

# 8

## anatomía de la conciencia



### ¿ DE QUÉ TRATA?

En este capítulo se intenta localizar a la conciencia en el cerebro. En concreto a la conciencia visual, sobretodo en su aspecto de acceso a la información y monitorización (capacidad para indicar que yo veo algo o conciencia A), sin entrar en las sensaciones subjetivas que acompañan a la vision, asociadas al color por ejemplo (el rojo pasión me excita/ el azul cielo me tranquiliza). También intentamos prescindir, sin éxito, pero en la mayor medida posible, de conceptos psicológicos con los que la conciencia se relaciona de modo muy estrecho como la memoria a corto plazo (pantalla o pizarra mental donde el latido de conciencia ocurre) o la atención (condicion necesaria pero no suficiente para tener conciencia); así como también intentamos prescindir de una definición, un test, o una teoría guía sobre la conciencia, incluso de una clasificación en subtipos del constructo conciencia que es heterogéneo. Nos centramos en la neurobiología del tálamo, pues su daño bilateral produce coma irreversible.

En los cuadros del texto se hacen explicitos los conceptos psicológicos imprescindibles, su base anatomica y sus relaciones: Memoria a largo plazo (MLP), memoria a corto plazo (MCP), atención (A), memoria de trabajo (MT o la interaccion de la MCP con la A), arquitectura cognitiva (la interaccion de la MLP con la MT).



# Buscando la conciencia con lupa en el atlas cerebral

*San Borondon, San Borondon  
Por la sirena, por su canción  
Que suenen los tambores guanches  
Y que canten las caracolas  
Que la isla misteriosa  
Se divisa entre las olas.  
Que San Borondon ya viene  
Dibujándose en la bruma  
Como si fuera una reina  
Con su cortejo de espuma  
Y cuentan los que te vieron  
Que quien te quiso alcanzar  
Tan solo encontró una nube  
Meciéndose sobre el mar*

Romance transmitido por Alberto Navarro Gonzalez

*S*i preguntas a un canario, la octava isla puede ser San Borondon, o la Graciosa junto a Lanzarote o el islote de Lobos entre Lanzarote y Fuerteventura o Venezuela. Las islas Canarias también han sido denominadas islas de la Fortuna y confundidas con la mitica Atlántida. Así pues, Empecemos por la conclusión: como a la isla de San Borondon, casi nadie la ha visto, aunque algunos creen que sí. Si tuviésemos que ser categóricos, esto es, que decir si o no, respecto a admitir si la ciencia ha hallado el lugar de la conciencia en el cerebro, la respuesta sería «Sí, pero no». No existe un único lugar para la conciencia, tampoco existe un único neurotransmisor de la conciencia.

Los neurotransmisores son sustancias químicas naturales que hacen posible la comunicación de información entre las neuronas, esto es, la propagación del impulso nervioso, y existen varios tipos. Una prueba de que no existe el neurotransmisor de la conciencia es que múltiples drogas y fármacos muy diferentes entre sí, que potencian o bloquean la acción de los neurotransmisores, producen alteraciones variables de conciencia. No obstante de los neurotransmisores relevantes para la actividad consciente el más citado es la dopamina.

En realidad, acerca de la neurobiología de la conciencia tenemos un abanico amplio de conjeturas con apoyo empírico que oscilan entre dos extremos: Todo el cerebro participa

de la conciencia o un núcleo específico es el asiento exclusivo de la misma. Todo empezó al localizar la conciencia en la glándula pineal, según Descartes, por ser una estructura que no está duplicada en el cerebro. En la moderna neuropsicología, se han propuesto varios candidatos, el hipocampo, el locus coeruleus en la formación reticular, el cortex cingulado anterior en el lóbulo frontal, el talamo... La investigación ha permitido descartar algunos de ellos, por ejemplo el hipocampo tiene que ver con el aprendizaje de la información nueva; la formación reticular ascendente tiene que ver con el nivel de activación o alerta del organismo pero no con los contenidos de conciencia, esto es, si se daña se produce un estado de coma, pero sería como desenchufar el ordenador para determinar donde está el Word Perfect. El cortex cingulado se asocia más a funciones atencionales de control de la información y a la conciencia emocional (ver Posner o Damasio). Muchos de estos candidatos muestran interesantes conexiones entre sí, por ejemplo entre el talamo, el cortex cingulado y el sistema de alerta, cuyas interacciones determinan la conciencia inmediata, esto es, aquello de lo que soy consciente aquí y ahora, como veremos.

Entre las opciones intermedias (ni participa todo el cerebro ni se localiza en un área concreta), nos encontramos con la identificación de la conciencia con un hemisferio cerebral (preferentemente el izquierdo por su capacidad parlante), con un lóbulo (con más frecuencia el lóbulo frontal o el temporal, aunque también el parietal o el occipital son candidatos). Veamos esto con cierto detalle.

## El lóbulo frontal como candidato

El daño frontal se caracteriza por la presencia de conductas de utilización compulsiva de objetos, desinhibición social, impulsividad

de conductas, problemas para planificar, organizar el tiempo, pasividad, falta de iniciativa, pobre concentración, irritabilidad... En realidad existen varios tipos de síndromes frontales asociados a áreas frontales diversas, desde la erotomanía al síndrome disejecutivo. En el primer caso tal vez tu vecino/a se presente en tu casa un buen día diciendo que se viene a vivir contigo y que lleva siendo tu novio/a muchos años, y tu sin saberlo. En el síndrome disejecutivo se pierde la capacidad de detectar errores, se carece de iniciativa y de flexibilidad cognitiva para adaptarse a situaciones nuevas o cambiar la respuesta automática.

## El lóbulo temporal como candidato

El daño y/o la desconexión del lóbulo temporal produce también múltiples síndromes, que se pueden caracterizar por el aumento de las experiencias místicas, creerse un elegido (personalidad temporal), problemas para atender a estímulos auditivos, problemas para reconocer objetos (agnosia), o para reconocer caras (prosopagnosia). Delirios como considerar a tus familiares extraños impostores (Síndrome de Capgras, derivado de la desconexión entre el sistema límbico o sistema emocional subcortical y el cortex temporal) o alteraciones de la conducta sexual y alimenticia, que llevan a fornicar y comer cosas de manera indiscriminada (síndrome de Kluver-Bucy). Reconocer a una misma persona en todas las demás, como si fuese mortadela disfrazado por doquier (Síndrome de Fregoli) y se da también el caso del paciente que se cree muerto e insiste en ser enterrado ( Síndrome de Cotard).

## El lóbulo parietal como candidato

El síndrome característico del daño parietal

es la heminegligencia, donde la persona ignora la mitad izquierda del campo visual y/o la mitad de su cuerpo. Así puede comer solo medio plato y dejar intacta la otra mitad a pesar de tener hambre o no saludar a quien está a su izquierda, pues no lo ve -a no ser que alguien le llame la atención hacia el lado izquierdo o gire la cabeza-; puede no saber llegar a casa pues nunca gira hacia la izquierda por iniciativa propia; puede solo dibujar medias figuras, ya sea al copiar o al imaginar, ignorando su mitad izquierda (pinta los números del reloj apelotonados en la mitad derecha o solo imagina con los ojos cerrados media plaza de la Catedral de Milán, variable según el punto de imaginación); puede tener menos sensibilidad a los pinchazos y al tacto en la mitad izquierda de su cuerpo... Otros síndromes parietales relevantes son el de Gerstmann -donde está dañado el parietal izquierdo, produciendo acalculia, agrafia, agnosia de dedos e incapacidad para diferenciar la izquierda de la derecha- y el síndrome de Balint, donde el daño es bilateral, de manera que la persona reduce su campo visual a un solo objeto, es incapaz de coger objetos bajo guía visual (ataxia óptica), tiene problemas para dirigir voluntariamente sus ojos... Un síntoma importante, que acompaña a muchos síndromes, pero asociado al daño parietal y al daño del hemisferio derecho, es la anosognosia o ignorancia del propio déficit: cuando un ciego ignora estar ciego, un tetrapléjico afirma andar perfectamente y el loco se cree cuerdo.

## El lóbulo occipital como candidato

Los daños en el lóbulo occipital se asocian con escotomas o puntos ciegos, la persona pierde la conciencia visual de una parte del campo visual, como si viese a la gente sin cabeza, o pierde la conciencia de un atributo visual como el color, la forma o el movimiento, no siendo capaz de construir la identidad

de los objetos, como si solo viese bordes y vértices que no puede ensamblar en un objeto. O tal vez sí los identifica pero los ve sin color, esto es, ve berenjenas y plátanos grises; o puede pensar que es ciega cuando en realidad ve; esto es, la persona te puede decir que no puede meter la carta en el buzón pues es ciega, pero tu le pides que lo haga aunque no vea y efectivamente puede hacerlo, acierta; esto es, su sistema visual ve, pero la persona no accede de manera consciente a esa información: Es la visión ciega. El paciente puede actuar y coger objetos con precisión pero no puede identificarlos (sabe dónde -está el buzón- y cómo -meter la carta- pero no qué -si es una carta y si es un buzón-). Por supuesto nos referimos a síndromes visuales distintos como son la visión-ciega, la acromatopsia, la acinetopsia...

