



ARTÍCULO DE REFLEXIÓN

¿Qué neurociencia se va a enseñar cuando se enseña neurociencia? Dos modelos explicativos del cerebro humano

Jeel Moya-Salazar^{1,2}, Hans Contreras-Pulache^{1,2}

¹ South American Center for Education and Research in Public Health, Universidad Norbert Wiener, Lima, Peru.

² Centro de Documentación e Investigación Pedro Ortiz Cabanillas.

INFORMACIÓN ARTÍCULO

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

Anatomía;
Educación;
Fisiología;
Medicina;
Neurociencias;
Neurología

KEYWORDS

Anatomy;
Education;
Medicine;
Neurology;
Neuroscience;
Physiology

Recibido: agosto 23 de 2021

Aceptado: noviembre 25 de 2021

Correspondencia:

Hans Contreras-Pulache;
hans.contreras@uwiener.edu.pe

Cómo citar: Moya-Salazar J, Contreras-Pulache H. ¿Qué neurociencia se va a enseñar cuando se enseña neurociencia? Dos modelos explicativos del cerebro humano. *Iatreia*. 2022 Jul-Sep;35(3):349-55. DOI 10.17533/udea.iatreia.163.

En el último medio siglo, la neurociencia ha sabido ganarse una posición hegemónica en el marco cultural y académico contemporáneo. En este artículo discutimos dos modelos para explicar al cerebro humano. Por un lado, existe el modelo de la neurociencia clásica, que es el modo de común con que se enseña neurociencia actualmente, suele dividir al cerebro en lóbulos o áreas. Por otro lado, el modelo inspirado en la Teoría Sociobiológica Informativa que considera al cerebro como un doble sistema de integración: paleocortical y neocortical, siendo este último (la conciencia) todo lo internalizado por una persona en el curso de una vida en sociedad. El objetivo de esta revisión es presentar estos dos modelos o enfoques (el “clásico” y el “sociobiológico informativo”) para explicar al cerebro humano (por demás, uno de los grandes temas que cualquier enseñanza de la neurociencia está obligada a tocar).

SUMMARY

What neuroscience is to be taught when neuroscience is taught? Two explanatory-models of the human brain

In the last half-century, neuroscience has managed to gain a hegemonic position in the current cultural and academic framework. In this article, we discuss two models to explain the human brain. On the one hand, there is the classical neuroscience model, which is the common way in which neuroscience is currently taught, it usually divides the brain into lobes or areas. On the other hand, there is the sociobiological informational model that treats the brain as an integrated dual system: paleocortex and neocortex, the latter being (consciousness) what a person has internalized in the course of a life in society. The objective of this review is to present these two models or approaches (the “classical” and the “sociobiological informational”) to explain the human brain (one of the great issues that any teaching of neuroscience is obliged to touch).

INTRODUCCIÓN

En el último medio siglo, la neurociencia ha sabido ganarse una posición hegemónica en el marco cultural y académico contemporáneo. Su carácter esencialmente interdisciplinario le ha permitido establecer un vínculo con prácticamente todas las disciplinas existentes: arqueología, biología, física, química, educación, sociología, psicología, antropología, paleontología, filosofía, economía y marketing, entre otras. La presencia de la neurociencia, en suma, advierte un espíritu de renovación en estas disciplinas; no en vano se ha llamado a la neurociencia como “la nueva ciencia de la mente” e incluso a todo el siglo XXI como el “siglo de la mente” (1).

Alternativamente a esta “nueva ciencia de la mente” (que podemos llamar indistintamente: neurociencia contemporánea, actual o clásica), tenemos una neurociencia alternativa, amparada en un enfoque sociobiológico informacional. Esta “neurociencia sociobiológica informacional” no es una corriente de pensamiento en neurociencia, ni tampoco un tipo de neurociencia (como cuando se dice: “neurociencia cognitiva”, por ejemplo); no está dentro de la neurociencia sino junto a ella. En específico, es la aplicación de la Teoría Sociobiológica Informacional, desarrollada en Perú por Pedro Ortiz Cabanillas entre 1973 y 2011, a la explicación de los fenómenos que le atañen a la neurociencia (2). Ortiz trabajó, en particular, una explicación detallada del sistema nervioso en general y del cerebro humano en particular, hacia finales de la década de 1990 hasta el 2010 (producto de esto escribió libros y artículos, brindó conferencias, y fundó los postgrados de neurociencias en el Perú). Todo este *corpus académico* se encuentra enteramente reflejado en su proyecto editorial “Cuadernos de Psicobiología Social” (2000-2010). Además, elaboró su explicación no al amparo de la “nueva ciencia de la mente” sino de su propia explicación sociobiológica informacional, un marco teórico que, entre otras cosas, se presenta como una solución al problema mente-cerebro. Ortiz no cita a casi ningún autor de la neurociencia contemporánea, a menos que sea para ponerlo explícitamente en la sección antecedentes, dentro de la parte en que se referencia a las explicaciones que no son lo que él está expresa y explícitamente elaborando (3). El autorreconocimiento de estar elaborando “una neurociencia” por

