**Aportes Históricos de la Neurociencia Cognitiva y su emergencia en Chile**

**Josefina Larraín-Valenzuela.1\*a**

**Yessica Herrera G. 1b**

**Francisca Mardones D. 2c**

**Yerka Freire V. 1d**

**Leonie Kausel K. 1e**

**Francisco Aboitiz D.3f**

1Centro de Investigación en Complejidad Social, Neurocics, Facultad de Gobierno, Universidad del Desarrollo, Santiago, Chile.

2Escuela de Psicología, Universidad Diego Portales, Santiago, Chile.

3Laboratorio de Neurociencias Cognitivas, Departamento de Psiquiatría, Centro Interdisciplinario de Neurociencia, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

\*La correspondencia relativa a este artículo debe ser dirigida a correspondencia de: Josefina Larraín-Valenzuela., Dirección: Av. Las Condes 12641, Tercer piso, Las Condes, Santiago, Chile. Fuente de apoyo. Fuente de financiamiento: Beca Doctoral CONICYT Nº 21181127. E-mail [josefinalarrain@udd.cl](mailto:josefinalarrain@udd.cl). Cel: +5999694736. Código postal 7550000.

a PhD© en Psicología, Psicóloga, Fonoaudióloga, Post-títulada en Psicomotricidad.

b PhD© en Complejidad Social, Químico Farmacéutico, Maestría en Neuroetología.

c Estudiante de Psicología.

d PhD© en Complejidad Social, Magíster en Complejidad Social, Magíster en Física, Físico, Bachillerato en Física.

e PhD en Neurociencias, Bioquímica.

f PhD en Neurociencia, Post-doctorado en Neurociencias, Biólogo.

Información: Se adjuntan dos tablas y 2 figuras.

Cantidad de palabras excluyendo resúmenes: 3000

**Palabras Claves**

Neurociencias cognitivas, Historia de la neurociencia, neurocientíficos y redes de visualización.

**Keywords**

Cognitive neurosciences, History of neuroscience, neuroscientists and visualization networks.

**Resumen**

El contexto socio-histórico en el que emerge y se desarrolla la neurociencia cognitiva en Chile es de carácter internacional. Sin embargo, muy poco se ha escrito sobre los investigadores pioneros nacionales y las instituciones formales y canales de conocimiento que contribuyeron a la consolidación de este campo en Chile. Este artículo propone una revisión a partir de publicaciones científicas, artículos de revistas y entrevistas a neurocientíficos que han sido claves para el desarrollo de la neurociencia cognitiva en Chile. En particular, la revisión incorpora información sobre los diferentes investigadores chilenos, las universidades donde completaron sus estudios de doctorado y las instituciones donde se asentaron posteriormente. El objetivo de este artículo es describir la forma en que se ha difundido el conocimiento neurocientífico en Chile y dar reconocimiento a aquellos científicos que fueron pioneros en este campo de investigación. La información recuperada fue procesada a través de la reconstrucción de la red de interacciones entre neurocientíficos locales y extranjeros, así como sus universidades e instituciones de origen, que contribuyeron al desarrollo de la neurociencia cognitiva en Chile. Se elaboró ​​una representación visual de estas redes. Además, la formación académica de estos científicos en Chile y en el exterior se resume en un cuadro. Este análisis permite una comprensión más profunda del contexto socio-histórico en el que emerge la neurociencia cognitiva y propicia una perspectiva crítica de su desarrollo en Chile.

**Summary**

The socio-historical context in which cognitive neuroscience emerges and develops in Chile is of an international character. However, very little has been written about the national pioneer investigators and the formal institutions and channels of knowledge that contributed to the consolidation of this field in Chile. This article proposes a review based on scientific publications, magazine articles and interviews with neuroscientists that have been key to the development of cognitive neuroscience in Chile. In particular, the review incorporates information about the different Chilean investigators, the universities where they completed their doctoral studies, and the institutions where they settled afterwards. The objective of this article is to describe the way in which neuroscientific knowledge has been spread in Chile and to give recognition to those scientists who pioneered in this field of investigation. The information retrieved was processed through the reconstruction of the network of interactions between local and foreign neuroscientists, as well as their universities and institutions of origin, that contributed to the development of cognitive neuroscience in Chile. A visual representation of these networks was elaborated. In addition, these scientists’ academic training in Chile and abroad is summarized in a table. This analysis allows for a deeper comprehension of the socio-historical context in which cognitive neuroscience emerges, and encourages a critical perspective of its development in Chile.

