

capítulo 10

cronosciencia



En este capítulo nos preguntamos por el cuándo de la conciencia, igual que en los capítulos anteriores nos preguntamos por el dónde. Mostraremos que el cerebro actúa de manera distribuida tanto en el espacio como en el tiempo. Descubriremos que la conciencia es lenta y que juega con el tiempo. Desvelaremos tanto qué es el presente engañoso como el extraordinario misterio que encierra el fenómeno *phi* o movimiento aparente, en el que se fundamenta el cine.

Conciencia y tiempo

“...¿Qué es, pues, el tiempo? Si nadie me lo pregunta, lo sé; pero si quiero explicárselo al que me lo pregunta, no lo sé. Lo que sí digo sin vacilación es que sé que si nada pasase no habría tiempo pasado; y si nada sucediese, no habría tiempo futuro; y si nada existiese, no habría tiempo presente [...]. De aquí me pareció que el tiempo no es otra cosa que una extensión; pero ¿de qué? No lo sé, y maravilla será si no es de la misma alma [...]. Y, sin embargo, medimos los tiempos, no aquellos que aún no son, ni aquellos que ya no son, ni aquellos que no se extienden con alguna duración, ni aquellos que no tienen términos. No medimos, pues, ni los tiempos futuros, ni los pretéritos, ni los presentes, ni los que corren. Y, sin embargo, medimos los tiempos.
San Agustín de Hipona. Confesiones, Libro XI.

“El tiempo descubre la verdad”
Lucio Anneo Séneca

Puede que, tras leer el título de este capítulo, el lector no se haya formado una idea clara de la temática que vamos a tratar a continuación. El capítulo anterior mostraba que la localización en el cerebro una zona responsable de la conciencia es ciertamente complicada. Pues bien, podemos empezar diciendo que la localización temporal de la conciencia no resulta menos esquiva. En adelante veremos cómo la investigación dirigida a esta meta permite extraer sorprendentes hipótesis acerca de la naturaleza de la conciencia misma.

Cambiando ligeramente el sentido de la cita de Séneca con la que se inicia este capítulo, veremos como el tiempo nos ayuda a descubrir verdades. Ciertamente, este papel detectivesco de tiempo no supone ninguna

novedad. Como señala Tudela (1981), el tiempo de reacción es una de las principales herramientas de que dispone la psicología cognitiva a la hora de obtener información acerca de los procesos mentales. Así pues, este capítulo no trata de la experiencia consciente del tiempo (este tema se trata brevemente en el cuadro 1), sino de las características temporales de la experiencia consciente.

En la primera parte del capítulo describiremos una serie de estudios sobre la corteza visual de los mamíferos. ¿En que momento adquirimos la conciencia visual de una escena, objeto...? Cuando intentemos responder a esta pregunta nos encontraremos con algunas paradojas, derivadas de la modularidad de nuestra conciencia visual.

En la segunda parte, los célebres (y polémicos) experimentos del fisiólogo Benjamín Libet nos servirán para plantear una intrigante duda: ¿Es correcto que atribuyamos a la conciencia un papel preponderante en el gobierno de nuestras percepciones y acciones? De los resultados de Libet se puede extraer esta conclusión: la conciencia es lenta, por lo que difícilmente puede cumplir dicho protagonismo.

Para terminar, describiremos cómo nuestra conciencia se comporta de forma extraña cuando la sometemos a ciertas restricciones temporales, lo cual no deja de ser lógico si tenemos en cuenta su mencionada lentitud.

Plantaremos por tanto una serie de cuestiones acerca de la conciencia, todas ellas relacionadas de alguna forma con sus características temporales. Nuestro objetivo es mostrar como, de nuevo, el tiempo descubre verdades asombrosas acerca de nuestra conciencia. Si al final de este capítulo considera justificada la elección del título del mismo (incluso del capítulo entero), daremos por cumplida esta meta.

La visión modular

Gran parte de la investigación sobre conciencia se ha restringido al estudio de la conciencia visual (Zeki, 1993; Crick y Koch, 1990, 2003; Crick, 1994). Esto no tiene nada de sorprendente dado que la vista es el sentido más desarrollado en el ser humano. Quizá como consecuencia de lo anterior, la visión es el sistema sensorial que más investigación científica ha suscitado. Además, la similitud que se da entre diferentes mamíferos, como monos o gatos, confiere una gran utilidad a la cantidad de datos que se han obtenido del sistema visual de estas especies.

En línea con lo anterior, debemos apuntar que cuando investigamos la conciencia visual nos estamos refiriendo, en términos del filósofo David Chalmers (Chalmers, 1997), al

problema blando de la conciencia. Es decir, nos estamos preguntando simplemente cómo las personas somos capaces de percibir estímulos de forma integrada y coherente, sin importarnos el hecho de que dicho estímulo sea reconocido. Es lo que podríamos denominar «un simple darse cuenta» (Johnson-Laird, 1987). El problema duro haría referencia a los aspectos más cualitativos de la conciencia, íntimamente relacionados con la experiencia subjetiva que todos tenemos de ser conscientes. A este problema nos referimos cuando hablamos de temas como la autoconciencia o los «qualia». Esta temática será convenientemente tratada en otros capítulos, por lo que puede considerar que éste es, en cierto modo, un «capítulo blando».

El Sistema Visual

Consideremos brevemente las características de nuestro sistema visual (ver figura 1). La información visual captada en la retina abandona el ojo por el nervio óptico. En su viaje hacia el cerebro, la información visual hace escala en el tálamo, una estructura a la que se ha denominado “la puerta del córtex cerebral”, debido a que gran parte de la información sensorial pasa por el tálamo antes de llegar a la corteza (Bear, Connors y Paradiso, 1998).

Tanto en la retina como en las zonas visuales del tálamo podemos distinguir dos tipos principales de células, las células P (pequeñas o parvocelulares) y las células M (grandes o magnocelulares). La principal diferencia entre ambas, aparte de su tamaño, parece consistir en el tipo de estímulo al que estas células responden. Las células P responden preferentemente cuando en sus pequeños campos receptores presentamos pequeñas barras orientadas o ciertas longitudes de onda (pasos previos en el análisis de forma y color); el pequeño tamaño de los campos receptores permite un análisis fino del estímulo, lo cual parece más adecuado a la hora de analizar la forma. Por otra parte, las células M parecen más sensibles a cam-

bios en la dirección del estímulo presentado (paso previo para el análisis del movimiento) y, como podemos imaginar, esta función requiere, al contrario que las células P, campos receptores de gran tamaño.

Finalmente, a través de las radiaciones ópticas, la información llega desde el tálamo al córtex cerebral, concretamente a la zona conocida como corteza visual primaria (V1), situada en el lóbulo occipital, en el extremo posterior del cerebro. Hasta bien entrado el siglo pasado, V1 era mayoritariamente considerada como la estación final para el viaje de la información visual desde la retina hasta el cerebro.

Este modelo del sistema visual, que denominaremos “modelo clásico” (Zeki, 1993; Moutoussis y Zeki, 1997a), fue importado en gran medida de la neurología y consideraba la visión como un proceso pasivo. Esto quiere decir que la conciencia visual propiamente dicha se produciría en V1, que según esta perspectiva sería el destino final de la información visual, donde ésta se configuraría como una especie de “fotografía en el cerebro”.

Desgraciadamente el panorama dista mucho de ser tan simple. En realidad V1 es sólo una de las múltiples áreas de la corteza cerebral que contribuyen a la tarea de orien-

tarnos visualmente en nuestro entorno. De hecho en la actualidad se conocen más de treinta áreas en el cerebro de los primates (término que nos incluye a usted y a mí) que procesan información visual (Felleman y Van Essen, 1991), algunas de las cuales se encuentran en zonas bastante alejadas de V1 (por ejemplo, en el lóbulo frontal). Esto nos obliga a ampliar el esquema del sistema visual que presentamos en el anterior apartado. Desde luego el área V1 sigue siendo de importancia principal en el sistema visual ya que la mayoría de la información procedente de la retina pasa por ella y todas las áreas visuales reciben la información de esta área (Zeki y Bartels, 1998a). Sin embargo V1 no es la estación terminal del procesamiento visual como suponía el modelo clásico de procesamiento visual (Zeki, 1993).

Estas áreas visuales, ampliamente distribuidas en el cerebro, están especializadas en funciones específicas, hecho que se conoce como especialización funcional. La idea de especialización funcional no es nueva. Ya desde los estudios de Broca, sobre la pérdida de funciones lingüísticas específicas como consecuencia de una lesión cerebral concreta, el concepto de especialización funcional suscitó una gran polémica entre los neurocientíficos, polémica que aún no puede considerarse resuelta. Sin embargo, hoy en día todo el mundo puede estar de acuerdo en un cierto grado de especialización funcional de las distintas áreas cerebrales (de hecho llevamos varias páginas hablando del cerebro visual). Pero ahora llevamos el concepto de especialización un poco más lejos. Así, del mismo modo en que podemos identificar en el cerebro grandes áreas especializadas en el procesamiento de la información visual, lingüística, etc., podemos hablar de especialización funcional dentro de cada una de estas áreas, veámoslo.

