

ESTUDIOS SOBRE LA CONCIENCIA EN LOS ÚLTIMOS AÑOS I

JOSÉ MOYA SANTOYO*
U. Complutense de Madrid

RESUMEN

El interés de este estudio es analizar la evolución del estudio de la conciencia en los últimos años.

Los problemas relacionados con la conciencia son uno de los campos de estudio y de debate más importantes para la filosofía de la mente, la psicología, la anestesiología, la neurología y otras ciencias que estudian la relación mente-cuerpo.

La explicación de la conciencia se encuentra aún fuera de los límites del conocimiento humano. Es, sin duda, el reto teórico más importante de nuestro tiempo.

El hecho de que la conciencia requiera una perspectiva personal hace que el problema sea el "difícil problema" al que se refiere Chalmers. David Chalmers distingue entre los "easy problems" y el "hard problem". Algunos problemas relacionados con la conciencia son más fáciles de solucionar que otros. Los problemas sencillos son susceptibles de ser tratados con los métodos de la psicología cognitiva, es decir aquellos que son susceptibles de ser explicados en términos computacionales o mediante los mecanismos neurales. El problema difícil se resiste a estos métodos.

Muchos de los aspectos de la conciencia deberían ser tratados desde la neurociencia. Algunos autores como Crick y Koch (1998) sostienen que diferentes aspectos de la conciencia emplean mecanismos neurales comunes, o quizá sólo algunos de esos mecanismos. Por tanto, si podemos entender el mecanismo de uno de ellos, podemos entender otros aspectos.

Algunos autores intentan explicar la conciencia a partir de la física: Hameroff (1998), siguiendo las teorías de Rogers Penrose, propone un modelo denominado *Orchestrated objective reduction*: La superposición

*Facultad de Psicología. Campus de Somosaguas. 28023 Madrid. Tfno 913453600; fax 913458679; E-mail 1437722m@correo.cop.es

de "quanta" coherentes de los microtúbulos de las neuronas del cerebro distorsionan el espacio-tiempo, y así producen olas que se autocolapsan, de modo que los instantáneos "actuales" eventos condensan una corriente de conciencia.

Palabras clave: conciencia, teorías sobre la conciencia, evolución, qualia, Neurología, consciencia, microtúbulos.

ABSTRACT

The aim of this study is to analyze the evolution of the study of the conscience in the last years.

The problems related to the conscience are one of the fields of discussion more important for the philosophers of the mind, Psychology, Anesthesiology, Neurology and other sciences that study the relationship mind - body.

The explanation of the conscience is found yet outside of the limits of the human knowledge. It is, without doubt, the theoretical challenge more important of our time.

The fact that the conscience requires a personal perspective cause that the problem becomes the "difficult problem" Chalmers talks about. David Chalmers distinguishes between the "easy problems" and the "hard problem". Some problems related to the conscience are easier to solve than other are. The easy problems are susceptible of be treated with the methods of the psychology cognitive, that is to say those that they are susceptible of be explained in computational terms or through the mechanisms neurales. The difficult problem resisted to these methods.

Many of the aspects of the conscience would have to be treated from the neuroscience. Some authors as Crick and Koch (1998) support that different aspects of the conscience employ common mechanisms neurales, or maybe only some of those mechanisms. For so much, if we can understand the mechanism of one of them, we can understand other aspects.

Some authors attempt to explain the conscience as a part of the physics. Hameroff (1998), continuing the theories of Rogers Penrose, proposes a model: "Orchestrated objective reduction" in which quantum coherent superposition in brain microtubules disturbs space-time (via quantum gravity) to cause wave function self-collapse, and instantaneous "now" event comprising a stream of consciousness.

Key words: consciousness, theories about conscience, evolution, qualia, Neurology, awareness, microtubules.

INTRODUCCIÓN

En la introducción a su obra *The conscious mind*, David Chalmers afirma que la Conciencia es el mayor de los misterios, y que éste puede ser el obstáculo más importante para nuestra comprensión científica del universo. Sin duda, afirma, la ciencia física, aunque aún no está completa, se comprende perfectamente: también la ciencia biológica ha removido muchos misterios antiguos sobre el origen de la vida, mientras el problema difícil sobre la conciencia queda sin resolver.

