

EL SUSTRATO NEUROANATÓMICO DE LA CONCIENCIA SEGÚN LA TEORÍA DEL CIRCUITO TRIANGULAR DE LABERGE

FRANCISCO CÓRDOBA ALCAIDE

RESUMEN

Este trabajo pretende clarificar el sustrato neuroanatómico de la conciencia a partir de una teoría concreta, la del Circuito Triangular de David LaBerge, según la cual la conciencia necesita de la activación de un mecanismo atencional previo pero va más allá del mismo, ya que incluye al sujeto en el que dicho mecanismo se ha activado. Es decir, la conciencia supone tanto la operación de atender a un objeto u evento como la de atender al actor cuya representación cortical se activa cuando dirige su atención a dicho objeto u evento. De esta forma nos encontraremos con que atención y conciencia quedan interconectadas a través de áreas muy concretas del cerebro humano mediante dos circuitos triangulares.

Palabras clave: Conciencia, circuito triangular, atención, el sí mismo.

ABSTRACT

This work attempts to clarify the neuroanatomical basis of consciousness from a specific theory, David LaBerge's Triangular Circuit Theory, according to which consciousness needs the activation of a previous attentional mechanism but it goes beyond it, since it includes the agent or actor who such mechanism has been activated in. In other words, consciousness means both the operation of attending to an object or event and the actor whose

cortical representation is activated when attention is directed to it. In this way, we will find that attention and consciousness are interconnected through very specific areas of the human brain by means of two triangular circuits.

Key words: Consciousness, triangular circuit, attention, self.

INTRODUCCIÓN

Según el propio LaBerge (1998), "la conciencia ocurre cuando —una experiencia— llega a ser —mi experiencia—". Es decir, que incluye tanto al hecho u objeto atendido como al actor que realiza tal acto atencional.

En la Teoría del Circuito Triangular, la atención desempeña un papel fundamental ya que es la premisa básica para que la experiencia consciente se haga posible. La atención se presenta como la "puerta de entrada a la conciencia", por lo que puede aparecer atención sin conciencia, pero no es posible la conciencia sin atención.

De hecho, LeBerge (1995) considera que la atención es independiente al sistema de procesamiento, tiene entidad propia, y actúa sobre él dando como resultado una experiencia consciente.

Teorías actuales y esclarecedoras con respecto al funcionamiento de la atención como la de Posner (Posner y Dehaene, 1994) sostienen la misma concepción.

La atención básica o primaria, según LaBerge (1998) tiene lugar cuando se produce una activación simultánea de tres áreas cerebrales que se relacionan directamente con tres aspectos determinantes de la misma —la expresión de la atención, su mejora y/o modificación y su control—, interconectados por un circuito triangular.

Pero para que además exista conciencia, el circuito triangular tiene que ser doble, de manera que uno de los vértices del primer triángulo incluya la activación de las regiones corticales donde se expresa la atención a un evento u objeto y, a la vez, ese vértice en el segundo triángulo suponga la activación de las áreas corticales donde se expresa la atención al "Yo", al actor que realiza el acto atencional.

EL CIRCUITO TRIANGULAR Y SUS CONEXIONES

Las regiones cerebrales que LaBerge considera indispensables para una teoría anatómica de la conciencia y que se corresponden con los aspectos fundamentales de la atención que he mencionado antes son:

- La *corteza prefrontal* para el control de la atención, área que según Snell (1999) desempeña un importante papel en la determinación de la iniciativa y el juicio del ser humano debido a las aferencias que recibe de muchos sitios corticales y subcorticales.

- Diversas *áreas corticales anteriores y posteriores* para la expresión de la atención.

- Y *áreas talámicas* para modificar y/o mejorar la atención. El tálamo ha sido considerado por autores como Crick (1994) como "la puerta del cortex", ya que todos los sentidos, a excepción del olfato, pasan por él para llegar a este.

El Circuito Triangular que propone LaBerge (1998) para la interconexión de estas áreas se basa en estudios del cortex visual primario y sus áreas adyacentes.

