

MENTE Y CEREBRO

AUGUSTO FERNÁNDEZ - GUARDIOLA

Correspondencia:

Jefe de la División de Investigación en Neurociencias

Instituto Mexicano de Psiquiatría

Calz. México-Xochimilco No. 101

Colonia San Lorenzo Huipulco

México 14370, D.F.

Tel. 655-32-32 y 655-28-16 x 186

Fax: 655-99-80

RESUMEN

Se revisan los datos empíricos de las neurociencias que puedan ser útiles para una caracterización biológica de la conciencia. Se propone que la conversión analógica-digital que tiene lugar en los receptores sensoriales es seguida de una conversión digital-analógica que sería el contenido de la conciencia. Existen pruebas, a nivel celular de que la información se transmite de este modo: potencial del receptor, (analógico)-impulso nervioso, (digital)-potencial postsináptico local,(analógico).

Se revisan datos de la Neurología y la Psicología, (transplantes de córnea en adultos ciegos, miembro fantasma y Síndrome de Antón Babinski) que apoyan la idea de una localización cerebral de la conciencia, junto con datos de las técnicas no invasivas.

SUMMARY

Empirical data from neurosciences useful for a neurobiological characterization of consciousness are revised. It is postulated that the consciousness content is produced by an analog to digital conversion at the receptor level, followed by a cortico-subcortical digital to analog conversion in the brain.

Facts at the cellular level suggest that information is transmitted in that way - Receptor local potential (analog)- nerve impulses (digital)- Post-synaptic excitatory or inhibitory potential (analog).

Data from Neuroscience that support the hypothesis of a learning dependent cortico- subcortical localization of consciousness are revised. Corneal transplants in blind adults, phantom limb phenomena and sensory deficits as Anton-Babinski syndrome are presented. Also, the hypothesis that postulates the reticular formation as the place where awakening and attention are integrated, is revised using the results of recent non-invasive brain exploration methods.

Palabras Clave: Conciencia, mente-cerebro.

INTRODUCCION

"La mente es, en la naturaleza un estado particular de la materia altamente organizado".

¿Como "se entera" el Sistema Nervioso y por lo tanto un individuo de lo que pasa a su alrededor?. Mirar y ver, oír y escuchar, son resultados iniciales, que contrastados con las hipótesis previas que del mundo tenemos, dan lugar a la percepción sensorial. Estas hipótesis previas son producto del aprendizaje durante el desarrollo ontogénico y se incorporan a la conciencia individual, pero también son creadas a través de la filogenia, siendo entonces de expresión genética, lo que a veces llamamos instinto.

Cuanto más sólida es la hipótesis que tenemos de la naturaleza de lo que vamos a percibir, menos datos sensoriales necesitamos para identificarlo. Así, alguien al escuchar unas cuantas notas, reconocerá una sinfonía que se sabe de memoria y, por el contrario, necesitará muchos datos y características para conocer un objeto que no ha visto jamás - para encontrarle un sentido - y quizá nunca lo logre.

La acumulación de experiencias, las hipótesis establecidas genéticas o aprendidas, sobre nuestro cuerpo y el mundo exterior, dan lugar a la posibilidad de imaginar y determinan la conducta, pero a la vez son guardadas en el mas gigantesco almacén de que se tenga noticia, como es la memoria del cerebro humano. Pero ojo, mucho cuidado, aunque es un enorme almacén, unas cosas, viven-

cias y eventos, sueños e imágenes, son conservadas con un mayor celo; por asociación se tiñen de afecto o de importancia ecológica de supervivencia y son las que generan las hipótesis que van a regir nuestra vida mental. Desde ese momento, cuando elegimos observar algo, analizar cualquier fenómeno, contemplar un objeto, un planeta o un animal, lo convertimos, según la acertada afirmación de Hanson(1958) en "un observable cargado de teoría", de la nuestra, no importa cuan válida o inexacta sea.