**Introducción**

La neurociencia cognitiva es un campo de investigación científica interdisciplinaria que profundiza en los procesos neurales a la base del comportamiento1–3. En las últimas tres décadas han aumentado las técnicas de medición de la actividad cerebral no invasivas. Actualmente, la neurociencia comprende desde el estudio básico de la neurobiología del cerebro hasta el bienestar social de las personas1. Un ejemplo de cómo la neurociencia cognitiva aporta al ámbito diagnóstico clínico es a través de estudios sobre el neurodesarrollo4. Dada la relevancia del desarrollo de las neurociencias a nivel global, este artículo hace un recorrido socio-histórico del estudio del cerebro, en donde Chile ha tenido una activa participación que hasta la fecha no se ha descrito detalladamente.

La valoración de diversos investigadores que impulsaron este campo de estudio. Es por este motivo que este artículo busca promover el dialogo interdisciplinar con aportes socio-históricos vinculado al análisis de redes de interacción social. Además, identifica el flujo de conocimiento ligado al saber neurocientífico para comprender el cómo las formaciones impactan en la actualidad5.

**Materiales y métodos**

Se usó la metodología de recopilación de información con estudios descriptivos, artículos científicos y libros y material disponible en páginas web de las distintas universidades. Además, se incorporó información del documental “Montemar y Los Laberintos de la Memoria”6. Se realizó una entrevista en el año 2017 (Entrevista personal a Dr. Aboitiz sobre “La Historia de La Neurociencia en Chile” no publicada). Entre las bases de datos consultadas fueron PubMed, Google Scholar, SciELO (scielo.org) y Neurotree ([www.neurotree.org)](http://www.neurotree.org)) para identificar a los neurocientíficos.

Primero, se reconstruyó una la línea histórica de la evolución de las neurociencias cognitivas en el mundo, para considerar los hechos que desembocaron en los orígenes de esta disciplina en Chile. Esto se llevó a cabo mediante el uso palabras claves como *“neurociencias”, “neurociencias cognitivas”, “neurocientíficos chilenos”* e *“investigadores chilenos”,* en las fuentes de búsqueda mencionadas.

Segundo, se identificaron los nombres e instituciones académicas ligadas a la investigación neurocientífica en Chile. De esta manera, se vincularon los neurocientíficos nacionales con los internacionales, y sus universidades de formación doctoral[[1]](#footnote-1).

En ambas etapas se incorporó la neurofisiología como un campo que nutre a la neurociencia cognitiva, y se excluyeron las generaciones de neurocientíficos ulteriores al cambio de milenio. Las redes reconstruidas fueron procesadas con el paquete NetworkX para Python7.

**Resultados**

*Contexto socio-histórico internacional de las neurociencias y neurociencias cognitivas:*

La neurociencia es un área multidisciplinaria que aborda la estructura y función del sistema nervioso2. En 2015 Andrew Wickens publicó la historia del cerebro, donde explica los medios por los cuales el hombre ha tratado de comprender y estudiar el cerebro. Esto viene desde antiguas civilizaciones, incluyendo a muchos filósofos e investigadores8,9. A partir de este libro se profundizó sobre el contexto de la neurociencia internacional (Tabla Nº1).

En los dos últimos siglos se identificaron ciertos científicos que contribuyeron a la producción de conocimiento en este campo. Algunos son Franz Joseph Gall (1758-1828) y Johan Gaspar Spurzheim (1976-1832) con sus ideas del localizacionismo funcional contribuyeron a las neurociencias modernas 10,11.

Después se incorporaron investigaciones sobre la especialización funcional de las distintas regiones cerebrales y su sintomatología clínica (p.e. afasias) cuando existían lesiones cerebrales. Paul Broca (1824-1880) describió el “área de Broca”, encargada de la *producción* del lenguaje. Además, Karl Wernicke (1848-1904) definió que la *comprensión* del lenguaje corresponde al área 22 de Brodmann, denominada “área de Wernicke” 8,9.