Entre las áreas visuales más estudiadas se encuentran V4 y V5 (ver figura 2) especializadas en el análisis del color y del movimiento respectivamente (Zeki, 2003). Vemos pues

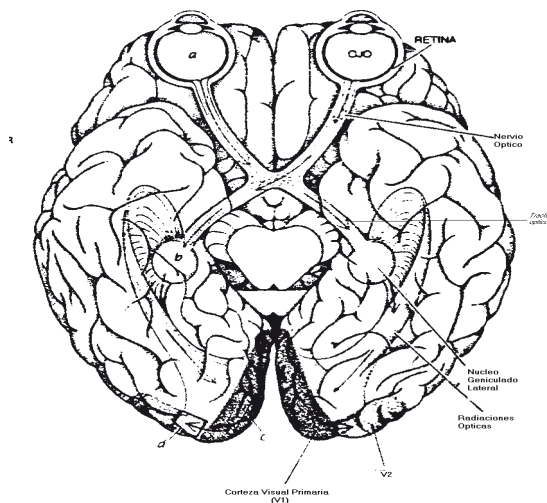


Figura 1. Sistema visual humano

cómo la especialización funcional se puede dar, como decíamos, a distintos niveles: el cerebro visual es una zona especializada en el procesamiento de información visual que a su vez contiene áreas especializadas en el análisis de las distintas submodalidades que configuran nuestra escena visual, como el color, el movimiento... Lo que más nos interesa resaltar de la especialización funcional es que obliga a replantearse una cuestión que bajo el modelo clásico parecía resuelta y que ahora, de pronto, se convierte en una extraña paradoja: la unidad de nuestra experiencia consciente.

El problema del enlace

Ilustremos la paradoja con un ejemplo (ver figura 2). Usted está viendo una escena visual muy sencilla, por ejemplo, un punto azul y otro rojo moviéndose a izquierda y derecha respectivamente. V5, la zona encargada del análisis del movimiento, detectará la presencia de dos patrones de movimiento, uno hacia la izquierda y otro hacia la derecha. Por otro lado V4, la zona encargada del análisis del color detectaría la presencia de los colores rojo y azul en el campo visual. ¿Detecta el problema? ¿Cómo se produce la integración de esta información? Es decir, ¿cómo sabe el cerebro que es elemento azul el que se mueve hacia la izquierda y el rojo el que se mueve hacia la derecha? Esto es lo que ha dado en llamarse el problema del enlace (Treisman, 1998).

Nuestra paradoja consiste por tanto en que una escena visual descompuesta en una serie de análisis distribuidos espacialmente (y como veremos, también temporalmente) en el cerebro no se parece en nada a la escena visual unificada y coherente que todos experimentamos. De alguna manera todos estos análisis deben ser integrados (enlazados) para dar lugar a nuestra experiencia consciente ¿Cómo? Le sugerimos que antes de continuar dedique unos momentos a pensar en posibles soluciones.

Soluciones espaciales

En sí misma, la vieja concepción de V1 como sede final de nuestra conciencia visual puede considerarse una solución espacial (Gold, 1999). La información visual llega a esta área y entonces adquirimos conciencia de la misma. Pero parece ser que el sistema visual consiste en una serie de áreas distribuidas por el cerebro, encargadas del análisis de diferentes atributos de la escena visual. Antes de explicar en qué consiste esta solución espacial hagámonos una pregunta ¿cuál es entonces el papel de V1? Está claro que si elementos tan importantes para la visión como el color o el movimiento son analizados en etapas posteriores, esta zona del cerebro no puede ser la responsable última de nuestra conciencia visual.

De hecho, más que una responsable última, el área V1 es una primera estación en el procesamiento visual. El pequeño tamaño

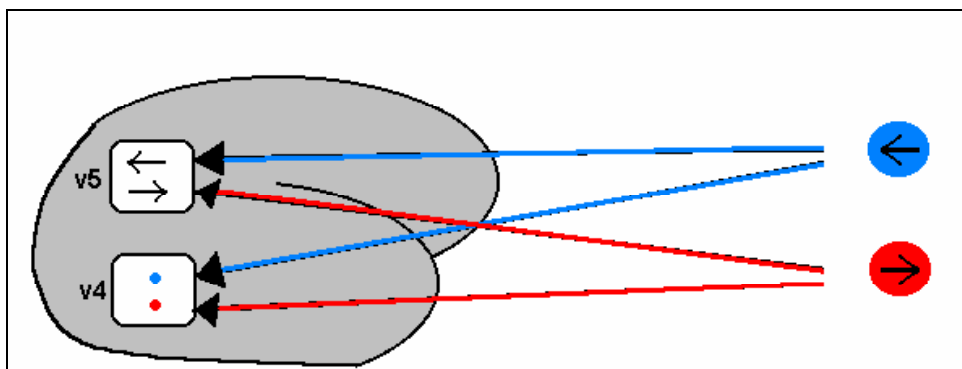


Figura 2. Un difícil problema para el cerebro.

de los campos receptores de las células de V1, permite que en dicha área resida la representación del espacio de más detallada resolución de que dispone el cerebro visual. Las neuronas de esta zona de la corteza responden cuando en sus pequeños campos receptores se presentan estímulos muy simples como pequeñas líneas con una orientación concreta o ciertas longitudes de onda. Estos análisis pueden considerarse como los primeros pasos de la percepción de la forma y el color, respectivamente. ¿Qué ocurre después? Tomaremos como ejemplo la percepción de forma.

Las células que responden a pequeñas líneas orientadas o células simples (Hubel y Wiesel, 1977) envían su información a otras células denominadas células complejas. Pero esta transmisión no se da de neurona a neurona, sino que varias células simples conectan con una sola célula compleja. ¿A qué tipo de estímulo responden estas células complejas? Precisamente como si combinaran la información de varias células simples, las células complejas responden a líneas algo mayores e incluso a intersecciones de líneas en ciertos ángulos (ver figura 3). Así pues, de estos estudios se dedujo que el sistema

visual podría constituir una cadena jerárquica de procesamiento de información. Es decir, el análisis de la escena visual se descompone en una serie de etapas. Cada una de dichas etapas realiza análisis progresivamente más complejos sobre la información que recibe de etapas anteriores.

¿Cómo soluciona esto el problema del enlace?

Simplemente desplacémonos a niveles superiores de dicha jerarquía. Si el sistema visual consiste en una serie de etapas de procesamiento encargadas de análisis progresivamente más complejos de la escena visual, ¿qué encontraríamos al final de esta jerarquía? Hallaríamos lo que, irónicamente, se ha denominado la célula abuela (Marr, 1982; Barlow, 1972, 1995). Es decir, células que responderían a cada una de las posibles configuraciones de la escena visual A esto lo llamamos una solución espacial al problema del enlace (Gold, 1999), es decir, toda la información se reúne en un punto y una vez allí accede a conciencia.

Lo cierto es que este tipo de solución puede hallarse ya en la obra del filósofo francés René Descartes (Dennett, 1991; Dennett

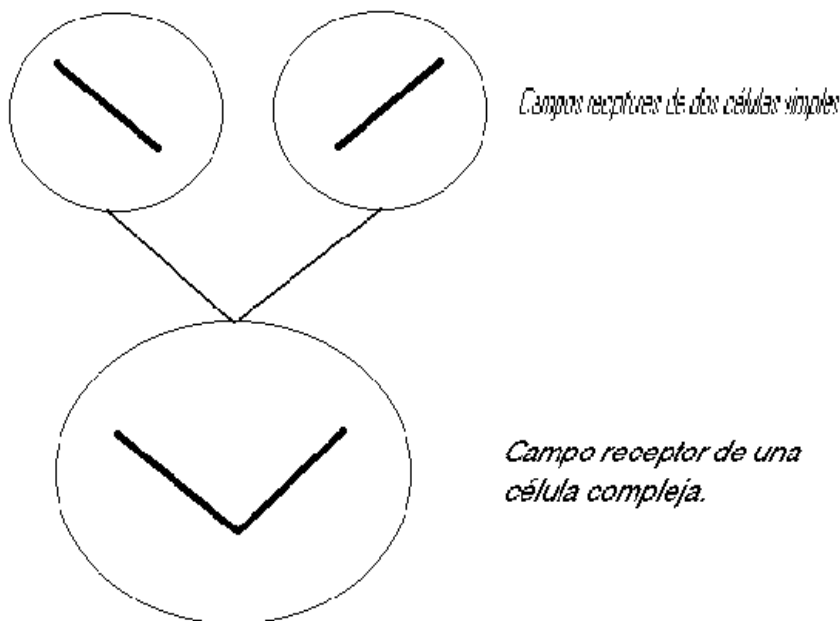


Figura 3. Convergencia espacial.

y Kinsbourne, 1992). Descartes consideraba que la información de los diferentes sentidos debía acceder a la glándula pineal. Sobra decir que la doctrina de la glándula pineal no tiene mayor relevancia hoy en día. Sin embargo, como hemos visto, sí ha permanecido la forma de explicar el problema de la conciencia. De esta manera, dicha doctrina se convierte en una doctrina de la neurona (Barlow, 1972, 1995).