La actividad mental representa la máxima posibilidad de interacción con el medio ambiente y su integración cúspide es la Conciencia. Esta no es continua, oscila circádicamente. Nos hemos acostumbrado a pasar de la atención acendrada a la distracción, la somnolencia y el sueño y dentro de este último, durante la fase MOR (movimientos rápidos de los ojos) sentimos reaparecer de nuevo una conciencia especial, los sueños, que podemos recordar al despertar. El problema que queremos discutir ahora es el siguiente: tradicionalmente se ha considerado que el cerebro maneja una serie de situaciones de las cuales no somos conscientes, atribuidas a diversos sistemas, entre otros el Nervioso Autónomo o vegetativo y recibe una información heterosensorial de la cual sí es consciente y que contribuye a su actividad mental y capacitándolo para efectuar respuestas conductuales adecuadas. Las funciones vegetativas, no conscientes, son reguladas dentro de ciertos rangos, y oscilan en lo que Cannon y Britton (1925) llamaron homeostasis. Desde hace tiempo sabemos que, además, la actividad mental puede

ejercer un efecto de control sobre la homeostasis, pero existen pocos datos sobre el control y la regulación sensoriales. En esta presentación queremos ahondar en otra posibilidad y es la de que el cerebro puede controlar sus propias aferencias y ejercer efectos de amplificación o de inhibición sobre ellas.

Los animales y el hombre, en el proceso de su relación con el medio ambiente, reciben una multitud de señales; algunas de ellas poseen para ellos un significado especial, por lo tanto, se ven en la necesidad de elegir unas y rechazar otras; con frecuencia sucede que la señal que posee un mayor significado sea también débil y deba ser percibida sobre un fondo de estimulaciones más intensas, pero carentes de significado. En forma opuesta, la intensidad de una señal puede ser tan grande, que se convierte en una estimulación supramáxima, que tiende a saturar las vías sensoriales produciendo molestia y aversión. En estos dos casos los seres deben transformar las señales en una forma correcta, para lo que es necesario la puesta en juego de procesos de amplificación y de inhibición. Para realizar este control, los mamíferos llevan a cabo una serie de actos conductuales; entre otros el cierre parcial o total de los párpados y los movimientos del pabellón auditivo, son ejemplos sencillos. Igualmente realizan respuestas reflejas, cuyo efecto es la regulación —dentro de límites adecuados a las características del receptor incriminado— de la intensidad de los estímulos; la dilatación de las narinas, la contracción de los músculos del oído medio y los movimientos del iris son ejemplos clásicos

de esta regulación refleja. Un elemento de confusión surge por el uso indiscriminado de los términos **regulación y control**. El primero se refiere al conjunto de mecanismos que permiten la constancia de una función (Claude Bernard, 1877) y como ya hemos señalado es inconsciente, mientras que el control, en su sentido dinámico implica modificaciones que pueden, en un momento dado y en determinadas circunstancias, ir en una dirección diferente, opuesta, de la fijada por la regulación. Por ejemplo, el llamado reflejo fotomotor, da como resultado que una luz intensa del medio ambiente, produzca una contracción del músculo del iris y las pupilas reduzcan su diámetro (miosis), este es un proceso automático que no penetra en el campo de la conciencia. Pero si en esta misma situación de iluminación, percibimos una señal con un alto grado de significado, la pupila se dilata (midriasis), producida por una acción centrifuga que parte de las estructuras donde se integra la conciencia, y que hace marchar al sistema en una dirección diferente a la fijada por el reflejo fotomotor automático (Fernández-Guardiola y col, 1961) No es casual que el iris posea una doble inervación, simpática y colinérgica. Estos fenómenos de modulación centrifuga fueron encuadrados en una teoría llamada del "Control Central de la Transmisión Aferente", por Hernández Peon y Cols.(1956).

¿COMO SE FORMA LA CONCIENCIA?

La conciencia se origina a través de síntesis aprendida heterosensorial y su utilización para la formación de

conceptos y pensamientos. En su expresión más alta está ligada al lenguaje, pero puede estar activa empleando otras formas de reconocimiento y expresión. Siendo la conciencia una función multifactorial en sí, no puede constituir un estado permanente. Por otra parte, sabemos que puede fragmentarse y que se inicia con las formas más elementales y periféricas de funcionamiento de los sistemas nerviosos. Hasta dónde vamos a considerar a los procesos primarios que la van a formar, como parte de la conciencia en sí y para ella, depende del deseo que tengamos de un análisis neurobiológico de la actividad mental.

