y reconocimiento de imágenes mecánico y ciego como hace un ordenador en la visión artificial. Igualmente, si el cerebro funciona como una propagación de actividad en redes de engramas tal como hemos descrito, es también muy difícil entender cómo el cerebro visual podría realizar una descomposición de la imagen, aplicando la transformada de Fourier, para proceder finalmente a su recomposición terminal, aplicando la transformada inversa de Fourier.

7.- El ordenador conexionista se parece mucho más al cerebro humano al haber sido creado precisamente a imitación de éste. Pero las redes de neuronas artificiales distan todavía mucho de las estructuras funcionales del cerebro, ya que sólo propagan en la red los efectos de un estímulo que produce un patrón final de salida que puede modularse reprogramando el estado de cada una de las unidades o neuronas de la red; y todo esto es, además, un proceso mecánico ciego. El cerebro, en cambio, mantiene en la red neuronal registrados todos los engramas que se activan, desactivan e interconexionan según topologías lógicas muy complejas que en ningún caso han sido todavía reproducidas en los ordenadores PDP. El cerebro real, además, activa esa red no sólo como efecto de mecanicismos aferentes, sino por inducción de la actividad consciente de la mente misma. Todo esto es todavía absolutamente ajeno a un ordenador conexionista.

8.- En cambio, digamos para concluir, las teorías funcionalistas de la mente son, en principio, compatibles con la imagen del cerebro en la teoría de engramas. El funcionalismo puede investigar con métodos psicológicos propios cómo funciona la percepción, la memoria, el aprendizaje, la lógica en la producción de conocimiento, pensamiento o lenguaje, las estructuras formales que crea en la matemática, las conexiones emocionales con el conocimiento, etc. Hoy en día no es posible conocer el orden de la topología real de engramas que soporta esas complejas funciones lógicas descritas desde puntos de vista funcionalistas. Sin embargo, la imagen funcionalista de la mente como complejo entramado de representaciones y funciones puede servir de orientación que guíe la búsqueda neurológica de las topologías modulares y engramáticas que la soportan ontológicamente. El este sentido es también posible aplicar muchos esquemas seriales o conexionista de la ingeniería y lógica del ordenador para entender el funcionamiento de la mente y tratar después de encontrar sus fundamentos neuronales en las estructuras modulares y redes de engramas.

NOTAS

- 1) Para una clasificación y comentario más amplio de las teorías de la mente a que aquí nos referimos pueden verse: Monserrat, J., *La Percepción Visual. La arquitectura del psiquismo desde el enfoque de la percepción visual*, Biblioteca Nueva, Madrid 1998, cap. XIV; Monserrat, J., *Epistemología Evolutiva y Teoría de la Ciencia*, Pub. Universidad Comillas, Madrid 1987, cap. VI.
- 2) En este artículo debemos dar por supuesta mucha información sobre el funcionamiento del cerebro y, por otra parte, no es posible mencionar continuamente referencias bibliográficas para cada cuestión concreta. Por ello, me refiero a algunas lecturas en que se encontrará toda la información complementaria necesaria: Carter, Rita, *El nuevo mapa del cerebro, Guía ilustrada de los descubrimientos más recientes para comprender el funcionamiento de la mente*, Integral, Barcelona 1998; Delgado, J.M, Ferrús, A., Mora, F., Rubia, F.J. (Eds.), *Manual de Neurociencia*, Ed. Síntesis, Madrid 1998; Wilson, Robert A., Keil, Frank C. (Eds.), *The MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences*, The MIT Press, Cambridge (Massachusetts) 1999. Mi libro sobre *La Percepción Visual*, citado en la nota anterior, puede servir también para recoger muchas de las informaciones complementarias útiles para este artículo.
- 3) Cfer. Libet, B., *Electrical Stimulation of Cortex in Human Subjects, and Conscious Memory Aspects*, en: Iggo, A. (ed.), *Handbook of Sensory Physiology*, vol. II, Springer, Berlin-Heidelberg-Nueva York 1973; Libet, B., *Synaptic coupling into the production and storage of a neuronal memory trace*, en: *Nature*, 258, (1975) págs. 155-7.
- 4) Cfer. mis artículos: Monserrat, J., *Penrose y la mente computacional*, en *Pensamiento* 55 (1999) págs. 177-216; Monserrat, J., *Penrose y el enigma cuántico de la conciencia*, en: *Pensamiento* 56 (2000) págs. 177-208.
- 5) Véase la explicación ofrecida por Ramachandran en: Ramachandran, V.S., Blakeslee, S., *Fantasmas en el cerebro*, Debate, Madrid 1999, cap. III.
- 6) Sobre el problema de la hipercomplejidad psíquica véase mi libro *La Percepción Visual*, cap. XIV.
- 7) Sobre engramas y experiencia religiosa, véase en Ramachandran, o.c., cap. IX. Un libro reciente de F.J. Rubia ofrece también

bastante información al respecto: Rubia, F.J., *El cerebro nos engaña*, Temas de Hoy, Madrid 2000, cap. IX.

JAVIER MONSERRAT
Universidad Autónoma de Madrid