fuera, *alternativa*, a la neurociencia de su tiempo (que es la “nueva ciencia de la mente”) es un rasgo patente y reconocido a lo largo de toda la obra de Pedro Ortiz Cabanillas (4).

No estamos planteando la cuestión en torno a si a un estudiante de ciencias de la salud, de humanidades, de ciencias o de sociales debe enseñársele neurociencia; es más, creemos que esta cuestión (de si se debe enseñar o no) está fuera de debate. Lo que estamos planteando es una pregunta, que todo docente en educación superior (dada la relevancia actual de la neurociencia) se debe hacer, puesto que, llegado el caso: ¿qué neurociencia se va a enseñar cuando se enseña neurociencia? Esta no es una pregunta que se limite a los ámbitos de las ciencias de la salud, sino que atraviesa casi toda la oferta de educación superior ya que, como se acepta desde sus inicios, la neurociencia es esencialmente un esfuerzo transdisciplinario.

El objetivo de esta revisión es presentar dos modelos o enfoques, el clásico y el sociobiológico informacional, para explicar al cerebro humano (por demás, uno de los grandes temas que cualquier enseñanza de la neurociencia está obligada a tocar).

MODELOS EXPLICATIVOS DEL CEREBRO HUMANO

El enfoque clásico del cerebro

Hasta finales del siglo pasado se solía dar por sentado que en el encéfalo humano habían más de 100 mil millones de neuronas y casi ni se hacía referencia a las células gliales. En el siglo XXI, con el desarrollo de nuevos métodos de conteo celular, se han podido finalmente esclarecer estos aspectos encefálicos generales; así, se ha planteado una síntesis visual comparativa de encéfalos en distintas especies de mamíferos, incluyendo el ser humano (5). Por lo pronto y siguiendo estas innovadoras líneas de investigación, se sabe que:

1. En el encéfalo humano hay alrededor de 86 mil millones de neuronas.
2. El número aproximado de células gliales en el encéfalo es de 85 mil millones.
3. La media de la masa cerebral es de 1,233 gramos (la masa encefálica promedio es de 1,508 gr), o lo que es lo mismo: la masa cerebral es el 82 % de la masa encefálica.

4. El número promedio de neuronas en el cerebro humano es de 16,000 millones, o lo que es lo mismo: en el cerebro está el 18 % de las neuronas del encéfalo.

La forma más común de explicar al cerebro (ojo: no al encéfalo sino al cerebro, es decir: a la corteza cerebral!) consiste en considerar unas referencias anatómicas y a partir de ellas proponer la existencia de seis lóbulos: límbico, frontal, parietal, temporal, occipital y la ínsula (6). Esta es una aproximación macroscópica, basada en la herencia que ha dejado en la anatomía el estudio con cadáveres. Microscópicamente, para explicar la organización del tejido cerebral, la más conocida es la propuesta de Emile Broadmann (1868-1918), que estuvo entre los primeros en realizar trabajos a propósito de la citoarquitectura cerebral (7).

Según Broadmann, que estudió al microscopio muchos cortes de toda la extensión de la corteza cerebral, se pueden encontrar aproximadamente 50 áreas diferentes a lo largo de cada hemisferio (8).

Para finales del siglo XX, en pleno desarrollo y auge de la neurociencia, se empezó a gestar un modo distinto de comprender el cerebro humano. Para empezar, el desarrollo tecnológico permitió el estudio ya no solo de cadáveres sino de personas “vivas” (valga la redundancia). Esto representó un acontecimiento sin igual en la historia de la morfofisiología humana y sin duda uno de los logros más populares para la neurociencia.