El intentar disecar a la conciencia, al *espíritu* de los filósofos, ha sido repudiado en numerosas ocasiones. Es interesante ver como Hegel (1966) se mostraba ambivalente respecto a este problema. Cito un párrafo de su Filosofía del Espíritu. **"El sentimiento que tiene el espíritu de su unidad viva, protesta contra el fraccionamiento de éste en facultades diversas concebidas independientemente las unas de las otras, en fuerzas"...** Pero, por otra parte reconoce la necesidad de analizar lo que él llama el sistema del sentir interno y en ese momento se inclina por cierto reduccionismo científico, así afirma...**"El sistema del sentir interno, en su especificación que se hace corpórea, sería digno de ser desenvuelto y tratado en una ciencia particular, en una fisiología psíquica. Algo de una relación de esta suerte, contiene ya la sensación de la adecuación o de la inadecuación, de una sensación inmediata con el interno sensible determinado por sí -lo agra-**

dable o desagradable-; como también aquel parangón determinado que tiene lugar en la simbolización de las sensaciones, por ejemplo de los colores, tonos, olores, etc."... Vemos así que Hegel recomendaba ahondar en las investigaciones para dilucidar las conexiones que, partiendo del alma o espíritu, producían el llanto o la risa, el habla, la voz, el suspirar, en pocas palabras, establecía la necesidad de conocer la relación de la conciencia con la conducta y lo hacía ya invocando cierta conectividad, con lo cual se muestra como un precursor de las corrientes más recientes de la Psicología.

La conciencia es la síntesis aprendida de las sensaciones y percepciones, seguida de su utilización en un proceso que culmina con lo que llamamos pensamiento. Williams James (1890) señaló que la conciencia era un proceso en sí, siendo eso (y estamos totalmente de acuerdo), no puede constituir un estado permanente, estable en su totalidad e independiente de la información que llega constantemente al cerebro. La hipótesis de James establece que todos los eventos percibidos en el mismo "momento psicológico" - la duración del cual varía entre 50 y 200 milisegundos - no pueden diferenciarse temporalmente. La sucesión sólo podrá percibirse cuando dos estímulos ocurran en diferentes momentos. No obstante, debemos admitir que la conciencia, aunque estructurada ontogénicamente por la información sensorial, la construcción del lenguaje y las señales de expresión genética, se integra en lugares del cerebro que están alejados de las zonas de representación primaria de las sensaciones. En las llamadas

áreas de asociación, en las cuales es posible la convergencia heterosenso-rial y por lo tanto, la formación de conceptos con características de una gran riqueza de abstracción. Aquí sería posible la simultaneidad de experiencias conscientes que tanto preocupaba a Bergson (1922).

CONCIENCIA Y CEREBRO: CONVERSIÓN ANALÓGICO- DIGITAL

Ahora bien; debemos esclarecer algo importante y que con frecuencia no está implícito en las posiciones epistemológicas sobre la adquisición de conocimiento a través de la sensación, la percepción, la memoria, el pensamiento y por tanto, de la conciencia. El hecho es que todos estos fenómenos comienzan con una **conversión analógico - digital** y terminan probablemente con una digital - analógica; que es proporcional al logaritmo de la intensidad del estímulo. La primera conversión, la analógica digital comienza en los receptores sensoriales, como la retina y los husos sensoriales musculares, donde fue demostrada por Adrian (1941) o los corpúsculos de Paccini (Álvarez-Buylla y Ramírez Arellano, 1953). Aun antes de que se conociera esto, Fechner y Weber, en 1860, (ver Fechner, 1966) descubrieron que la sensación subjetiva de la intensidad de un estímulo estaba en relación con el logaritmo de la intensidad del estímulo periférico.

La primera conversión analógico-digital, a partir del potencial eléctrico, local y no propagado, es constante y ocurre siempre que se estimula un receptor de cualquiera de

los sentidos. Es inconsciente y forma parte del primer eslabón de lo que más tarde será la percepción y la conciencia. Sobre la conversión analógico-digital existen muchos datos experimentales. Al ser estimulado un receptor, por ejemplo la retina, se produce un cambio de potencial eléctrico que es proporcional al logaritmo de la intensidad del estímulo. Es el potencial de receptor que en el caso de la vía visual se conoce como Electrorretinograma (ERG). De los receptores parten fibras centrípetas (en el caso de la retina los axones de las células ganglionares) que conducen impulsos nerviosos de una amplitud uniforme, independiente de la intensidad del estímulo. Estos impulsos, que se propagan sin decremento de amplitud o velocidad, sólo cambian de frecuencia con los estímulos - mayor frecuencia a mayor intensidad- y vemos que estos cambios de frecuencia son proporcionales al potencial del receptor. Toda la información que recibe el cerebro, hasta llegar a las regiones donde se integra la conciencia está codificada en estos cambios de frecuencia de impulsos nerviosos.