Si lo todo lo dicho es cierto, la paradoja que supone la unidad de la experiencia consciente deja de nuevo de ser una paradoja, y el problema del enlace deja de ser un problema. Recapitulando, los múltiples análisis en que se descompone la escena visual convergen progresivamente en grupos menores de neuronas que integran la información de las etapas de procesamiento previas. Si atendemos a nuestro particular planteamiento del problema, esta solución espacial al problema del enlace requiere una neurona que responda a puntos azules moviéndose hacia la izquierda y otra que responda a puntos rojos moviéndose hacia la derecha. Pero también sería necesaria la existencia de neuronas que respondieran a puntos azules moviéndose hacia la derecha, puntos verdes moviéndose hacia abajo, coches rojos alejándose, ... A primera vista, podemos convenir en que esta solución presenta un problema evidente. Sería necesario un número virtualmente infinito de neuronas (células abuelas) para dar cuenta de cada una de las posibles configuraciones de la escena visual.

Y eso no es todo, recordemos que las células de V1 presentan campos receptores muy pequeños que posibilitan una precisa representación del espacio. Sin embargo, los campos receptores de zonas como V4 y V5 son bastante mayores. Esto quiere decir, por ejemplo, que V4 puede detectar que hay algo rojo o azul en el campo visual, pero el gran tamaño de sus campos receptores no permite una localización espacial precisa de dicho evento. Más abajo volveremos sobre este asunto, de momento sólo queremos

señalar que el problema podría ser resuelto mediante retroalimentación, es decir, el regreso de la información a su punto de salida. Es conocido el hecho de que prácticamente todas las áreas que reciben información de V1 envían información de regreso a dicha área (Zeki, 1993; Zeki y Bartels, 1998b). Por tanto, cuando en V4 se detectara la presencia de un determinado color, la información sería reenviada a V1 donde se produciría su correcta ubicación espacial.

Conviene notar además que esta solución espacial es heredera en cierto modo de lo que hemos denominado modelo clásico del sistema visual. La información se reúne en un punto del cerebro y una vez allí accede a conciencia. El modelo clásico consideraba que dicho papel correspondía a V1. Por otro lado, la idea de procesamiento visual jerárquico nos lleva a la célula abuela, que no deja de ser un punto de confluencia de la información (con V1 como primera etapa, más que como etapa final).

Sin duda, esta exposición del curso histórico de nuestro conocimiento del sistema visual es, inevitablemente, parcial y somera. Nuestra intención ha sido resaltar un tipo de explicación de la unidad de la experiencia consciente basada en la confluencia espacial de la información procedente del receptor sensorial (en este caso, la retina). Como hemos visto, cuando se descubrió que diferentes características de la escena visual eran analizadas en distintos puntos dentro del cerebro, surgió una explicación en términos de jerarquía que mantenía dicha tendencia: los distintos análisis distribuidos espacialmente por el cerebro vuelven a reunirse en un punto (una neurona o grupo de neuronas).

Sin embargo, y entrando ya en materia, hasta ahora sólo hemos hablado de cómo la información se distribuye espacialmente en diferentes áreas cerebrales. Es hora de preguntarse por la distribución temporal de dicha información. Concretamente ¿cómo afectaría a esta solución espacial el que estos análisis también se hallaran distribuidos

temporalmente? Es decir, si descubriéramos que características como el color y el movimiento, además de procesarse en diferentes puntos del cerebro, lo hacen en diferentes momentos. Le adelantamos que las investigaciones que citaremos a continuación aluden directamente a esta cuestión. Si realmente una única zona del cerebro es la responsable de nuestra conciencia visual, deberíamos percibir todas las características de una escena en el mismo instante en que dicha zona se activase. Podemos resumir lo dicho en una frase: si hay un lugar donde se produce la conciencia, debe haber un momento en que se produce la conciencia (el momento en que la información accede a dicho lugar). El problema es que no parece haber un único momento.

Expondremos ahora el trabajo de Semir Zeki, catedrático de neurobiología del University College en Londres. Gran parte del trabajo de Zeki se ha dirigido a la demostración de la existencia de especialización funcional (ver apartado 1.1) en el cerebro visual.

Microconciencias

En la segunda mitad del siglo pasado las pruebas de especialización funcional en el cerebro visual eran ya abrumadoras (Livingstone y Hubel, 1988; Zeki y Shipp, 1988). Ya hemos hablado en el apartado anterior de las áreas V4 y V5. ¿Cómo se integra la información de estas dos áreas tan separadas espacialmente? Quizá la actividad de ambas áreas era enviada a una zona en cuyas neuronas se integraría su información. De esta forma las percibiríamos «...en una perfecta ubicación espacio-temporal.» (Zeki y Bartels, 1998b, p. 226). Volveremos inmediatamente sobre esto, pero antes, seguramente habrá reconocido que ésta es la solución espacial al problema del enlace.

Siguiendo está lógica Zeki diseñó una serie de experimentos (Moutoussis y Zeki, 1997a, 1997b; Zeki y Moutoussis, 1997) con la intención de comprobar si realmente se producía una perfecta ubicación espacio-temporal

del color y el movimiento. En uno de estos experimentos (Moutoussis y Zeki, 1997b) se presentaba en una pantalla de ordenador un conjunto de parches rojos moviéndose hacia abajo. En un momento dado se cambiaba esta imagen por un conjunto de parches verdes moviéndose hacia arriba, debiendo decidir los sujetos si el cambio de color de los parches ocurría al mismo tiempo que el cambio en la dirección del movimiento. Los resultados mostraron que para que el cambio en estas dos características fuera percibido como sincrónico, el cambio en la dirección del movimiento debía preceder al cambio de color alrededor de 80 milisegundos. Estos datos fueron interpretados por su autor como una prueba a favor de la existencia de una asincronía perceptual en la visión. Lo que en lenguaje llano significa que las diferentes submodalidades de la visión son percibidas en diferentes momentos. Concretamente el color se percibe antes que la orientación, y ésta a su vez es percibida antes que el movimiento. Desde luego estamos hablando de un intervalo de 60-80 milisegundos entre color y movimiento, pero esto no le resta importancia al dato.

Hasta ahora se había buscado con ahínco un lugar del cerebro donde la información visual accede a conciencia. Pero ahora Zeki ha introducido una interesante cuestión: ¿cuándo somos conscientes de una información visual dada? Es revelador comprobar que la respuesta a ambas preguntas, el dónde y el cuándo de la conciencia, es muy similar. La asincronía hallada por Zeki parece decirnos que no hay ni un lugar ni un momento donde todos los análisis realizados por el sistema visual se reúnan. Si el acceso a conciencia dependiera de la actividad de una neurona o zona, ¿por qué deberíamos percibir las diferentes características de la escena visual en diferentes momentos, como parece que ocurre? Simplemente, el análisis del color en V4 es más rápido que el análisis del movimiento en V5 y por tanto experimentamos el primero antes que el segundo, aunque este

hecho no nos resulte evidente. Zeki también ofrece datos neurológicos en este sentido, no hay estación terminal en el cerebro (Zeki y Bartels, 1998a; Zeki, 1993). Así pues, Zeki matizaría nuestro dibujo del sistema visual en el siguiente sentido: los diferentes sistemas de procesamiento que componen el cerebro visual procesan la información de forma autónoma y en paralelo, sin transmitir sus resultados a una zona común posterior.

En términos de Zeki esto significa que los resultados de las operaciones de estos sistemas de procesamiento son perceptualmente explícitos. La actividad del sistema de procesamiento del color provoca la percepción consciente del color y no es necesaria ninguna operación posterior. Además, como podemos deducir, los distintos sistemas procesan la información en paralelo. Dicho de otro modo, V5 realiza su análisis del movimiento sin esperar a que V4 realice su análisis del color. Quizá esto le lleve a pensar que lo que Zeki propone es la presencia de muchas estaciones terminales, tantas como sistemas de procesamiento actúen. El sistema del color incluiría a las células P de la retina y el tálamo, las células sensibles a la longitud de onda de V1, y las células sensibles al color de V4. Zeki no nos está diciendo que V4 sea una estación terminal. Lo que nos dice es que cada nivel de esta multitud de cadenas paralelas de procesamiento jerárquico realiza operaciones perceptualmente explícitas. Somos tan conscientes de la actividad de V1 como de la actividad en V4. La diferencia estriba en que el análisis realizado por V1 es menos elaborado (como corresponde a su nivel en la jerarquía), pero ello no significa que no seamos conscientes del resultado de sus operaciones (Zeki, 1993).