Al mismo tiempo, se ha logrado no solo analizar la organización intrínseca de la corteza cerebral (lo que aspiró Broadmann) sino mapear las interconexiones y la funcionalidad de las distintas áreas de dicha corteza cerebral. Cierto es que no hay un consenso al momento de plantear, actualmente, cuántas áreas cerebrales existen. Para la segunda década del siglo XXI, tenemos propuestas que hacen referencia a 180 áreas funcionales en cada hemisferio cerebral (9). En

.....

1 Es usual confundir “cerebro” con “encéfalo”, sobre todo en el enfoque clásico, donde usualmente se hace referencia a que el estudio anatómico del cerebro incluye: sistema límbico, amígdala, hipocampo, hipotálamo y otros núcleos. En este artículo estamos haciendo referencia explícita al cerebro, pero el alcance conceptual, como se entiende, se expande hacia toda la neurociencia, pero siempre respetando las definiciones: el cerebro es una parte del encéfalo; y el encéfalo incluye además del cerebro al cerebelo, al tronco encefálico y a los núcleos subcorticales.

particular vamos a comentar una que propone que existen, en el cerebro humano, un total de 210 áreas funcionales diferentes (10).

El proyecto *Brainnetome Atlas*, asentado en China, y desarrollado en colaboración con algunos centros referenciales en Estados Unidos (involucrados en el “Proyecto Conectoma Humano”), tuvo por objetivo el elaborar un mapa del cerebro que, usando tecnología de imágenes no invasivas, permitiera correlacionar la anatomía con hallazgos funcionales, cognitivos y psicológicos (ver <http://atlas.brainnetome.org>).

Los resultados del proyecto se dieron a conocer el año 2016 y representan un aporte importante en la historia de la comprensión del encéfalo en general, y del cerebro en particular. En la Figura 1 (ver solo A, B, E y F) se muestran los resultados sumarios del *Brainnetome Atlas* para las vistas laterales (A: derecha, B: izquierda) y mediales (E: derecha, F: izquierda) del cerebro. Según esta explicación, el encéfalo humano se organiza en 246 áreas (210 cerebrales o corticales y 36 subcorticales). Esta sería, *grosso modo*, la explicación clásica con que se explica al sistema nervioso hoy en día.

El enfoque sociobiológico informacional del cerebro

La Teoría Sociobiológica Informacional es un conjunto de principios elaborados por Pedro Ortiz entre los años 70 del siglo XX y la primera década del siglo XXI, que sostienen una forma nueva y diferente de explicar el desarrollo del sistema vivo y de la sociedad (4). La teoría se presenta como un desarrollo original dentro de la teoría de la información. La teoría de la información fue desarrollada en la década de 1940 por Norbert Wiener (1918-1964) y Claude E. Shannon (1916-2001), estrictamente desde un enfoque matemático y cuantitativo (11,12). Le siguieron, en las décadas siguientes, algunos autores que propusieron un enfoque cualitativo a propósito de la “información” (13). Ortiz es justamente uno de estos autores, acaso el más desconocido de todos (14); y, en particular su teoría de la información (que desarrolla estrictamente a partir de 1994), asentada en un enfoque sociobiológico que venía trabajando desde mediados de la década de 1970 (15), considera que

una nueva forma de explicar al cerebro es necesaria para develar la integración cerebro-sociedad, pero que para contar con dicha forma de explicar al cerebro primero debemos contar con una explicación del universo, seguidamente de la vida, y finalmente de la naturaleza de la sociedad (16,17).

Muchas veces se tiene la sensación, al leer la explicación sociobiológica informacional de Ortiz, de estar frente a una forma de entender las cosas que exigen una clara definición de términos y conceptos, al punto que resulta ciertamente inentendible pretender leer a Ortiz siguiendo sus conceptos con las definiciones clásicas o tradicionales. No en broma hay quien ha sugerido la necesidad, para poder hablar de la teoría de Ortiz, de contar primero con un diccionario "Ortiz-español" (18).

