

# Hacia un modelo neurobiológico del fenómeno de la autoconciencia\*

## TOWARDS A NEUROBIOLOGICAL MODEL OF SELF-CONCIOUSNESS\*

Juan Carlos Saavedra-Aguilar\*\* y Juan S. Gómez-Jeria\*\*\*

*In this work we analyze the problem of human consciousness from a monist point of view, including the actual knowledge in neurobiology. Three questions are discussed: 1. Can we localize human consciousness in certain regions of the Central Nervous System? 2. Are there areas whose functioning may explain self consciousness? 3. Is consciousness an unitary or a composed phenomena? In attempting to answer these questions, consciousness is analyzed from a classical neurological point of view. Next, self consciousness is described within the framework of cerebral asociacionism. The most relevant attributes of self consciousness, i.e.: perception, memory, affect, language, attention and planning, are discussed and analyzed on the light of current knowledge in neurosciences. It is concluded that in self consciousness limbic structures and its cortical connections, specially in the nondominant hemisphere, play a pivotal role. This system is called the primary self consciousness system, common to man and some animal species. The secondary self consciousness system is based on the functioning of linguistic areas of the dominant hemisphere, and explains in its own terms the contributions of the primary system. The whole system provides a great evolutive advantage with some limitations, giving as a final product the human culture.*

*Key words: self consciousness, asociacionism, affect, language, limbic system.*

El completo análisis de la relación mente-cuerpo es uno de los problemas fundamentales que aún elude una respuesta dentro del marco del método científico. Hay básicamente dos posturas respecto de este problema: una dualista y una monista.<sup>2, 5, 18</sup> La posición dualista es actualmente sustentada por Popper y Eccles,<sup>29</sup> quienes ven a la mente como algo ontológicamente separado del cerebro, aunque funcionando en paralelo o interaccionando con él.<sup>29</sup> La segunda posición,

más conocida como teoría de la identidad psico-neural, considera al fenómeno mental como idéntico al funcionamiento cerebral.<sup>33</sup> Para el observador externo, el fenómeno mental aparece como una propiedad emergente de la actividad cerebral, pero intrínsecamente es considerado como un constituyente esencial de ella. Dado que una teoría monista está mucho mejor adaptada para poder plantear un modelo neurológico de este fenómeno, en esta exposición nos atenderemos implícitamente a dicho punto de vista para aproximarnos al problema de la conciencia humana.

Las preguntas a contestar las podemos plantear como sigue:

1. ¿es la conciencia humana atribuible al funcionamiento cerebral completo o puede ser localizada en áreas específicas?

2. ¿existen áreas y mecanismos cerebrales cuyo funcionamiento explique el fenómeno de la autoconciencia?

\* Este trabajo ha recibido financiamiento parcial de la Universidad de Chile (Proyecto DIB Q-2442) y de la UNESCO (Proyecto 6266). Uno de nosotros (JCS), agradece a los Drs. Fernando Vergara Edwards y Jaime Lavados Montes por su constante estímulo y apoyo.

\*\* Departamento de Ciencias Neurológicas, Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Av. José Miguel Infante 553, Santiago, Chile.

\*\*\* Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Casilla 653 Santiago, Chile.

3. desde el punto de vista neurológico, ¿es la conciencia un fenómeno unitario o está compuesta por diferentes unidades?

Antes de entrar a discutir e intentar responder estas preguntas, parece importante el describir qué entendemos por conciencia. En una primera aproximación y desde un punto de vista neurológico, en la conciencia se pueden describir al menos dos atributos: un nivel de conciencia y un contenido de conciencia.<sup>28</sup>

El nivel de conciencia está dado por el funcionamiento de la formación reticular activante que comprende áreas mesencefálicas, parte del hipotálamo y regiones talámicas. Su función específica es dar la activación necesaria para el funcionamiento cerebral y sus conexiones.