## Tipos de conciencia

Toda esta variedad de alteraciones de conciencia ha dado lugar a múltiples especulaciones sobre la ubicación de la conciencia, pero también sobre la existencia de diferentes tipos de conciencia: (1) La conciencia como fenómeno, también denominada conciencia P (phenomenal consciousness) o experiencia (como el dolor) y (2) la sensación de control del acto de conciencia o conciencia A (de acceso y monitorización -access consciousness en inglés-) o control racional del pensamiento y la acción (ver Block). Un paciente con visión ciega, tiene conciencia A pero no P, pues puede actuar por adivinación pero carece de la sensación subjetiva de ver. Un paciente con prosopagnosia o problema de reconocimiento de caras, carece de conciencia A aunque puede tener conciencia P, pues a pesar de no reconocer puede sentir la familiaridad de esa cara, que le gusta o la quiere. Chalmers, diferencia entre el problema duro y blando de la conciencia, que se corresponden con la conciencia P y A,

# Lo básico del cerebro (I)

Desde un punto de vista psicológico, el cerebro es una maquina de integración sensoriomotora, esto es, permite conectar la entrada sensorial con la salida motora, es decir, nos permite ver y actuar en el mundo. Es lo que esta entre el estímulo y la respuesta. Para ello es un mapamundi o representa un mapa cognitivo de la realidad, siendo su principal finalidad que nuestra conducta sea adaptativa, esto es, que el mapa represente de un modo util y mas o menos adecuado la realidad, en unas categorías tal vez definidas a priori. Para ello es un dispositivo continuo de contraste de hipótesis: El cortex propone hipótesis o expectativas (es mi hermano, es un triangulo, he cogido el bolígrafo, he desenchufado la plancha) y la información desde los sentidos proporciona los datos (sombras, bordes, sensaciones...). El cerebro evalúa la consistencia entre los datos y las hipótesis.

## La neurona

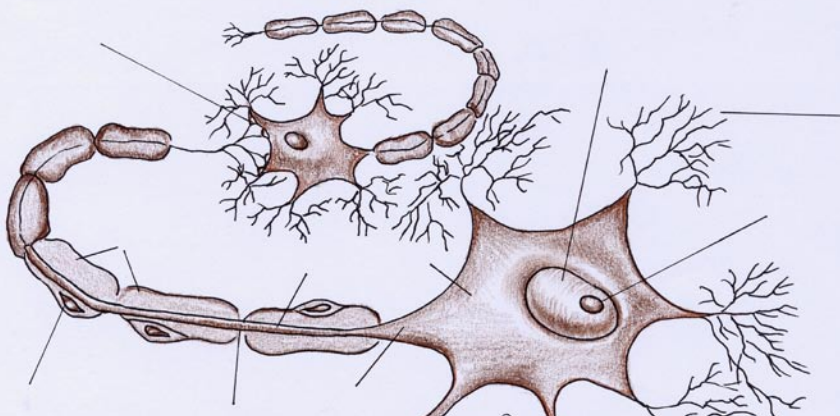
Desde la fisiología, el cerebro es una parte del sistema nervioso, protegida por el craneo y continua con el cordón espinal, que consta de unos 10 billones de neuronas. Es decir, el cerebro es una red neuronal. Las neuronas son células nerviosas, y son el ladrillo o elemento estructural básico del cerebro. Son ce-

lulas excitables, que se comunican entre si por descargas eléctricas, de manera autónoma o en respuesta a un estímulo. El término disparo neuronal se refiere a una descarga coordinada de un conjunto de neuronas, cuya frecuencia de disparo, entre otros parámetros, transporta la información por el cerebro.

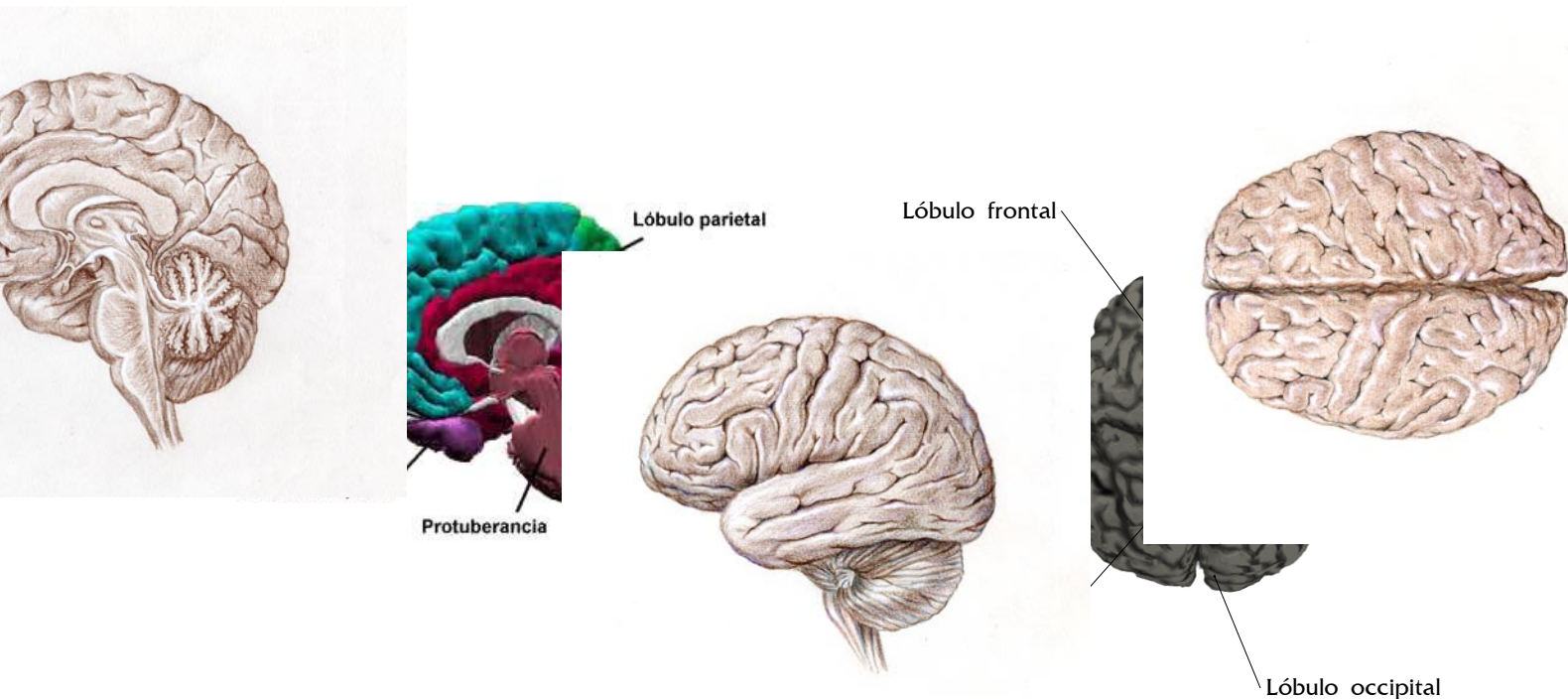
Cada neurona consta de tres partes, el cuerpo, la dendrita o vía de entrada del impulso eléctrico desde otras neuronas, y el axón o vía de salida del impulso eléctrico a otras neuronas. Los axones pueden transmitir el impulso a grandes distancias y están protegidos por una cubierta llamada mielina, que facilita la conducción. La presencia de mielina en áreas del cerebro con muchos axones, da lugar a sustancia blanca en la sustancia gris general.

