

Ciencias del comportamiento

Artículo de revisión

Psicología en el siglo XXI

Psychology in the 21st century

 **Fernando Cárdenas P.**

Laboratorio de Neurociencia y Comportamiento, Departamento de Psicología, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia

Artículo de posesión para admisión, como miembro correspondiente a la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Resumen

El enorme avance en el desarrollo científico-tecnológico característico de las últimas décadas ha ocasionado grandes cambios en el pensamiento cotidiano y en la aproximación a los problemas teóricos. El que más ha afectado a la Psicología es la posibilidad de explicar los procesos psicológicos en términos neurobiológicos. Ya desde el nacimiento mismo de la disciplina en 1864, con los trabajos de Paul Broca, según algunos, o en 1879, con la creación del primer laboratorio de Psicología por Wilhelm Wundt, según otros, hubo una tímida tendencia a la adopción de posiciones materialista-monistas para el estudio de los fenómenos psicológicos. Pero solo hasta hace relativamente poco se comenzaron a dar pasos certeros en esta dirección, pues no existían las herramientas tecnológicas, matemáticas e informáticas necesarias para la integración teórica de los datos obtenidos en la experimentación. En este escrito se hace inicialmente una breve contextualización del origen de la Psicología, intentando definir sus problemas principales y las metodologías propuestas en un comienzo y a continuación se ofrecen algunos ejemplos de la forma en que los desarrollos tecnológicos en neurociencia se han venido integrando al campo de la Psicología; por último, se plantea que el futuro de la disciplina parece estar construyéndose a partir de la inclusión de sus problemas, preguntas y metodologías en el marco de la neurociencia.

Palabras clave: Psicología; Psicobiología; Ciencia natural; Comportamiento; Neurociencia comportamental.

Abstract

The enormous progress in scientific and technological development characteristic of the last decades has brought about major changes in everyday thinking and in the approach to theoretical problems. One that has most affected psychology is the possibility of explaining psychological processes in neurobiological terms. From the very birth of psychology in 1864, with the work of Paul Broca, according to some, or in 1879, with the founding of the first Psychology laboratory by Wilhelm Wundt, according to others, there was a timid tendency to adopt a materialistic-monistic approach to the study of psychological phenomena. But it is only until recently that we have begun to advance in this direction because the technological, mathematical, and computer tools required for the theoretical integration of the data from experimentation were not yet available. Here I offer a brief contextualization of the origin of psychology seeking to define its main problems and the methodologies initially proposed. Then, I give some examples of the integration of technological developments in neuroscience with knowledge in psychology, and finally, based on this integration I explain how the future of the discipline would develop from the insertion of its problems, questions, and methodologies within the framework of neuroscience.

Keywords: Psychology; Psychobiology; Natural sciences; Behavior; Behavioral neuroscience.

Citación: Cárdenas P. F. Psicología en el siglo XXI. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 45(176):651-665, julio-septiembre de 2021. doi: <https://doi.org/10.18257/raccefn.1432>

Editor: Rubén Ardila

Correspondencia:

Fernando Cárdenas P.;
lucarden@uniandes.edu.co

Recibido: 13 de marzo de 2021

Aceptado: 3 de julio de 2021

Publicado: 17 de septiembre de 2021



Este artículo está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

A todos los forjadores de las bases de la Psicología científica

Introducción

El 2020 será recordado como uno de los años en que fue necesario afrontar los más grandes cambios sociales, políticos, ideológicos y económicos, cuya incidencia en el ámbito personal, las rutinas diarias, la percepción del propio lugar en el contexto social, y el cuestionamiento de la propia valía, ha sido mayúscula. Todo esto, aunado indiscutiblemente al sentimiento general de peligro de contagio, se ha traducido en el aumento de casos de estrés, ansiedad y depresión.

Dicha situación ha dejado en evidencia la falta de un conocimiento claro sobre los mecanismos cerebrales que median en procesos que van desde la percepción de las situaciones externas hasta los cambios neuroquímicos responsables de los estados emocionales de ansiedad, desasosiego, pérdida de la sensación de control, depresión, etc.

Naturalmente, el vacío en la explicación de tales fenómenos no se debe a falta de conocimientos sobre el funcionamiento nervioso, pues es mucho lo que hoy sabemos de la actividad cerebral, ni tampoco a falencias en la descripción de los procesos psicológicos implicados, sino, al parecer, y principalmente, a la ausencia de esfuerzos para integrar decidida y explícitamente los campos de la neurociencia y la Psicología. Desafortunadamente, esta falta de interés es más evidente entre los profesionales de la Psicología, ya que aún hoy hay quienes temen que su campo y objeto de estudio se diluyan en el conocimiento de la neurociencia y declaran abiertamente que la neurociencia y la Psicología son dos disciplinas diferentes, separadas y sin marcos comunes.

Un breve viaje por la historia de la Psicología es suficiente para ilustrar los dos puntos centrales que guían este artículo: primero, que la Psicología hace parte integral del pensamiento humano en todas las épocas y, por lo tanto, los intentos de explicación de los fenómenos que le son propios siempre han estado en consonancia con el momento histórico, y, segundo, que su campo de estudio y su problemática deben abordarse enteramente desde la lógica de las ciencias naturales, porque, en principio, somos organismos biológicos, regidos por las leyes aplicables a otras especies, con muchas de las cuales compartimos los principios anatómicos y fisiológicos básicos. Incluso aspectos que antaño considerábamos “exclusivamente humanos”, como la consciencia, la moral, la ética, el sentido de justicia, la cooperación o la autopercepción, se han podido evidenciar ya en muchas otras especies (de Waal, 2021, 2019; Webb, *et al.*, 2017; Buttelmann, *et al.*, 2017; Krupenye, *et al.*, 2016; León & Cardenas, 2011).

En este sentido, cabe mencionar que el estudio de los problemas clásicos de la Psicología a la luz de la teoría de la evolución, tanto en sus versiones darwinistas iniciales como en los actuales desarrollos en genética molecular y epigenética, permite una visión más amplia, compleja y realista. Para acceder a un panorama completo sobre la forma en que la teoría evolucionista influyó en la Psicología, se recomienda la lectura de “Darwin y la Psicología” publicado por Ardila (1977). Como lo menciona Papini (2011), una de los grandes aportes de las ideas de Darwin a la Psicología fue la posibilidad de contemplar el comportamiento humano desde una perspectiva evolutiva y como parte de un *continuum* filogenético.

En este marco, el objetivo del artículo no fue hacer una revisión de la historia de la Psicología científica, para lo cual el lector interesado puede consultar el artículo de Ardila (2007), sino ofrecer una breve contextualización de los inicios del pensamiento científico en Psicología para comprender mejor ese pasado desde el cual sea dable proyectar un posible futuro.