Algunos neurotransmisores involucrados son la acetilcolina, la dopamina, la noradrenalina, la serotonina, etc., y explican al menos parcialmente fenómenos como el sueño y patologías como el coma.<sup>30</sup>

El contenido de conciencia engloba funciones complejas como la memoria, la cognición, la percepción, la volición, la planificación, el afecto y la emoción, el lenguaje y la atención.<sup>30</sup> Todos estos constituyentes parecen resultar del funcionamiento integrado de diferentes áreas corticales, más o menos específicas, y sus conexiones subcorticales con el tálamo, el núcleo caudado y estructuras límbicas. Los neurotransmisores corticales intrínsecos son menos conocidos, pero parecen corresponder a glutamato, aspartato, GABA y neuropéptidos.<sup>30</sup>

A un nivel de mayor complejidad, podemos describir la autoconciencia personal, el Yo, que nos da la característica personal, particular, como un devenir a través del tiempo, un pasado y con un futuro previsible. Esta autoconciencia parece ser un atributo esencialmente humano, aunque es discutible si los animales no tienen algún tipo de autoconciencia individual.<sup>7</sup> El Yo autoconsciente es esencialmente unificador de los diferentes atributos de la conciencia. Es posible, como lo admite Gazzaniga, que puedan coexistir un sinnúmero de Yoes más o menos conscientes, pero es siempre uno el que engloba y reacciona ante el medio ambiente, subordinando y a veces no comprendiendo la información que le transmiten los otros Yoes.<sup>8</sup> De hecho, la alteración patológica de la autoconciencia puede dar origen a patologías como ciertas esquizofrenias, donde el Yo se fragmenta y nadie es capaz de tomar el control, llegando a la completa disgregación de la personalidad.<sup>32</sup> Además, esto podría explicar en parte el fenómeno de las personalidades múltiples.<sup>11, 21, 31</sup>

Otro concepto que conviene discutir es el de localización cerebral. El punto de vista estrictamente localizacionista,<sup>6</sup> en el cual determinada función corresponde a determinada área cerebral, no puede ser sostenido y ha debido ampliarse integrando el concepto de asociacionismo.<sup>4, 14, 17, 26</sup> En este último, una determinada función va a ser el resultado del trabajo armónico y distribuido de diversas áreas corticales y subcorticales más o menos específicas. Las mismas áreas pueden en ocasiones funcionar procesando cierto tipo de información y en otro momento otro tipo en otro sistema distribuido.<sup>4</sup>

El sistema funcional distribuido explica la fisiología de procesos complejos como el lenguaje, en el cual participan áreas definidas e interconectadas de la región perisilviana dominante en conjunto con estructuras activadoras profundas.<sup>1, 3, 34</sup> Otra función distribuida funcional y anatómicamente es la atención, que es un circuito en que intervienen áreas frontales, parietales derechas, reticulares y límbicas.<sup>19, 22</sup>

¿Es posible describir un sistema funcional distribuido que dé cuenta de la autoconciencia? El primer atributo, más inmediato, es el de la capacidad de captar el medio ambiente a través de los órganos de los sentidos y transformarlo en una representación consistente y unificadora del mundo externo. En la especie humana, la percepción visual juega un papel pivotal en esta representación, por supuesto integrada con la audición y la somestesia.

El segundo atributo importante de la autoconciencia es la capacidad de ubicarse en un flujo temporal, con un pasado, un ahora y un futuro. El ahora parece estar fuertemente influenciado por los procesos perceptuales, mientras que en la vivencia del pasado intervienen procesos de memoria, de mayor o menor accesibilidad, que pueden producir predicciones más o menos acertadas para el futuro inmediato.

El tercer atributo discernible es la capacidad de diseñar y planificar estrategias a través de mecanismos más o menos conscientes, que van a dar como resultado una conducta adecuada al medio.<sup>23</sup>

El cuarto atributo corresponde al estado emocional de la vivencia del Yo autoconsciente. El sistema de procesamiento afectivo aparece muy ligado a la vivencia inmediata, pues tiene un indudable valor adaptativo y evolutivo. La función de este sistema es la de analizar la significación subjetiva de las aferencias sensoriales y producir los ajustes conductuales y fisiológicos necesarios para un funcionamiento adaptado. Los sistemas de procesamiento afectivo pueden ser bastante inconcien-

tes, pero su resultado va a ser vivenciado por el Yo autoconciente. Aún más, la vivencia afectiva aparece como primordial en la génesis del Yo autoconciente.<sup>10</sup>