## La sinapsis

La comunicación entre una neurona y otra es mediante unos mensajeros químicos denominados neurotransmisores, que circulan desde el final del axón, liberados por una señal eléctrica, hasta su unión con los receptores de otra neurona, a esta comunicación se le denomina sinapsis. La liberación de neurotransmisores puede causar una señal eléctrica, de manera que el mecanismo de comunicación es de eléctrico a químico y a eléctrico.







respectivamente. Las teorías psicológicas del procesamiento de la información se ocupan de la conciencia A, igual que la inteligencia artificial. Un zombi tendría conciencia A pero no P. ¿Para que sirve la conciencia P? Ramachandran sitúa la conciencia P en el lóbulo temporal. Si el síndrome de Capgras es un ejemplo de ausencia de conciencia P, entonces la necesitamos para no estar locos. El síndrome de Capgras es, en cierta medida, lo opuesto a la prosopagnosia. En el primer caso, falla la sensación de familiaridad con un rostro aunque se le reconoce, por eso el paciente afirma que su padre es un impostor. En la prosopagnosia ocurre al revés, existe la sensación de familiaridad pero no se produce reconocimiento. Es decir, que perder la conexión con el subcortex emocional, no nos hace un Mr. Spock hiper-racional sino seres delirantes. De otro lado, es fácil caer en la tentación de situar de modo tentativo la conciencia A en el lóbulo frontal por el síndrome disejecutivo. Los investigadores admiten un salto explicativo para dar cuenta de la conciencia P, salvo Dennett, que cree que son la misma cosa la conciencia A y P, pero que solo se diferencian en la cantidad y riqueza de la información disponible. En este capítulo, nos ocupamos de la

conciencia A, de la P –y su relación con la A- nos ocupamos en la parte final del libro. Para hacer esta distinción vamos a partir de identificar la conciencia con un circuito cerebral (que suele incluir al talamo y sus conexiones corticales) que tiene que ver con la atención y el control del procesamiento. Nosotros vamos a desarrollar en profundidad esta última alternativa, pero antes vamos a considerar otras.

## San Borondon está en el reino de la tierra

Si afirmamos que todo el cerebro participa de la conciencia, estamos dando una localización de la misma: Esta en el cerebro, y no en el hígado o el corazón, como se discutía en la Grecia Clásica. Afirmamos que la actividad cerebral produce la experiencia consciente, esto es, que el dolor, el placer, el color, se corresponden con un patrón de activaciones neuronales. Sin entrar en el problema filosófico cartesiano de la causa y el efecto, si el cerebro causa la conciencia o la conciencia causa la actividad cerebral. De modo que nos limitamos a sintetizar las investigaciones empíricas que creen haber

# Lo básico del cerebro (II)

## Divisiones en el cerebro, de izquierda a derecha, arriba y abajo

El cerebro consta de varias partes, si lo dividimos en izquierda y derecha de dos hemisferios. Si lo dividimos de arriba/abajo del subcortex y el cortex. Aquí nos importa el cortex fundamentalmente, que es la capa mas superficial. Pero sus conexiones, permiten integrar la información emocional y la racional. La desconexión entre el cortex y el subcortex produce demencia, su unión una razón intuitiva, al servicio de la necesidad y el deseo (Damasio, 1994).

1. Estas regiones cerebrales están conectadas en muchas direcciones, pueden ser conexiones bidireccionales, paralelas, múltiples...

2. Las conexiones también pueden ser excitatorias e inhibitorias, y sus ensamblajes complejos: Un área A inhibe de manera tónica o permanente a otra, B. Pero si A es inhibida de manera temporal o fásica, entonces B es excitada.

3. Hay una correlación imperfecta entre anatomía y función, esto es, cada

área o región del cerebro no desempeña una única función. Cada función cerebral no es desempeñada por un único área. Esto es, funciona de manera distribuida.

4. El cerebro es el resultado de un proceso evolutivo, donde cada área desempeña funciones en un proceso de suma y sigue, esto es, de acumulación y adaptación, de modo que no han sido diseñadas por un ingeniero para un propósito específico inmutable.

5. El procesamiento de la información es piramidal en cada región. Si una región se ocupa de la percepción visual, las partes inferiores llevan a cabo cálculos básicos como detectar los bordes del objeto y las más elevadas llevan a cabo cálculos complejos, como detectar la forma del estímulo, pero no hacen esto como en una cadena de montaje sino en paralelo, de modo bidireccional, aunque existe jerarquización.

hallado el correlato neuronal de la conciencia, con dos avisos al lector: (1) Sabiendo que existe un problema filosófico tras este hallazgo (que se recrea en las discusiones sobre dualismo –son dos universos paralelos, el físico y el psíquico–, monismo –son la misma realidad– y emergentismo –la mente surge del cerebro–) y (2) que esto (localizar la conciencia) tampoco es una teoría de la conciencia.

Las maneras de implicar a todo el cerebro en la actividad consciente son múltiples:

1. Podemos partir de que el cerebro es un sistema modular (formado por partes, por hemisferios, lóbulos, áreas, continentes, islas, naciones..., relativamente independientes en-

tre sí (ver Fodor) que realizan sus cálculos (pensar, recordar, percibir...) de manera distribuida y en paralelo (consultar Rumelhart y McClelland). Esto es, cuando recuerdo la cara de mi chica, muchas partes distintas y alejadas entre sí del cerebro se activan de manera simultánea: mi sistema perceptivo me permite recordar el verde cegador de sus ojos al parpadear, mi sistema lingüístico me susurra su nombre, mi sistema motor esboza una sonrisa, mi sistema emocional activa un sentimiento cálido... A su vez, este proceso de distribución y simultaneidad se repite en una escala distinta dentro de cada módulo: Para recordar su mirada, en mi sistema visual, deben activarse los núcleos múltiples



que procesan el color, el movimiento, la forma, etc. Tal vez cada modulo produzca como paso ultimo o adicional de sus computos una conciencia particular: mi conciencia emocional, perceptiva, lingüística, motora... Dentro de la conciencia perceptiva, puedo diferenciar la conciencia del color, de la forma... Entonces hablaríamos de microconciencias (termino acuñado por Zecki). Aunque quizas estas microconciencias no sean un paso ultimo o adicional del procesamiento de la información en un modulo particular sino su resultado sin mas. A favor de esta hipótesis se encuentra la acromatopsia producida tras el daño de la region cortical V4 en el lóbulo occipital (encargada del procesamiento de la información sobre el color, y que produce un mundo en blanco y negro), o la acinetopsia producida por el daño en el área del sistema visual encargada del procesamiento de la información sobre el movimiento, que produce incapacidad para juzgar si te da tiempo a cruzar la calle o para llenar una taza de café sin derramarlo.

2. Otra manera de entender la participación de todo el cerebro en la conciencia seria considerar a la conciencia una propiedad emergente de la coordinación (sincronización o pegado) del computo de varios modulos. Solo cuando se conectan los computos del color (que me indica que hay verde en la escena visual) con los de la forma (que me indica que hay dos formas geométricas oji- vales) con la activacion emocional de familiaridad y agrado, junto con el resultado de mi búsqueda en memoria (reconozco que es mi chica que me mira), surge la conciencia. La cuestion entonces seria cuando o donde se produce este pegado de información.

3. Otra manera diferente de entender la participación de todo el cerebro es considerar el aumento de la permeabilidad de los computos en los modulos, de manera que las influencias sobre el procesamiento de la información en un modulo pueden llegar de cualquier otro, produciendo modulaciones en su actividad: interferencias, bloqueos tem-

porales, inhibiciones, excitación, activaciones erróneas...Por ejemplo, el circuito cerebral del sexo (masculino) en las sociedades complejas tal vez siga activandose con el principio de “aquí te pillo aquí te mato”, pero debe adaptarse a las circunstancias sociales, lo que amplia el numero de estímulos asociados que pueden activarlo y tambien el numero de inhibidores y de alternativas de respuesta que cursan desde modulos cerebrales distintos, sirvan de ejemplo la literatura erótica y el poder afrodisiaco y romántico de la comida. Es decir, en el sexo participa todo el cerebro no solo el circuito especializado y automatico de la erección ante la presencia de una hembra receptiva. ¿Es esta la forma como la conciencia se añade al procesamiento de la información en cada modulo autónomo e inconsciente?

## Está en el Occidente

En realidad, si la conciencia depende de la interconectividad y esta globalmente distribuida, renunciamos a localizarla y a diferenciar sistemas conscientes e inconscientes en el cerebro. Mountcastle en 1978 indico que todas las regiones del cortex tienen las mismas capas, los mismos tipos de celulas y conexiones, de manera que por encima de la modularidad y la especificidad de funciones, todas realizan una misma funcion, mediante un mismo algoritmo: Crear predicciones a partir de reglas de calculo de semejanzas entre sus estímulos adecuados y el contexto (cálculo de correlaciones entre estímulos). Es un juego entre datos parciales y adivinación, donde surgen multiples engaños como en la habitación de Ames. Los lectores habran visto la habitación distorsionada que cumple las reglas de la perspectiva en cualquier museo de ciencias local, de manera que si dos personas entran y se colocan en los dos extremos de la pared del fondo, el cerebro del observador de la habitación percibe a una como un gigante respecto a la otra antes

# El cerebro como una máquina de propósito general (I)

Es más útil para aprender sobre la conciencia estudiar el cerebro en función del tipo de actividad que sostiene, que es ilimitado, como el de un PC; pues a diferencia de una lavadora, el cerebro es una máquina de propósito general. Muchas de estas actividades tienen una relación íntima con la experiencia consciente. Así podemos hablar del cerebro musical, del cerebro sexual, del cerebro emocional, del cerebro visual, del cerebro planificador, del cerebro atento, del cerebro imaginativo, el cerebro lector, el cerebro mentiroso... Veamos algunas notas sobre los mil cerebros.