El resultado de la operación de cada sistema de procesamiento produciría una microconciencia (microconciencia del color, microconciencia del movimiento...). Bajo esta perspectiva el problema del enlace no haría referencia a cómo se integra la actividad de las neuronas, sino a cómo se integran las

microconciencias (Zeki y Bartels, 1998c). Es decir, no es necesario integrar la información para que sea consciente; si se produce dicha integración, se produce con información que ya es consciente. Pero volvamos un momento a nuestro particular problema del enlace. Incluso asumiendo la teoría de Zeki de que todos los análisis son conscientes, una vez obtenidas las microconciencias de color y movimiento. ¿Cómo sabemos que es el punto azul el que se mueve hacia la izquierda? Porque, al fin y al cabo, parece claro que nuestra cotidiana experiencia consciente no refleja ni la distribución ni la asincronía que acabamos de describir. Vamos a ver ahora otra perspectiva sobre el problema del enlace. El tiempo ha descubierto una paradoja de nuestra conciencia, es posible que el tiempo mismo nos ofrezca la solución.

Soluciones temporales al problema del enlace

Lo anterior no significa que la solución de Zeki no sea satisfactoria. La explicación según la cual los sistemas de procesamiento van analizando características cada vez más complejas y ocupándose de una mayor parte del campo visual puede ser un buen modelo del funcionamiento de dichos sistemas. Como hemos dicho, esto sólo nos explica, en términos del propio Zeki, cómo obtenemos las microconciencias de las distintas modalidades de la visión. Pero no aún cómo estas se integran para dar lugar a nuestra conciencia visual.

Es bien conocido el hecho de que la atención determina la entrada de una información dada a conciencia (Mack y Rock, 1998). Sólo somos conscientes de aquello a lo que atendemos. Esto quiere decir que si nuestra atención se dirige a una parte del campo visual, se puede presentar un estímulo (que debería ser perfectamente percibido) en otra zona del mismo sin que tengamos conciencia de ello. Por tanto, nuestra solución al problema del pegado no sólo debe explicar como acceden a conciencia las diferentes características de

la escena, sino también cómo se seleccionan unas frente a otras.

De hecho, existe la opinión generalizada de que es la atención la que nos permite integrar los distintos análisis y su posterior acceso a conciencia (Treisman, 1998; Crick y Koch, 1990, 2003; Dehaene y Naccache, 2001). Debemos subrayar que este punto la teoría de Zeki se distingue de esta corriente de investigación sobre la conciencia. En nuestra opinión este punto consiste simplemente en considerar que el resultado de cada operación que se realiza sobre la información es consciente (perceptualmente explícita). Por decirlo de otro modo, la perspectiva que describiremos a continuación considera los procesos de integración como procesos causantes de la conciencia. Por el contrario, Zeki considera que dichos procesos de integración trabajan con análisis que son de por sí conscientes.

Por tanto, es la atención la que nos permite “pegar” (Treisman, 1998) los análisis realizados por los diferentes sistemas de procesamiento. Una vez que se enlazan estos análisis ya pueden acceder a conciencia. Pero está claro que esto aún no responde a nuestra pregunta. ¿Cómo integra la atención esta información tan ampliamente distribuida?

La respuesta podría ser la sincronización neural (Gray y cols., 1989; Tononi y Edelman, 1998; Crick y Koch, 1990, 2003; Zeki, 1993; Crick, 1994; von der Malsburg, 1995; Singer y Gray, 1995; Llinás y cols., 1998;

Engel y cols., 1999; Sauvé, 1999). Volvamos a nuestra sencilla escena visual. Contamos con dos análisis realizados por la zona del movimiento V5 (un movimiento hacia la izquierda y otro hacia la derecha), y otros dos análisis por V4, la zona encargada de analizar el color (algo azul y algo rojo). Tengamos en cuenta que una neurona no transmite su información con un simple disparo, más bien, lo hace mediante series de disparos, con una frecuencia determinada. Lo que esta hipótesis propone es que el enlace se conseguirá haciendo que las neuronas que responden a un mismo objeto correlacionen su ritmo de disparo.

Por tanto las neuronas que responden al punto azul y las que responden al movimiento hacia la izquierda, dispararán en sincronía, y lo harán a un ritmo de alrededor de 40 disparos por segundo, o lo que es lo mismo, 40 hertzios (Hz) (Gray y cols., 1989; Singer y Gray 1995). Pero tengamos en cuenta que esta hipótesis no fue en principio planteada como una solución al problema de la conciencia.

Puede que le resulte familiar el nombre de Francis Crick, y más aún si lo citamos junto al de James Watson. Ambos autores recibieron el premio Nobel por uno de los descubrimientos científicos más importantes de la historia, la estructura de doble hélice de la molécula de ADN.

En las últimas décadas el interés de Crick derivó hacia el estudio de la conciencia,

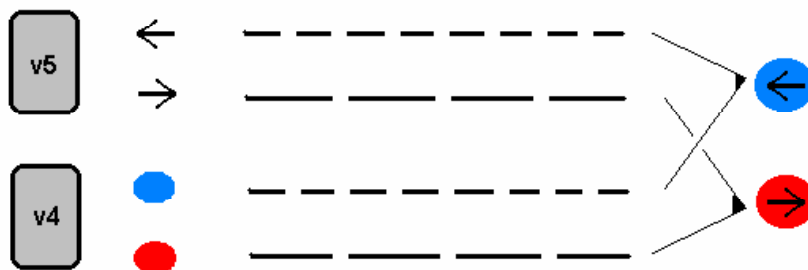


Figura 4. Sincronización Neural.

El presente engañoso

Stephen W. Hawking, en su célebre obra “Historia del tiempo: del Big Bang a los agujeros negros” (Hawking, 1989), nos habla de tres posibles caracterizaciones del tiempo: la flecha cosmológica, que se refiere al estado de constante expansión del universo; la flecha entrópica, derivada de la segunda ley de la termodinámica, la cual establece que el universo se dirige progresivamente hacia un estado absolutamente caótico; y por último, la flecha psicológica, que hace referencia a nuestra propia experiencia de paso del tiempo. Esta última es la que atraerá nuestro interés aquí.

Al hablar de percepción del tiempo nos encontramos ya con un intrigante problema: toda nuestra percepción del mundo externo (e interno) llega al sistema nervioso a través de los distintos receptores sensoriales (visuales, auditivos...). Sin embargo, hasta la fecha, no se conoce ningún “órgano receptor del tiempo”. Siguiendo a Fraisse (1984) nuestra noción del tiempo hace referencia a dos conceptos diferentes: sucesión y duración. La sucesión implica la capacidad de discernir si dos eventos han sido presentados de forma simultánea y, si no lo han sido, de determinar el orden de presentación. Exista o no un órgano receptor del tiempo, parece evidente que todos somos capaces de juzgar si dos eventos se presentan en una determinada secuencia o de forma simultánea. Sin embargo también hemos comprobado a través de los experimentos de Zeki (apartado 1.3) que estos juicios temporales no son absolutamente fiables, sobre todo cuando trabajamos en escalas temporales de decenas de milisegundos.

El concepto de duración plantea cuestiones aún más interesantes que aluden directamente a nuestra conciencia del paso (la flecha psicológica) del tiempo. La percepción de la duración implica “...la habilidad de aprehender eventos perceptuales sucesivos como más o menos simultáneos...” (Fraisse, 1984 p.9), es decir, nuestra habilidad de sentir el paso del tiempo. Esta habilidad se desarrolla en el marco de lo que el propio Fraisse denominó el presente psicológico, un intervalo de tiempo sin duración fija, basado en los eventos que se perciben. El concepto de presente es problemático, cómo bien expresó San Agustín. Generalmente conceptualizamos la mencionada flecha del tiempo como una sucesión de momentos presentes, pero ¿cuán pequeño puede ser un momento?. El genial William James (1890) ilustraba esta paradoja pidiendo al lector que tratase de observar o de atender al momento presente de tiempo: “...¿Dónde está ese presente? Se ha derretido en nuestras manos, ha huido antes de que podamos tocarlo, se ha desvanecido en el momento mismo en que iba a cobrar vida.” Lo que parece evidente es que no tiene sentido esta búsqueda del momento mínimo (al menos en cuanto a la flecha psicológica), y que el presente es un concepto abstracto. Así pues, más que del presente, deberíamos hablar de lo que Clay (citado por James, 1890) llamó acertadamente el presente engañoso (*specious present*). Ejemplos de este presente engañoso pueden ser las notas de una melodía o la trayectoria de una estrella fugaz, intervalos que parecen estar contenidos en el presente. Sin embargo este

presente no es un punto, sino un intervalo con duración, un incesante fluir desde el futuro hacia el pasado, o viceversa.

El mismo James nos proporciona un excelente ejemplo de lo engañoso que es eso que llamamos presente: “En general, un tiempo llenado con experiencia variadas e interesantes parece corto mientras pasa, pero largo al verlo en retrospectiva. Por otra parte, un periodo de tiempo vacío de experiencias parece largo cuando pasa, pero corto en retrospectiva”. Esto último también nos enfrenta al hecho de que nuestra conciencia del tiempo parece tener diferentes velocidades, que parecen depender del número de eventos (o de cambios) que experimentamos en un intervalo determinado. Este hecho quizá aporte un mayor sentido a la cita con la que empezábamos este cuadro.