Esto se complementó con los estudios de Eduard Hitzing (1838-1907) y Gustav Theodor Fritsch (1838-1927), quienes agregaron que las regiones del lenguaje se encontraban principalmente en el hemisferio izquierdo9. Además, describieron con estimulación eléctrica cerebral la organización somatotópica de la corteza motora del perro10,11. Asimismo, los aportes de Korbinian Brodmann presentaron un mapeo de la corteza cerebral en 1903, el cual es recordado hasta el día de hoy por posibles correlaciones entre estas áreas de la corteza con funciones cerebrales12. John Hughlings (1835-1911) estudió la epilepsia y la hemiplejía vinculada a las funciones sensoriales y motoras de la corteza cerebral, permitiendo comprender la sintomatología de pacientes clínicos10,13,14.

McCulloch y Pitts (1943) trabajaron sobre la construcción de herramientas computacionales para analizar el cerebro. Su “Mapeo” permitió organizar y analizar posibles funciones cerebrales15. Esto fue complementado con Wiener (1948), fundador de la cibernética, quien teorizó sobre las ciencias de la computación10, y Von Neumann (1958), porque afirmó que los sistemas computacionales eran similares al procesamiento cerebral, específicamente al funcionamiento neuronal16.

Carles Escera (2004) sostiene que la neurociencia cognitiva emerge a fines de los años setenta en Nueva York, USA, con Michel Gazzaniga y George Miller. Ellos plasmaron el concepto de “neurociencias cognitivas” dentro del Cornell Medical College (1976)10. En 1982, Posner y colaboradores publicaron un artículo denominado “Cognitive neuroscience: Developments towards a science of Synthesis” que aportó sobre los sustratos neuronales de operaciones mentales elementales a partir tareas complejas como las de Chase (1978) y Mehler, Walker y Garrett (1982)17.

Los investigadores contemporáneos, David Marr y Herbert Keith Nishihara, trabajaron en el sistema visual y sus representaciones cognitivas (1978)10,18. Ellos propusieron que la neurociencia cognitiva es la interfaz entre la neurociencia y la ciencia cognitiva10,19. Entre estos investigadores se encontraron: George Miller, David Premark, Susan Carey, Berkley, Alvin Liberman, Joseph LeDoux, Marta Kutas y Steven Hillyard10.

Las ideas de que partes del cerebro influyen en diferentes funciones mentales dio cabida al modelo Mesulam (1981) vinculado con el enfoque conexionista estructural y funcional neuronatómico20. Y, fue el modelo de Patricia Goldman-Rakic (1988), quien sostuvo que la región de la corteza dorsolateral prefrontal contribuye al proceso cognitivo de memoria de trabajo espacial21–23. Además, apareció el primer volumen de la revista Journal of Cognitive Neuroscience publicando el trabajo de Posner con su estudio del procesamiento del lenguaje en el cerebro a través de tomografía por emisión de positrones (PET)10,24.

Tras ese periodo, emergen neurocientíficos como Kosslyn (1988), quien realizó los análisis asociados a las imágenes construidas en el cerebro. Churcland y Sejnoswki (1988) fueron quienes vincularon la computación con la neurociencia cognitiva, representando patrones de actividad neuronal25–27. Ellos propusieron un sistema de coordenadas de espacio-tiempo claves para el desarrollo de tecnologías de medición25,26.

Luego, aparece el libro de Kandel, Schwartz y Jessell titulado “Neurociencia y conducta” (1997). Este estableció una panorámica general acerca de la anatomía y fisiología del cerebro hasta acción, emociones, aprendizaje y memoria10.

Posteriormente, otros dos investigadores que aportaron a las neurociencias cognitivas. El primero, Sternberg demostró que existen etapas de memoria y distintos tipos de actividad oscilatoria cerebral4,28. Y el segundo, Shepard estudió la correlación entre el cerebro y las funciones asociadas a operaciones lógicas10. Estos hallazgos se complementaron con los aportes de Joaquín Fuster (1973) que afirmaron que las funciones cognitivas no tienen una estructura independiente entre sí, en las cuales posiblemente subyacen redes neuronales superpuestas e interconectadas10,29.

La neurociencia cognitiva ha estudiado los mecanismos del funcionamiento cerebral como nunca antes, sobre todo gracias al desarrollo de tecnologías como la resonancia magnética funcional, magnetoencefalografía y electroencefalografía27,30. Cada vez más existe información sobre las bases neurales de funciones cognitivas como atención, percepción, memoria, conciencia, entre otros.