Durante su última década de vida, Ortiz elaboró sus siete "Cuadernos de Psicobiología Social". En el Cuaderno 5 y en el Cuaderno 6, se encuentra el detalle de las áreas cerebrales que considera como paleocórtex y neocórtex (19,20). Si aplicamos este detalle a la anatomía y fisiología del *Brainnetome Atlas* (expuesto anteriormente, en Figura 1), se presenta la diferenciación del paleocórtex (resaltado en color blanco) y el neocórtex (resaltado en color verde) según Ortiz Cabanillas (ver C, D, G y H en Figura 1). Para C, D, G y H se han considerado como parte del paleocórtex a las áreas corticales del giro precentral, del lóbulo paracentral, del giro temporal superior (específicamente la segunda área, correspondiente a las áreas 41/42 de Broadmann), del giro parahipocampal, del giro postcentral, de la ínsula, del cíngulo, la corteza medioventral occipital, y, finalmente, la corteza lateral occipital². Estas estructuras (resaltadas en color en C, D, G y H, de la Figura 1) es lo que sociobiológica informacionalmente se llama neocórtex (neocorteza o, simple y llanamente: conciencia).

.....
 2 Del *Brainnetome Atlas* no se consideraron: la amígdala, el hipocampo, los ganglios basales, el tálamo, ni el hipotálamo, dado que todas estas estructuras son, por definición informacional: estructuras subcorticales. Incluso el hipocampo es, informacionalmente hablando, una suerte de *macronúcleo*, es decir: subcortical (no forma parte del cerebro).

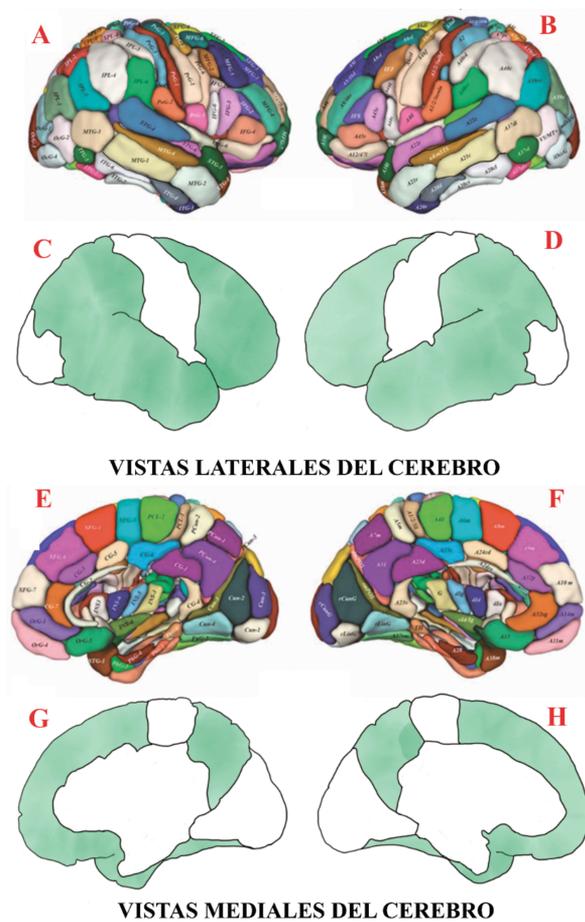


Figura 1. Mapeo cerebral sociobiológico informacional sobre la base del *Brainnetome Atlas*. Fuente: *Brainnetome Atlas*, 2016 (10); Ortiz, 2017 (25)

En la Figura 2 se han considerado cuatro diapositivas que Ortiz Cabanillas elaboró para enseñar el alcance de su teoría. Según este enfoque, el cerebro humano se organiza en dos hemisferios integrados y se estructura (en cada hemisferio) en dos niveles (o sistemas): el nivel inconsciente (o sistema de la inconsciencia) y el nivel consciente (o sistema de la conciencia). La conciencia es lo que una persona internaliza en el curso de una vida en sociedad. En simple: la conciencia es lo que somos (un equivalente informacional de conciencia es "personalidad"). Una persona es, en la cima de su complejidad, su conciencia (informacionalmente hablando). Como tal, la conciencia es el conjunto de

sentimientos (el sistema afectivo-emotivo), de conocimientos (el sistema cognitivo-productivo) y de motivaciones (el sistema conativo-volitivo), lo que Ortiz llamó la naturaleza *tripartita* de la personalidad (o su equivalente: de la conciencia tripartita) (21). Al nivel inconsciente Ortiz le llama paleocórtex y al nivel consciente le llama neocórtex (ver A y B, en Figura 2). Ortiz llama “preconsciencia” (ver C, en Figura 2) a lo que con el enfoque clásico se llama “áreas del lenguaje” (siendo que Ortiz reconoce una preconsciencia derecha y una preconsciencia izquierda; mientras que las “áreas del lenguaje”, del enfoque tradicional y clásico, usualmente hacen referencia solamente al hemisferio izquierdo). Hay que resaltar que las definiciones de “paleocorteza” y “neocorteza” en la teoría de Ortiz Cabanillas no tienen parangón con las definiciones