El origen de la psicología como disciplina

Diversos autores han situado el origen de la Psicología en dos posibles momentos: el que la mayoría de la comunidad académica acepta lo remonta a 1879, cuando Wilhelm Wundt funda el primer laboratorio de Psicología experimental en la Universidad de

Leipzig (Alemania). El trabajo de Wundt no fue un esfuerzo aislado, ya que se basó en el de otros importantes pensadores: su maestro Hermann von Helmholtz, médico con profundo interés en la fisiología; Gustav Theodor Fechner, médico con interés en la física y los aspectos psicológicos que situaba el ámbito psicológico en igualdad de condiciones que el físico, y Ernst Heinrich Weber, también médico, interesado en la medición de los umbrales perceptuales, quien contribuyó significativamente a la cuantificación de la percepción. Fechner y Weber también son considerados, por separado, como iniciadores de la Psicología (**Marx & Hillix, 1980**).

Quizá la mayor contribución de Wundt fue rescatar los fenómenos psicológicos del seno de la filosofía y de la religión, al que habían sido relegados por influencia del pensamiento cartesiano y de la iglesia católica (**Beltrán, 2009**). La idea fundamental de Wundt era proponer la Psicología como la ciencia de la mente, la cual debía estudiarse con base en la metodología científica, lejos de la metafísica (**Caparrós, 1976**). Así abrió la puerta a la medición y la cuantificación de los fenómenos psicológicos, alejándolos de las explicaciones por interpretación personal o por autoridad (**Fierro, 1982**) y permitiéndoles, de esta forma, su entrada a la ciencia. La gran expansión del pensamiento de Wundt ayudó a la creación de muchos laboratorios alrededor del mundo, promoviendo un gran interés en la visión experimental y científica de los fenómenos psicológicos.

Para algunos otros autores el momento de inicio de la Psicología, específicamente de la neuropsicología, se sitúa quince años antes de la fundación de aquel laboratorio, es decir en 1864, con la presentación de un caso de afasia expresiva (el famoso caso del paciente Luis Víctor Leborgne, más conocido como “Tan”) que hizo Paul Broca ante la Sociedad de Antropología de París (**Domansky, 2013**). El trabajo de Broca tuvo un impacto inmenso, pues constituyó la primera evidencia clara del asiento cerebral de una función tan característicamente humana como el lenguaje, dirimiendo así la pugna, en auge en aquel momento, entre localizacionistas y holistas (**Ardila & Rosselli, 2019; López, 2015**), dos posiciones casi irreconciliables sobre la forma de funcionamiento del cerebro.

Para los localizacionistas, encabezados por el alemán Franz Joseph Gall, el cerebro se organizaba a partir de múltiples estructuras corticales, cada una de ellas con su propia función, de forma que cada una de las actividades mentales podía ser relacionada con alguna estructura cortical particular (**Kolb & Whishaw, 2017**). Se recordará que una de las posiciones extremas de este localizacionismo fue la ampliamente desacreditada frenología, propuesta por el mismo Gall y por Johann Spurzheim (**Arias, 2018**), según la cual las prominencias en el cráneo se correlacionarían con aspectos específicos de la personalidad. Este punto de vista, coherente con la idea de una mente anclada a un cerebro, era visto con mucho escepticismo por algunos círculos filosóficos y religiosos, pues atentaba directamente contra la supuesta naturaleza “divina” de la mente (**Finger, 2000**). La evidencia actual muestra que por lo menos tres de los supuestos teóricos de la frenología (y por extensión, del localizacionismo) han demostrado su veracidad: 1) la mente (y el comportamiento) son productos de la actividad funcional del cerebro; 2) es posible rastrear la localización de funciones particulares en regiones específicas de la corteza cerebral, y 3) el cerebro no funciona como una masa desordenada, lo cual se desprende del anterior. Al respecto resulta interesante mencionar que, incluso hoy, hay quienes expresan el miedo de reducir la mente a la función cerebral y llegan a catalogar los estudios de neuroimagen funcional como una “neofrenología”, indicando con ello el rechazo abierto a la posibilidad del reduccionismo materialista de la mente a la función cerebral (**Cohen, 1996**).

Por su parte, los holistas, encabezados por el francés Pierre Flourens, declaraban que las funciones mentales correspondían en realidad a una acción global del cerebro, idea que anticipó el concepto de la “acción en masa” propuesto por Karl Lashley casi un siglo después, en 1929 (**López, 2011**). Es interesante señalar que estos dos conceptos surgieron a partir de equivocaciones metodológicas.

En el caso del holismo de Flourens, la selección de sus sujetos experimentales (palomas y conejos, en su mayoría), fue totalmente inadecuada, pues la ausencia de una corteza cerebral extensa y verdaderamente definida necesariamente imposibilitaba el hallazgo

de pruebas sustanciales en contra del localizacionismo. Además, resulta plausible que su trabajo, encomendado en 1822 directamente por Napoleón Bonaparte, estuviera dirigido específicamente a invalidar y desvirtuar la obra de Gall, a quien el emperador veía como un alemán peligroso para la cultura francesa (**Finger, 2000**).

En el caso de Lashley, la hipótesis de la acción en masa surgió como resultado de su fracaso en la búsqueda del engrama, es decir, de la ubicación de la memoria. Hoy en día es claro que tal fracaso se debió a que el método usado por Lashley – al igual que el de Flourens – carecía de toda precisión y lógica teórica. De hecho, estudios actuales con técnicas de mucha mayor precisión, como la optogenética combinada con la electrofisiología profunda, han permitido encontrar huellas mnémicas (engramas) con detalle (**Miry, et al., 2021; Iwasaki & Ikegaya, 2021; Yamamoto, et al., 2021; Sweis, et al., 2020; Park, et al., 2016**).

Así como sucedió con el pensamiento de Wundt, el trabajo de Broca también dio lugar a un sinnúmero de otras investigaciones que apoyaron la idea del estudio científico de los fenómenos psicológicos y su ubicación cerebral. Aproximadamente por la misma época se gestaba en Rusia un movimiento teórico que también concebía los fenómenos psicológicos como potencialmente explicables desde la ciencia. Se trataba de la escuela reflexológica rusa, de la cual los trabajos de Ivan Pavlov fueron los de mayor repercusión en el desarrollo de la Psicología de inicios y mediados del siglo XX.