*Historia de las Neurociencias Cognitivas en Chile*

En el inicio del siglo XX se comienza la promoción de la ciencia en Chile con el aporte de Francisco Hoffman (1902-1981)[[2]](#footnote-2). Una vez titulado de médico en la Universidad de Chile, estudió fisiología en la Universidad de Londres con Archibald Vivian Hill, quien había recibido el premio Novel de Medicina en 1922[[3]](#footnote-3). Al regresar a Chile, creó el Instituto de Fisiología de la Universidad de Chile (1936) para desarrollar investigaciones experimentales. Este lugar de aprendizaje, favoreció la formación de futuros neurocientíficos. Es ahí donde, María Teresa Pinto-Hamuy comenzó su formación, profundizándola en el extranjero31. También, creó en 1958, el Laboratorio de Psicofisiología de la Universidad de Chile, lo que permitió el desarrollo de la neurociencia asociada a la conducta y al aprendizaje. Robles, Torrealba y Santos (2008) refieren que, ella recibió una beca por la Fundación Guggenheim (1961) para trabajar en la Universidad de Stanford, y fue una de las mujeres universitarias galardonadas con el premio Amanda Labarca (1990)31.

También, en la primera mitad del siglo XIX, emerge uno de los pioneros en la neurociencia en Chile llamado Joaquín Luco (1913-2002), quien, estudió medicina y, continuó sus estudios en la Universidad de Harvard (EEUU)32. Joaquín Luco se formó dentro del Laboratorio del fisiólogo Walter B. Cannon. Él enfocó sus estudió relacionados con el sistema nervioso y desarrolló experimentos asociados al aprendizaje y la memoria. Estas investigaciones fueron reconocidas por el Premio Nacional de Ciencias de Chile (1975)32.

Otro investigador fue Mario Luxoro (1926-2016), quien partió sus estudios de ingeniería civil y luego, volcó su interés hacia los procesos fisiológicos33. Obtuvo una beca de la Fundación Rockefeller que le permitió convertirse en uno de los primeros doctores chilenos graduados en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) en EEUU. Tras su regreso a Chile, la Universidad de Chile, a través de sus Laboratorios de fisiología en Santiago y Fisiología Celular de Montemar (Quinta Región), estudió la fisiología de las jibias del mar chileno. Luxoro trasladó sus estudios acerca de los impulsos eléctricos de los calamares a la jibia, dado que este vertebrado también, presenta axones gigantes33. A este Laboratorio de Montemar se incorporó el biofísico norteamericano Kenneth Cole y luego, a finales de los 60, se integraron científicos como Mitzy Canessa, Siegmud Fischer y Fernando Vargas34.

Más adelante se adhirió Eduardo Rojas, formado en la Universidad de Chicago en los EEUU, y junto al equipo de Montemar, lograron dejar huella tanto en el extranjero como en nuestro país6. Más adelante se unió Eduardo Rojas, formado en la Universidad de Chicago en los EEUU. Él fue profesor de Manuel Kukuljan, quien se doctoró en Ciencias Biomédicas (1994) y luego continuó sus estudios postdoctorales en el National Institute of Health (NIH) en EEUU.

Dentro de ese laboratorio emergen investigadores como Francisco Bezanilla, quien obtuvo el grado de Doctor Honoris Causa en la Universidad de Valparaíso y en la Universidad de Amberes, Bélgica; Ramón Latorre, quien en 2002 recibió el Premio Nacional de Ciencias Naturales por sus investigaciones sobre los canales iónicos de las membranas celulares; Cecilia Hidalgo, quien en 2006 fue reconocida con el Premio Nacional de Ciencias Naturales por su trabajo asociado a mecanismos moleculares en las neuronas, músculo esquelético y cardiaco. En conjunto, estos investigadores generaron un gran impacto a nivel internacional34.

Sin duda, el Laboratorio de Montemar impulsó a otros científicos chilenos. Uno de ellos fue Julio Vergara, quien realizó su formación doctoral en Ciencias Biológicas en la Universidad Católica y continuó sus estudios de posgrado en la Universidad de Duke y en el NIH. Fue nombrado profesor distinguido de fisiología en UCLA. También, Ana-María Lennon, bióloga chilena que estudió en la Universidad de Chile, realizó su formación doctoral en el Instituto Luis Pasteur en Francia y continuó sus estudios postdoctorales en la Universidad Harvard, EEUU. Ella creó el laboratorio de Investigación del Instituto Curie en Francia. Sus aportes en el conocimiento de la interacción entre la biología celular, inmunología y biofísica, le valió el Premio Nacional de Investigación en Francia (2018).