El quinto atributo es la capacidad atencional, la que permite polarizar las funciones del yo autoconciente hacia procesos del espacio extrapersonal y también hacia procesos internos.<sup>22</sup>

El sexto atributo, que es el más nuevo filogenéticamente y el más desarrollado en el hombre, es la capacidad simbólica lingüística, que le da una significación verbal, más o menos explícita, a la vivencia perceptual presente, al pasado, a la estrategia y planificación y al mismo estado afectivo. El mecanismo lingüístico parece envolver y analizar en sus propios términos los otros atributos del Yo autoconciente, dejando muchas veces sus mecanismos íntimos sin comprender.<sup>9, 34</sup>

El resultado de este análisis es el de un Yo autoconciente formado de múltiples funciones, pero que son esencialmente unificadas por procesos lingüísticos, con influencia variable de procesos de memoria y afectivos para el momento perceptual inmediato. La unificación puede ser esencialmente verbal, en un momento, para ser posteriormente esencialmente afectiva o depender del recuerdo o de la predicción esperada. En todo caso, los procesos verbales, al menos en el hombre de cultura occidental, parecen tener el control del Yo autoconciente la mayor parte del tiempo, siendo afectado dicho control por procesos más o menos inconscientes de tipo afectivo, amnésico, perceptual, etc.<sup>8</sup>

Por supuesto, todo esto está artificialmente dividido, pero parece útil para intentar definir las estructuras anatómicas y funcionales más importantes para el proceso de la autoconciencia.

El análisis de los fenómenos de percepción visual puede ayudar a comprender la vertiente perceptual del fenómeno de la autoconciencia. El análisis visual de las aferencias sensoriales se inicia a nivel retiniano, para continuar en estructuras subcorticales y corticales, hasta la construcción del todo perceptual. Hay claras evidencias de que este análisis es secuencial, jerárquico y también paralelo, muy distribuido, donde diferentes atributos sensoriales son analizados en lugares diferentes.<sup>35</sup> Por ejemplo, el movimiento de un objeto es analizado en áreas parieto-occipitales, mientras que la forma en áreas temporales.<sup>24</sup> La idea que se obtiene es que la información sensorial es analizada en un mosaico que debe ser reintegrado para lograr la unificación perceptual.<sup>24</sup> Esta reintegración perceptual se puede realizar en áreas de convergencia supramodales, dentro de las cuales cabe desta-

car estructuras límbicas como la amígdala, que tiene claras aferencias de extensas áreas sensoriales y que parece como imprescindible para lograr la integración del mosaico perceptual en un todo.<sup>27</sup> En estudios de estimulación eléctrica amigdaliana, se obtienen alucinaciones visuales complejas con características vivenciales, cosa que no se obtiene al estimular áreas corticales visuales.<sup>12</sup> El papel que tienen los mecanismos emocionales en esta experiencia parece bien claro.

Por otro lado, las estructuras que intervienen en la percepción del flujo temporal tienen clara relación con aquellas que participan en el aprendizaje y memoria, encontrándose en el sistema límbico, como la amígdala, el hipocampo y sus conexiones (p.ej., núcleo dorso medial del tálamo y corteza inferofrontal). La destrucción de estas estructuras provoca diversos grados de amnesia episódica, especialmente a nivel del hipocampo, cuya destrucción bilateral deja al sujeto viviendo un eterno ahora, sin un pasado accesible ni un futuro predecible.<sup>35</sup>