Uno de los más influyentes gestores de esta visión reflexológica fue Ivan Mijailovich Sechenov, médico fisiólogo interesado especialmente en la función cerebral, quien fuera, al igual que Wundt, discípulo de Hermann von Helmholtz y, además, de Johannes Müller y de Emile DuBoi-Reymond. Sechenov, quien tuvo contacto cercano con los laboratorios de Psicología en Leipzig, ha sido considerado el fundador de la Psicología materialista en Rusia (**Frolov, 1980**). Fue autor del texto *Los reflejos del cerebro*, cuya lectura se recomienda, no sólo por tratarse de un texto clásico, sino también porque en sus páginas se pueden encontrar ideas “inspiradoras” que recogen mucho de su pensamiento acerca del funcionamiento cerebral como base del comportamiento animal, incluido el humano (**Sechenov, 1972**). Su pensamiento giraba en torno a la idea de que la Psicología podía ser una ciencia objetiva sólo si el psicólogo que la estudiaba era también un fisiólogo. Las ideas de Sechenov encontraron eco en el pensamiento de Vladimir Mijailovich Bechterev y de Ivan Pavlov.

El médico neurólogo Vladimir Bechterev, con su gran interés en la Psicología objetiva, fue uno de los hitos más importantes en estas etapas iniciales de la disciplina, y llegó a conclusiones similares a las de Ivan Pavlov, cuyo aporte al surgimiento de la Psicología es casi innecesario recordar, pues fue la base misma de la inclusión de la reflexología en la explicación del comportamiento (**Pavlov, 1927**), lo que influyó enormemente en la Psicología del siglo XX.

Así fue desarrollándose la Psicología objetiva, o Psicología científica, según algunos, en busca de una explicación del comportamiento humano apoyándose en la comprensión del comportamiento de otros animales, por un lado y, por el otro, en el estudio del funcionamiento cerebral.

La integración

Los inicios del 2020 también serán recordados tristemente por la pérdida de una gran figura en el campo de la filosofía: Mario Bunge, filósofo y físico argentino, reconocido por ser uno de los principales proponentes del realismo científico (**Vargas, 2018**) y por su preocupación constante en torno al muy famoso “problema mente-cerebro”. En 1987 Mario Bunge y Rubén Ardila escribieron un libro, *Filosofía de la Psicología*, de inmenso valor para los estudiosos de los fundamentos filosóficos (ontológicos, gnoseológicos o epistemológicos) de la Psicología y, en general, para cualquier persona interesada en la disciplina. Según los autores, tres momentos históricos caracterizan el crecimiento de la Psicología desde su estado inicial (inmaduro), denominado “protocientífico”, hasta su estado adulto, o “científico”. El estado protocientífico se caracterizó por teorías de tipo

mentalistas, siendo la principal de ellas el enfoque psicodinámico, en tanto que el estadio científico se entiende como el predominio del enfoque psicobiológico. Se define también un momento intermedio, al que denominan “precientífico”, caracterizado por el enfoque conductista extremo de mediados y finales del siglo pasado (**Bunge & Ardila, 1987**).

La esperada integración entre Psicología y fisiología, pensada y propuesta desde el momento mismo del inicio de la Psicología, ha tardado un poco más de cien años en llegar, pues no solo estuvo supeditada al avance del conocimiento científico sobre el funcionamiento cerebral y al desarrollo tecnológico que permitiese la creación de metodologías de investigación adecuadas, sino que, además, como ya se mencionó, se vio frenada por algunos reductos del pensamiento anticientífico que han permanecido impermeables al avance de la neurociencia y han impedido el progreso hacia nuevas formas de pensamiento.

A continuación, se presentan algunos pocos ejemplos de cómo se está dando esta integración del conocimiento neurocientífico a las explicaciones de la Psicología. Cada ejemplo va acompañado de una referencia bibliográfica que podrá consultarse para profundizar un poco más en los detalles particulares.

La atención

El tránsito del concepto de atención desde su concepción inicial como un proceso voluntario o deliberado (ya presente en las aproximaciones de Wundt o de William James) hasta la aproximación actual que la considera como un proceso de integración funcional entre diversos circuitos corticales y subcorticales, permite comprender claramente cómo el avance en el conocimiento de los mecanismos neurofisiológicos nutrió paulatinamente las posiciones teóricas y permitió planteamientos más complejos en los que la descripción fue reemplazada por la explicación.

De esta forma, atributos inicialmente descritos bajo una perspectiva más acorde con la metodología del “consenso entre evaluadores”, tales como las características atencionales de intencionalidad, focalización, concentración o flexibilidad (**Rivas, 2008**), o la descripción de diversos tipos de atención como la simple alerta, la atención selectiva, y la atención alternante, dividida o sostenida (**Ríos-Lago, et al., 2007; Schneider & Schiffrin, 1977**), hoy se explican a partir del estudio de la conectividad entre circuitos cerebrales que involucran diversas regiones, las cuales funcionan coordinadamente gracias a sistemas de base como la formación reticular y algunos osciladores talámicos (**Chandler, et al., 2014; Posner, et al., 1992; Mesulam, 1990**).

A partir de este tipo de explicación, el manejo terapéutico de las diversas enfermedades que minan el flujo atencional es ahora más eficiente. Entre tales aproximaciones se cuentan las farmacológicas (por ejemplo, para el control de los déficits atencionales con o sin hiperactividad) y las puramente comportamentales, en las que se combinan varios procedimientos orientados a facilitar el funcionamiento articulado de diversas esferas. Las técnicas de respiración, relajación, expresividad corporal y desarrollo de habilidades psicomotrices, que inicialmente podrían parecer no explícitamente relacionadas con la atención, hoy en día se utilizan ampliamente y su efectividad se relaciona con la inducción de actividad en diversos componentes de los circuitos afectados (**Hogdson, et al., 2014; Díez & Soutullo, 2013; García-Campayo, 2013**).

La memoria

El caso de la memoria ofrece las mejores evidencias para comprender cómo los avances en el conocimiento neurobiológico incidieron sobre conceptos tradicionalmente estudiados desde otras perspectivas. Asimismo, es un claro ejemplo de la forma en que gran parte de la Psicología del siglo XX explícitamente excluyó de su propio marco de referencia teórico el conocimiento neurobiológico, enfoque conocido como “cajanegrismo” (de “caja negra”).

Las concepciones iniciales de la memoria en el campo de la Psicología ya reconocían la presencia de la memoria de corto plazo y la remota, o memorias primaria y secundaria, según la clasificación de **William James** (1890/2007). Hermann Ebbinghaus, discípulo

de Wundt, se interesó mucho en el estudio de la memoria a través de sus conocidas investigaciones con sílabas sin sentido (**Boring**, 1950). Con base en sus observaciones en los inicios del siglo XX, Ebbinghaus concluyó que la práctica era una condición asociada al mejoramiento del recuerdo, es decir, el tránsito de la memoria desde el corto hasta el largo plazo, y que había un patrón temporal en la pérdida de los recuerdos (curvas de olvido). Estos conceptos, enunciados simplemente como descripciones de los procesos observados, adquirieron en las últimas décadas del siglo XX su explicación molecular gracias a los trabajos de muchos grupos de investigación, inspirados casi todos en la monumental obra de Eric Kandel, de quien se recomienda especialmente la lectura de su libro autobiográfico, publicado en el 2006 y traducido al español en el 2007, en el cual resume gran parte de su obra y presenta una visión contextual de muchos de sus descubrimientos.