No existe hoy en día un acuerdo generalizado acerca de los procesos cerebrales que subyacen a nuestra percepción de la sucesión y la duración. Si parece mayor el consenso respecto al hecho de que nuestra percepción del tiempo se organiza en torno a tres órdenes de magnitud (Fraisse, 1984). Por debajo de 100 milisegundos percibimos los eventos como instantáneos, es decir, no somos capaces de distinguir el comienzo de un evento de su final. Por encima de los 5 segundos la percepción de la duración parece estar mediada por la memoria. Por tanto, podemos decir que los “momentos” que componen nuestra flecha del tiempo (el presente engañoso) parecen corresponderse con duraciones de entre 100 milisegundos y cinco segundos.

que según sus palabras, quizá sea el más misterioso problema que se plantea a la investigación científica (Crick, 1994). Traemos a este autor a colación porque fue él precisamente quién propuso por primera vez que la sincronización de respuesta neuronal a 40 Hz podría ser la base fisiológica de la conciencia:

«Sugerimos que una de las funciones de la conciencia es la de presentar los resultados de las múltiples computaciones subyacentes y que esto implica un mecanismo atencional que une temporalmente a las neuronas relevantes sincronizando sus disparos en oscilaciones de 40 hz. Estas oscilaciones no codifican información adicional por sí mismas, excepto por el hecho de que unen temporalmente parte de la información existente en una percepción coherente.» (Crick y Koch, 1990).

Así pues nuestra conciencia no consiste en la activación de una zona concreta del cerebro, sino más bien en la activación temporal de una serie de neuronas distribuidas a lo largo y ancho (y alto) del cerebro, de manera que el disparo de las neuronas que responden a un mismo objeto se produce en sincronía. Imaginémosnos al cerebro como una orquesta. Es evidente que para que una orquesta suene con coherencia, los instrumentos que ejecutan una misma melodía (los sistemas de procesamiento que analizan un mismo objeto) deben ejecutarla de forma sincrónica.

La pregunta que podría surgir a continuación es ¿quién dirige esta orquesta? La respuesta no es fácil, ni desde luego única. Es bien conocido el hecho, ya señalado arriba, de que todas las áreas que reciben información de V1, mandan información de regreso a dicha área (Zeki, 1993; Zeki y Bartels, 1998b). Parece que la conciencia (al menos a ciertos niveles) requiere explicaciones en términos de patrones de conexión recurrentes de gran complejidad (Tononi y

Edelman, 1998; Baars, 1998, Crick y Koch, 2003; Dehaene y Naccache, 2001; Kanwisher, 2001; Llinás y cols. 1998).

Actualmente, ni siquiera el mismo Crick mantiene la hipótesis de que las oscilaciones a 40 Hz. sean la causa de la conciencia. Volviendo a la terminología de Chalmers, puede que la sincronización solo sea una solución al problema blando de la conciencia. En este sentido, existe un acuerdo generalizado respecto al hecho de que dichas oscilaciones son necesarias, aunque no suficientes, para producir una experiencia consciente. Conviene señalar que el mecanismo de sincronización se ha encontrado en sistemas diferentes al visual (Sauvé, 1999), lo que señala que la sincronización podría ser una estrategia frecuentemente usada por el cerebro.

Esperamos que a estas alturas, el lector esté de acuerdo en que encuadrar el problema de la conciencia con una perspectiva temporal da valiosos frutos. El tiempo nos ha servido para poner en duda aspectos de la conciencia que a todos nos parecen innegables. Aspectos como la unidad de la experiencia consciente la cual, a la luz de lo relatado, puede considerarse una ilusión que se desvanece cuando observamos los hechos en escalas temporales de milisegundos. Pero hay otro aspecto que también, de modo intuitivo, solemos atribuir a la conciencia, la inmediatez. Y este es el tema que nos ocupará a continuación. Ya hemos visto cómo la información visual va siendo sometida a distintos procesos que requieren un intervalo de tiempo determinado. Podríamos pensar que los escasos milisegundos que duran estos procesos no son relevantes. Sin embargo, a continuación citaremos trabajos que sugieren que ninguna información puede acceder a conciencia hasta que transcurre medio segundo desde su llegada a la corteza cerebral. Lo miremos por donde lo miremos, todo parece indicar que la conciencia es lenta.

La conciencia es lenta

¿Qué quiere decir que la conciencia es lenta? ¿Cómo podemos desenvolvemos en el mundo con una conciencia «lenta»? Una de las respuestas que se han dado consiste en asumir que toda nuestra percepción se refiere hacia atrás en el tiempo (seguro que no le parece una respuesta en este momento, pero siga leyendo y quizá cambie de opinión). Y no olvidemos lo visto en el primer apartado de este capítulo, cuando menos, algunos rasgos de nuestra experiencia (visual) consciente parecen ser más rápidos que otros. Vamos a centrarnos ahora en una famosa serie de experimentos, realizados por el fisiólogo Benjamín Libet (Libet y cols. 1967; Libet y cols. 1983), quién obtuvo el consentimiento de pacientes que estaban siendo sometidos a cirugía cerebral para realizar una serie de pruebas. Estas pruebas consistían en la estimulación eléctrica directa de la corteza cerebral. Las sorprendentes conclusiones a las que llegó este autor han sido objeto de una polémica que dura ya más de treinta años.

Referencia hacia atrás en el tiempo

Libet aplicaba a los pacientes corrientes eléctricas directamente en una zona del cerebro en la que encontramos una representación sensorial de todo nuestro cuerpo, la corteza somatosensorial. Esto quiere decir que esta zona es un mapa de nuestro cuerpo. Si se estimula la zona correspondiente a la mano, se obtienen una sensación de tacto en la misma.

Antes de nada debemos saber que esta corriente se aplicaba en forma de “trenes” de pulsos, es decir, la corriente no era continua, sino que consistía en una serie de pequeñas estimulaciones. En general podemos encontrar que cuando la intensidad de la corriente que se transmite al cerebro disminuye, es necesario aumentar el tiempo de estimulación para que ésta produzca una sensación consciente (que se experimentaría en la zona del cuerpo de la que se encargue

la porción de corteza estimulada). Sin embargo, si seguimos disminuyendo la intensidad llega un momento en que por mucho que aumentemos el tiempo de estimulación, la corriente no es suficiente para provocar una sensación consciente. Si tras llegar a este punto aumentamos ligeramente la intensidad obtenemos lo que Libet denominó “corriente límite”, la intensidad mínima que provocaba una sensación consciente. A este nivel de intensidad la aplicación del tren, para producir una experiencia consciente, debía durar alrededor de medio segundo (500 milisegundos). Libet consideró que esta corriente límite era la intensidad normal que se producía en las comunicaciones entre neuronas, por tanto su primera propuesta sería:

- Para que se produzca una sensación consciente es necesaria una duración de la estimulación en la corteza de alrededor de 500 milisegundos (ms), momento en el que se alcanza la “adecuación neuronal”, es decir, el estado en que se produce la sensación consciente.

Libet observó un segundo fenómeno, sirviéndose esta vez en sus experimentos de registros electroencefalográficos (EEG). Esta técnica consiste en registrar el patrón de ondas eléctricas provocadas por la actividad de la corteza cerebral a través de una serie de electrodos colocados en la superficie del cráneo. Concretamente utilizó el método de potenciales evocados en el cual observamos como varía este patrón de ondas en respuesta a un estímulo que presentamos a la persona. Lo que observó fue:

- La aplicación de un estímulo en la piel o en zonas subcorticales del cerebro se acompaña de la emisión por parte del córtex de un potencial evocado (es decir, una onda en el EEG en respuesta a dicho estímulo), que se produce unos 80 ms. después de la estimulación. Incluso si esta estimulación no es lo suficientemente intensa para ser experimentada conscientemente. Además este potencial no se produce cuando se estimula directamente el cerebro en lugar de una zona

de la piel.

Tras observar los dos fenómenos referidos, Libet realizó un experimento en el cual estimulaba durante los 500 ms. de rigor el área del córtex encargada de la mano derecha y 200 ms. después del inicio de esta estimulación, aplicaba otro estímulo directamente en la mano izquierda. Teniendo en cuenta lo dicho hasta ahora, ¿cuál sería la secuencia de acontecimientos que podríamos esperar?. Piénselo por un instante antes de consultar la figura 5.

Sin embargo no fue esto lo que Libet encontró. Sorprendentemente, cómo podemos ver en la figura, los pacientes aseguraban sentir la sensación de la piel antes que la sensación cortical. ¿Qué estaba ocurriendo? la explicación del autor fue esta:

- De alguna manera, la experiencia consciente de la estimulación de la piel de la mano debe estar “referida hacia atrás en el tiempo”, concretamente, la persona experimenta la sensación en la mano como si hubiese ocurrido en el momento en que se producía el primer potencial evocado por el estímulo transcurridos 80 milisegundos.

Es decir, el potencial de preparación actúa como un “marcador temporal”, que indica el momento al que la experiencia consciente debe ir referida. Dicho con otras palabras, nuestra experiencia consciente se refiere a hechos que ocurrieron como mínimo medio segundo antes del momento en que los percibimos, lo que viene a significar que vivimos en el pasado inmediato (concretamente 500 ms.) ¿sorprendente?, pues espere a ver lo que viene ahora.