En los últimos años han aparecido cientos de libros y artículos sobre la conciencia. Chalmers recoge 1724 obras en su *Annotated Bibliography*, que presenta en 8 apartados: Conciencia, Explicando la conciencia, Materialismo y Dualismo, Visiones específicas de la conciencia, Conciencia e Intencionalidad, Aspectos de la conciencia, Qualia, y Funcionalismo y Qualia.

Queremos centrar nuestro trabajo en las diferentes tendencias que existen sobre el problema de la conciencia. Para Chris Ostergren, las corrientes de mayor peso son: a) los que consideran la conciencia algo misterioso; b) Los eliminativistas de la conciencia; c) Los funcionalistas; y d) Una nueva forma de entender la conciencia como misterio. Chalmers propone como corrientes fundamentales: a) Funcionalismo, b) Eliminativismo, c) Epifenomenalismo, d) Interaccionismo, y e) Panpsiquismo. John R. Searle presenta un cuadro en su obra *El redescubrimiento de la mente* (1996) en el que ofrece diferentes teorías sobre la conciencia: a) Conductismo lógico, b) Teoría de la identidad de tipos, c) Teoría de la identidad de las instancias, d) Funcionalismo de la caja negra, e) IA fuerte (Funcionalismo de la máquina de Turing), f) Materialismo eliminativo (rechazo de la psicología popular), g) Naturalización de la intencionalidad.

En nuestro trabajo analizaremos algunas de teorías actuales sobre la conciencia, centrandó nuestro estudio en uno de los autores más representativos de cada una de las corrientes. Y, dado que un estudio de las diferentes teorías sobrepasa el límite impuesto para su publicación, lo hemos dividido en dos partes. *Teorías sobre la conciencia en los últimos años I*, que presentamos aquí, y *Teorías sobre la conciencia en los últimos años II*, que presenta la profesora Amaya Ortiz de Zárate. Los dos trabajos se complementan.

En primer lugar presentaremos las corrientes de pensamiento dominantes respecto al tratamiento de la conciencia; y, en un segundo lugar, analizaremos diferentes teorías físicas que se proponen como explicación para la aparición de la conciencia.

TEORÍAS SOBRE LA CONCIENCIA

a) *La conciencia como misterio insoluble*

Los filósofos que hablan de la conciencia como un misterio, entre los que podemos señalar a Thomas Nagel (1971), creen que nosotros no tenemos la capacidad intelectual necesaria para concebir lo que significa dar una explicación objetiva de la subjetividad. La conciencia no está abierta a la subjetividad y es, por tanto, inexplicable.

Nagel argumenta: si nosotros quisiéramos ponernos en el lugar del murciélago para poder captar el mundo como él lo hace no podríamos: "El sonar del murciélago, aunque es claramente una forma de percepción, no se asemeja en su forma de operar a ninguno de nuestros sentidos, y no hay ninguna razón para suponer que se parezca subjetivamente a nada de lo que experimentamos o imaginamos" (Nagel, 1971, p.438).

Nagel distingue entre el conocimiento del cerebro desde el punto de vista neurofisiológico y los qualia. Sin duda, los científicos pueden adquirir conocimientos de la neurofisiología del cerebro de los murciélagos, ya que estos caen bajo el dominio público, y, en principio, nada impide descubrir todo lo necesario sobre las actividades neurofisiológicas de los murciélagos; Sin embargo, nunca podremos hacernos una idea de las experiencias subjetivas del murciélago, por muchos que sean nuestros conocimientos de la neurofisiología de éstos. Los qualia son subjetivos y son de naturaleza radicalmente distinta de los hechos objetivos.

b) *Eliminativistas*

Para los eliminativistas, la neurociencia ofrece la única respuesta respetable sobre la mente. El día que llegemos a comprender perfectamente el cerebro físico entenderemos completamente nuestra vida mental.