En cuanto a los procesos de índole afectiva, éstos han sido íntimamente relacionados al funcionamiento también de estructuras límbicas, especialmente la amígdala, y sus conexiones con otras estructuras, como los núcleos septales, el cíngulo, el hipotálamo y porciones límbicas de la corteza frontal, orbital y mesial.<sup>13, 16, 20</sup> En el comportamiento afectivo aparecen como importante dos vertientes. La primera es una aferente, de origen perceptual (o parcialmente preperceptual), que le informa al sistema de procesamiento afectivo las condiciones del medio externo, para que éste haga los ajustes necesarios y regule las respuestas conductuales y fisiológicas más adecuadas. La segunda vertiente tiene relación con la ejecución de estas respuestas, y especialmente en su planificación apareciendo como importantes los lóbulos frontales, en sus porciones dorsolateral<sup>23</sup> y su conexión con estructuras límbicas a través de la porción límbica del lóbulo frontal, a nivel de corteza orbitaria y frontal mesial. Daños en estos niveles inducen importantes déficits en la capacidad de planificar y ejecutar procesos cognitivos o motores complejos.<sup>23</sup>

Basado en estudios experimentales en monos y hallazgos clínicos, Mesulam ha sugerido un modelo funcional distribuido para los mecanismos atencionales.<sup>22</sup> En este modelo intervienen áreas parietales posteriores derechas, áreas frontales, áreas límbicas (cíngulo), activadas todas por la formación reticular. Las áreas parietales tendrán la representación sensorial, las frontales la representación motora y las límbicas la representación motivacional.<sup>22</sup>

Vemos entonces que en los diversos procesos propios de la vivencia autoconsciente, intervienen procesos perceptuales, afectivos, de memoria y de planificación, con un sustrato nodal común, que son diversas estructuras del sistema límbico. La amígdala integra aferencias perceptuales, el ahora, luego le da la connotación afectiva adecuada, mientras que el hipocampo y sus conexiones integran la vivencia perceptual afectiva en el flujo temporal a través de mecanismos de aprendizaje y memoria, dejando preparada las premisas para la planificación siguiente, que efectúan las áreas frontales, en íntima conexión con áreas límbicas.

Ahora cabe preguntarse, en qué proporción intervienen todos estos procesos en la vivencia del Yo autoconsciente? Probablemente los procesos como tales, muy poco, pues son esencialmente no conscientes, pero sus resultados, que son la percepción, la emoción, el recuerdo, la predicción, son parte importante de la vivencia autoconsciente. Este sistema funcional distribuido de autoconciencia, que involucra a todas estas estructuras y sus funciones, podría explicar la posibilidad de autoconciencia en los animales, así como muchas de las conductas humanas no plenamente conscientes. Pero el sistema funcional distribuido que se encarga de explicitar claramente el fenómeno de la autoconciencia es el sistema lingüístico, adquisición única de la especie humana, de más reciente aparición y que engloba e intenta explicar constantemente en sus propios términos, el funcionamiento de los procesos no verbales delineados más arriba, no siempre con mucho éxito. Los procesos lingüísticos le dan un gran poder de desarrollo a la autoconciencia, amplificando el funcionamiento de los procesos no verbales, especialmente los procesos afectivos y perceptuales, pero en sus propios términos, simbólicos y lógicos.

El sistema distribuido de autoconciencia parcial, que el ser humano comparte con los animales tiene una base pivotal en el funcionamiento integrado de estructuras límbicas y sus conexiones, especialmente con el lóbulo frontal y sus aferencias de áreas perceptuales. Podemos denominar a este sistema autoconsciente primario, que se encuentra ampliamente distribuido en las áreas delineadas anteriormente, pero que adquiere su mayor complejidad funcional en las estructuras no utilizadas por el sistema lingüístico del hemisferio dominante, quedando por ello más lateralizadamente en el hemisferio no dominante, que aparece como más perceptual, más emocional y más espacial. El sistema de procesamiento simbólico-verbal, influido permanentemente por el sistema primario, da como resultado el sistema de autoconciencia secun-

dario, que gracias a la flexibilidad del procesamiento verbal ha producido el resultado más espectacular del funcionamiento cerebral humano: la cultura. Pero por estar parcialmente aislado del sistema de autoconciencia primario, muchas veces interpreta mal o simplemente ignora la contribución de este sistema. El sistema de autoconciencia secundario puede ser en algunos casos el principal componente de la autoconciencia, aunque el aprendizaje y la cultura pueden modificar bastante esto.