Un factor común de estos científicos fue su capacidad para vencer obstáculos histórico-naturales (e.j. Terremoto, dictadura militar, entre otros). Hidalgo sostiene que el Laboratorio de Montemar fue un lugar de aprendizaje que tenía rigurosidad, rico en camaradería y alta capacidad de crítica35. Esta contribución a la neurociencia se reconoció a través del premio Nacional de Ciencias 2000 a Mario Luxoro.

Dentro de la Universidad de Chile, se incorporó con sus estudios de neurobiología, Fernando Orrego (1933-2017), tras su formación en la Universidad de Rockefeller (1963-1965) con Fritz Lipmann (Premio Novel de Medicina, 1953)36,37.

En los años 50, emerge otra rama de la neurociencia, vinculada a las neurociencias cognitivas, con Humberto Maturana. En 1954, él cursó estudios de Anatomía y Neurofisiología en University College de Londres, Inglaterra, doctorándose en Biología en la Universidad de Harvard (EEUU) en 1958. Después trabajó como investigador en el MIT, regresando a Chile en 1960. Dentro de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile formó un laboratorio para reunir a científicos con distintas formaciones disciplinares. Humberto Maturana fue uno de los neurocientíficos más importantes de nuestro país. A su laboratorio, se incorporó en 1970 Francisco Varela, quien recientemente había cursado su doctorado en la Universidad de Harvard, con ideas revolucionarias y adelantadas para la época34. Desde ese entonces, el trabajo entre Maturana y Varela proliferó en fructíferas investigaciones a nivel internacional.

En 1973, tras el golpe militar, Francisco Varela se trasladó a Costa Rica y después a los Estados Unidos. Luego retornó por tres años a Chile y atrajo a más estudiantes al Laboratorio. Varela y Maturana en 1984 publicaron “El árbol de conocimiento: Las bases biológicas del entendimiento humano”38.

Un discípulo de ellos fue Jorge Mpodozis, biólogo y doctor en Ciencias Biológicas en la Universidad de Chile, quien publicó en conjunto con Humberto Maturana39. Y también, Juan Bacigalupo, biólogo (1975), quien se doctoró en la Universidad de Brandeis en Estados Unidos (1983).

Un año más tarde, Varela emigró al Centro Nacional de Investigaciones Científicas en el Laboratorio de Neurociencias Cognitivas e Imágenes Cerebrales (LENA) en París, Francia. También, estudió la influencia del budismo sobre el cerebro, sosteniendo una vinculación con el Dalai Lama. El año 2001, Francisco Varela en conjunto con Lachaux J., Rodríguez E. & Martinerie, J. publicaron parte de su trabajo en Nature Reviews Neuroscience con el título de *“The Brainweb: Phase Synchronization and Large-Sclale Integration”*, siendo uno de los artículos más leídos de ese año40. Un mes después de su publicación, fallece Varela, dejando un legado a las neurociencias cognitivas de nuestro país41.

Posteriormente, Humberto Maturana recibió el Premio Nacional de Ciencias en 1994, y continuó su trabajo dentro del Laboratorio hasta el año 2000, creando luego el Instituto de Formación Matríztica de la Universidad de Chile, el cual puso énfasis en los estudios entre biología y cultura.

La formación y producción académica del Laboratorio que liderado por la dupla Maturana-Varela dio cabida a estudiantes, quienes se destacaron por sus investigaciones de alto nivel y vinculaciones con el extranjero39. Algunos nombres de neurocientíficos inmersos en las neurociencias cognitivas fueron:

Juan Carlos Letelier, biólogo y doctor de la Universidad de New York (1983), quien tras su vuelta formó parte de la Universidad de Chile, generando docencia y numerosas publicaciones.; Gonzalo Marín, Biólogo e Investigador asociado de la Universidad de Chile.; Ximena Rojas, bióloga, doctora de la Universidad de New York (1990) quien luego regresó a la Universidad de Chile.; Vivian Budnik, bióloga y doctora en Biofísica de la Universidad de Brandeis, EEUU. Tras su formación se arraigó en el extranjero en la Universidad Médica de Massachusetts.; Michel Gho, biólogo, magister en ciencias (Universidad de Chile) y doctor en Neurociencias en la Universidad Pierre et Marie Curie (Francia). Luego, formó un laboratorio para el estudio celular en Francia.; Pedro Maldonado, biólogo y doctor de la Universidad de Pennsylvania, EEUU (1993), regresa a Chile como profesor titular del Programa de Fisiología y Biofísica de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile.; Alfredo Kirkwood, quien se doctoró en la Universidad de Brandéis (EEUU), y luego fue profesor de la Universidad John Hopkins en Estados Unidos.; John Ewer, biólogo y al igual que sus compañeros, realizó su formación doctoral en la Universidad de Brandeis (1991). Después, regresó al Centro Interdisciplinario de Neurociencia de Valparaíso. Y; finalmente, Francisco Aboitiz, biólogo, quien se doctoró en Neurociencia (1991) y post-doctorado (1992) en Neurociencias de la Universidad de California, EEUU, y tras su regreso fue parte del Laboratorio de la Universidad de Chile, y luego formó el Laboratorio de Neurociencias Cognitivas de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

*La transmisión del conocimiento neurocientífico en contexto chileno*

La red de conexiones entre los pioneros del conocimiento neurocientífico en Chile se incorporó a 71 investigadores, 37 chilenos y los demás de Estados Unidos, España, Francia e Inglaterra.

En esta red, cada nodo es un investigador y están unidos por un enlace si uno de ellos fue tutorado en sus estudios de postgrado (Figura 1). Además, se ven las conexiones de los investigadores que fueron más influyentes para el desarrollo de la neurociencia en Chile. Es interesante notar que se formaron dos grupos de investigadores, derivados por Humberto Maturana, y por Mario Luxoro.

Los enlaces en la red se hicieron en función de las tutorías de postgrado que recibieron los investigadores chilenos. Se plantea que la transmisión de conocimiento fluyó del investigador tutor al tutorado. Por ello, otra forma de visualizar la red es en función de la transferencia de información en dos distintos niveles. Primero, los extranjeros que transmitieron el conocimiento a investigadores chilenos en formación; y, segundo, los nacionales de Chile que transmitieron el conocimiento a otros chilenos (Figura 2).

Otro aspecto que se detectó es el contexto socio-académico en el que se formaron distintos neurocientíficos. Todos se encontraban inmersos en universidades prestigiosas integrados a círculos socio-económicos que les permitieron mejorar su posición social. Ellos fueron pioneros en las distintas universidades de arraigo (ver Tabla 2). El reconocimiento social42 de las universidades se convirtió en un agente de conocimiento para la difusión de ideas.

El lugar de las formaciones de los neurocientíficos fue vinculado al contexto socio-histórico de Estados Unidos y de Europa. Probablemente, en ese período Latinoamérica tenía un avance científico precario, y fueron estos neurocientíficos chilenos quienes realizaron innovaciones que permitieron el desarrollo de las neurociencias cognitivas en Chile.

**Conclusiones**

Este artículo realizó una revisión del desarrollo histórico de la neurociencia cognitiva en Chile a partir de la identificación de quienes se formaron en neurociencias y cual fue su producción científica. De los neurocientíficos actuales dependerá la transmisión de esta disciplina, y fomentar que este campo disciplinar sea más asequible para los estudiantes nacionales.

Finalmente, recordar la historia de la neurociencia y en especial, neurociencia cognitiva, con sus neurocientíficos chilenos por su invaluable aporte a la generación de conocimiento y gran rigurosidad de trabajo.

**Agradecimientos**

Tres instituciones permitieron la realización de este artículo. I. El Programa de Doctorado en Psicología de la Universidad Diego Portales, Santiago, Chile. ii. Centro de Investigación en Complejidad Social, Facultad de Gobierno, Universidad del Desarrollo, Santiago, Chile. <https://complejidadsocial.udd.cl/> iii. Beca de doctorado CONICYT Nº 21181127.