Así, términos como “práctica” u “olvido” pudieron traducirse como “plasticidad sináptica” o “depresión a largo plazo” y su manejo se hace actualmente utilizando técnicas tales como la manipulación neuroquímica o la modificación genética (**Tan, et al.**, 2020; **Tang, et al.**, 1999).

Otra confluencia muy importante proviene de la unión entre el conocimiento clínico y el investigativo. En este sentido, la obra de Brenda Milner constituye un ejemplo exitoso de integración. Durante mucho tiempo su trabajo giró en torno al análisis del caso clínico del paciente Henry Molaison, mejor conocido como el caso HM, quizá el más estudiado y mejor documentado de todos los tiempos (**Annese, et al.**, 2014). En 1953 HM fue sometido a una hipocampectomía bilateral para el tratamiento de una epilepsia grave que lo aquejaba. Después de la cirugía presentó una amnesia anterógrada total, es decir, sus recuerdos anteriores a la cirugía se mantuvieron casi inalterados, pero le fue imposible almacenar nuevos recuerdos de sus acciones desde entonces y hasta su muerte. Sin embargo, los análisis detallados de su memoria evidenciaron que algunos tipos particulares de recuerdos sí se almacenaban, pese a que él no recordaba haberlos adquirido. Estos recuerdos se relacionaban con sus habilidades o destrezas, es decir, aquellos que no estaban ligados a su propia historia consciente. Los descubrimientos de Brenda Milner, junto con los de otros muchos investigadores, evidenciaron que la memoria es mucho más que la simple capacidad de recordar información. Así, a partir de la simple diferenciación entre la memoria primaria y la secundaria, hoy tenemos una constelación de tipos, clases y formas diferentes de memoria (emocional, sensorial, de trabajo, funcional, espacial, declarativa, semántica, episódica, procedimental, del receptor, visoespacial, fonológica, etc.) y cada una de ellas corresponde a cierto tipo de actividad en diferentes regiones cerebrales (**Kandel**, 2006; **Robertson**, 2002; **Thompson & Kim**, 1996).

Igualmente importante es el gran papel que en esta búsqueda de las bases neuronales de la memoria tuvo el estudio en animales no humanos (incluso en moluscos y gusanos), que permitieron extender la frontera del conocimiento a un nivel de profundidad y precisión nunca alcanzado.

En cuanto al estudio de la formación de los recuerdos (creación de engramas), uno de los grandes momentos de la historia se registró en el 2013, cuando Sosumu Tonegawa reportó la creación de una falsa memoria emocional en ratas (**Liu, et al.**, 2014; **Ramírez, et al.**, 2013). Utilizando activación celular selectiva por optogenética, Tonegawa demostró que es posible crear memoria de eventos que nunca sucedieron, lo que abre una ventana inmensa para el manejo terapéutico de un sinnúmero de situaciones. Es claro que, como suele suceder en estos casos (**Cárdenas & Corredor**, 2018), ciertas consideraciones éticas no permiten aún una aplicación amplia y abierta de estos conocimientos.

Es evidente, entonces, cómo el conocimiento de uno de los procesos psicológicos básicos se ha ido complejizando con la inclusión de nuevos descubrimientos, lo que ha producido cambios dramáticos en su comprensión, abriendo la puerta a posibilidades terapéuticas impensables años atrás.

Consciencia y cognición

Indudablemente, el pensamiento y la consciencia son dos de los temas que por excelencia han definido el área de estudio de la Psicología. Desde hace mucho tiempo la mente se ha concebido como la parte “espiritual” del ser humano, intangible y en contacto con realidades supranaturales. Por ello resultaba imposible, no ya ponerla en igualdad de condiciones con los demás objetos del universo, sino siquiera intentarlo, pues si había alguna forma de conocer esa mente, ésta pertenecía al ámbito de la filosofía o de la religión. Naturalmente, desde esta perspectiva los argumentos se fincaban en la autoridad y el dogma y se aceptaban como verdades incuestionables.

En ese contexto, la posibilidad de llevar la mente al laboratorio resultaba revolucionaria y peligrosa. Por ello fue tan difícil para la naciente Psicología de finales del siglo XIX abrirse paso a través de este cerco filosófico y religioso. En un escenario tal, claramente era más sencillo para la fisiología o para la medicina lograr avances más veloces, libres como estaban del freno de las ideologías dogmáticas con las que debió lidiar tradicionalmente la Psicología.

La integración entre los dos mundos, ya perfilada desde la presentación del caso de Leborgne, fue adquiriendo forma y nutriéndose de una constelación de evidencias provenientes principalmente de la neuroimagenología, traspasando las fronteras del lenguaje y llegando a terrenos como el de la adopción de decisiones (Camerer & Mobbs, 2017; Ramakrishnan & Murthy, 2013), los estilos cognoscitivos (Hao, *et al.*, 2014; Miller, *et al.*, 2012), la ejecución de tareas mentales (Nishimura, *et al.*, 2020), sentimientos como el amor (Zeki, 2007), el odio (Zeki & Romaya, 2008) o el remordimiento (Duan, *et al.*, 2020; Takahashi, *et al.*, 2004), aspectos como la religiosidad o espiritualidad (Dobrakowski, *et al.*, 2020; Bouso, *et al.*, 2015), la empatía (Weisz & Zaki, 2018; Bernhardt & Singer, 2012), la imaginación (Fulford, *et al.*, 2018), la ética y la moral (Eslinger, *et al.*, 2009; Moll, *et al.*, 2002), y la autoconsciencia (Lou, *et al.*, 2017; Hameroff, 2001).

Entre los descubrimientos más importantes que han fortalecido la integración de la neurociencia y la Psicología pueden mencionarse los estudios de algunos síndromes neuropsicológicos que sitúan de forma clara los procesos psicológicos en determinadas regiones cerebrales.