En el **cerebro musical**, parecen desempeñar un papel importante el hemisferio derecho y el lóbulo temporal. El daño temporal causa problemas para cantar o tocar un instrumento o mantener el ritmo. En general puede producir amusia o problemas para reconocer la música, sin afectar al discurso u otros sonidos. Explicar como una canción llega ser pegadiza es más complejo.

En el **cerebro emocional**, se habla de emociones primarias como el miedo, asociado a una estructura subcortical con forma de almendra denominada amígdala, activada desde el sistema visual a través del talamo (estructura subcortical), para enviar señales inmediatas de peligro, incluso antes de reconocer la fuente del

mismo, que produce reacciones iniciales como saltar hacia atrás. De la amígdala la información viaja a los lóbulos frontales y a los ganglios de la base subcorticales (estructura motriz), desencadenando las reacciones del miedo.

Si nos fijamos en el **cerebro visual**, la información viaja desde la retina hasta el cortex. En este, descubrimos también la existencia de dos rutas, una rápida y otra lenta, es decir, otra disociación entre conducta y conciencia. Ambas rutas se inician en el córtex visual primario. La ruta rápida o dorsal se dirige al córtex parietal y desde aquí al lóbulo frontal. Esta ruta permite saber donde está un objeto y programa acciones motoras primitivas hacia él, como mirarlo, alcanzarlo con el brazo y cogerlo con la mano. Estas acciones parten de información visual gruesa, como son la posición del objeto y su tamaño. La ruta lenta o ventral, sin embargo, se dirige hacia el córtex temporal para identificar el objeto: tras construir su color, movimiento y forma geométrica tridimensional, accedemos a los sistemas de memoria para reconocerlo. Por lo tanto, puedo actuar sobre un objeto sin saber qué objeto es o antes de saberlo. La ruta ventral se asocia a la conciencia P o fenomenológica, y la ruta dorsal a la conciencia A o de control del procesamiento de información.

que percibir la distorsión de la habitación, por nuestra familiaridad con las habitaciones normales como cubos perfectos.

Pasar de afirmar que la conciencia está en todo el cerebro y es un juego de contraste de hipótesis con sesgo hacia la verificación, a adscribirla a un hemisferio o un lóbulo cerebral es adoptar el punto de vista modular. Recuerde el lector que el cerebro se divide en dos hemisferios cerebrales que son dos cerebros autónomos, unidos sobre todo por un puente llamado cuerpo caloso, mediante el que se comunican la información.

A su vez, en cada hemisferio cerebral diferenciamos al menos cuatro lóbulos, cuyos computos también son diferentes. Cada lóbulo desempeña funciones distintas entre sí y múltiples, esto es, partes de cada lóbulo desempeñan funciones distintas entre sí. Sin pretender ser exhaustivos sino solo para orientar con simplificaciones: El lóbulo frontal se asocia a la iniciación de movimientos voluntarios, la producción del habla, la personalidad, las emociones y la solución de problemas. El lóbulo parietal se asocia con la información propioceptiva, la orientación espacial, los marcos de referencia egocéntricos y el cálculo. El lóbulo temporal con la audición, el sistema emocional y la memoria a largo plazo. El lóbulo occipital con la visión. Localizar la conciencia en un lóbulo particular sería un nuevo progreso, pero cada lóbulo es a su vez un pequeño universo compuesto de numerosos circuitos, áreas y núcleos. El daño lobar no da lugar a una alteración de conciencia única, y aunque podemos hablar de síndrome temporal o frontal, sus manifestaciones son múltiples. Sería como pasar de afirmar que una isla existe (está en el mundo) a afirmar que está en un hemisferio o en un continente. Incluso localizar la isla en el mapa solo sería un progreso parcial (aunque muy interesante).

## La célula consciente y la célula durmiente

Una vez hallado el área clave, necesitamos conocer el mecanismo psicológico y fisiológico. La explicación crucial puede estar a un nivel microscópico, por debajo de la neurona, en los microtubulos (según Penrose); o tal vez a nivel de la neurona, hablaríamos entonces de la neurona consciente. Pero quizás debamos hablar de un circuito consciente, donde se implican varias áreas, para cuya descripción es necesario conocer la estructura de cada área, sus núcleos, sus capas y columnas, su organización celular, para establecer los caminos complejos, bidireccionales, excitatorios, inhibitorios, reentradas de la información por el circuito... (ver Edelman).

## San Borondon, la octava isla

La isla de la conciencia tal vez no exista, pero de existir nos importa más cuál es su contribución al mundo del cerebro, cómo es su comercio, el organigrama de sus ciudades... Esto es, su mecanismo importa más que dónde está. Sería como responder a «¿qué son las vacaciones?» indicando en un mapa Europa o España o Canarias. Llegar a la conclusión de que el asiento clave de las vacaciones está en Canarias, nos llevaría a confundir a los turistas con los canarios, y no resistiría la prueba de fuego de que haya vacaciones en Zahara de los atunes o Cancun. Por ejemplo, se ha identificado a la conciencia con los núcleos intralaminares del talamo, pues su destrucción bilateral (tanto del hemisferio izquierdo como del derecho) produce coma irreversible, mientras que una lobotomía o una hemisferotomía permiten un funcionamiento consciente aunque con pérdidas parciales. La identificación es cuestionable: Un ordenador puede dejar de estar encendido si no hay corriente, si se desenchufa, por un problema de hardware o de software... En fin que localizar no es explicar (aunque es un buen primer paso).

## San Borondon está en Internet

Esta afirmación es cierta, es fácil encontrar mucha información en internet sobre esta isla fantasma. Desde el punto de vista de Dennett, buscar la conciencia en el cerebro es un error, dado que el cerebro es el hardware y la conciencia es el software, por eso, el computador funciona de manera distribuida y en paralelo (patrones complejos y dinámicos de activación de ensamblajes de neuronas en lugares distantes) mientras que nuestro pensamiento consciente parece ocurrir en una pizarra mental de manera serial, como el lenguaje, de modo que solo podemos ser consciente de una idea cada vez, y estas se van sucediendo unas a otras. Sería como tratar de buscar el word perfect en el ordenador, ¿esta en la pantalla, en el escritorio, en el disco duro, en el diskette...?.

Los niveles de análisis de un objeto de estudio según David Marr (1980) son tres (como ya vimos en capítulos anteriores):

- El nivel computacional nos lleva a buscar la respuesta a las preguntas «¿Para que sirve la conciencia? y ¿bajo que restricciones actúa?».

- El nivel algorítmico trata de responder a «¿Cómo funciona?».

- El nivel de implementación a «¿Dónde ocurre?, ¿cual es el sustrato físico que hace posible su funcionamiento efectivo?».

Si nos hacemos estas preguntas sobre el Word Perfect, el nivel computacional nos permite describir la utilidad de un procesador de textos, en función de sus circunstancias de uso, si para enviar correos electrónicos, escribir novelas, rellenar formularios... El nivel algorítmico debería resultar en un software, como sabemos existen muchas opciones y versiones de procesadores de textos. El nivel de implementación podría traducirse en un ordenador personal o en una procesadora de textos específica (como una calculadora es una máquina específica para el cálculo frente al PC). Es decir, simplificando, estos tres niveles de análisis podrían corresponder, respecto a la conciencia, a su papel en la evolución, a las teorías de la conciencia y a su sustrato cerebral. En este capítulo nosotros nos ocupamos de su nivel de implementación.

## La lupa de Sherlock Holmes

Sin duda, necesitamos pruebas. Las fuentes de información sobre el lugar y el mecanismo psicofisiológico de la conciencia son múltiples: Entre otros, 1. los datos procedentes de las alteraciones de conciencia específicas que ocurren en las personas con daño cerebral particular (visión ciega, heminegligencia, cerebro dividido, anosognosia...). 2. Los estudios empíricos con técnicas de imagen cerebral nos permiten observar el patrón de activaciones de un cerebro vivo en funcionamiento, mientras el participante hace una tarea, ya sea un paciente o una persona normal. Con las técnicas de imagen cerebral (potenciales evocados masivos, tomografía por emisión de positrones, resonancia magnética funcional) se conocen las áreas y/o el orden temporal de la actividad cerebral, dónde y cuándo el metabolismo cerebral aumenta, a través de la observación del incremento del flujo sanguíneo, mientras se realiza una actividad cognitiva.

Como dice Churchland (1995), el ideal sería:

- a) Encontrar un fenómeno psicológico bien estudiado por la psicología experimental (como las diferencias entre expertos que hacen la tarea de manera automática y novatos, que la hacen de modo consciente).