Por lo tanto, a las preguntas delineadas al comienzo de este trabajo podemos contestar que la conciencia puede al menos ser localizada funcionalmente en ciertas áreas del Sistema Nervioso Central y que las áreas más importantes de este fenómeno parecen residir en estructuras límbicas y conexiones, y en estructuras del hemisferio izquierdo de procesamiento verbal. Como corolario se puede afirmar que la autoconciencia es un fenómeno complejo, no unitario y en el cual intervienen en forma variable diversos sistemas funcionales, de tipo perceptual, afectivo, cognitivo y especialmente verbal. En el análisis anterior está implícito un cierto desequilibrio funcional en favor de los procesos verbales a costa de los procesos no verbales, desequilibrio que podría explicar al menos, en parte, los graves problemas que enfrenta actualmente la cultura humana.<sup>15</sup>

## RESUMEN

En este trabajo se analiza el fenómeno de la conciencia humana desde un punto de vista monista y en base a algunos conocimientos actuales de la neurobiología. Se plantean tres preguntas:

1. ¿Es la conciencia humana localizable en ciertas regiones del sistema nervioso central?
2. ¿Existen áreas cuyo funcionamiento explique el fenómeno de la autoconciencia?
3. ¿Es la conciencia un fenómeno unitario o es un fenómeno compuesto?

En un intento por responder estas preguntas, se analiza la conciencia desde un punto de vista neurológico clásico y posteriormente se describe el fenómeno de la autoconciencia desde el punto de vista del asociacionismo cerebral.

Los atributos más destacados de la autoconciencia, que son la percepción, la memoria, la planificación, la afectividad, la atención y el lenguaje, son discutidos y analizados de acuerdo a la información relevante actual.

Se concluye que en el fenómeno de la autoconciencia son muy importantes las estructuras límbicas y las áreas corticales con las cuales éstas se conectan, especialmente áreas del hemisferio no

dominante, lo que da origen al sistema de autoconciencia primario, común al hombre y a algunas especies animales. El sistema de autoconciencia secundario se basa en el funcionamiento de las áreas lingüísticas del hemisferio dominante y explica en sus propios términos la contribución del sistema primario, con ciertas limitaciones, lo que ha llevado a producir el fenómeno de la cultura actual.