**References**

1. Gazzaniga MS, editor. The Cognitive Neurosciences. 4ta ed. Massachusetts, EE.UU.: The MIT Press; 2009.

2. Pereira A. What The Cognitive Neurosciences Mean To Me. Mens Sana Monogr. 2007; 5 (1): 1-7.

3. Redolar-Ripoll D. Neurociencia Cognitiva. 1ª ed. España: Editorial Médica Panamericana; 2015.

4. Larraín-Valenzuela J, Zamorano F, Soto-Icaza P, Carrasco X, Herrera C, Daiber F, et al. Theta and Alpha Oscillation Impairments in Autistic Spectrum Disorder Reflect Working Memory Deficit. Sci Rep. 2017; 7 (14328): 1-11. doi:10.1038/s41598-017-14744-8

5. Mejía M. Blanco, Carlos. Historia de la neurociencia: el conocimiento del cerebro y la mente desde una perspectiva interdisciplinar. Madrid: Biblioteca Nueva, 2014. 296 pp. Ideas y Valores. 2016; 65 (160): 266-277.

6. Argandoña G. Montemar Y Los Laberintos De La Memoria. Cábala Producciones; 2014.

7. NetworkX. Network Analysis in Python. https://networkx.org/

8. Wickens A. A History of the Brain: From Stone Age Surgery to Modern Neuroscience. Nueva York, EE. UU.: Psychology Press; 2015.

9. Méndez J. Bosquejo histórico de las neurociencias. Bun Syn. 2016; 2 (1): 6-15. Disponible en: http://www.bvs.hn/Honduras/SUN.THEPIXIE.NET/files/BUN\_SYN\_2007\_2(1)B.pdf

10. Escera C. Aproximación histórica y conceptual a la Neurociencia Cognitiva. Cognitiva. 2004; 16 (2): 1-21. Disponible en: <http://www.ub.edu/brainlab/docs/publicacions_pdf/Escera%20%282004a%29%20Cognitiva%20uncorrected%20proof.pdf>

11. Spota J. Vista de Aportes para el estudio de la frenología argentina en la segunda mitad del siglo XIX. Tabula Rasa. 2014; (20): 251-281. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\_arttext&pid=S1794-24892014000100011

12. Loukas M, Pennell C, Groat C, Tubbs RS, Cohen-gadol AA. Korbinian Brodmann (1868-1918) and His Contributions to Mapping the Cerebral Cortex. *Neurosurgery*. 2011;68(1):6-11. doi:10.1227/NEU.0b013e3181fc5cac

13. Palacios L. John Hughlings Jackson y su contribución al estudio de la epilepsia. Rev Cienc Salud. 2003; 1 (1): 93-96. Disponible en: http://www.scielo.org.co/pdf/recis/v1n1/v1n1a9.pdf

14. York GK, Steinberg DA. Hughlings Jackson’s neurological ideas. Brain. 2011; 134 (10): 3106-3113.

15. McCulloch W, Pitts WH. A Logical Calculus of the Ideas Inmanent in Nervous Activity. Bull Math Biophys. 1943; (5): 115-133.

16. Ulam S. John Von Neumann 1903-1957. Bull Amer Math Soc. 1958; 64(3): 1-49. Disponible en: https://www.ams.org/journals/bull/1958-64-03/S0002-9904-1958-10189-5/S0002-9904-1958-10189-5.pdf

17. Posner M, Pea R, Volpe B. Cognitive-Neuroscience: Developments Toward a Science of Synthesis. Cogn Sci. 1982:251-276.

18. Marr D, Nishihara HK. Representation and recognition of the spatial organization of three-dimensional shapes. Proc R Soc Lond B Biol Sci. 1978; 200 (1140): 269-294.

19. Gazzaniga MS, editor. Handbook of Cognitive Neuroscience. Nueva York, EE. UU.: Springer; 1984.

20. Rios-Lago M, Adrover-Roig D, de Noreña Martinez D, Rodríguez Sánchez J. *La Atención Cognitive*.; 2014. https://www.researchgate.net/publication/257268510

21. Silver JM, editor. Principles of Behavioral and Cognitive Neurology. 2a ed. Oxford University Press; 2000.

22. Goldman-Rakic PS. Topography of cognition: parallel distributed networks in primate association cortex. Annu Rev Neurosci. 1988; (11): 137-156.

23. Gumz A, Treese B, Marx C, Strauss B, Wendt H. Measuring verbal psychotherapeutic techniques-A systematic review of intervention characteristics and measures. Front Psychol. 2015; (6): 1-25. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4639607/

24. Posner MI, Petersen SE, Fox PT, Raichle ME. Localization of Cognitive Operations in the Human Brain. Science. 1988; 240 (4859): 1627-1631.