- b) En concreto con tareas de ordenador simples, que se dirigen a poner de manifiesto la diferencia entre el procesamiento automático (buscar el número 2 en una matriz de letras es fácil y el número parece saltar ante nuestra vista) y controlado (buscar el 2 en una matriz de números, es más difícil y exige una búsqueda serial).

- c) Que estas manipulaciones se correspondan a patrones de activación cerebral diferenciales (en el procesamiento automático se activan algunas áreas cerebrales diferentes que en el caso del procesamiento controlado ante la misma tarea, así áreas concretas que disparan en el caso del procesamiento con-

trolado permanecen silentes en la situación automática).

d) Diferencias que pueda ser acotadas por datos de lesiones en pacientes y

e) Estudios de microlesiones selectivas en animales,

f) Asociadas a regiones anatómicas cuya anatomía y fisiología se conozca,

g) Así como sus conexiones con otras regiones cerebrales.

En resumen, a pesar de todas estas precauciones, buscamos la conciencia en el cerebro sin una definición de conciencia, sin un test de conciencia, sin una teoría de conciencia. Vamos a hacerlo a dos niveles: (1) A nivel subcortical, poniendo el énfasis en la función del talamo y (2) a nivel cortical, con énfasis en el lóbulo frontal como candidato (ver capítulo 9).

## Las claves de la conciencia: El talamo

Aunque se podrían estudiar aspectos muy diferentes de la conciencia, como la introspección, la metacognición, las emociones, la autoconciencia... La mayor parte de la investigación neurobiológica se ha realizado en el contexto de la conciencia visual, dado que se conoce muy bien el sistema visual y se pueden cumplir todos los requisitos citados antes, esto es, podemos sintetizar el campo de investigación en una frase: «Yo estoy viendo una manzana roja». A continuación enumeramos las piezas que debemos unir para armar el puzzle cerebral de la conciencia.

### Pieza 1

Según la hipótesis del premio nobel, Dr. Crick, tras revisar los estudios empíricos con lesiones y técnicas de imagen cerebral, las áreas visuales V2, V3 y V5 son claves; y dentro de estas áreas sensoriales, las células piramidales de la capa 5 son cruciales.

## El mentidero del cerebro

Todos hemos oído hablar de la máquina de la verdad en programas de la TV, o en términos técnicos de la máquina para la detección de la decepción, esto es, del polígrafo, que permite medir las modificaciones de la tasa cardíaca o la conductancia eléctrica de la piel, esto es, medidas psicofisiológicas, en respuestas a preguntas policiales. Pero la máquina de la verdad se puede equivocar, pues algunas personas son muy nerviosas o se sienten culpables aunque no lo sean o aprenden a controlar su sudoración y ritmo cardíaco para engañar a la máquina. Una mejor opción es usar en lugar del polígrafo, las

técnicas de imagen cerebral. Es lo que han hecho investigadores de Filadelfia, dirigidos por Scout Faro, Director del centro de imágenes de resonancia magnética de la escuela de medicina de Temple, que hicieron una resonancia magnética a dos grupos de personas, un grupo de mentirosos sobre un hecho concreto (haber disparado una pistola esa mañana) y un grupo de personas que decían la verdad. Al comparar las activaciones del cerebro en ambos grupos, los mentirosos mostraron mayor activación en el hipocampo, regiones mediotemporales y en la zona media inferior y central del lóbulo frontal.

# El cerebro como una máquina de propósito general (II)

En general, sabemos que la atención se dirige allí donde hay interés, y que la atención es una condición necesaria pero no suficiente de la conciencia. Que ser consciente implica además el funcionamiento de la memoria a corto plazo, que son las pizarras mentales, donde se representa el discurso interno y las imágenes visuales. ¿Cómo se transforman los impulsos nerviosos en monólogo interno o en imágenes mentales? ¿Cómo el lenguaje del cerebro o hardware se transforma en lenguaje de usuario? ¿Es esta relación psicofísica, es una relación caótica?...

De otro lado, este lenguaje interno y estas imágenes parecen exigir un observador, ¿para que me hablo a mí mismo? Tal vez la función de la conciencia sea leer, el libro del mundo y el libro del cuerpo o los mensajes internos, no para que los observe un yo sino para crear un yo como sociedad de microcerebros o módulos independientes que se sincronizan. Tal vez la conciencia es un eco, una amplificadora. Así se crea un propósito general o común.

La interacción de la memoria a corto

plazo con la atención, nos permite repetir una imagen o una frase, resaltarla, esto es, darnos autoinstrucciones o visualizar un plan de acción, dirigir en una dirección el flujo del monólogo, que no es crearlo, sino recircularlo, dando lugar a una memoria de trabajo o conciencia. En definitiva, el hambre pone una imagen de un bocadillo en la mente y nos ponemos en marcha hacia el bar, pero solo cuando hayamos acabado de leer este capítulo. Por eso es tan importante el procesamiento de la información de abajo-arriba, del subcortex al cortex, y de arriba-abajo, del cortex al subcortex. Ciertas estructuras como la amígdala envían activaciones que nos alertan o pensamientos y acciones automáticas como hacen los ganglios de la base (estoy sucio, levanta la pierna...), o necesidades sexuales y alimenticias como hace el hipotálamo. Otras estructuras nos permiten analizar el entorno (el lóbulo occipital) y situarnos en él (el lóbulo parietal), identificar, recordar o tener experiencias subjetivas (el lóbulo temporal) o elaborar un plan de acción (el lóbulo frontal).

Es decir, el cortex visual extraestriado (más allá del estriado) pero no el cortex visual estriado o V1 que se asocia a cómputos visuales simples como la localización retiniana y la detección de bordes o el cómputo de frecuencias espaciales.

## Pieza 2

De otro lado, solo la lesión de la formación reticular y la lesión bilateral de los núcleos intralaminares del talamo producen coma irreversible, lo que sugiere un papel

en la conciencia. Pero mientras que la formación reticular se asocia a una función de suministrador de energía, el talamo parece estar asociado al tráfico de información, en particular los núcleos intralaminares.

## Pieza 3

La conectividad de estos núcleos del talamo es muy significativa: con la capa cinco de las áreas visuales citadas antes (para ver), con el sistema motor para influir en la conducta (de coger), con el cortex cingulado



anterior asociado a la atención (atender nos lleva ser conscientes), y mas en general, con el cortex para la regulación del grado de alerta, a través de los circuitos talamocorticales (sin activación no puede haber conciencia, es una condición necesaria).

### Funciones de los núcleos talámicos

- Transmitir señales desde el ojo al cortex,
- Transmitir señales desde los centros motores a los efectores,
- Transmitir señales de control que sirven para seleccionar la información que llega al cortex (núcleos reticulares), como un semáforo; y para modular y sincronizar o agrupar señales (núcleos intralaminares).

Vamos a ver estas funciones del talamo, asociandolas a metáforas que nos faciliten su comprensión.

### El tálamo es un semáforo

La función atencional de semáforo, dejar pasar la información o prohibir su tránsito al cortex, sirve para alertar a pequeñas regiones corticales por un breve tiempo, como cuando suena el despertador y tras apagarlo volvemos a dormir. También puede activar de manera continua el cortex, mediante la repetición de la señal (el despertador suena cada cinco minutos para evitar que llegue tarde al trabajo). El talamo parece el nudo de la autopista de información que va de los sentidos al cortex y de vuelta. Existen tramos que van del talamo al cortex (tramos TC), del cortex al talamo ((tramos CT) y de vuelta (CTC). La mayor parte de las carreteras pasan por el talamo, donde el semáforo de los núcleos reticulares regula la información.

Respecto a los núcleos intralaminares, existen unos diez de ellos por hemisferio, y regulan sobre todo la información entre el talamo y el cortex mediante los tramos CTC. Por ejemplo, reciben información de un área cortical y la envían a otras áreas corticales,

aumentando su excitación. Esto es, son sincronizadores de áreas corticales, produciendo por ejemplo la excitación de todos los sentidos en una situación de peligro. Este circuito de sincronización o agrupamiento de activaciones al servicio de una meta común, sería el fundamento de la conciencia .

### El tálamo es una radio

Según Jones (1997), el pegado perceptual necesario para ser consciente de un objeto ocurre en la circulación CTC. El pegado perceptual se puede definir como la necesidad de integrar la información de módulos cerebrales que computan aspectos diferentes de un mismo objeto: el color, la forma, el movimiento. Por ejemplo, para saber que la persona que mueve los labios es el dueño de la voz que oigo. La solución es sintonizar las ondas de activación de estas áreas, esto es, pegarlas.