Entre los representantes más destacados de esta teoría están Paul y Patricia Churchland. El primero mantiene una perspectiva reduccionista al mantener una teoría psicológica que se aleja de los términos de la "psicología del sentido común". La postura de los Churchlands es que se elimine la psicología cognitiva en favor de la neurociencia (P.M. Churchland, 1985, 1986, 1990; P.S. Churchland, 1986)

Los eliminativistas piensan que conceptos como conciencia, subjetividad, y sentimientos internos son vagos y forman parte de lo que ellos denominan psicología del pueblo. Estos conceptos son semejantes a las esferas de cristal de los astrónomos griegos, o las posesiones demoníacas de la Edad Media. Los investigadores actuales deben centrar sus esfuerzos

en analizar las terminaciones nerviosas, los bulbos presinápticos, y el resto del sustrato neural del cerebro. También se deben abandonar conceptos mentalistas en favor de conceptos más estrictamente científicos.

c) Los funcionalistas

Los funcionalistas consideran la conciencia como el resultado de procesos internos. Los estados mentales se producen como resultado de descargas electroquímicas en el cerebro, pero lo importante no es el sustrato material que las produce sino las relaciones lógicas mismas y los procesos algorítmicos que se desarrollan.

La conciencia se debe entender como una tarea compleja que se debe llevar a cabo y que tiene tres elementos: input (estímulos sensoriales), procesamiento (cambio de los estados mentales), y output (comportamiento). La conducta es el aspecto más importante de los tres. Para los funcionalistas, la conciencia es un elemento importante que tienen ciertas criaturas para responder de una manera más adecuada a su medio ambiente que les permita llevar a cabo ciertas acciones que garanticen su supervivencia. Si la conciencia es función de procesos algorítmicos, los funcionalistas creen que algún día llegarán a construir aparatos que tengan conciencia, siendo el termostato la expresión ínfima de esta conciencia rudimentaria.

d) Una nueva forma de entender la conciencia como misterio

Chalmers (1995), distingue entre el "hard problem" y el "easy problem". Los problemas fáciles sobre la conciencia son aquéllos que parecen ser susceptibles directamente de ser analizados con los métodos normales de la ciencia cognitiva, donde un fenómeno se explica en términos de mecanismos computacionales o neurales. Los "hard problems" son aquéllos que se resisten a estos tratamientos. El problema realmente difícil es el problema de la experiencia. Cuando pensamos y percibimos, existe un movimiento del proceso de información, pero también hay un aspecto subjetivo. Existe algo parecido a lo que Nagel se refería cuando hablaba de *algo así como ser* un organismo consciente. Este aspecto subjetivo es la experiencia.

Chalmers critica los métodos del funcionalismo porque éstos sólo explican problemas fáciles, pero en absoluto el problema de la autoconciencia: "Estos métodos se han desarrollado precisamente para explicar la realización de funciones cognitivas, y ellas hacen un buen trabajo de esto. Pero como estos métodos establecen, están solamente equipados para explicar la realización de funciones. Cuando llegan al

problema difícil, los acercamientos normales no tienen nada que decir.

Para Chalmers, la conciencia no cae dentro de la consideración materialista y no puede ser reducida a materia. Esto no implica la existencia de nada supranatural. Ciertamente la conciencia tiene una causa material, pero es un fenómeno no material que ocurre de forma natural en un mundo material.

2. MODELOS QUE EXPLICAN LA APARICIÓN DE LA CONCIENCIA

a) *La conciencia y fisiología de la visión*

Este modelo se debe a Francis Crick y a Christof Koch.

Crick es el codescubridor, con James Watson, de la doble estructura helicoidal del ADN. En su estancia en el Laboratorio de Biología Molecular de Cambridge trabajó en el código genético y en la biología del desarrollo. Desde 1976 ha trabajado en el Salk Institute for Biological Studies en San Diego. Su principal interés ha sido estudiar el sistema visual de los animales. Koch es profesor asociado de computación y sistemas neurales en el Instituto de Tecnología de California. Trabaja en la comprensión de cómo células simples del cerebro procesan información y las bases neurales de la percepción del movimiento, atención visual y conciencia. También diseña chips para visión analógica VLSI para sistemas inteligentes.