Los qualia

Dos de los síndromes neuropsicológicos más característicamente relacionados con la percepción subjetiva del mundo, la acromatognosia (pérdida del reconocimiento del color sin alterar su percepción) y la acromatopsia (pérdida de la percepción del color), cuestionan profundamente el concepto de *qualia* (plural de *quale*), tradicionalmente usado en la filosofía como ejemplo de la subjetividad de la consciencia, de la imposibilidad de estudiar los fenómenos perceptuales y de la imposibilidad de llevar lo subjetivo al escrutinio reductivo y profundo del materialismo fisicalista (Dennet, 1988/1991). En este sentido, los experimentos realizados por David Hubel y Torsten Wiesel en 1959 (por los cuales obtuvieron el premio Nobel en 1981), sobre la percepción visual en el córtex visual de los gatos (Hubel & Wiesel, 2004/2012, 2012), y la propuesta de Vernon Mountcastle sobre la organización cortical modular de la corteza cerebral (Mountcastle, 1997), abrieron una línea de trabajo de mucha relevancia y grandes implicaciones. Una de las más notables era la posibilidad de extrapolar esta organización modular de los sistemas perceptuales a los sistemas cognitivos. Este cambio en la forma de comprender los fenómenos perceptuales llevó el problema de los *qualia* un paso más allá: generar percepciones en ausencia de objeto significa inducir deliberadamente *qualia*, diríamos, inducir subjetividad de forma controlada. Esto representó el inicio de la expulsión de los *qualia* del terreno de lo inherentemente íntimo de la subjetividad, idea que está en la base de muchos estudios de neurociencia en los que se ha demostrado la posibilidad de inducir no solo percepciones sino, incluso, aprendizajes en ausencia de la experiencia (Nicolelis, 2014; Pais-Vieira, *et al.*, 2013).

La consciencia inconsciente

La percepción visual se define como el proceso por medio del cual tomamos consciencia de nuestro alrededor y generamos comportamientos acordes y adecuados. En este sentido, el fenómeno del *blindsight*, o visión ciega, es decir, la pérdida de la percepción visual consciente por lesión (o remoción) de la corteza visual primaria, resulta de gran interés. En esta condición el paciente presenta ausencia de visión, es decir, su percepción subjetiva es que está ciego. Sin embargo, existen remanentes muy importantes de visión, a tal punto que es capaz de desplazarse sin problemas por un recinto en el que han sido colocados varios objetos en el piso, esquivándolos. La persona incluso puede alzar el brazo para atrapar en el aire algún objeto que le es lanzado, subir una escalera y realizar otras acciones que requieren de la percepción visual (**Tamietto, et al., 2010**). Cuando se le pregunta al paciente – inconsciente de que es capaz de hacer estas cosas – acerca de cómo las hizo, arguye que son golpes de suerte, pues se sabe ciego e incapaz de responder visualmente. Estas evidencias obligaron a modificar la manera en que definimos la percepción, a tal grado que hoy se plantea la existencia de diversos tipos de percepción en varios niveles (medular, mesencefálica, diencefálica o subcortical, etc.), de manera que se han allegado nuevos datos al problema de la génesis cerebral de la consciencia (**Weiskrantz, 1995**).

La personalidad

Otro ejemplo de cómo el conocimiento en neurobiología desplazó viejas explicaciones sobre la autoconsciencia, es el estudio del denominado “síndrome prefrontal”, asociado a la lesión de las regiones anteriores del lóbulo frontal.

El estudio de pacientes con lesiones en dichas regiones cerebrales permitió ver que funciones y atributos tales como el autocontrol, el monitoreo del comportamiento propio, el libre albedrío, la autodeterminación, la volición, la adopción de decisiones, la anticipación, la planeación, la introyección de normas de comportamiento social y, en últimas, el concepto de “personalidad”, están localizados en esa estrecha región cerebral (**Adrián-Ventura, et al., 2019; Hiser & Koenigs, 2018; Ardila, et al., 1982**). La lesión de esta región deja a la persona, diríamos, “vacía de sí misma” pero conservando sus habilidades de lenguaje, pensamiento matemático, inteligencia, percepción corporal, visión, audición, etc. Es casi como si se le retirase solamente la parte de humanidad que la define. De hecho, es común que pacientes con este síndrome se presenten como personas sin normas y con comportamientos divergentes con respecto a lo socialmente esperado (**Anderson, et al., 2020**).

Aplicaciones de este conocimiento llevaron al uso de la tristemente célebre técnica desarrollada por el portugués Egas Moniz, la lobotomía prefrontal o leucotomía (**Marshall & Magoun, 1998**). La lobotomía prefrontal se conoce con el nombre de “psicocirugía” por tratarse, justamente, de una forma quirúrgica de amputar parte del universo psicológico de la persona. Entre las psicocirugías figura también la cingulectomía – igualmente prohibida hoy en día en muchos países –, que fuera utilizada ampliamente y de forma exitosa en el control de algunas alteraciones del comportamiento como, por ejemplo, las conductas delinuenciales asociadas con la adicción a drogas (**Brotis, et al., 2009**).

El libre albedrío

Desde los albores de la humanidad, la capacidad de ejercer la propia libertad interna para decidir es uno de los aspectos que mejor ha definido lo que se considera humano. La volición se ha considerado siempre como el atributo más importante de la mente y en ella se fundan conceptos de gran complejidad como la libertad humana, la libre decisión y el libre pensamiento. Por esta razón, no es de extrañar que uno de los temas que ha despertado mayor interés en la integración entre neurociencia y Psicología haya sido justamente el libre albedrío. Benjamin Libet demostró en un famoso experimento que el momento en que una persona toma consciencia de la decisión de llevar a cabo una acción es posterior al inicio de tal acción. Sus resultados (replicados, enriquecidos y criticados por muchos otros

investigadores) indican que la consciencia de la persona *es informada* de que ya se inició la acción y tal información es asumida como el momento de la toma de la decisión (Libet, 2002; Libet, *et al.*, 1983).

La actividad cerebral anterior a la misma percepción de la persona es conocida como potenciales de aprestamiento (*readiness potential*) o potenciales de preparación (Parés-Pujolràs, *et al.*, 2019) y puede detectarse hasta con dos segundos de anticipación (Alexander, *et al.*, 2016). Por obvias razones el experimento de Libet ha sido muy cuestionado, llegando a imputársele posibles fallas metodológicas (Breitmeyer, 2002). Muchos autores sugieren que se trata de resultados no concluyentes, pues podrían ser interpretados de múltiples formas (Crick, 1995). Es comprensible que un experimento que cuestione la esencia misma de la libertad de decisión reciba tantos cuestionamientos, pues sus implicaciones son de gran repercusión. Esta línea de estudio permanece activa y resulta muy interesante ver su desarrollo y su impacto sobre los conceptos de voluntad y libre decisión.