Este pegado ocurre en un primer ciclo, cuando la información circula desde la capa cinco de las áreas visuales hacia el talamo (tramo u onda CT). En un segundo ciclo, de vuelta al córtex (onda CTC), se modifica la actividad de otras áreas corticales, formando el foco de la atención sensorial. De manera que la sincronización de coactivaciones consiste en la propagación de un ritmo de disparo neuronal en una frecuencia alta de 40 Hz. creando un patrón temporal. Por ejemplo, se pueden sincronizar dos olas de activación o ritmos. Las neuronas que controlan una ola CT (transporta una hipótesis) son desinhibidas unos cuantos segundos después de que una ola TC (transporta datos) haya sido desinhibida (están inhibidas de manera tónica para evitar sobrecargas de información). Este control del tiempo asegura que las olas interactúen. Un ciclo de percepción podría implicar a ambas olas CT y TC en secuencia (esto permitiría contrastar la hipótesis con los datos). Se trata de un proceso de control temporal que retrasa la excitación

# Ondas

Cuando tiramos una piedra a un estanque se generan ondas a partir del punto donde cae la piedra. Podemos representar estas oscilaciones en función del tiempo. Toda onda (ya sea en el agua o en el cerebro) posee picos y valles. La distancia horizontal entre dos picos consecutivos es la longitud de onda. La amplitud es la diferencia de altura entre el pico y el valle de la onda. La frecuencia es el número de oscilaciones por unidad de tiempo.

Si tiramos dos piedras a un charco, las ondas producidas por cada una interactuarán entre sí, produciendo patrones nuevos. Por ejemplo, la amplitud de la onda resultante se puede reducir o aumentar. Si hablamos de ondas de radio, se puede modular su amplitud (AM) o su frecuencia (FM), con la finalidad de eliminar ondas interfirientes y potenciar la señal.

Por ejemplo, la modulación en frecuencia (que es como podría funcionar nuestro cerebro) consiste en variar la frecuencia de la onda original en proporción a la frecuencia de la onda moduladora para eliminar interferencias. Es lo que usted hace con la radio de su coche al sintonizar. En el cerebro, el tálamo sería el oscilador que modula la onda cerebral original entre dos áreas corticales, amplificándolas.

PONER DIBUJO DE UNA ONDA

en un grupo de neuronas que no disparan en sincronía. Tras el retraso, las neuronas comienzan a disparar al mismo tiempo, es parecido a como funciona la sintonización en la radio FM. Nuestra mente es una radio.

## El tálamo es un micrófono

Los caminos descendentes entre el cortex y el talamo (CT) sirven para filtrar los datos sensoriales que han llegado por los caminos ascendentes (desde los sentidos al talamo). Se trata de un complejo sistema de retroalimentación entre el talamo y el córtex. Para

la conciencia es fundamental la retroalimentación vertical, pues se trata de un proceso de autorregulación de la información via CTC. Este circuito actúa como un amplificador electrónico, como un micrófono, de manera que la información permanece en el circuito por más tiempo que la información original antes de la amplificación. Este sistema talamocortical reverberatorio podría ser la memoria a corto plazo, nuestra conciencia inmediata, nuestro estar en el presente.

La memoria a corto plazo es el sistema de memoria que nos permite mantener activa una pequeña cantidad de información por un periodo breve de tiempo, luego esta

o bien ingresa de manera permanente en nuestro sistema, es aprendida o memorizada, o decae. Por ejemplo, cuando nos dan un número de teléfono nuevo y lo vamos repitiendo en mente hasta llegar a la cabina. Si no lo repetimos, el número desaparece de nuestra mente en unos segundos. Este retraso de propagación de la información en diferentes caminos sensoriales es como un medio de sincronización y retención de las entradas sensoriales múltiples de manera que puedan ser ajustadas y convertirse en diferentes aspectos de un mismo evento (integración sensorial). Algunos aspectos del estado pasado del sistema son retenidos por la muestra actual vía los procesos descendentes del cortex, dando lugar a una integración que nos permite extender el presente. Esta sincronización de ondas a través del retraso temporal para modular la fase, nos permite oírnos a nosotros mismos hablar y saber lo que decimos.

## El papel del yo en el circuito talamocortical

Según Rene Descartes, William James (1890) y el propio Antonio Damasio (1994, 1999), que en esto si estaban de acuerdo, no existe el pensamiento sin más, sino “mi pensamiento” y mi emoción. La conciencia se caracteriza por la representación del yo, esto es, por dar un punto de vista sobre el mundo, por generar percepción, pensamiento, cognición en general, desde un lugar y un momento, ubicado en un marco de referencia egocéntrico. Es el yo quien siente, recuerda, ve y planifica. No se puede entender la conciencia visual sin la representación del yo. La representación neural del cuerpo es parte del yo. Esta representación se ve alterada en los miembros fantasma, en la esquizofrenia...

Lo importante a destacar aquí y ahora, es que para el cerebro, entendido como una máquina de procesamiento de información, pensar sobre el yo no es diferente a pensar

sobre un objeto. Hay áreas cerebrales que se ocupan de representar al yo (por ejemplo a mi cuerpo) y otras de representar a los objetos. Igual que si dañamos el sistema visual o los sistemas de memoria, se producen alteraciones en la percepción o en el reconocimiento de los objetos. El daño del sistema de representación del yo, produce alteraciones perceptivas del yo (de la imagen corporal) y de la propia acción (ser incapaz de utilizar el lado izquierdo del cuerpo a pesar de ser zurdos y no tener daños motores), como ocurre en algunos pacientes con negligencia motora, que se olvidan de su mano izquierda.

## Una síntesis: el circuito triangular de LaBerge (1997)

Vamos a contar las ideas de LaBerge de manera simplificada, como el resto del capítulo, omitiendo los detalles, para facilitar su comprensión. Según LaBerge, una condición necesaria para ser conscientes de un objeto (ver una manzana roja) es atender al mismo, lo que produce un incremento de la actividad neuronal (excitación) en la columna del área del sistema visual que computa el color rojo (columna en V4), frente a las áreas vecinas (inhibición local) que computan de manera automática la presencia de distractores en la escena visual (otras manzanas más verdes). Vamos a tratar de explicar esto mejor.

El sistema visual, en el lóbulo occipital, nos permite ver cosas de manera automática, sin detenerse en ellas. Yo puedo pasear mi vista por una escena visual, y estoy viendo, no soy ciego, aunque este distraído. Sin duda mi sistema visual puede haber detectado la presencia de manzanas rojas, pero a un nivel subumbral, de manera que si me preguntan a posteriori, yo no sabría decir si en la escena hay o no manzanas rojas, aunque podría recordar que algo rojo sí hay. Sin embargo, si la pregunta es a priori, o tengo hambre, voy a dirigir mi atención en un proceso de búsqueda.

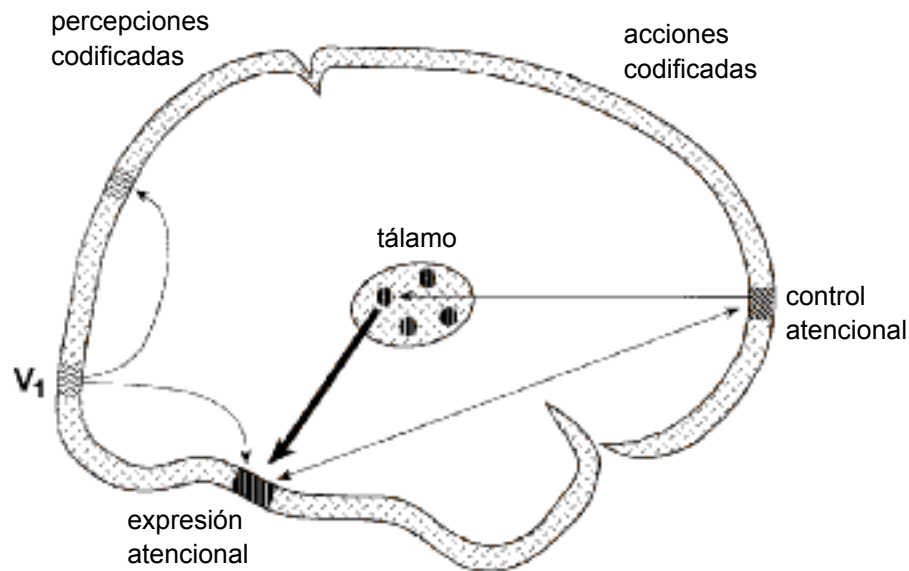


Fig. 1. Circuito triangular. El tálamo potencia la ola de acti-

queda visual, hasta detenerse en los objetos rojos y determinar si son manzanas

Esto es, para ver una manzana roja, existe un área del cerebro, que podemos denominar atención voluntaria (vértice 1 del triángulo), denominada fuente de control, que implementa las instrucciones (buscar algo apetitoso para comer), situada en los lóbulos frontales (en las áreas prefrontales), que nos permite potenciar la actividad de otro área del cerebro (el sistema visual, en el ejemplo, V4, donde se expresa el acto de atención -vértice 2 del triángulo-). Ver las figuras 1 y 2.