Crick y Koch argumentan que, para ser consciente de un objeto o hecho, el cerebro debe construir una interpretación simbólica multinivel de parte de la escena visual. Por multinivel se entiende diferentes niveles que corresponden, por ejemplo, a líneas, ojos o caras. En términos neurológicos, significan diferentes niveles en la jerarquía visual. Pero, aunque en cada representación de elementos complejos, p.e. una cara, se necesitarían entre 100 y 1.000.000 de neuronas, sin embargo no todos los tipos específicos de neuronas expresan el Correlato Neural de la Conciencia (CNC). Se sabe que el encendido de muchas de las células corticales no se corresponde con lo que el animal está viendo ahora. Una posibilidad alternativa es que el CNC sea necesariamente global. En este punto, pensamos que es más fructífero explorar la hipótesis de que un tipo particular de neuronas expresa el CNC.

Crick y Koch proponen como hipótesis que son las neuronas del nivel VI las que están directamente relacionadas con lo que uno ve. Y dan la razón afirmando que en cada estadio en la jerarquía visual los aspectos explícitos de la representación que han postulado se recodifica siempre. También asumen que ninguna neurona que exprese un aspecto del CNC

debe proyectar directamente, sin recodificar, a ninguna de las partes del cerebro que planifican la acción voluntaria (algunas partes del córtex frontal). En el caso de los macacos, las células de VI no proyectan directamente a ninguna parte del córtex frontal, ni al núcleo de los ganglios basales, ni al núcleo intralaminal del tálamo, el claustró, ni al tallo cerebral, con la excepción de una pequeña proyección hacia el puente. Es plausible, aunque no está del todo comprobado, que esta falta de conexiones se dé también en los humanos.

Estos autores no pretenden dar una explicación total al problema de la conciencia. El problema del significado, de los qualia y de los estados de conciencia, es mucho más complejo y no se puede formular, hoy por hoy, en términos neurológicos.

b) El modelo de múltiples borradores de la conciencia de Dennett

Daniel C. Dennett es Director del Centro para los Estudios Cognitivos de la Universidad de Tufts, y profesor de Filosofía. Es coeditor de *The Mind's I* con Douglas Hofstadter. Su modelo de conciencia lo expone en *Consciousness explained* y en un artículo, en colaboración con Kinsbourne: *Time and the observer: The where and when of consciousness in the brain*.

Dennett comienza analizando algunos fenómenos de conciencia que tienen un comportamiento anómalo: el fenómeno phi. Kolers y von Grunau utilizaron el mismo experimento de Max Wertheimer, pero con dos luces diferentes (roja y azul). Estos autores encontraron algo inesperado: ya desde el primer ensayo, algunos sujetos indicaban haber visto una luz roja que se movía a la izquierda y a mitad de camino se volvía azul. Puesto que la luz azul no se había encendido aún cuando la luz roja parecía moverse hacia la izquierda, la experiencia del fenómeno phi en modalidad de colores es sorprendente. Dennett también hace referencia a las teorías orwelliana y la staliniana.

Sobre la base de estos fenómenos, Dennett concluye que la conciencia no funciona como un teatro cartesiano, donde se produce una representación central de la que es consciente todo el cerebro, sino a la producción, edición y circulación de múltiples borradores de un artículo científico. En el cerebro se producen procesos de información que cambian continuamente según se modifica la experiencia, e interactúan de diferentes formas. Algunos de estos múltiples borradores son atendidos y es entonces cuando se hacen conscientes, otros, la mayoría, no pasará a la conciencia.

¿Existe un escenario común? La respuesta de Dennett es no.

“¿Dónde se reúne todo esto? La respuesta es: en ninguna parte.

Algunos de esos estados distribuidos llenos de contenido (los borradores) mueren enseguida, sin dejar huella. Otros dejaban huellas a través de informes verbales subsiguientes y en la memoria, en la 'disponibilidad semántica' y otras variedades de conjuntos perceptivos (...), en el estado emocional, en las tendencias de la conducta, y así sucesivamente. Algunos de esos efectos (por ejemplo, la influencia sobre los informes verbales subsiguientes) son al menos sintomáticos de conciencia. Pero no hay un lugar del cerebro (la glándula pineal de Descartes) a través de la cual todas estas series causales deban pasar para depositar su contenido "en la conciencia" (Dennett, 1991, pág. 135).

c) *El modelo "Global Workspace" de Baars*

Baars es psicolingüista por formación, con un gran interés por la filosofía y por la psicología humana.