La ética y la moral

Por último, vale la pena mencionar investigaciones que se han centrado en otro de los aspectos cruciales de la definición de lo humano: los valores éticos y morales. Lejos del ámbito teológico y teosófico, y ubicados en una posición sin contaminantes ideológicos, se ha demostrado el origen cerebral de tales valores y, por lo tanto, su posible modulación. En este sentido, quizás las evidencias más claras se encuentran en los excelentes trabajos de Rebeca Saxe, en los cuales se ha demostrado que es posible inducir cambios en los conceptos éticos y morales por medio de la estimulación magnética transcraneal (Young, *et al.*, 2010).

Vale la pena mencionar, asimismo, los reportes de Antonio Damasio y su esposa Hanna Damasio, en los que se investiga la organización cerebral de la ética y de la moral a través del estudio de casos de pacientes con lesiones en las regiones frontales mediales y basales (Damasio, 2007; Anderson, *et al.*, 1999). Igualmente dignos de mención son los trabajos de Zaira Cattaneo y su grupo, en los cuales se han inducido cambios en la valoración estética de objetos y su relación con los juicios morales mediante la estimulación magnética transcraneal (Cattaneo, 2020; Ferrari, *et al.*, 2017). Así pues, la modificación de los juicios éticos es quizá el ejemplo más claro de las inmensas posibilidades de las técnicas de estimulación cerebral y, por consiguiente, ha despertado innumerables críticas y comentarios, dadas las implicaciones éticas que conlleva la modificación de tales valores.

¿Qué le depara el siglo XXI a la psicología?

Como queda dicho, el tránsito de la explicación de los procesos psicológicos desde lo filosófico y lo religioso al ámbito de la ciencia natural tardó al menos un siglo en empezar a tomar cuerpo. Desde el nacimiento de la Psicología se fue asomando (muy tímidamente) la idea de que lo psicológico no solo podría, sino que debía ser estudiado a la luz de la ciencia. En ese paso de la Psicología protocientífica a la científica (Bunge & Ardila, 1987), innumerables líneas de investigación se fueron abriendo paso al interior de la disciplina. Todas ellas fueron paulatinamente asimilando elementos de la neuroimagen, la electrofisiología, la neuropsiquiatría o la neuropsicología, y dando lugar a nuevas teorías e hipótesis de trabajo que enmarcan explícitamente el mundo mental dentro del terreno de la neurociencia.

La evidencia alcanzada hasta este momento en el estudio del cerebro muestra claramente el error conceptual de las posiciones que rechazaron la reflexología y el carácter innato del comportamiento en pro de la dialéctica hombre-sociedad, desconociendo los factores biológicos determinantes del comportamiento (por ejemplo, aquellas fundamentadas en la propuesta de inicios del siglo XX por Lev Vigotsky, que alimentó gran parte de la Psicología social de finales del siglo XX y comienzos del XXI). Asimismo, se hace evidente que las posiciones que optaron por seguir el concepto de “caja negra” mencionado atrás, hubieran podido tener una vida más larga y acorde con el devenir teórico si se hubiera buscado la construcción de una posición integradora de los conocimientos provenientes de otras disciplinas sobre esta “caja negra”.

Hoy en día es indiscutible que el diálogo permanente entre el hombre y su entorno social es en todo similar a la forma en que se da cualquier otro proceso, pues lo realiza el mismo cerebro mediante los mismos procesos fisiológicos. De hecho, la neurociencia social, de la cual John Cacioppo fue uno de los principales proponentes y desarrolladores, ofrece un amplio y preciso contexto neurocientífico a los fenómenos sociales (Cacioppo, *et al.*, 2002).

Dado este panorama, es casi imposible que actualmente, o en el futuro, el estudio científico de cualquier proceso psicológico pueda pensarse desde un marco diferente al psicobiológico (neurocientífico), so pena de caer en la descripción en lugar de la explicación de los fenómenos.

Haciendo una analogía de la propuesta de Jean Piaget durante la XII Conferencia de la UNESCO, en la que abogó por borrar las distinciones entre lo psicológico y lo social, ya que, según su argumentación, los fenómenos sociales dependen claramente de los fenómenos humanos, podemos ahora abogar por borrar las distinciones entre lo psicológico y lo fisiológico, pues tal distinción es insostenible a la luz del conocimiento actual. Todos los fenómenos humanos son resultado de procesos cerebrales y, por tal motivo, pueden ser abordados explicativamente y de forma objetiva con las herramientas que le son propias a las ciencias naturales.

En las últimas tres décadas del siglo XX fue notoria la tendencia a construir y apoyar las hipótesis y afirmaciones sobre los procesos psicológicos en la evidencia obtenida con diversas técnicas como la tomografía axial computarizada, la electroencefalografía digital, los potenciales evocados o relacionados a eventos, la resonancia magnética, la resonancia magnética funcional, las tomografías por emisión de positrones o de fotones, la magnetoencefalografía, la espectroscopía por emisiones cercanas al infrarrojo, y otras. La utilización de estas técnicas ha permitido acercarse más a la tan añorada objetividad en la medición de las funciones psicológicas y contribuye cada vez más a resolver preguntas centrales de la Psicología que, en realidad, reflejan la curiosidad del ser humano: *¿dónde queda la mente?*; *¿puede la consciencia permanecer tras la muerte del cerebro?*; *¿es posible la consciencia extrabiológica?*; *¿por qué la consciencia del sueño es diferente de la consciencia durante la vigilia?*, y muchas más.

El avance tecnológico continúa, por lo tanto, es apenas natural prever que, cada vez más, se dispondrá de mejores herramientas para analizar con mayor precisión espacio-temporal los procesos psicológicos, con lo cual se seguirá acumulando el conocimiento sobre la unicidad de mente y cerebro.

La normal tendencia de los eventos permite avizorar el desarrollo de la Psicología en lo que resta del siglo XXI y, claramente, en los siglos por venir. Incluso si en el futuro deja de llamarse Psicología, la disciplina descansará sobre la aplicación de nuevas técnicas que hoy se encuentran en su fase experimental, como el ultrasonido focalizado de alta intensidad, el ultrasonido funcional (cuya utilización en la creación de interfaces cerebro-máquina será inconmensurable), el desarrollo de nanocomponentes (nanobots, nanopartículas de polímeros para la modificación neuroquímica precisa, nanofarmacología, etc.), la optogenética, la edición genética (por repeticiones palindrómicas cortas agrupadas y regularmente interespaciadas o CRISPR), el implante o la supresión de recuerdos o constelaciones de conocimientos por estimulación cerebral profunda, la transformación de la actividad electroencefalográfica en información visual, el uso de la inteligencia artificial para el diagnóstico y la toma de decisiones terapéuticas, la potenciación de la memoria, tanto en pacientes aquejados de alteraciones como en personas normales que deseen aumentar sus capacidades mnémicas, mediante microestimulación eléctrica profunda dirigida, así como la transmisión a distancia de imágenes mentales, y otras muchas aplicaciones. Cada una de estas técnicas abre infinidad de posibilidades de utilización práctica y de redefinición teórica, cuya discusión excede claramente el alcance del presente artículo, razón por la cual solo se enuncian.