Cerebro e intención

La conciencia es para todos el hecho más primario e inmediato, hecho en el que (el omnipresente) Descartes basó su planteamiento filosófico (pienso, luego existo). La conciencia constituye, de este modo, el centro mismo de nuestra existencia. Por tanto, es bastante lógico que intuitivamente le atribuyamos un papel primario en el gobierno

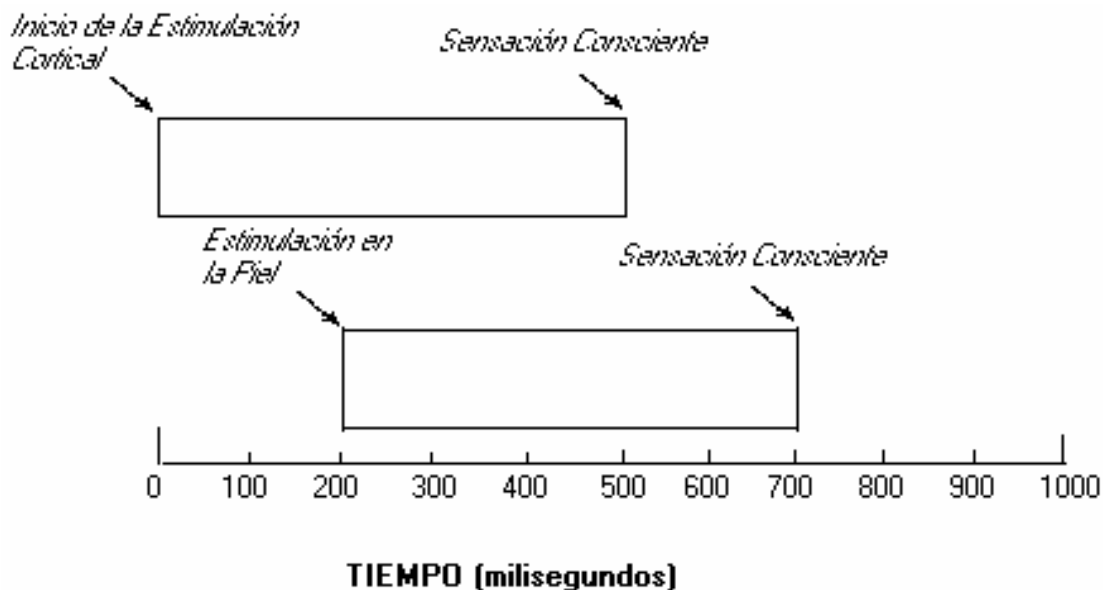


Figura 5. Lo lógico a la luz de los primeros hallazgos de Libet sería que el estímulo cortical se percibiera primero y 200 ms. después el estímulo en la piel, sin embargo, esto no es lo que experimentan los sujetos (ver texto).

de nuestras percepciones y acciones. Esta es una idea de sentido común que hemos puesto en duda en lo tocante a la percepción y que ahora vamos a poner en duda en lo que concierne a la acción. Y es que, si entendemos estas ideas en el marco de los fenómenos que hemos relatado, y los que pasamos a relatar, parece claro que, respecto a otros procesos cerebrales supuestamente responsables de la percepción y la acción, la conciencia es lenta. Esto es tan cierto que podemos poner en duda algo que casi nadie se atrevería a negar. Que somos dueños de nuestros actos.

El sentido común nos dice que para llevar a cabo una acción debemos ser conscientes de la decisión de llevarla a cabo. Posteriormente preparamos la acción y la llevamos a cabo. Pongamos a prueba esta idea con un experimento.

Este experimento (Libet y cols., 1983) es más sencillo, pero no por ello las conclusiones son menos intrigantes. La tarea de los sujetos consistía en mover un brazo, literalmente cuando «les diera la gana», lo

único que debían hacer aparte de esto era recordar en que posición se hallaba un punto que daba vueltas a modo de segundero de un reloj (ver figura 6) en el momento en que fueran conscientes de la intención de mover el brazo.

Además se realizaba un electroencefalograma con el fin de determinar en que momento se producía la actividad cortical (lo que Libet denominaba potencial de preparación) relacionada con el movimiento del brazo, y un electromiograma del brazo (registra la actividad eléctrica producida por el movimiento del músculo) para determinar el momento exacto en que este movimiento se producía.

Lo que Libet encontró (ver figura 7) es más sorprendente, si cabe.

Pensemos en lo que esto significa. No sólo nuestras percepciones son, al menos en principio, inconscientes, también lo son nuestras acciones. De hecho, el concepto de percepción inconsciente goza de una cierta popularidad (publicidad subliminal). Lo que puede resultar más difícil de aceptar es el

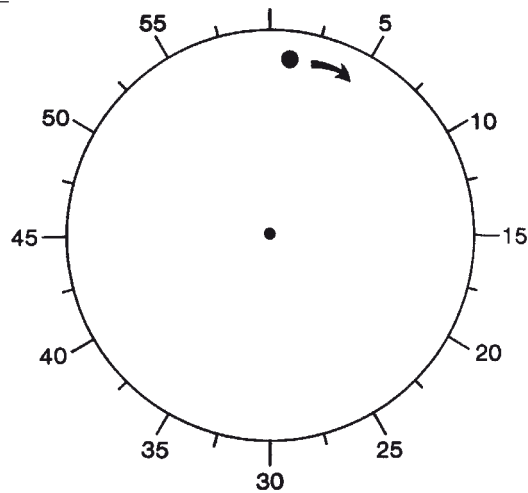


Figura 6. Los sujetos deben recordar donde se encuentra el punto en el momento en que son conscientes de la intención de mover el brazo

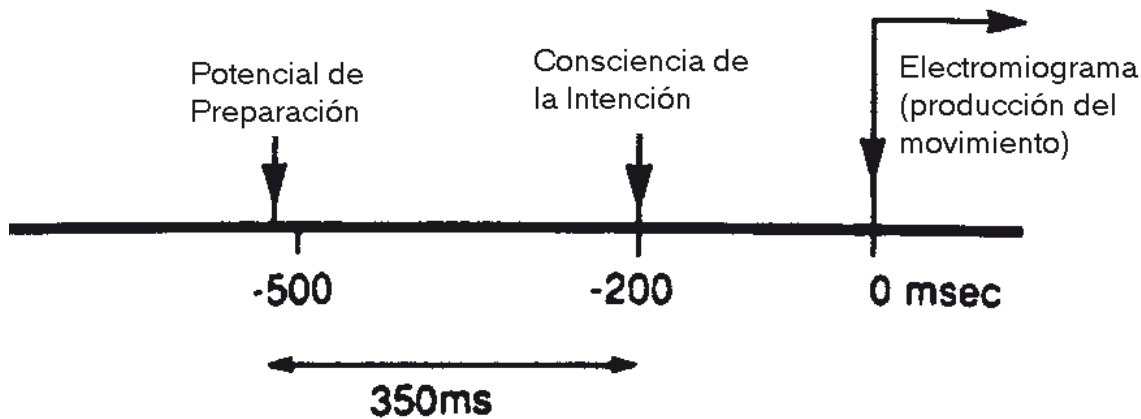


Figura 7. La consciencia de la intención de mover el brazo ocurre 350 ms. más tarde que los sucesos cerebrales que median en el movimiento del mismo brazo.

hecho de la acción inconsciente. ¿Significa esto que no somos dueños de nuestros actos? No exactamente, si nos fijamos en los resultados la consciencia de la intención se produciría 200 ms. antes de la ejecución del movimiento así que, teóricamente, podríamos ser capaces de controlar la ejecución de ese movimiento, es decir, abortarlo, modificarlo... Pero aún así, el esquema propuesto arriba, que es el que nos dicta el sentido común, debería ser modificado en este sentido.

Preparación → Consciencia → Acción

Entendemos que todos estos fenómenos son difíciles de aceptar. Al fin y al cabo, tenemos la capacidad de realizar acciones muy rápidas, y la fuerte impresión de que hacemos lo que queremos (en la medida de lo posible, desde luego). El siguiente fenómeno nos mostrará que no sólo estamos hablando de curiosidades de laboratorio.

Cuando el tiempo juega con la consciencia

Pasamos a describir ahora un fenómeno

que nos muestra cómo nuestra conciencia puede reaccionar de formas sorprendentes cuando se la somete a fuertes restricciones temporales, como señala Dennett (1992), algunos autores utilizan estos fenómenos como prueba de la existencia de una mente inmaterial (Popper y Eccles, 1977). Pero que no cunda el pánico, nosotros no pretendemos llegar tan lejos.

El fenómeno *phi*

En 1912 el psicólogo Max Wertheimer, con un estroboscopio de juguete, descubrió un curioso fenómeno relacionado con la percepción del movimiento. Este juguete constaba de un tambor en el que estaban insertas una serie de imágenes que representaban fases sucesivas del movimiento de un objeto, que se hacían visibles a través de una ranura en la base del tambor, cómo sabemos, ésta es una rudimentaria máquina de dibujos animados.