Ha enseñado en Gran Bretaña, Dinamarca, Suecia, Austria, Alemania, Finlandia, Canadá, Holanda y en muchas universidades de Estados Unidos. Es coeditor de la revista *Consciousness & Cognition: An International Journal*. Actualmente es profesor en la Wright Institute en Berkeley.

El modelo de Baars se denomina Global Workspace y lo desarrolla en su libro *The function of Consciousness*

El modelo de Espacio Global se entiende como un conjunto distribuido de especialistas que está equipado con una memoria de trabajo, llamada "global workspace", cuyos contenidos pueden ser difundidos al sistema como un todo. Este conjunto es muy parecido a una comunidad humana equipada con una estación de televisión.

Las interacciones rutinarias se pueden llevar a cabo sin la estación de televisión, pero las novedosas, que requieren cooperación de muchos especialistas, deben ser difundidas a través del espacio global de trabajo. De esta manera, los eventos novedosos demandan más acceso al espacio de trabajo global que tiene una capacidad limitada.

El modelo que propone Baars sugiere que la experiencia consciente conlleva un espacio de trabajo global, una central de cambio de información que permita muchos procesos distintos y especializados que interactúan. Los procesos que obtienen acceso al espacio de trabajo global pueden emitir un mensaje al sistema total. Esta es una forma de arquitectura cognitiva, que nos permite combinar muchas metáforas útiles, descubrimientos empíricos, e introspecciones tradicionales, considerando la conciencia dentro de un marco único. La palabra "global", en este contexto, simplemente hace referencia a la información que se puede usar a lo largo de muchos subsistemas diferentes dentro de un gran sistema. La necesidad de ofrecer información global a un subsistema

potencial es lo que hace la experiencia consciente diferente de los procesadores especializados locales en el sistema nervioso.

La teoría del "Global Workspace" intenta integrar una gran cantidad de evidencia, alguna conocida desde hace años, en un marco conceptual único.

Baars cree que un acercamiento comprensivo a la experiencia consciente ayuda a construir un puente entre la ciencia y las disciplinas humanas. La conciencia no es un asunto profundo de la ciencia y la filosofía, sino que tiene una función directa en la humanización de la ciencia.

A continuación presentamos dos esquemas de Baars como explicación del funcionamiento del espacio global en dos situaciones diferentes (Véase las Figuras 1 y 2).

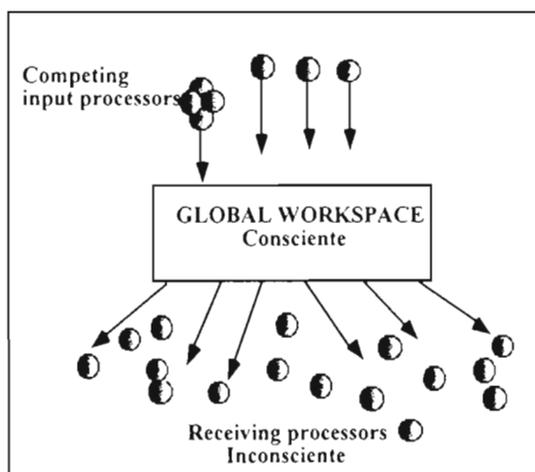


Figura 1. Modelo 1. Un espacio de trabajo global en un sistema distribuido.

Se muestra el papel de los mecanismos de capacidad limitada de la conciencia. Se supone que el sistema nervioso puede tratarse como una colección de procesos inconscientes especializados, incluyendo analizadores perceptuales, esquemas de acción, sistemas sintácticos, sistemas de planificación y control, etc. En general, estos especialistas son altamente eficientes en sus propias demandas, pero no fuera de ellas. El sistema está fundamentalmente descentralizado o "distribuido". La interacción, coordinación, y control de las especialidades inconscientes requiere una central de cambio de información -un espacio de trabajo global-. Inputs especializados pueden cooperar e intervenir en el acceso al espacio de trabajo. En este caso, una coalición de cuatro procesadores de inputs cooperan para colocar un mensaje global. Una vez allí, el mensaje es transmitido al sistema completo.