Estos estudios demuestran la existencia de dicho circuito triangular entre columnas corticales como V1 y V2, las cuales se encuentran interconectadas directamente (a través de sus capas) e indirectamente a través del *tálamo*. Estudios citados por LaBerge (1998), como el de Corbetta et al (1991) de atención selectiva registrada con Tomografía por Emisión de Positrones (P.E.T.), demuestran cómo en concreto el *núcleo pulvinar* del tálamo (sobre todo el derecho), actúa incrementando la activación del área relacionada con la zona atendida, lo cual favorece la selección del objeto u evento dianas.

Este hecho se confirma aun más en estudios con tareas complejas de atención anticipada. En estas tareas, otras dos áreas talámicas que mostraban activación cuando los sujetos se enfrentaban a ellas eran el *núcleo mediodorsal* y el *ventrolateral*. El primero de ellos conecta con el cortex prefrontal y con el parietal posterior en experimentos realizados con monos y está más implicado cuando se trata de atender a la forma. Mientras que el segundo conecta con áreas frontales y ganglios de la base e interviene más cuando se trata de atender a la localización. El caso es que estos tres núcleos talámicos se activan más en los humanos cuando atienden a estímulos visuales y su localización.

Pero, además, los estudios con P.E.T. citados por LaBerge (1998) indican una activación simultánea a la talámica en *áreas occipito-temporales* y *parietales posteriores* (que conectan con el pulvinar) para la expresión de la forma y la localización.

Es decir, que dos de los vértices del "primero de los triángulos" ya están citados, el correspondiente al mecanismo de mejora y el correspondiente a la expresión de la atención.

Pues bien, el tercero de los vértices, el que implica el control de la atención, lo encontramos gracias a que en estos estudios también se activan la

corteza prefrontal dorsolateral, cuando la tarea se centra en la localización del estímulo, y la *corteza prefrontal ventrolateral* cuando se centra en la forma. Estas áreas del cortex frontal suponen el control voluntario de la localización y la forma, controlando la preparación del sistema para atender al estímulo y favoreciendo su selección debido a sus conexiones con el núcleo pulvinar del tálamo.

La activación simultánea de estas áreas en los estudios con P.E.T. y su interconexión triangular apoyan, sin duda, la teoría del Circuito Triangular y desvelan los vértices de un "primer triángulo" relacionado con la atención básica o primaria. Es decir, la que tiene que ver sólo con el evento u objeto atendidos, sin incluir todavía al actor que los atiende y sin participación, por tanto, de la conciencia.

Pero este Circuito Triangular es sólo un ejemplo ya que puede extrapolarse a otras columnas del cortex. Todas las regiones del cortex están conectadas con el tálamo, que parece mejorar su actividad. Según Snell (1999) "el tálamo funciona como un relevo importante y como una estación integradora para la información que pasa a todas las áreas de la corteza cerebral, los ganglios basales, el hipotálamo y el tronco encefálico".

Esta mejora de la actividad tálamo-cortical se da tanto en la información ascendente (o automática) como en la descendente (o controlada) pero, según LaBerge (1998) dicha mejora aparece con más fuerza y duración en la segunda.

Además, estas tres regiones interconectadas de manera triangular para la atención primaria o básica pueden ser activadas por fuentes internas y externas al sistema. Las primeras se activan por el vértice de control frontal del circuito, a partir, por ejemplo, de una intención, conectando con áreas motivacionales como los ganglios de la base. Las segundas a partir de estimulación externa, activan la zona de expresión atencional.

Aún me quedaría por explicar un "segundo triángulo" de áreas, el que incluye al "yo atendiendo al objeto u evento" ya que, según LaBerge, para que exista conciencia no basta con "la atención al objeto u evento". Según sus propios ejemplos, no es lo mismo ver que se te escapa el autobús y "atender al autobús que se va" que "atenderte a ti mismo perdiendo el autobús" (LaBerge, 1998).