del enfoque tradicional (de la neurociencia clásica o actual). Por ejemplo, las áreas corticales primarias son en la visión clásica una parte de la “neocorteza”, la visión clásica llama neocorteza a prácticamente todo el cerebro (22,23), pero en la explicación informacional son estrictamente paleocorteza (paleocórtex). Además, las áreas primarias, en tanto paleocorticales, son de nivel inconsciente (se entiende: un inconsciente informacional). Esto obliga a reconocer que las definiciones de *paleocórtex* y *neocórtex* que maneja Ortiz son definiciones propias y originales de la Teoría Sociobiológica Informacional (24,25). Como se muestra en D (ver Figura 2) Ortiz cuenta (conceptual, teóricamente) con una sistematización sociobiológico informacional del sistema vivo, y dentro de ella: del sistema nervioso humano en su totalidad.

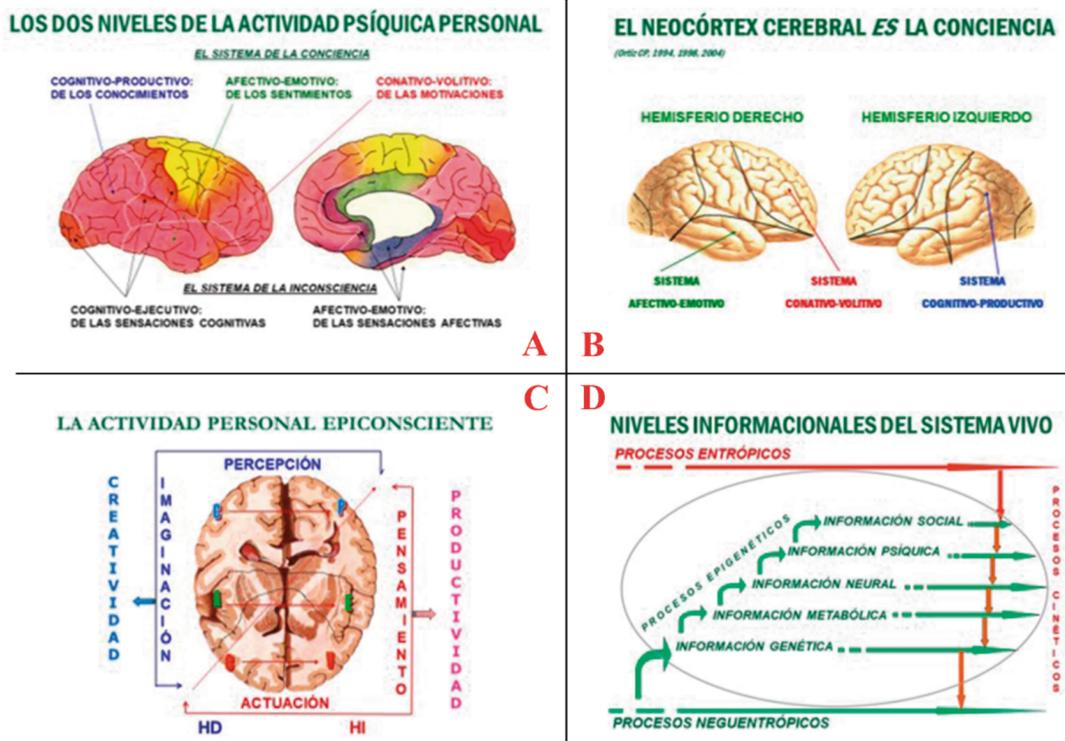


Figura 2. El cerebro desde la explicación sociobiológica informacional según Pedro Ortiz Cabanillas. Fuente: adaptado, Ortiz, 2021 (15)

CONCLUSIONES

Se han presentado dos modelos para explicar al cerebro humano: el enfoque clásico y el enfoque sociobiológico informacional, ambos pueden ser respuesta a la pregunta con la que iniciamos: ¿Qué neurociencia se va a enseñar cuando se enseña neurociencia, específicamente en relación con la explicación del cerebro humano? Sin afirmar inclinación hacia uno u otro, consideramos que es mayor menester el que todo espacio formativo de educación superior asuma la existencia de al menos dos formas de enseñar neurociencia, y así: brindando el *acceso universal* al conocimiento, sean los propios estudiantes quienes desarrollen el modelo que mejor responda a sus necesidades. Esto tiene tanto valor para una escuela de medicina humana como para una de psicología, sociales, ciencias o humanidades, dado que todos pueden ser articulados por la neurociencia (y su naturaleza genéticamente interdisciplinaria).