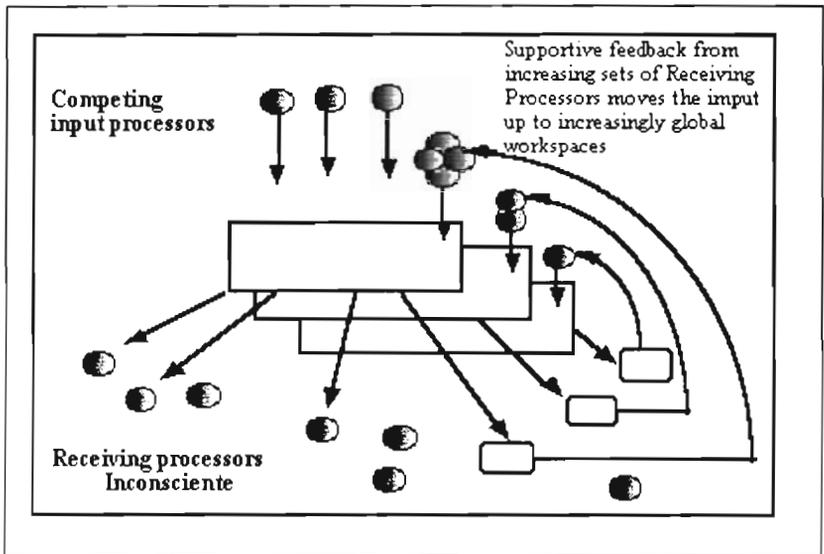


Figura 2. Modelo 1A. Algunos cambios en la teoría sugeridos por la neurofisiología. Una implicación de las estructuras neurales implicadas en la experiencia consciente es que existen dos caminos de flujo de la información entre el sistema ERTAS -el equivalente neural del Global workspace- y ambos procesos de input y de recibir. Una posibilidad, mostrada aquí, es que los procesos receptores puedan apoyar la coalición del input exitoso en más de un camino en que una autoconciencia humana puede autoalimentar sus apreciaciones en una realización particular. La neuropsicología es consistente también con la idea de que puede haber un conjunto de espacios de trabajo disponibles para una audiencia progresivamente más amplia, y que un input dado debe ser cíclico durante un tiempo, ejerciendo el control de los sistemas de input y de recepción, antes de que llegue a ser completamente consciente.

d) *El modelo del Stuart Hameroff & Roger Penrose: Orchestrated reduction of quantum choerence in brain michrotubules*

Dr. Hameroff creció en Buffalo. Durante los años 60 estuvo en la U. de Pittsburg, consiguiendo un B.S. en Química, y en 1973 recibió su M.D. del Hahnemann Medical College en Filadelfia. Dirigió el Departamento de Pain Clinic durante muchos años. Ahora es profesor de Anestesiología y Psicología en la Universidad de Arizona; Director del Centro para los estudios de la Conciencia en la Universidad de Arizona.

De acuerdo con la teoría cuántica, el micromundo de los sistemas

atómicos es radicalmente diferente del macromundo normal de los objetos físicos. Esto implica formas nuevas como la indivisibilidad, la dualidad de partículas ondulatorias, y no ocupar lugar. Se ha sugerido que estas formas extrañas pueden subrayar algunos de los extraños acontecimientos de la experiencia consciente, de modo que se reconciliaría la experiencia consciente con el mundo físico.

La aparición de la conciencia a partir del mundo físico tendría una explicación en la "Objective reduction" (OR) propuesta por Penrose para la función ondulatoria de colapso de los mecanismos cuánticos (Penrose, 1989; 1994; 1996). El grado crítico de separación del espacio-tiempo que causa la reducción objetiva de Penrose está relacionada con el quantum de la gravedad y responde al principio de incertidumbre $E=h/T$. E es la autoenergía gravitatoria de la masa superpuesta (desplazada de sí misma por el diámetro de su núcleo atómico), h es la constante de Plank sobre 2π , y T es el tiempo de coherencia hasta el autocolapso.

¿Ocurre este proceso también en el cerebro? El modelo Penrose-Hameroff describe un OR biológico que ocurre en los microtúbulos de las neuronas del cerebro (Penrose & Hameroff, 1995; Hameroff & Penrose, 1996a; 1996b). Para alcanzar valores que se ajusten a la fórmula descrita anteriormente se necesitan estructuras microscópicas que sean lo suficientemente abundantes. Estas estructuras se encuentran en los axones de las neuronas, son los microtúbulos, estructuras proteínicas que envuelven los seis túbulos que forman el axón de las neuronas cerebrales (Véase la Figura 3).