La conciencia añade, por tanto, un segundo factor que supone la activación de áreas cerebrales adicionales relacionadas con la "expresión del yo".

El problema es que en tal concepción del "yo" nos encontramos con muchas diferencias interindividuales, pero lo que está claro que es común en cualquier ser humano libre de daños cerebrales es su posibilidad de ubicarse en tiempo y espacio con respecto al objeto u evento atendido. Dicha ubicación, por lo general, conlleva una representación corporal del yo ante escenas

dinámicas y cambiantes. Pues bien, nuestra imagen corporal sí que está perfectamente representada en el cortex sin apenas diferencias interindividuales, por lo que este "segundo triángulo" debe de tener uno de sus vértices en áreas corticales relacionadas con la expresión de la representación corporal.

Según LaBerge (1998) la activación simultánea de los dos circuitos triangulares "se asegura si ambos se activan en un área común del cortex frontal, esto es, los dos circuitos triangulares se activan en un área de mando común". Esta área común del cortex frontal supone el segundo vértice del "segundo triángulo", el cual conecta a su vez con el tercero de los vértices, el tálamo, mecanismo de mejora en ambos circuitos.

Es gracias a la sincronización que proporciona el área de control común y a la mejora tálamo-cortical como se consigue aunar el circuito triangular referente a "la expresión de la atención a un objeto u evento" con el circuito triangular relacionado con la "expresión del yo atendiendo a dicho objeto u evento".

ALGUNAS CRÍTICAS AL CIRCUITO TRIANGULAR Y LA JUSTIFICACIÓN DE LABERGE

Dado que la teoría de LaBerge intenta establecer las bases neuroanatómicas de la conciencia, las principales críticas (Cowan, 1998; Newman, 1998) van dirigidas a reivindicar la implicación de determinadas áreas cerebrales en la actividad consciente y que, sin embargo, en esta teoría no reciben la suficiente atención (o eso parece).

Newman (1998) considera que el *núcleo reticular* juega un papel muy importante en la conciencia y es fundamental para cualquier teoría neuroanatómica de la misma y, sin embargo, se omite en el Circuito Triangular de LaBerge (1998).

El núcleo reticular pertenece al tálamo y "es una capa delgada de células nerviosas ubicada entre la lámina medular externa y el brazo posterior de la cápsula interna. En este núcleo convergen fibras aferentes que vienen desde la corteza cerebral y la formación reticular y su eferencia se dirige principalmente hacia otros núcleos talámicos. La función de este núcleo no se conoce totalmente, pero puede estar vinculada con un mecanismo por el cual la corteza cerebral regula la actividad talámica" (Snell, 1999).

Pese a todo, Newman (1998) considera la posibilidad de un modelo T-C/ NR (tálamo-cortical/ núcleo reticular) ya que considera que el del Circuito Triangular de LaBerge proporciona un sustrato neural necesario para que se produzca la conciencia pero no suficiente. Según este autor, la inhibición que las neuronas del núcleo reticular llevan a cabo con respecto a los axones

tálamo- corticales, es fundamental para las primeras etapas del sueño, en estados asociados con el sueño profundo y con el despertar. Pero, además, supone una pieza indispensable del Circuito Triangular si es que pretende explicar procesos como la atención selectiva, premisa para la conciencia.

Newman (1998), basándose en modelos como los de Skinner & Yingling (1977), asume que la inhibición que el núcleo reticular proporciona al ciclo tálamo-cortical (basado fundamentalmente según LaBerge (1997) en conexiones excitatorias) es la responsable de la atención selectiva, ya que da lugar a la supresión de la actividad de las áreas circundantes a las del objeto u evento atendido, favoreciendo de esta manera dicha atención.

Para LaBerge (2000) existe un problema anatómico a esta consideración, que tiene que ver con el control que debería de recibir el núcleo reticular para determinar qué lugares serán suprimidos y, en consecuencia, desatendidos.