Esto viene al caso en cuanto a la preocupación de Piaget (1967) sobre las estructuras de lo que él llama "organización vital", de probable expresión genética y su papel en el aprendizaje y en la adquisición de conocimiento. La discusión entre la expresión genética y los factores de aprendizaje es muy antigua. Veremos que datos recientes apoyan las tesis de Piaget, sin negar completamente el papel de las estructuras heredadas. La expresión genética tuvo un fuerte impulso con la obra de Johannes Mu-

ller, publicada en 1900, "Experimentelle Beiträge zur Lehre vom Gedächtniss", su aporte más importante fue el descubrimiento de que cada órgano de los sentidos responde en su forma particular a estímulos de diverso origen, o como Muller escribió, con su propia energía. Es decir, si la vía auditiva, por ejemplo, es estimulada con calor o con presión, la sensación consciente es de sonido. Lo mismo para la vía visual -basta oprimir el globo ocular y se perciben luces con movimiento-. Desde luego, el umbral más bajo para cada órgano sensorial es su estímulo adecuado, luz para la retina etc.. Ahora bien, el que existan estructuras cerebrales de expresión genética no quiere decir que la función que se vaya a desarrollar a partir de ellas, se realice de manera espontánea, sin necesidad de un grado de maduración y, sobre todo, de un proceso de aprendizaje.

Los métodos modernos, no invasivos, -Potenciales evocados sensoriales, resonancia nuclear magnética dinámica y tomografía por emisión de positrones, entre otros- de exploración de funciones cognitivas están siendo un fuerte apoyo a la idea de la identidad psiconeural, sobre todo la neurolingüística, que demuestra variaciones en diversas porciones de los potenciales cerebrales evocados por palabras, según sea la categoría gramatical de éstas (verbos, sustantivos, adjetivos o si son raras o frecuentes) todo esto dependiendo de la experiencia previa del sujeto y de la calidad de su relación con el mundo exterior. Ahora bien, el que existan estructuras cerebrales de expresión genética no quiere decir que la función que se vaya a desarrollar a partir

de ellas, se realice de manera espontánea, sin necesidad de un grado de maduración y, sobre todo, de un más o menos lento proceso de aprendizaje. A continuación vamos a exponer algunos hechos que con toda claridad contradicen la posibilidad del funcionamiento de una esfera sensorial de expresión genética, aunque madure por años, sin un proceso previo de asimilación y acomodación a la **Piaget**.

En la integración de la conciencia existen niveles, como ya se había sospechado. Lo interesante es que estos niveles se lingüísticas y no lingüísticas de la conciencia integrativa, con localización hemisférica cerebral, diferente (han puesto en evidencia, por decirlo así, se han demostrado, a partir de los trabajos que describían la conversión analógico-digital en los receptores y sus fibras aferentes y la llegada masiva de impulsos que partiendo de los receptores sensoriales, llegan a la corteza cerebral (Adrian, 1941). La organización columnar en la corteza cerebral de características específicas y concretas de los estímulos visuales (Hubel y Wiesel, 1962) y las características lingüísticas y no lingüísticas de la conciencia integrativa, con localización hemisférica cerebral, diferente (Sperry, 1956).

CONVERSIÓN DIGITAL - ANALÓGICA

Las fuentes de información para elaborar una teoría sobre la integración neurobiológica de la conciencia son muchas. Las que más y más convincentes datos proporcionan sobre la probable conversión digital-analógica productora de fenómenos conscien-