En otras palabras, entra en funcionamiento la atención voluntaria, un área frontal (fuente de control), que potencia la actividad de las columnas en el área visual que computa el color como describí antes (expresión de la atención), inhibiendo a los distractores y excitando al objetivo, gracias al tálamo (vértice 3)

### El papel del tálamo

Este proceso atencional, se lleva a cabo mediante un circuito triangular, que implica

una conexión directa entre ambas áreas corticales (frontal y visual) y una conexión indirecta entre ambas áreas a través del tálamo o mecanismo de modulación.

La conexión directa (unión de los vértices 1 y 2 o unión directa entre dos áreas corticales) transmite información, con un nivel de actividad bajo y breve duración, de manera que sirve para el procesamiento automático. La conexión indirecta (unión del vértice 3 con los vértices 1 y 2) solo modula la conexión directa produciendo procesamiento atencional, al potenciar el procesamiento del objetivo e inhibir el procesamiento de los distractores, para que la diferencia en activación objetivo-distractor sea grande (implementa el aspecto selectivo al amplificar la actividad proyectada por la vía directa).

Las tres áreas deben estar simultáneamente activas para que exista atención a un objeto: el área donde se procesa la información visual sobre el objeto (manzanas rojas), el área que lleva la instrucción o comando de control (buscar una manzana roja) y el área que implementa el proceso de atención

# La memoria a corto plazo (MCP)

Es el sistema para recuperar información para su uso inmediato, como al recordar un número de teléfono cuando vamos a marcarlo. Su capacidad es limitada, puede retener unos siete elementos, por unos cuantos segundos, pero antes de que estos elementos desaparezcan, pueden ser repasados y mantenidos en ciclos de repaso en MCP o ingresados en MLP por aprendizaje. El repaso de la información produce el eco o monólogo interno. En realidad, la MCP se divide en varios componentes: a) en dos sistemas de retención de la información de capacidad limitada, uno visual y el otro fonológico, que permiten retener imágenes mentales y el discurso interno por unos segundos. b) Además de un mecanismo atencional que permite trabajar con la información, repasándola para sostenerla en los dos sistemas tipo pizarra mental, para modificarla, rotarla, cambiar su escala, agruparla... A la interacción entre MCP

y atención, se le denomina memoria de trabajo, y maneja la información en curso, o en mente, para la tarea a mano, para pensar, responder, dirigir el recuerdo o la ensoñación: recordar la cita del dentista, tomar decisiones... Pero ojo, el efecto de primacia (recordar lo primero) y recencia (recordar lo último), nos muestran que: Si para tomar una decisión debo considerar más de siete elementos, sin ayuda de papel y lápiz, los primeros elementos de la lista ingresarán por repaso en MLP y los últimos serán sostenidos por repaso en MCP, siendo los que más influirán en la decisión. Por último, la MCP nos hace sujetos, o seres con libre albedrío, al introducir una pausa entre el estímulo y la respuesta, de manera que podemos retener el impulso, y al diferirlo, con la ayuda de la atención podemos modificarlo, esto es, cambiar la respuesta, controlarla: demorarla, inhibirla, modificarla. La MCP nos hace sujetos.

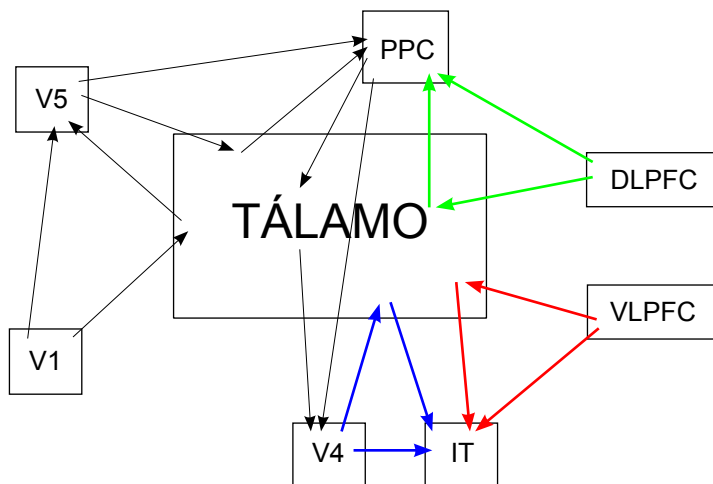


Figura 2. Múltiples circuitos triangulares. V4 procesa el color, IT procesa la forma, VLPFC es la memoria a corto plazo para objetos, DLPFC es la memoria a corto plazo para lugares, PPC programa movimientos de los efectores... El triángulo verde nos permite coger las llaves del cajón. El triángulo rojo nos permite buscar las tijeras. El triángulo azul nos permite darnos cuenta de qué color es el jarrón... Cada triángulo equivale a una onda CTC, es decir, al procesamiento controlado. Varios triángulos pueden estar activados a la vez.

selectiva (la roja y no las verdes).

Pero no es suficiente atender a un objeto para ser consciente, también debe estar activa la representación del yo (yo veo la manzana). Esto es, el sujeto debe cambiar de la manzana es roja a poner el énfasis en que soy yo quien veo la manzana roja. El yo está representado en el cerebro como vimos en el capítulo 7 de múltiples maneras. Los autores admiten un papel relevante del lóbulo parietal, que nos permite construir los marcos de referencia egocéntricos (esta a mi izquierda, al alcance de mi brazo). La activación de la representación del yo (atender al yo) también se hace mediante un circuito triangular, cuya conexión indirecta pasa de igual modo a través del tálamo.

Estos dos circuitos triangulares activos deben sincronizarse para que el cerebro tenga la experiencia «yo veo una manzana roja», esto es, para ser consciente de la manzana y de mi participación en la acción de atender. La activación simultánea de ambos circuitos se asegura si ambos son activados desde el mismo área común de control frontal. Los vectores de información directos, desde las áreas de expresión del objeto (en el sistema visual occipital) y de expresión del yo (en el lóbulo parietal) a las áreas de control (en el área prefrontal) y viceversa, se sincronizan, de manera que la atención al objeto y la atención al yo, se convierten en la sensación del yo ejerciendo el control y participando en la atención al objeto. En la expresión de cada circuito y en la sincronización de ambos circuitos triangulares (del yo y del objeto), juega un papel primordial la conexión indirecta moduladora, a través del tálamo. El tálamo amplifica las conexiones corticocorticales.

## Aplicación práctica

1. Diferenciar el yo como sujeto del yo como objeto. En el primer caso nos lleva al control de la acción eficaz, en el segundo nos lleva a interrumpir los automatismos.

2. Ver la película *Memento* (sobre la memoria hacia delante).

## Experimento Mental

1. El juego del yo-yo, según Laberge, la autoconciencia es el yo como objeto y sujeto a la vez, dos circuitos triangulares sincronizados, donde en uno el yo es un objeto y en otro es sujeto, la cuestión es cómo se articula esta diferencia entre el yo como objeto y el yo como sujeto (James, 1890), esto es, yo atendíendome a mí.

2. Reflexione sobre los problemas filosóficos del dualismo y sobre el problema zombi.

## Pensamiento crítico

Para los investigadores ha sido más fácil encontrar el centro cerebral del miedo o de la valencia negativa, en la amígdala, que el centro del placer o de la valencia positiva. Por eso tal vez el placer solo es un rebote del miedo (ver el placer mental en el capítulo 13).

## Lecturas recomendadas

La hipótesis asombrosa de Crick está traducida al castellano. También la obra de Ledoux. Sobre el lóbulo temporal como candidato leed los fantasmas en el cerebro de Ramachandran y Blakeslee. Leed *On intelligence* (editorial Henry Holt) de Hawkins y Blakeslee. Esta autora (Blakeslee) es periodista igual que Rita Carter (recuerda su obra *El nuevo mapa del cerebro* de Integral citada en el capítulo 6, que también es útil aquí), de manera que hacen la lectura más amena y divulgativa. Sobre los sistemas de memoria (MLP, MCP y MT) consultad el libro *Procesos Psicológicos Básicos* (1999) de Santiago, Tornay y Milan en McGraw Hill



Iberoamericana.

## Direcciones de Internet

Las posibilidades de búsqueda son infinitas.

1. Introducid los terminos: topografía general del cerebro o como funciona el cerebro. Otros terminos de búsqueda son: Neurona, sinapsis, hemisferios cerebrales, lóbulos cerebrales... Es facil encontrar atlas del cerebro.