LaBerge (2000) afirma no conocer conexiones directas entre las áreas frontales (responsables de tal control) y el núcleo reticular y, más concretamente con su parte posterior, que es la que sirve al circuito tálamo-cortical del cortex posterior, donde se codifican la atención a los atributos y la localización de un objeto.

LaBerge (2000), sin embargo, sí que reconoce la existencia de conexiones indirectas entre el cortex frontal y la parte posterior del núcleo reticular, según los estudios de trazado anatómico cerebral realizados hasta el momento. "El cortex frontal envía fibras al pulvinar, que a su vez activa neuronas del núcleo reticular así como áreas corticales en las que la atención a los objetos se expresa" (LaBerge, 2000). Y esta ruta sí que se asume en su teoría del Circuito Triangular, en la que la selección atencional no se debe sólo a la supresión que el núcleo reticular ejerce en áreas pertenecientes a zonas distractores o circundantes a las del objetivo (como asume Newman, 1998) sino que además se debe a la mejora que el Circuito Triangular genera en las áreas relacionadas con el objetivo designado.

LaBerge (2000) asegura dejar muy claro el papel del núcleo reticular en el Circuito Triangular en sus publicaciones iniciales (LaBerge, Carter & Brown, 1992; LaBerge, 1995) interviniendo dicho núcleo entre el tálamo y el vértice de la expresión de la atención.

Por su parte Cowan (1998), en su artículo "Five Enigmas Regarding LaBerge's (1997) Triangular-Circuit Theory of Attention and Self-Referential Theory of Awareness" hace referencia entre estos cinco enigmas a otra área cerebral, en este caso los *lóbulos parietales*, los cuales según él son de especial relevancia para la conciencia y, sin embargo, desempeñan una escasa participación en el Circuito Triangular de LaBerge.

Cowan (1998) no entiende cómo los lóbulos parietales (sobre todo el derecho), cuyo daño tiene como consecuencia una patología tan impactante

para la atención y la conciencia como la heminegligencia, no reciben mayor participación en una teoría neuroanatómica de la conciencia como la de LaBerge. La heminegligencia supone la incapacidad para atender a la información del campo visual contrario al lóbulo parietal dañado y, si la atención es un requisito previo indispensable para que exista conciencia según este modelo, tampoco habría conciencia de la información situada en dicho campo visual. Cuando la incapacidad de atender se dirige a una de las mitades corporales, estaremos hablando de anosognosia.

Según Cowan (1998) la teoría de LaBerge (1997) acepta que dicho daño pueda producir tal déficit en la conciencia pero no deja claro por qué un daño parietal puede ser más importante que uno temporal u occipital.

LaBerge (2000) se justifica: "los lóbulos parietales son especiales porque en ellos se localiza la expresión de la atención y la situación del área atendida habilita el procesamiento selectivo de objetos en el mundo exterior, incluido el procesamiento selectivo de partes de nuestros cuerpos".

Básicamente, por tanto, los lóbulos parietales son más importantes que los occipitales o los temporales porque están implicados en la expresión de la atención. Cuando existe una lesión en el lóbulo parietal de un hemisferio, este no puede transmitir su actividad al área frontal de control para que compita con la información que proviene del lóbulo del otro hemisferio, de ahí la desatención al campo visual contrario al lado de la lesión (LaBerge, 2000).

Está claro que una teoría tan innovadora y revolucionaria como la de LaBerge suscita muchas más críticas y comentarios, las cuáles necesitarán de un abordaje más minucioso en trabajos posteriores que pretendan esclarecer la anatomía de la conciencia.

CONCLUSIONES

Gracias a trabajos como los de David LaBerge el término conciencia está dejando de ser asociado a concepciones filosóficas y siendo considerado en mayor medida por la Comunidad Científica.

LaBerge elabora una teoría que esclarece las bases neuroanatómicas de la actividad consciente, lo cual supone un gran avance para que dicha actividad sea retomada como un problema científico.