tes, se derivan de la estimulación eléctrica del cerebro humano, (Penfield, 1938). Es evidente que en el caso de aplicar una corriente breve y pulsátil a la corteza cerebral, se está ofreciendo una información digital que activa miles de neuronas. Al hacer esto en sujetos conscientes, el resultado obtenido es sorprendente; el sujeto siente instantáneamente reactivarse su memoria y relata experiencias con una gran claridad y que evidentemente no son digitales, sino de una gran riqueza visual y emocional. Nosotros (Fernández-Guardiola, 1977) tuvimos la oportunidad de estimular el lóbulo temporal de pacientes con electrodos múltiples implantados. Estos eran 18 pacientes epilépticos del sistema límbico y de difícil tratamiento médico, a los que se les implantaban bilateralmente electrodos con ocho derivaciones en ambos lóbulos temporales*. Aparte de la buscada reactivación de su sintomatología epiléptica - que sucedió en el 62% de las 864 estimulaciones- se obtuvieron, en un 28%, respuestas de memorias que, curiosamente, nunca fueron de hechos recientes, inmediatos, sino de etapas muy anteriores, la mayoría de la infancia y la juventud, casi siempre muy personales, cargadas de emoción -miedo, alegría, pena- o reminiscencias de tipo sexual. Los pacientes relataban, que al ser estimulados veían "como una película". Nos llamó mucho la atención que al estimular estas zonas del cerebro, sobre todo la amígdala del lóbulo temporal, no se reactivaban memorias de conceptos, de algo aprendido y no

personal. Esto es diferente a lo que se observa al estimular regiones del cerebro anterior, sobre todo la corteza frontal, filogenéticamente más reciente, donde sí abundan aspectos conceptuales. Lo anterior nos hizo postular que probablemente existen dos tipos de almacenamiento de memorias con localización distinta en el cerebro. Uno para todo lo referente a la ontogenia personal y otro donde se acumularían las abstracciones y en general, lo aprendido. Es interesante hacer notar que el contenido de las ensoñaciones espontáneas, de los "sueños", parece ser la reactivación del tipo ontogénico personal, de memorias.

Otras pruebas de estos procesos de conversión al reactivarse memorias provienen de la neuropatología, sobre todo del lenguaje y de las vías sensoriales, visual y auditiva. También es muy valiosa la información que proviene del resultado de lesiones en diversas partes de la corteza cerebral y que dan lugar a alteraciones parciales de la conciencia. Asimismo, las alteraciones mentales que sobrevienen después de suspender la entrada sensorial al cerebro ya sea parcial o casi completamente.

Al principio mencionaba la importancia de cierto conocimiento previo, de una hipótesis sobre las cosas, para poder percibir. Existen varios estados patológicos que nos enseñan mucho al respecto, al producir efectos opuestos sobre la percepción, y nos muestran que esta hipótesis, este estado especial que nos permite el reconocimiento rápido de los estímulos ambientales, es, en sí, una organización neural específica, adqui-

* Fueron operados por los Drs. Manuel Velasco-Suárez y Francisco Escobedo del INNNmvs de México.

rida durante el desarrollo ontogénico, por la experiencia, aunque también puede ser de expresión genética, innata. Podemos mencionar, entre otros los siguientes estados patológicos y experiencias de la neurofisiología:

a) **El miembro fantasma de los amputados** (MFA, ver, por ejemplo, Fernández-Guardiola, 1992), en esta circunstancia, alguien que ha perdido súbitamente un miembro, tiene la clara percepción, la conciencia, de que este todavía existe y ocupa un lugar en su esquema corporal mental. Tal cosa sucede cuando los impulsos nerviosos que parten del muñón del nervio lesionado llegan a la corteza cerebral, y activan las mismas áreas neuronales que recibían los impulsos sensoriales del miembro íntegro, o cuando estas áreas sensoriales son activadas por regiones adyacentes corticales. La sensación es muy vívida y en ocasiones, dolorosa. El MFA es un ejemplo de la conversión digital-analógica; de cómo andanadas de impulsos nerviosos discretos y que provienen del muñón del miembro amputado, y que sólo varían en frecuencia, dan lugar a la percepción, forma, consistencia, temperatura etc, del miembro ausente, al incidir sobre los grupos de neuronas que, desde el nacimiento y quizá antes, estaban en relación específica con la historia natural de esa extremidad y que llamamos **esquema corporal**. El MFA tiene una importancia epistemológica formidable para el llamado problema Mente-Cerebro, especialmente en relación a de la identidad psiconeu-

ral, (Ryle, 1949; Feigl, 1967). Un hecho de interés es el que los niños no suelen presentar MFA y que tampoco aparece en los casos de atrofia congénita del miembro. También los raros casos en los que el MFA es seguido de una lesión traumática de la corteza cerebral parietal, por accidente o cirugía, en los cuales vemos desaparecer como por encanto, un MFA pertinaz que había resistido el tratamiento médico.