Posteriormente, Wertheimer realizó una serie de experimentos en los que iluminaba brevemente dos líneas verticales separadas un centímetro entre sí. El principal resultado se obtuvo cuando el intervalo temporal entre la presentación de las líneas duraba entre 30 y 200 milisegundos, en estas condiciones, los observadores decían percibir una sola línea que se desplazaba de una posición a otra. Esto es lo que se conoce como "fenómeno phi", movimiento aparente o movimiento estroboscópico y es la base por ejemplo de que percibamos una serie de fotogramas como una secuencia continua, es decir, del

cine (pase rápidamente las páginas de este capítulo mirando la parte inferior derecha y asistirá a un rudimentario ejemplo de este fenómeno).

Quizás entendamos mejor la paradoja que implica este efecto con la modificación del procedimiento realizada por Kolers y von Grünau (1976).

Consistía en iluminar dos parches de color, uno rojo y otro verde, en lugar de iluminar dos líneas (con dos linternas, dos colaboradores y un poco de paciencia puede intentarlo en casa). En este caso el efecto es más sorprendente si cabe. Quién observe esta secuencia con un intervalo entre la presentación de los dos focos de unos 50 milisegundos experimentará un parche de luz rojo que comenzará a moverse y cambiará de color de forma abrupta a mitad de la trayectoria.

¿Todavía no ve la paradoja?, quizá se vea mejor con un esquema (ver figura 8):

Iluminamos un parche rojo durante 150 milisegundos. Retiramos la iluminación durante 50 milisegundos, durante los cuales no se presenta nada. Y por último, al finalizar la pausa de 50 milisegundos iluminamos el parche verde, a una cierta distancia a la derecha del rojo, durante otros 150 milisegundos. Sin embargo, durante la pausa el sujeto ve al parche rojo moverse hacia la posición del verde. A mitad de la trayectoria, el parche parece cambiar abruptamente de color y sigue un movimiento que acaba coincidiendo con la presentación del parche verde.

Quizá a estas alturas ya le parezca un

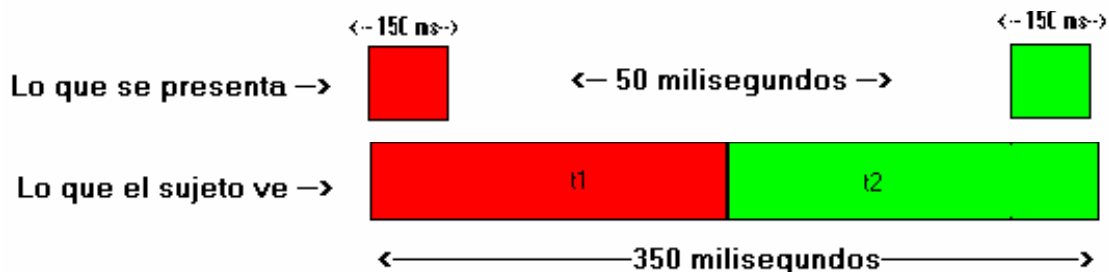


Figura 8.

fenómeno curioso, pero para acabar de entenderlo consideremos los instantes t_1 y t_2 que marcamos en la figura. El hecho de que en el instante t_1 sigamos percibiendo el color rojo después de que este haya dejado de presentarse podría no ser tan sorprendente. Si cierra usted los ojos ahora mismo experimentará una cierta persistencia de la imagen que había en su retina. Lo sorprendente está en el instante t_2 , ya que ningún efecto, al menos a nivel sensorial, puede explicar que el sujeto vea el color verde antes de que éste se presente. Además, antes de presentar la luz verde a la derecha, ya se percibe un movimiento hacia la derecha, al igual ocurre en la versión más simple de este fenómeno, explicada arriba ¿cómo sabemos que la imagen se desplazará en esta dirección? ¿cómo sabemos que será verde?

Queremos dejar claro que este es un fenómeno robusto y que no depende del aprendizaje ya que se produce desde el primer ensayo, pero implica una intrigante paradoja, ¿cómo es posible que veamos el color y el movimiento antes de que se hayan presentado?

¿Recuerda cuando hablábamos de referencia hacia atrás en el tiempo? Una posible explicación de este fenómeno es que el cerebro retrasa la experiencia consciente hasta que se ha producido el segundo flash de luz, y entonces la experiencia se refiere hacia atrás en el tiempo. Si esto es cierto, la realidad que percibimos esta referida a hechos que han ocurrido hace 500 milisegundos.

Nuestros conocimientos sobre el sistema visual nos muestran que la experiencia unificada que todos percibimos requiere la descomposición de la escena visual en una multitud de análisis. Dichos análisis no sólo están distribuidos en el espacio, también lo están en el tiempo. Este hecho nos puede hacer dudar de la unidad de la conciencia. De hecho, en escalas inferiores al segundo, la unidad de la conciencia parece ser una ilusión (Zeki, 1993). Lo anterior también nos muestra que los procesos inconscientes que

se encuentran en la base de la experiencia consciente requieren un tiempo.

Conclusiones

¿Nos ha descubierto el tiempo alguna verdad? Quizá estemos muy lejos de obtener algo tan definitivo como una verdad, pero es innegable que preguntarse por el cuándo de la conciencia hace brotar nuevas e interesantes cuestiones. Nuestra percepción (visual) del mundo se produce gracias a la intervención de numerosos sistemas de procesamiento altamente especializados. La especialización no sólo implica que debemos hablar de un cerebro visual, un cerebro auditivo, etc; sino que también debemos hablar de un cerebro visual del color, un cerebro visual de la forma... Y el hecho de que los análisis realizados accedan a conciencia en diferentes momentos obliga a plantearse la posibilidad de que estos subsistemas realicen su trabajo de forma autónoma. De ser cierto lo dicha, nuestra percepción visual integrada y coherente se convierte en una paradoja, y hemos visto posibles soluciones a esta paradoja. Pero no perdamos de vista el hecho de que las teorías que hemos descrito son sólo eso, teorías, no verdades definitivas. Posiblemente los sistemas de procesamiento no funcionen de modo tan autónomo como plantea Zeki, y también hemos visto como la hipótesis de oscilaciones a 40 Hz pasó de ser considerada causa suficiente para la percepción consciente a ser considerada como una de muchas condiciones necesarias. Lo que sí parece claro es la unidad de nuestra percepción consciente (cuando menos en escalas temporales inferiores al segundo) es una ilusión creada por el cerebro a costa de un complejo proceso de reconstrucción a partir del fruto del trabajo de los distintos procesos de procesamiento.

Otro hecho que podemos deducir es que un trabajo tan complicado requerirá un tiempo determinado para ejecutarse. Hemos

descrito estudios que nos hablan de una conciencia demasiado lenta para ser la responsable de muchas de nuestras interacciones con el entorno. La hipótesis de referencia hacia atrás en el tiempo difícilmente puede explicar cómo somos capaces de ejecutar conductas que requieran actuar en menos de medio segundo, si se da un retraso de 500 ms en la experiencia consciente. Sin embargo, si abandonamos la idea de que la conciencia es la causa de todo lo que percibimos y hacemos, desaparece el problema, y la necesidad de explicaciones extravagantes. Además, como se deduce de lo dicho en el cuadro 2, muchas de nuestra percepciones y acciones cotidianas se producen, cuando menos en parte, de modo inconsciente. Ciertamente, el papel que la conciencia juega en nuestra vida es un misterio a desvelar. Siga leyendo y comprobará cuánto se ha avanzado en este camino.

Agradecimientos

Gracias a Laila Baños, Elena Álvarez, Ignacio Medina y Gregorio Fernández por sus comentarios sobre los distintos (y numerosos) borradores de este capítulo.

Aplicación práctica

Disfruta del presente engañoso. Busca tu música interior, la melodía que te hace funcionar, estar motivado, comprender, estar a gusto. Ponte en hora, sincronízate.

Experimento mental

Juega al conejo cutáneo con tus amigos. En el libro de Dennett, La conciencia explicada lo encontraras explicado. Es una variante del fenómeno phi. Hace reír, aunque el nombre es sugerente en exceso. Consiste en que una persona golpea cinco veces con dos

dedos, en una secuencia rápida y en puntos aleatorios el brazo de otra, desde la muñeca al hombro. El receptor de los golpecitos en secuencia rápida permanece con los ojos cerrados y no es informado de nada. Lo curioso es que percibe una secuencia regular de golpes.

Pensamiento crítico

Si nuestra conciencia es lenta, ¿quién inicia las acciones? ¿es solo un espectador?

Lecturas recomendadas

Zeki, Semir (1993). Una visión del cerebro. Barcelona. Ariel.

Ya hemos comentado que el sistema visual ha suscitado los mayores esfuerzos de la investigación neurocientífica. Semir Zeki, algunas de cuyas propuestas han sido discutidas aquí, ha contribuido en gran medida a este esfuerzo. En este libro Zeki realiza una exhaustiva revisión sobre la evolución histórica de nuestro conocimiento del sistema visual, del estado actual de dicho conocimiento y de sus propios trabajos e hipótesis. Con un lenguaje claro y ameno, Zeki nos va mostrando como el conocimiento del sistema visual y del cerebro en general han evolucionado en íntima sintonía. Como escribe el propio Zeki en el epílogo de esta obra “Ciertamente, el estudio de la corteza visual nos proporciona una visión del cerebro”.