El advenimiento de estas técnicas y de muchas más que aún están en la fase exploratoria hará que el papel del psicólogo sea cada vez más complejo y llegue a muchas esferas de la sociedad, sobre todo la educación para el desarrollo de una sociedad mejor preparada

para el día a día. Posiblemente uno de los roles que habrá de cumplir el psicólogo del siglo XXI gire alrededor de la necesidad de equilibrar el conocimiento popular con la realidad científica y tecnológica, pues esta distancia es una de las mayores causas de atraso y desadaptación personal, y está en la base de la baja productividad de las sociedades y del mantenimiento de estructuras sociales que han probado su ineficacia sobradamente.

En este sentido, la característica más notoria es que la integración deberá darse no solo en el nivel de la construcción teórica sino, principalmente, en el de la formación interdisciplinaria del propio psicólogo y de sus grupos de trabajo. Con el desvanecimiento de los límites entre las disciplinas, se logrará un conocimiento científico mucho más real, preciso, amplio y fidedigno, sobre el cual será relativamente seguro construir las nuevas concepciones del hombre como entidad natural y de su lugar en el cosmos.

Quizá este cambio de perspectiva ya iniciado lleve a que el concepto actual de la humanidad acerca de sí misma se modifique y nos permita tomar consciencia de nuestro papel como otra más de las especies animales del ecosistema, para que así podamos superar el peligroso momento en que nos encontramos y escapemos a la extinción que nos amenaza.

Conflicto de intereses

El autor declara que no tiene conflicto de intereses en relación con este artículo.

Referencias

- Adrián-Ventura, J., Costumero, V., Parcet, M. A., Ávila, C.** (2019). Linking personality and brain anatomy: a structural MRI approach to Reinforcement Sensitivity Theory. *Social, Cognitive and Affective Neuroscience*. **14** (3): 329-338. Doi: 10.1093/scan/ns011
- Alexander, P., Schlegel, A., Sinnott-Armstrong, W., Roskies, A. L., Wheatley, T., Tse, P. U.** (2016). Readiness potentials driven by non-motoric processes. *Consciousness and Cognition*. **39**: 38-47. Doi: 10.1016/j.concog.2015.11.011
- Anderson, S. W., Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D., Damasio, A. R.** (1999). Impairment of social and moral behavior related to early damage in human prefrontal cortex. *Nature Neuroscience*. **2** (11): 1032-1037. Doi: 10.1038/14833
- Anderson, S. W., Damasio, H., Tranel, D., Damasio, A. R.** (2000). Long-term sequelae of prefrontal cortex damage acquired in early childhood. *Developmental Neuropsychology*. **18** (3): 281-296. Doi: 10.1207/S15326942Anderson
- Annese, J., Schenker-Ahmed, N., Bartsch, H., Maechler, P., Sheh, C., Thomas, N., Kayano, J., Ghatan, A., Bresler, N., Frosh, M. P., Klaming, R., Corkin, S.** (2014). Postmortem examination of patient H.M.'s brain based on histological sectioning and digital 3D reconstruction. *Nature Communications*. **5**: 3122. Doi: 10.1038/ncomms4122
- Ardila, A. & Rosselli, M.** (2019). *Neuropsicología clínica. Manual Moderno*. México. pp. 2-6.
- Ardila A., Moreno, C., Gempeler, J.** (1982). Síndrome prefrontal y asimetría cerebral. *Neurología en Colombia*. **6**: 53-58.
- Ardila, R.** (1977). Darwin y la psicología. En Ardila, R. *Investigaciones psicológicas* (pp. 147-161). Bogotá: Siglo XXI Editores.
- Ardila, R.** (2007). Psicología en el contexto de las ciencias naturales, comportamiento y evolución. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. **31** (120): 395-403
- Arias, G. & Walter, L.** (2018). La frenología y sus implicancias: un poco de historia sobre un tema olvidado. *Revista Chilena de Neuro-psiquiatría*. **56** (1): 36-45. Doi: 10.4067/s0717-92272018000100036
- Beltrán, C.** (2009). Desde el nacimiento de la neuropsicología hasta la obra de A. R. Luria. *MedUNAB*. **12** (3): 113-115
- Bernhardt, B. C. & Singer, T.** (2012). The neural basis of empathy. *Annual Review of Neuroscience*. **35**: 1-23. Doi: 10.1146/annurev-neuro-062111-150536
- Boring, E.G.** (1950). *Historia de la psicología experimental*. México: Trillas. pp. 386-392.
- Bouso, J. C., Palhano-Fontes, F., Rodríguez-Fornells, A., Ribeiro, S., Sanches, R., Crippa, J. A., Hallak, J. E., de Araujo, D. B., Riba, J.** (2015). Long-term use of psychedelic drugs is associated with differences in brain structure and personality in humans. *European Neuropsychopharmacology: The Journal of the European College of Neuropsychopharmacology*. **25** (4): 483-492. Doi: 10.1016/j.euroneuro.2015.01.008