b) **Las hemiagnosias y hemianosognosias del síndrome de Anton-Babinski**. Este es una clara prueba de la existencia en la corteza cerebral de este esquema corporal que se activa en el MFA. Estos pacientes, con lesiones en el lóbulo parietal derecho, pierden la noción, completamente, de la mitad izquierda de su cuerpo. Aquí falla la intencionalidad de la conciencia. Aunque el paciente vea sus miembros izquierdos (y la visión está preservada), los ignora por completo. Si se le enseña su mano o pie de ese lado, cree que se trata de una broma y que se está mostrando extremidades de otra persona. Llegan a rasurarse solo la mitad derecha del rostro. En realidad este síndrome es el fenómeno opuesto al MFA y está exclusivamente relacionado con la presencia o ausencia del esquema corporal del lóbulo parietal del cerebro.

c) **La ineficacia de la visión instaurada en la edad adulta por trasplante de corneas transparentes a ciegos congénitos**; La importancia del aprendizaje asociativo y la

memoria de tesis perceptivas (Hanson, 1958), a través del desarrollo, se ha comprobado muy bien en los estudios realizados en personas que, ciegos de nacimiento por opacidad de los medios transparentes del ojo, obtuvieron la visión en diversas etapas de su desarrollo, gracias a los trasplantes de córneas. En la actualidad se han estudiado cuidadosamente muchos centenares de casos. La mayoría de ellos son al principio incapaces de usar su vista y no pueden nombrar objetos o distinguir formas geométricas, si no se ayudan con el tacto. A veces necesitan un largo entrenamiento antes de que su visión sea medianamente útil, lo que en algunos casos no se consigue nunca. Un grupo reducido de pacientes, por lo general de edad avanzada, se deprimen, desisten del intento y vuelven a una vida sin luz, incapaces de establecer una relación entre el mundo incomprendible que ven y los patrones propioceptivos, táctiles y auditivos ya establecidos. Por el contrario, algunos de estos pacientes, generalmente jóvenes, llegan a utilizar su visión con éxito; es de gran interés que esto sucede particularmente con aquellos que han recibido una buena educación durante la etapa de ceguera (Gregory, 1966).

Que sepamos no se ha establecido una relación con la habilidad para recuperar la visión y las etapas o estadios de la psicogénesis, tal como la describió Piaget (1968), en el caso de que el trasplante de córnea se haya realizado en niños. Pero estas experiencias, fortalecen

la idea de la necesidad de un "feed back", de una retroacción constante entre el sujeto y su medio ambiente para crear y afirmar las características de su conciencia.

¿EXISTE UNA LOCALIZACIÓN CEREBRAL DE LA CONCIENCIA?

Esta pregunta es evidentemente muy difícil de contestar, pero las neurociencias están ofreciendo evidencias empíricas de que la conciencia se integra en circuitos neuronales corticotalámico-reticulares. Al final de los cuarenta y durante los decenios que siguieron, hubo una cantidad tremenda de trabajos que demostraban la necesidad de la activación de la formación reticular mesencefálica para el despertar y los procesos de atención, a partir de los trabajos de Moruzzi y Magoun (1949). Posteriormente, Hernández-Peón (1956), propuso lo que él llamó control central de la transmisión aferente, donde proponía que el cerebro, desde luego consciente a través de la atención polarizada a una esfera sensorial, era capaz, en forma centrífuga, de inhibir otras entradas sensoriales diferentes de la involucrada en la atención.

La posible localización de la conciencia en la formación reticular, encontró oposición en experimentos que demostraban cierta recuperación de la vigilia después de lesiones reticulares. Pero en la actualidad, con los nuevos métodos no invasivos en la exploración de funciones cerebrales en el hombre, ha surgido un renovado interés por esta hipótesis. Así, ha sido muy estimulante el reciente trabajo del grupo de Roland (Kinomura al,

1996) aparecido en la revista Science y titulado **Activación por la atención de la formación reticular humana y de los núcleos intralaminares del tálamo**. Este trabajo se realizó en sujetos voluntarios sometidos a procesos de atención y tiempo de reacción. Se midió en ellos el flujo sanguíneo cerebral regional (rCBF), empleando la tomografía por emisión de positrones. Los resultados confirmaron el papel de la formación reticular y de los núcleos intralaminares del tálamo, en el despertar y en la vigilancia.