Libet, Benjamin; Freeman, Anthony y Sutherland, Keith (1999). The Volitional Brain. Towards a neuroscience of free will. Imprint Academic.

“El cerebro Volitivo. Hacia una neurociencia del libre albedrío”.

En este libro, que desgraciadamente no se encuentra traducido al castellano, podemos encontrar trabajos de diferentes autores (entre ellos B. Libet) que versan sobre la sempiterna cuestión del libre albedrío. Dichos

autores provienen de disciplinas tan diversas como la filosofía, la física o la neurociencia, lo que proporciona una interesante aproximación interdisciplinar al estado actual de este viejo dilema.

Direcciones de Internet

Usa en el buscador los terminos sincronizacion neuronal en el cerebro humano

(neuronal synchronization in the human brain. Uno de los autores que la estudia es T. Muller, por ejemplo en Nature 2003 o en el Journal of Cognitive Neuroscience 2004. Busca tambien por Singer y por melodías neuronales). Busca tambien sobre el fenómeno phi e información sobre Benjamín Libet y Zecki.

Falta el título

Por Emilio Gómez Milán

Espuma y nada más nos dijo el poeta. El tiempo subjetivo. El agónico goteo del aburrimiento. La velocidad del rayo de la diversión. La pérdida de sensación temporal en la larga y monótona carretera que cruza el desierto. La duración eterna del momento del drama. Vivimos en un presente engañoso, en una ventana temporal que dura hasta cinco segundos. En ella ocurre el latido de conciencia, que se convierte en memoria. Nuestro pensamiento es recuerdo, es retroalimentación. El habla interna es un eco. Igual que la visión del sol es una imagen del pasado, la imagen de la mente también lo es. El ahogado contempla toda su vida en un instante fugaz y eterno. En la tarde tranquila, ante la contemplación de la puesta del sol, nos hacemos conscientes de nuestro lugar en el universo. Somos una sombra fugaz. El tiempo nos pasa. El tiempo no existe. La cuarta dimensión. El soñado viaje en el tiempo. Vivir el presente. Todo eso pensamos, es decir, ya lo hemos pensado. ¿sera este el eterno retorno de Nietzsche?

Bibliografía

- Barlow, H. (1972). Single units and sensation: a neuron doctrine for perceptual psychology?. *Perception*, 1, 371-394.
- Barlow, H. (1995). The neuron doctrine in perception. En: Gazzaniga (Ed.) *The Cognitive Neurosciences*. Cambridge. MIT.
- Bear, M.F., Connors, B.W. y Paradiso, M.A. (1998). *Neurociencia: Explorando el cerebro*. Masson – Williams & Wilkins, 1998.
- Bruce, V. y Green, P.R. (1994). *Percepción visual. Manual de fisiología, psicología y ecología de la visión*. Paidós.
- Chalmers, D.J. (1997). *The conscious mind: In search of a fundamental theory*. Oxford University Press.
- Crick, F. y Koch, C. (1990). Towards a neurobiological theory of consciousness. *Seminars in Neurosciences*, 2, 263-275.
- Crick, F. y Koch, C. (2003). A framework for consciousness. *Nature Neuroscience*, 6(2), 119-126.
- Crick, F. (1994). *The astonishing hypothesis*. New York: Simon & Schuster.
- Dehaene, S. y Naccache, L. (2001). Towards a cognitive neuroscience of consciousness: basic evidence and a workspace framework. *Cognition*, 79, 1-37.
- Dennett, D.C. (1991). *La conciencia explicada*. Barcelona: Paidós.
- Dennett, D.C. y Kinsbourne, M. (1992). Time and the observer: the where and the when of the consciousness in the brain. *Behavioral and Brain Sciences*, 15, 183-247.
- Engel, A.K., Fries, P., König, P., Brecht, M. y Singer, W. (1999). Temporal binding, binocular rivalry and consciousness. *Consciousness and Cognition*, 8, 128-151.
- Felleman, D.J. y Van Essen, D.C. (1991). Distributed Hierarchical Processing in the Primate Cerebral Cortex. *Cerebral Cortex*, 1, 1-47.
- Gentilucci, M., Chieffi, S., Daprati, E., Saetti, M.C. y Toni, I. (1996). Visual illusion and action. *Neuropsychologia*, 34(5), 369-376.
- Gray, C.M., König, P., Engel, A.K. y Singer, W. (1989). Oscillatory responses in cat visual cortex exhibit inter-columnar synchronization which reflects global stimulus properties. *Nature*, 338, 334-337.
- Gold, I. (1999) Does 40-Hz Oscillation Play a Role in Visual Consciousness. *Consciousness and Cognition*, 8, 186-195.
- Hawking, S.W. (1989). "Historia del tiempo: del Big Bang a los Agujeros Negros". Barcelona: Crítica.
- Hubel, D.H. y Wiesel, T.N. (1977). Ferrier Lecture: Functional architecture of macaque monkey visual cortex. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 198, 1-59.
- James, W. (1890). *Principios de Psicología*. México: Fondo de Cultura Económica, 1989.
- Jeannerod, M. (1997) *The Cognitive Neuroscience of Action*. Blackwell.
- Johnson-Laird, P. (1987). *The Computer and the Mind*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Kanswisher, N. (2001). Neural events and perceptual awareness. *Cognition*, 79, 89-113.
- Kanswisher, N., Downing, P., Epstein, R. y Kourtzi, Z. (2001). Functional neuroimaging of visual recognition. En: Cabeza, R. y Kingstone (Eds.) *Handbook of functional neuroimaging of cognition*. Cambridge Mass.: MIT Press.
- Kolers, P.A. y von Grünau, M. (1976). Shape and color in apparent motion. *Vision Research*, 16, 329-335.
- Libet, B., Freeman, A. y Sutherland, K. (1999). *The Volitional Brain. Towards a neuroscience of free will*. Imprint Academic.
- Libet, B., Alberts, W.W., Wright, E.W. y Feinstein, B. (1967). Responses of human somatosensory cortex to stimuli below the threshold for conscious sensation. *Science*, 158, 1597-1600.
- Libet, B., Gleason, C.A., Wright, E.W., y Pearl, D.K. (1983). Time of conscious intention

- to act in relation to onset of cerebral activity (readiness potential): The unconscious initiation of a freely voluntary act. *Brain*, 106, 623-642.
- Livingstone, M.S. y Hubel, D.H. (1988). Segregation of form, color, movement and depth. *Science*, 240, 740-749.
- Llinás, R, Ribary, U., Contreras, D. y Pedroarena, C. (1998). The neuronal basis for consciousness. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 353, 1841-1849.
- Mack, A. y Rock, I. (1998). *Innatenational Blindness*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Marr, D. (1982). *La Visión*. Alianza Editorial.
- Milner, A.D. y Goodale, M.A. (1995). *The visual brain in action*. Oxford: Oxford University Press.
- Moutoussis, K. y Zeki, S. (1997a). Functional segregation and temporal hierarchy of the visual perceptive systems. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 264, 1407-1414.
- Moutoussis, K. y Zeki, S. (1997b). A direct demonstration of perceptual asynchrony in vision. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 264, 393-399.
- Popper, K.R. y Eccles, J.C. (1977). *El yo y su cerebro*. Labor
- Perret, D.I., Rolls, E.T. y Caan, W. (1982). Visual neurons responsive to faces in the monkey temporal cortex. *Experimental Brain Research*, 47, 329-342.
- Sauvé, K. (1998). Gamma-band synchronous oscillations: recent evidence regarding their functional significance. *Consciousness and Cognition*, 8, 213-224.
- Singer, W. y Gray, C.M. (1995). Visual Feature Integration and the Temporal Correlation Hypothesis. *Annual Review of Neuroscience*, 18, 555-586.
- Tononi, G. y Edelman, G.M. (1995). Consciousness and Complexity. *Science*, 282, 1846-1851.
- Treisman, A. (1998). Feature binding, attention and object perception. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, 353, 1295-1306.
- Tudela, P. (1981). *Psicología Experimental*, vol. 1. UNED.
- von der Malsburg, C. (1995). Binding in models of perception and brain function. *Current Opinion in Neurobiology*, 5, 520-526.
- Zeki, S. (1993). *Una visión del cerebro*. Barcelona. Ariel.
- Zeki, S. y Bartels, A. (1998a) The autonomy of the visual systems and the modularity of conscious vision. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, 353, 1911-1914.
- Zeki, S. y Bartels, A. (1998b). Toward a theory of visual consciousness. *Consciousness and Cognition*, 8, 225-259.
- Zeki, S. y Bartels, A. (1998c). The asynchrony of consciousness. *Proceedings of the Royal Society of London*, 265, 1583-1585.
- Zeki, S. y Shipp, S. (1988). The functional logic of cortical connections. *Nature*, 335, 311-317.
- Zeki, S. y Moutoussis, K. (1997). Temporal hierarchy of the visual perceptive systems in the Mondrian world. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 264, 1415-1419.