El enfoque clásico es, por demás, el modo oficial con que se enseña actualmente neurociencia (o cualquier disciplina que toque directamente al sistema nervioso en general y al cerebro humano en particular). El enfoque clásico consiste en diferenciar al cerebro en lóbulos, o en áreas, y en el curso de los últimos 50 años ha dado un salto sustancial sobre la base del desarrollo tecnológico que le ha permitido, sin más, pasar de explicar al cerebro sobre la base de modelos en el cadáver (lóbulos) a explicar al cerebro (pero aun sobre la base de las nociones cada- véricas) de una persona “viva” (áreas cerebrales neuropsicofuncionales). Más allá de los logros revelados en este campo de estudio, sin embargo, no hay consenso claro al momento de afirmar cuántas áreas hay en la corteza cerebral y menos cómo es que estas se organizan y se integran en una sola singularidad personal e individual.

El enfoque sociobiológico informacional, por otra parte, promueve una explicación del cerebro humano amparada en un marco epistémico propio de una aproximación sociobiológica de la teoría de la información. Según esta explicación, el cerebro humano se organiza en dos niveles, siendo el primer nivel propio de los mamíferos (el paleocórtex) y el segundo nivel singular de las personas (el neocórtex). Desde el enfoque sociobiológico informacional, el neocórtex es la conciencia, y la conciencia es todo lo que ha internalizado una persona en el curso de una vida en sociedad. Informacionalmente, la conciencia es el neocórtex. Particularmente, el estudiante interesado en la neurociencia sin un enfoque clínico, podría

estar en mejores condiciones de valorar la explicación sociobiológica informacional, ya que el enfoque clásico parece enfrascado en problemas inherentes imposibles de resolver (26,27). Sin embargo, la aplicación de estos dos modelos explicativos y, en particular, la evaluación en torno a la recepción y valoración de los mismos pasa por la realización de otras investigaciones (descriptivas, experimentales). Estas investigaciones deberán incorporar dentro de su planificación las ideas hasta aquí expuestas, ponderándolas y sometiénolas a juicio como corresponde a todo saber científico que se jacte de serlo. Finalmente, no ha sido el objetivo, en esta ocasión, el realizar una revisión sistemática de las formas explicativas del cerebro, o de los modos en los que, a lo largo del último siglo, se han sucedido los saberes en la llamada neurociencia; todo lo contrario, aquí se ha querido simplemente resaltar un punto que usualmente se pasa por alto, mostrando su presencia y extensión, es decir: su alcance, ya que la enseñanza de la neurociencia se encuentra actualmente de moda y cuenta con gran expectativa en (casi) todos los ámbitos de la educación superior. Justificamos así el sesgo al momento de seleccionar la bibliografía, primando publicaciones de modo global y general, que permitan resaltar la relevancia de un problema latente pero silenciado: *¿qué modelo explicativo del cerebro se va a enseñar cuando se enseña neurociencia?* Quizá, para muchos, la pregunta sea más básica aun a raíz de la lectura de estas líneas: ¿modelos explicativos del cerebro? Si hablamos del cadáver no, pero si hablamos de personas entonces, definitivamente, sí.

FINANCIACIÓN

Ninguna.

CONFLICTOS DE INTERÉS

Hans Contreras Pulache es responsable académico del legado académico de Pedro Ortiz Cabanillas (1933-2011), y fundador del “Centro de Documentación e Investigación Pedro Ortiz Cabanillas”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kandel E. In search of memory: The Emergence of a New Science of Mind. New York: W. W. Norton & Company; 2006.