Desde luego, estos trabajos sólo dan información sobre la localización, todo o nada, de la conciencia. En cuanto a su contenido, otras investigaciones similares, que estudian con los mismos métodos no invasivos las respuestas sensoriales corticales ante estímulos selectivos, están proporcionando datos adicionales sobre localizaciones. Tal parece que el papel de la formación reticular fuera el de ser "la fuente de poder" de la conciencia, pero su contenido dependería de áreas corticales de asociación y del sistema límbico heterosensorial.

BIBLIOGRAFIA

1. Hanson, Patterns of Discovery. Cambridge University Press. Nueva York, 1958.
2. Cannon, WB, Britton, SW. Studies on the conditions of activity in endocrine glands. XV. Pseudoaffective medulliadrenal secretion. Am. J. Physiol. 72: 283-294, 1925.ñ
3. Bernard, C. Lecons sur la diabète et la glycogenese animal. Ed J.Baillis, 1877.
4. Fernández-Guardiola, A., Roldán, E., Fanjul, ML y Castell, C. Role of the pupillary mechanisms in the process of habituation of the visual pathways. Electroenceph. clin.Neurophysiol. 13:564-576,1961.
5. Hernández-Peón, R. Sherrer, H. y Jouvet, M. Modifications of electrical activity in cochlear nucleus during "attention" in unanesthetized cats, Science 123:331-332. 1956
6. Hegel, GWF. Fenomenología del Espíritu. (Traduc.)Fondo de Cultura Económica México 1966
7. James, W The principles of Psychology. Holt ed.Nueva York, 1890.
8. Bergson, H. Durée et simultanéité. Alcan,París, 1922.
9. Adrian, ED.Afferent discharges to the cerebral cortex from peripheral sense organs. J. Physiol. 100: 159-191, 1941.
10. Alvarez-Buylla, R, y Ramírez de Arellano, J. Local responses in Paccinian corpuscles Amer J. Physiol, 172: 237-250, 1953
11. Fechner, G. Elements of psychophysics 1860. Traduc. por H.E: Adler Holt, Rinehart and Winston Eds. Nueva York, 1966.
12. Adrian, ED. The physical background of perception. Clarendon. Oxford, 1947.
13. Piaget, J. Biologie et connaissance. Gallimard, París, 1967
14. Muller, GE, y Pilzecker, A. Experimentelle Beiträge zur Lehre vom Gedächtniss, Leipzig, 1900
15. Hubel, DH, y Wiesel, TN Receptive fields, binocular interactions, and functional architecture of the cats visual cortex. J. Physiol. 160: 106-154, 1962.
16. Sperry, RW The eye and the Brain. Scientific American, 194: 48-52, 1956.
17. Penfield, W. The cerebral cortex in man. The cerebral cortex and consciousness. Arch. Neurol. & Psychiat. 40: 417-442, 1938.
18. Fernández-Guardiola, A Reminiscences elicited by electrical stimulation of the temporal lobes in humans. En: Neurobiology of sleep and memory. Rene Drucker-Colin y col. (Eds) Academic Press, Nueva York, 1977.
19. Fernández-Guardiola, A. Las alteraciones del esquema corporal: herramienta para una teoría de la percepción sensorial. En: Imágenes del cuerpo. Héctor Pérez Rincón (comp) Fondo de Cultura Económica, México, 1992.
20. Ryle, G. The concept of Mind. Hutchinson. Londres, 1949
21. Feigl, H The "Mental" and the "Physical". University of Minnesota Press, Minneapolis, 1967.
22. Gregory RL Eye and Brain. The psychology of seeing. World University Library, Londres, 1966.
23. Piaget, J, Inhelder, B. La psychologie de l'enfant. Que sais-je? No 369. Presses Universitaires de France. París, 1968.
24. Moruzzi, C, y Magoun, HW Brain stem reticular formation and activation of

- the EEG. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* 1: 455-473, 1949.
25. Hernández Peon, R, Guzman-Flores, C, Alcaraz M, y Fernández-Guardiola, A. Photic potentials in the visual pathways during attention and photic habituation. *Fed. Proc.* 15: 91-92, 1956
 26. Kinomura, S, Larson, J, Gulyas, B, Roland, PE Activation by attention of the human reticular formation and thalamic intralaminar nuclei. *Science*: 271: 512-515, 1996.