## REFERENCIAS

- 1.- BENSON F D, GESCHWIND N. Aphasia and related disorders: a clinical approach, en: Principles of Behavioral Neurology. Mesulam M M (ed). F A Davis, Philadelphia, 1986. pp. 199-201.
- 2.- BUNGE M. The Mind-body problem. A Psychobiological approach. Pergamon Press, New York, 1980.
- 3.- DAMASIO A R, GESCHWIND N. Anatomical localization in clinical neuropsychology, en: Frederiks, J.A.M. (ed.), Handbook of Clinical Neurology, Vol. 45. Elsevier Science Publ., New York, 1985. pp. 7-22.
- 4.- DUFFY C J. The legacy of association cortex. Neurology (Cleveland), 34, 192-197, 1984.
- 5.- FERNANDEZ-GUARDIOLA A. La Conciencia. El problema Mente-cerebro. Editorial Trillas, México, 1979.
- 6.- FILSKOV S B, GRIMM B H, LEWIS J A. Brain-behavior relationships, en: Filskov, S B, Boll T J (eds.), Handbook of Clinical Neuropsychology. Wiley, New York, 1981. pp. 39-73.
- 7.- GALLUP G G. Self-awareness and the emergence of mind in primates. Amer J Primatol 2, 237-248, 1982.
- 8.- GAZZANIGA M S, LEDOUX J E. The integrated mind. Plenum Press, New York, 1978.
- 9.- GIBSON E J, LEVIN H. The psychology of reading. MIT Press, Cambridge, 1975.
- 10.- GLOOR P, OLIVIER A, QUESNEY L F, ANDERMANN F, HOROWITZ S. The role of the limbic system in experiential phenomena of temporal lobe epilepsy. Ann. Neurol. 10, 129-144, 1982.
- 11.- GREAVES G B. Multiple personality. J. Nerv. Ment. Dis. 168, 577-596, 1980.
- 12.- HALGREEN E, WALTER R D, CHERLOW D G, CRANDALL P H. Mental phenomena evoked by electrical stimulation of the human hippocampal formation and amygdala. Brain, 101, 83-117, 1978.
- 13.- ISAACSON R L. The limbic system. Plenum Press, New York, 1982.
- 14.- KIRK V. Toward an understanding of neuropsychology of language, reading and spelling, en: Kirk, V (ed), Neuropsychology of language, reading and spelling. Academic Press, New York, 1983. pp. 3-31.
- 15.- LOESTLER A. ¿Es el cerebro humano un error de la evolución?, en: El individuo como animal social. Valparaíso R (ed). Ediciones Universitarias de Valparaíso. Valparaíso 1971. pp. 3-42.
- 16.- MONTAGNALE W P. The functions of the limbic system. Evidence from animal experimentation. Adv Biol Psych 8, 12-39, 1982.
- 17.- LURIA A R. Higher cortical functions in man. Basic Books, New York, 1980.
- 18.- MACKAY D M. Mind talk and brain talk, en: Gazzaniga, M S (ed). Handbook of cognitive neuroscience. Plenum Press, New York, 1984. pp. 293-317.
- 19.- MESULAM M M. The functional anatomy and hemispheric specialization for directed attention: the role of the parietal lobe and its connectivity. Trends Neurosci. 6, 384-387, 1983.
- 20.- MESULAM M M. Patterns in behavioral neuroanatomy: association areas, the limbic system and hemispheric specialization, en: Mesulam, M M (ed), Principles of Behavioral neurology. F A Davis, Philadelphia, 1986 pp. 27-30.
- 21.- MESULAM M M. Dissociative states with abnormal temporal lobe EEG. Arch Neurol 38, 176-181, 1981.
- 22.- MESULAM M M. A cortical network for directed attention and unilateral neglect. Ann. Neurol 10, 309-325, 1981.
- 23.- MESULAM M M. Frontal cortex and behavior. Ann Neurol 19, 320-325, 1986.
- 24.- MISKHIN M, UNGERLEIDER L G, MACKO K A. Object vision and spatial vision: two cortical pathways. Trends Neurosci, 6, 414-417, 1983.
- 25.- MISKHIN M, APPENZELLER T. The anatomy of memory. Sci. Amer. 256, 62-71, 1987.
- 26.- MOUNTCASTLE V B. An organizing principle for cerebral function: the unit module and the distributed system, en: The mindful brain. Edelman G M, Mountcastle V B (eds). MIT Press, Cambridge, 1978, pp. 7-50.
- 27.- MURRAY E A, MISKHIN M. Amygdectomy impairs crossmodal association in monkeys. Science, 228, 604-606, 1985.
- 28.- PLUM F, POSNER J B. The diagnosis of stupor and coma. F A Davis, Philadelphia, 1980.
- 29.- POPPER K R, ECCLES J C. El Yo y su cerebro. Roche, Basilea, 1980.
- 30.- SAPER C B, PLUM F B. Disorders of consciousness, en: Frederiks, J.A.M. (ed). Handbook of clinical neurology. Vol. 45. Elsevier Science Publ. New York, 1985. pp. 107-128.
- 31.- SCHENK L, BEARD D. Multiple personality and related dissociative phenomena in patients with temporal lobe epilepsy. Am. J. Psych. 138, 1311-1316, 1981.
- 32.- SCHNEIDER K. Clinical psychopathology. Grove and Satton, New York, 1959.
- 33.- SMART J J C. Sensation and brain processes, en: Chapel B C (ed). The phylosophy of mind. Prentice-Hall, Englewood Cliff, 1962. pp. 160-172.
- 34.- TREVARTHEN C. Development of the cerebral mechanisms for language, en: Kirk, V (ed), Neuropsychology of language, reading and spelling. Academic Press, New York, 1983. pp. 45-80.
- 35.- VAN ESSEN D C, MAUNSELL J H R. Hierarchical organization and functional strings in the visual cortex. Trend Neurosci 6, 370-375, 1983.