2. Sobre los terminos psicológicos introducir su nombre: MCP, MLP, MT, función ejecutiva...

3. Sobre neurobiología de la conciencia. Autores relevantes sobre los que es facil encontrar información, son Francisco Varela, Edelman G.M., Antonio Damasio, ademas de F. Crick y C. Koch, Rodolfo Llinas...

4. David Laberge, cuya teoria, y sus criticas por otros y las replicas de Laberge, se encuentran en la revista electrónica Psyche, 4(7) de 1998 en <http://psyche.cs.monash.edu.au/v4/psyche-4-07-laberge.html> y en psyche 6(06), 2000, <http://psyche.cs.monash.edu.au/v6/psyche-6-06-laberge.html>.

5. Destacar tambien a Smith Churchland Patricia (1985) cuyo articulo "Can neurobiology teach us anything about consciousness?", se encuentra en la red.

6. Sobre los síndromes lobares, introducir su nombre en el buscador, existe abundante información sobre todo en ingles (la vision ciega se denomina blindsight y la heminegligencia hemineglect, añadir el termino consciousness a la busqueda). Sobre los casos mas extraños, los autores relevantes son Ramachandran y Ledoux. Sobre kluver-bucy ver <http://www.loni.com/dands/doc0001.htm>; sobre capgras y cotard ver <http://members.spreed.com/health/cotard/capgras.htm>.

7. Sobre el cerebro dividido ver Neuroscience for Kids-Hemispheres, siendo los principales autores Sperry y Gazzaniga y el termino inglés *split-brain* o *left-brain, right-brain*.

8. De igual manera se puede buscar información sobre el cerebro musical, visual, emocional (*music and the brain, musical-brain, emotional brain...*).

9. Sobre las relaciones entre memoria y cerebro introducir los términos *memory and the brain*.

10. Sobre la participación de todo el cerebro, ver en Internet Baars (2003) en *Science and Consciousness review*, con el título *The global brainweb*.

11. Ver en la misma revista a Gene Johnson en 2004 con *Pathways to consciousness* sobre la conexión talamocortical. En este articulo se recogen interesantes direcciones de internet donde aprender mas sobre el papel del talamo. Sobre el talamo como radio introducir los términos «our minds are radios». Sobre el tálamo como un micrófono introducir los terminos *talamo and microphone*.

12. Para entender mejor las metáforas sobre el papel del tálamo en la mente, buscar en Internet cómo funciona una radio de frecuencia modulada y cómo funciona un micrófono.

## La opinión

por Emilio Gomez Milan  
Juegos de palabras

Sin duda las palabras son nuestro principal vehículo de comunicación científica, pero tambien nos lian. El lenguaje esta lleno de trampas que facilitan la comunicación, de comodines que simplifican el pensamiento y lo distorsionan. Los ateos dicen sin querer Gracias a Dios o por Dios. El lenguaje sexista se nos escapa a todos. Un defensor de los animales llama un hombre violento, animal o bestia. ¿Se trata de lapsus, de habitos vacios o esas palabras reflejan un modo de pensar? Un malintencionado creyente afirmaria que en el fondo el ateo cree en Dios y el defensor de los animales sabe que solo los seres humanos son superiores y racionales. El lenguaje, el discurso, se apoya en estas ideas comodin con frecuencia y de modo casi inevitable. Supongo que nuestro cere-

bro tiende a retener ideas útiles, como el fuego o la rueda. Sin duda las ideas de Dios, el sexismo, el racismo son útiles, como instrumentos de poder al menos. Sobre la conciencia, siempre confundida con el alma y el yo, Descartes formuló una idea, que prendió fácilmente y ha perdurado hasta hoy, condicionando nuestra manera de pensar sobre la misma: "Pienso luego existo".

De trasfondo de la idea existen dos problemas filosóficos al menos: La relación entre mente y cerebro, siendo Descartes dualista, y la separación entre hombres y bestias, con y sin alma respectivamente. Descartes optó por considerar a la conciencia la causa primera y por considerar a los animales zombis o autómatas sin pensamiento. En ambas posiciones cartesianas tendemos a creer con facilidad. Descartes pensaba que si un ser humano piensa, manifiesta voluntad o espíritu, pero si un animal torturado chilla son solo los ruidos de su maquinaria, no el reflejo de una emoción. La frase cartesiana elimina la empatía entre los seres con y sin conciencia, y nos hace inmortales.

Vamos a centrarnos en el segundo problema filosófico: ¿soy un zombi? ¿Pienso cuando digo que pienso? El habla subvocalica es una experiencia privada, de la que solo yo soy testigo, pero si hablo con otras personas, posiblemente me confirmen que ellos también poseen habla subvocalica. Partamos de identificar el pensamiento con este habla subvocalica. ¿De donde procede? Puede ser solo ruido cerebral, es casi imposible que mi cerebro este mudo, siempre muestra activación, incluso al dormir; tal vez su patrón caótico de actividad sea convertido automáticamente en discurso por los procesadores de su maquinaria. La cuestión es si puedo pensar sin ser consciente. Por ejemplo, leer una palabra no es un acto de voluntad sino un automatismo. Si escribo en una pared TONTO EL QUE LO LEA, todo el que sea un lector experto, solo con posar sus ojos sobre la pintura, leera. No se puede mirar a la palabra tonto y no leerla. De manera automática, mi cerebro, usa los computos de sus sistemas expertos y me permite ac-

ceder al significado de esa palabra y oigo su eco. El sentido común nos dice que leer un libro si es un acto voluntario y consciente, que no se puede leer un libro sin querer o involuntariamente. Aunque si es involuntario el eco que la lectura silente produce en nuestra mente. ¿Tal vez sin este eco no nos enteraríamos de la trama del libro?

## Bibliografía

- Block, N. (1997). On a confusion about a function of consciousness. In the nature of consciousness, Edited by Block, Flanagan and Guzeldere, MIT Press.
- Chalmers, D. (1997) Availability: The cognitive basis of Experience in The Nature of Consciousness, Edited by Block, Flanagan and Guzeldere, MIT Press, 1997.
- Crick, F.H. (1994). The Astonishing Hypothesis. New York: Scribners Sons.
- Crick, F.H. C. And Koch, C. (1990). Towards a neurobiological theory of consciousness. Seminars in the Neurosciences, 4, 263-276.
- Dennett, D. And Kinsbourne, M. (1992). Time and the observer: The where and when of the conscious brain. Behavioral and Brain Sciences, 15, 183-247.
- DeHaene, S. and Naccache, L. (2001). Toward a cognitive neuroscience of consciousness: basic evidence and a workspace framework. Cognition, 79, 1-37.
- Descartes, R. Meditations on the first philosophy in which the god and the distinction between the body and soul are demonstrated. Classics of Western Philosophy. S. Cahn, Ed.
- Edelman, G.M. (1989) Neural darwinism. New York: Basic Books.
- Edelman, G.M. and Tononi, G. (2000). A universe of consciousness. How nature became imagination. New York: Basic Books.
- Fodor, J. (1990). A theory of content and other essays, Cambridge, MA: MIT Press.
- Goldman-Rakic, P.S. (1993). Specification of

- higher cortical functions. *Journal of Head Trauma Rehabilitation* 8 , 13-23.
- Goldman-Rakic, P.S. (1987). Circuit basis of a cognitive function in non-human primates. Stahl, S. M. (Ed); Iversen, S. D. (Ed); et al. *Cognitive neurochemistry*. (pp. 90-110). Oxford, England UK: Oxford University Press. xiv, 395 pp.
- Goleman, D. (1997). *Inteligencia emocional*. Barcelona, Kairos.
- Hebb, D.O. (1949). *Organization of Behavior: A neuropsychological Theory*. New York: Wiley (citado en Posner y Raichle (1994). *Images of Mind*. Scientific American Library).
- James, W. (1950). *The principles of Psychology*. New York: Dover Publications, Inc. (edición original de 1890).
- Jones, E.G. (2001) Thalamic circuitry and thalamocortical synchrony. *Trends in neuroscience*, 24 (10): 595-601
- Laberge, D. (1997). Attention, Awareness, and the Triangular Circuit. *Consciousness and Cognition*, 6, 149-181.
- Lashley, K.S. (1929). *Brain Mechanisms and Intelligence*, University of Chicago Press, Chicago.
- Ledoux, J. (1996). *The emotional brain*. New York: Simon and Schuster.
- Lewis, D.A., Hayes, T.L., Lund, J.S., y Oeth, K.M. (1992). Dopamine and the neural circuitry of primate prefrontal cortex: Implications for schizophrenia research. *Neuropsychopharmacology*, 6, 127-134.
- Loeb, J. (1902). *Comparative Physiology of the brain and comparative psychology*, G.P. Putnam and Sons, New York.
- Rumelhart, D.E. and McClelland (1987). *The PDP Research Group*. Bradford Books, MIT Press, Cambridge.