Lo más importantes es que a través de dos circuitos triangulares bien definidos une una atención básica o primaria, que no necesita de la conciencia para llevarse a cabo, a una atención hacia el ejecutor del acto atencional que lo hace consciente del mismo.

El principal problema con el que se encuentra una teoría de estas características es con que actualmente no existe una concepción unificada del

término "conciencia". De ahí que la Teoría del Circuito Triangular de LaBerge suscite tantas críticas, dudas, enigmas...

En mi opinión la teoría de LaBerge se enfrenta de una forma muy ingeniosa al estudio de la conciencia y resuelve el problema de la subjetividad que entraña el "self" de una forma muy objetiva a través de su identificación con la representación corporal. Aunque, por otra parte, también creo que el ser humano es mucho más complejo y puede que dicha identificación se demuestre insuficiente en futuros estudios.

Un área cerebral que desde mi punto de vista no recibe la suficiente atención en el Circuito Triangular, es la referente a los núcleos intralaminares del tálamo, de los cuales se conoce que su lesión hace que una persona entre en coma irreversible, es decir, en una ausencia plena de conciencia. Supongo que futuras revisiones de la teoría de LaBerge nos resolverán ésta y otras muchas dudas pero, hasta entonces, el Circuito Triangular se presenta como un buen punto de partida en el abordaje científico de la conciencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Corbetta, M., Miezin, F.M., Dobmeyer, S., Shulman, G.L., & Petersen, S.E. (1991). Selective and divided attention during visual discrimination of shape, color, and speed: Functional anatomy by positron emission tomography. *Journal of Neuroscience*, 11, 2382-2402.
- Cowan, N. (1998). Five Enigmas Regarding LaBerge's (1997) Triangular-Circuit Theory of Attention and Self-Referential Theory of Awareness. *Psyche*, 4(8), June, <http://psyche.cs.monash.edu.au/v4/psyche-4-08-cowan.html>.
- Crick, F. (1994). La búsqueda científica del alma: Una revolucionaria hipótesis para el siglo XXI. Madrid: Debate.
- Koch, C. & Crick, F. (2001). The neural basis of consciousness. *In: Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences Elsevier*, 2600-2604.
- LaBerge, D., Carter, M., & Brown, V. (1992). A network simulation of thalamic circuit operations in selective attention. *Neural Computation*, 4, 318-331.
- LaBerge, D. (1995). Attentional processing. The brain's art of mindfulness. Cambridge, M.A: Harvard University Press.
- LaBerge, D. (1997). Attention, awareness, and the triangular circuit. *Consciousness and Cognition*, 6, 149-181.
- LaBerge, D. (1998). Defining Awareness by the Triangular Circuit Of Attention. *Psyche*, 4(7), June, <http://psyche.cs.monash.edu.au/v4/psyche-4-07-laberge.html>.
- LaBerge, D. (2000). Clarifying the Triangular Circuit Theory of Attention and its Relations to Awareness. Replies to Seven Commentaries. *Psyche*, 6(06), May, <http://psyche.cs.monash.edu.au/v6/psyche-6-06-laberge.html>.

- Luria, A.R. (1979). *El cerebro humano y los procesos psíquicos: un análisis neurológico de la actividad consciente*. Barcelona: Fontanella.
- Newman, J. (1998). The Missing Link: Commentary on LaBerge's Triangular Circuit. *Psyche*, 4(18), December, <http://psyche.cs.monash.edu.au/v4/psyche-4-18-newman.html>.
- Posner, M. & Dehaene (1994). Attentional networks. *Trends in Neuroscience*, 17: 75-79.
- Skinner, J. E., & Yingling, C. D. (1977). Central gating mechanisms that regulate event-related potentials and behavior. In: J. E. Desmedt (Ed.), *Progress in clinical neurophysiology: Attention, voluntary contraction and event-related cerebral potentials*, Vol. 1 (pp. 30-69). Basel: Karger.
- Snell, R. (1999). *Neuroanatomía clínica*. Cuarta edición. Buenos Aires: Médica Panamericana.