2. Contreras-Pulache H, Espinoza-Lecca E, Moya-Salazar J. Aproximación biográfica a Pedro Ortiz Cabanillas (1933-2011) y su Teoría Sociobiológica Informativa en el contexto de la neurología científica peruana. *Int J Morphol*. 2019;37(4):1316-24. DOI 10.4067/S0717-95022019000401316.
3. Ortiz P. La explicación informativa. Obra breve 1984-2011. Lima: EDUNEURO; 2019.
4. Ortiz P. El Sistema de la Personalidad. 2da Ed. Lima: Fondo Editorial de la Universidad de Ciencias y Humanidades; 2016.
5. Herculano-Houzel S. The human brain in numbers: a linearly scaled-up primate brain. *Front Human Neuro*. 2009;3:31. DOI 10.3389/neuro.09.031.2009.
6. Netter F. *Atlas of Human Anatomy*. New York: Saunders; 2014.
7. Brodmann K, Garey L. *Brodmann's Localisation in the cerebral cortex*. New York: Springer; 2006.
8. Amunts K, Zilles K. Architectonic Mapping of the Human Brain beyond Brodmann. *Neuron*. 2015;88(6):1086-07. DOI 10.1016/j.neuron.2015.12.001.
9. Glasser M, Coalson TS, Robinson EC, Hacker CD, Harwell J, Yacoub E, et al. A multi-modal parcellation of human cerebral cortex. *Nature*. 2016;536(7615):171-8. DOI 10.1038/nature18933.
10. Fan L, Li H, Zhuo J, Zhang Y, Wang J, Chen L, et al. The Human Brainnetome Atlas: A New Brain Atlas Based on Connectional Architecture. *Cerebral Cortex*. 2016;26(8):3508-26. DOI 10.1093/cercor/bhw157.
11. Shannon C. A Mathematical Theory of Communication. *Bell Syst Tech J*. 1948;27:379-423.
12. Wiener N. *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine*. Cambridge: MIT press; 1948.
13. Ursul A, Semeniuk E. Aspectos filosóficos del concepto de información. *Rev. Ciencias Sociales (Moscú)*. 1978;4:215-21.
14. Contreras-Pulache H, Moya-Salazar J. In Memoriam: Pedro Ortiz Cabanillas (1933-2011). *Pan-American J Neurop*. 2019;13(2):187-8. DOI 10.7714/CNPS/13.2.702.
15. Ortiz P. Conferencias 2000-2010. Lima: Centro de Documentación e Investigación Pedro Ortiz Cabanillas; 2021.
16. Ortiz P. El Rol de las Neurociencias en la Explicación de la Actividad Psíquica. En: Ríos-Carrasco R, Zambrano M, Castillo-Durante A, y Gonzáez-Norris L. (Eds.), *Anales del VIII Congreso Nacional de Psiquiatría*. Lima: Asociación Psiquiátrica Peruana, 1984;8:180-6.
17. Ortiz P. Cuadernos de Psicobiología Social 1. Introducción a una Psicobiología del Hombre. Lima: Fondo Editorial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2004.
18. Zumaeta P. Glosario (mínimo) de psicobiología social informativa. En: Ortiz P (Eds.). *Neurociencia Clínica*. Lima: Fondo Editorial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2019.
19. Ortiz P. *Psicobiología Social (tomo 2)*. Lima: Fondo Editorial de la Universidad de Ciencias y Humanidades; 2017.
20. Ortiz P. *Psicobiología Social (tomo 3)*. Lima, Fondo Editorial de la Universidad de Ciencias y Humanidades; 2017.
21. Ortiz P. Cuadernos de Psicobiología Social 6. El nivel consciente de la actividad personal. Lima: Fondo Editorial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2004.
22. Fuster J. *The Neuroscience of Freedom And Creativity*. Massachusetts: Cambridge University Press; 2013.
23. Kurzweil R. *How to Create a Mind: The Secret of Human Thought Revealed*. New York: Viking Press; 2012.
24. Ortiz P. Introducción a la Medicina clínica 3. El examen neurológico integral. Lima: Fondo Editorial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 1999.
25. Ortiz P. Introducción a una Psicobiología del Hombre. 2da Ed. Lima: Fondo Editorial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2010.
26. Bennett M, Hacker P. *Philosophical Foundations of Neuroscience*. Nueva Jersey: Wiley-Blackwell; 2003.
27. Adolphs R. The unsolved problems of neuroscience. *Trends in Cognitive Sci*. 201519(4):173-5. DOI 10.1016/j.tics.2015.01.00.