25. Kosslyn SM. Aspects of a cognitive neuroscience of mental imagery. Science. 1988; 240 (4859): 1621-1626.

26. Churchland PS, Sejnowski TJ. Perspectives on cognitive neuroscience. Science. 1988; 242 (4879): 741-745.

27. Parra-Bolaños N. Impacto de las técnicas de neuroimagen en las ciencias sociales. Rev Chil Neuropsicol. 2015; 10 (1): 31-37. Disponible en: https://www.redalyc.org/pdf/1793/179341106007.pdf

28. Sternberg S. Memory Scanning: New Findings and current controversies. Q J Exp Psychol. 1975; (27): 1-32. doi:10.1080/14640747508400459

29. Fuster J. Unit activity in prefrontal cortex during delayed-response performance: neuronal correlates of transient memory. Neurophysiol. 1973; 36 (1): 61-78.

30. Posner M, Raichle M. The neuroimaging of human brain function. Proc Natl Acad Sci. 1998; 95: 763-764. Disponible en: <https://www.pnas.org/content/pnas/95/3/763.full.pdf>

31. Robles L, Torrealba F, Santos M. A Tribute to Dr. Teresa Pinto-Hamuy. Biol Res. 2008; 41 (4). Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\_arttext&pid=S0716-97602008000400001

32. Inestrosa N. El aporte de Luco a la neurociencia chilena. Rev Ciencias Médicas. 2016; 32(1): 145-149. Disponible en: https://arsmedica.cl/index.php/MED/article/view/279/211

33. Bezanilla F. Influences: The Cell Physiology Laboratory in Montemar, Chile. J Gen Physiol. 2018; 150 (11): 1464-1468. Disponible en: https://rupress.org/jgp/article/150/11/1464/120639/Influences-The-Cell-Physiology-Laboratory-in

34. Bacigalupo J. Desarrollo de la Neurociencia en la Facultad de Ciencias. Rev An. 2015; (8): 85-93. Disponible en: <https://anales.uchile.cl/index.php/ANUC/article/view/37310/38861>

35. Hidalgo C. Una Conversación Con El Dr. Mario Luxoro Mariani. Biol Res. 2000; 33(2). Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\_arttext&pid=S0716-97602000000200002

36. Infante Caffi MT. Homenaje de la Sociedad Chilena de Derecho Internacional al Profesor Francisco Orrego Vicuña. Revista Tribuna Internacional. 2019; 8(15):1-5.

37. Vicuña, F. Falleció el destacado científico Dr. Fernando Orrego Vicuña – Sociedad Chilena de Neurociencia – Chilean Society for Neuroscience. [online] Socneurociencia.cl.; 2017. Disponible en: <https://socneurociencia.cl/2017/07/04/fallecio-el-destacado-cientifico-dr-fernando-orrego-vicuna/>. (Acceso 29 Septiembre 2021).

38. Maturana H, Varela F. El Árbol Del Conocimiento. 1ª ed. Editorial Universitaria. Santiago, Chile; 1984.

39. Letelier J, Marin G, Mpodozis J. The Biology of Cognition Laboratory of the Universidad de Chile (1960-2006). Biology of Cognition Lab History. https://biologyofcognition.wordpress.com/.; 2008.

40. Varela F, Lachaux JP, Rodríguez E, Martinerie J. The brainweb: Phase synchronization and large-scale integration. Nat Rev Neurosci. 2001; (2): 229-239.

41. Aboitiz F pdf. Synchrony, Consciousness and the " Hard Problem " of Neuroscience. *Revista Chilena de Neuro-Psiquiatria*. 2001; 39(4):1-6.

42. Plotkin M Ben, Ruperthuz M. Estimado Doctor Freud. (Edhasa, ed.). Buenos Aires; 2019.

1. Se consultaron páginas web de distintas universidades y revisaron los currículum vitae de los neurocientíficos para complementar su formación. Esta información no se agregó dentro de las referencias bibliográficas. [↑](#footnote-ref-1)
2. Página detallada la biografía del científico, sin autores. [↑](#footnote-ref-2)
3. Página detallada la biografía del científico, sin autores. [↑](#footnote-ref-3)