En OR, los sistemas superpuestos cuánticos se desarrollan (si están aislados) hasta que el producto de su energía-tiempo alcanza una barrera relacionada con un quantum de la gravedad, y en ese instante se reducen, o colapsan, en estados determinados.

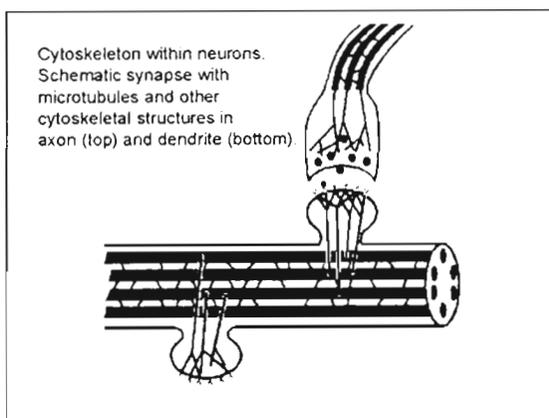


Figura 3. Conexión dendrítica del axón. Se puede apreciar la estructura de los microtúbulos

La elección del "colapso" no es ni determinística ni probabilística, sino que es más bien "no computable" y posiblemente refleje la influencia de algún quantum lógico matemático oculto. Por ejemplo. Un navegante quiere ir en una determinada dirección; la dirección del barco debe determinarse por la dirección del viento sobre la vela. Supongamos que el marino es un robot inconsciente entrenado y programado para manejar un barco en un lago. Ajustar la dirección, conociendo la fuerza y posición del viento, etc., son funciones algorítmicas y determinísticas, y son semejantes a la fase preconsciente, computacional cuántica de Orch OR. La dirección del viento es semejante a las variables ocultas no locales (e.d. un quantum matemático-lógico platónico inherente al espacio-tiempo) que ofrece no computabilidad. La elección, o el resultado depende de lo establecido en la navegación que está influido repetitivamente por el viento impredecible. Nuestras decisiones deberían ser el resultado de procesos determinísticos influidos por ocultos quanta lógicos en cada evento Orch OR.

BIBLIOGRAFIA

- Chalmers, D. (1995). Facing up to the problem of consciousness. *Journal of Consciousness Studies*, 2, 200-219.
- Churchland, P. M. (1985). Reduction, Qualia and the direct introspection of brain states. *The Journal of Philosophy*, 82, 8-28.
- Churchland, P. M. (1986). Some reductive strategies in cognitive neurobiology. *Mind*, 95, 279-310.
- Churchland, P. M. (1990). Could a machine think? *Scientific American*, 262, 279-310. (en castellano: ¿Pueden pensar las máquinas? *Investigación y Ciencia*, 162, 1990).
- Churchland, P. S. (1986). *Neurophilosophy: Toward a unified science of the mind/brain*. Cambridge, Massachusetts, MIT Press.
- Churchland, P. S. (1986). *Neurophilosophy: Toward a unified science of the mind/brain*. Cambridge, Massachusetts, MIT Press.
- Penrose, R. & Hameroff, S. (1995). What gasp? Replay to Grush and Churchland. *Journal of Conscious Studies*, 2, 99-112.
- Hameroff, S. & Penrose, R. (1996a). Orchestrated reduction of quantum coherence in brain microtubules: A model for consciousness. In: S.R. Hameroff, A. Kasziak and A.C. Scott (eds.). *Toward a Science of Consciousness. The first Tucson Discussions and Debates*. MIT Press, Cambridge, MA.
- Hameroff, S. & Penrose, R. (1996a). Conscious events as orchestrated space-time selection. *Journal of Consciousness Studies*, 3, 36-53.
- Nagel, T. (1971). What is like to be a bat? *Philosophical Review*, 83, 435-450.
- Penrose, R. (1989). *The Emperor's New Mind*. Oxford Press: Oxford, U.K.
- Penrose, R. (1994). *Shadows of the mind*. Oxford Press: Oxford, U.K.
- Penrose, R. (1996). On gravity's role in quantum state reduction. *General Relativity and Gravitation*, 28, 581-600.