- Breitmeyer, B. G.** (2002). In support of Pockett's critique of Libet's studies of the time course of consciousness. *Consciousness and Cognition*. **11** (2): 280-307. Doi: 10.1006/ccog.2002.0555
- Brotis, A. G., Kapsalaki, E. Z., Paterakis, K., Smith, J. R., Fountas, K. N.** (2009). Historic evolution of open cingulotomy and stereotactic cingulotomy in the management of medically intractable psychiatric disorders, pain and drug addiction. *Stereotactic and Functional Neurosurgery*. **87** (5): 271-291. Doi: 10.1159/000226669
- Bunge, M. & Ardila, R.** (1987). *Philosophy of psychology*. New York: Springer. Caps. 3, 5, 6 y 7.
- Buttelmann, D., Buttelmann, F., Carpenter, M., Call, J., Tomasello, M.** (2017). Great apes distinguish true from false beliefs in an interactive helping task. *PloS one*. **12** (4): e0173793. Doi: 10.1371/journal.pone.0173793
- Cacioppo, J., Bernston, G., Taylor, S., Schacter, D.** (2002). *Foundations in social neuroscience*. New York: Bradford.
- Camerer, C. & Mobbs, D.** (2017). Differences in behavior and brain activity during hypothetical and real choices. *Trends in Cognitive Sciences*. **21** (1): 46-56. Doi: 10.1016/j.tics.2016.11.001
- Caparrós, A.** (1976). *Historia de la psicología*. Vol. 1. Barcelona: Circulo Editor Universo. p.22.
- Cárdenas, F. P. & Corredor, K.** (2018, 12 de diciembre). ¿Modificar o no modificar genéticamente un organismo? *El Espectador*. Fecha de consulta: 6 de mayo de 2021. Recuperado de: <https://www.elespectador.com/noticias/ciencia/modificar-o-no-modificar-geneticamente-un-organismo-articulo-828739>
- Cattaneo, Z.** (2020). Neural correlates of visual aesthetic appreciation: insights from non-invasive brain stimulation. *Experimental Brain Research*. **238** (1): 1-16. Doi: 10.1007/s00221-019-05685-x
- Chandler, D. J., Waterhouse B. D., Gao, W. J.** (2014). New perspectives on catecholaminergic regulation of executive circuits: evidence for independent modulation of prefrontal functions by midbrain dopaminergic and noradrenergic neurons. *Frontiers in Neural Circuits*. **8** (53): 8-53. Doi: 10.3389/fncir.2014.0005
- Cohen, M. S.** (1996). Functional MRI: A Phrenology for the 1990's? *Journal of Magnetic Resonance Imaging*. **6**: 273-274.
- Crick, F.** (1995). *Astonishing hypothesis: the scientific search for the soul*. New York: Simon and Schuster. p. 228.
- Damasio, A.** (2007). Neuroscience and ethics: Intersections. *The American Journal of Bioethics: AJOB*. **7** (1): 3-7. Doi: 10.1080/15265160601063910
- de Waal, F.** (2019). Fish, mirrors, and a gradualist perspective on self-awareness. *PLoS Biology*. **17** (2): e3000112. Doi: 10.1371/journal.pbio.3000112
- de Waal, F.** (2021). How animals do business. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*. **376** (1819): 20190663. Doi: 10.1098/rstb.2019.0663
- Dennett, D. C.** (1988). Quining qualia. En Marcel, A., & Bisiach, E. (eds.). *Consciousness in modern science*. New York: Oxford University Press. pp. 381-414.
- Dennett, D. C.** (1991). *Consciousness explained*. Boston: Little, Brown and Company.
- Díez, A. & Soutullo, C.** (2013). Tratamiento no farmacológico del trastorno por déficit de atención e hiperactividad. En Rodríguez Hernández P. J. *TDAH en Pediatría*. Madrid: Science Communications. pp. 101-115.
- Dobrakowski, P., Blaszkiewicz, M., Skalski, S.** (2020). Changes in the electrical activity of the brain in the alpha and theta bands during prayer and meditation. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. **17** (24): 9567. Doi: 10.3390/ijerph17249567
- Domanski, C. W.** (2013). Mysterious "Monsieur Leborgne": The mystery of the famous patient in the history of neuropsychology is explained. *Journal of the History of the Neurosciences*. **22** (1): 47-52. Doi: 10.1080/0964704X.2012.667528
- Duan, L., Feng, Q., Xu, P.** (2020). Using functional near-infrared spectroscopy to assess brain activation evoked by guilt and shame. *Frontiers in Human Neuroscience*. **14**: 197. Doi: 10.3389/fnhum.2020.00197
- Eslinger, P. J., Robinson-Long, M., Realmuto, J., Moll, J., de Oliveira-Souza, R., Tovar-Moll, F., Wang, J., Yang, Q. X.** (2009). Developmental frontal lobe imaging in moral judgment: Arthur Benton's enduring influence 60 years later. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*. **31** (2): 158-169. Doi: 10.1080/13803390802298064
- Ferrari, C., Nadal, M., Schiavi, S., Vecchi, T., Cela-Conde, C. J., Cattaneo, Z.** (2017). The dorsomedial prefrontal cortex mediates the interaction between moral and aesthetic valuation: a TMS study on the beauty-is-good stereotype. *Social Cognitive and Affective Neurosciences*. **12** (5): 707-717. Doi: 10.1093/scan/nsx002 PMID: 28158864 PMCID: PMC5460046

- Fierro, A.** (1982): La explicación en psicología. *Estudios de Psicología*. **12**: 107-127.
- Finger, S.** (2000). *Minds behind the brain*. New York: Oxford University Press. pp. 119-137.
- Frolov, I. T.** (1980). *Diccionario de filosofía*. (4 edición). Moscú: Editorial Progreso.
- Fulford, J., Milton, F., Salas, D., Smith, A., Simler, A., Winlove, C., Zeman, A.** (2018). The neural correlates of visual imagery vividness - An fMRI study and literature review. *Cortex; A Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior*. **105**: 26-40. Doi: 10.1016/j.cortex.2017.09.014
- García-Campayo, J., Santed, M. A., Cerdán, C., Díez, A.** (2007). Tratamiento del trastorno por déficit de atención. *Atención Primaria*. **39** (12): 671-674.
- Hameroff S.** (2001). Consciousness, the brain, and spacetime geometry. *Annals of the New York Academy of Sciences*. **929**: 74-104. Doi: 10.1111/j.1749-6632.2001.tb05709.x
- Hao, X., Wang, K., Li, W., Yang, W., Wei, D., Qiu, J., Zhang, Q.** (2013). Individual differences in brain structure and resting brain function underlie cognitive styles: Evidence from the Embedded Figures Test. *PloS one*. **8** (12): e78089. Doi: 10.1371/journal.pone.0078089
- Hiser, J. & Koenigs, M.** (2018). The multifaceted role of the ventromedial prefrontal cortex in emotion, decision making, social cognition, and psychopathology. *Biological Psychiatry*. **83** (8): 638-647. Doi: 10.1016/j.biopsych.2017.10.030
- Hodgson, K., Hutchinson, A. D., Denson, L.** (2014). Nonpharmacological treatments for ADHD: A meta-analytic review. *Journal of Attention Disorders*. **18**: 275-82.
- Hubel, D. & Wiesel, T.** (2004/2012) *Brain and visual perception: The story of a 25-year collaboration*. New York: Oxford University Press. pp.659-704.
- Hubel, D. & Wiesel, T.** (2012). David Hubel and Torsten Wiesel. *Neuron*. **75** (2): 182-184. Doi: 10.1016/j.neuron.2012.07.002
- Iwasaki, S. & Ikegaya, Y.** (2021). Contextual fear memory retrieval is vulnerable to hippocampal noise. *Cerebral Cortex*. **31** (2): 785-794. Doi: 10.1093/cercor/bhaa257
- James, W.** (1890/2007). *Principles of psychology*. Cambridge, MA: Harvard University Press. pp. 402-458.
- Kandel E. R.** (2006). In search of memory: The emergency of a new science of mind. London: Norton. pp. 116-130.
- Kolb, B. & Whishaw, I.** (2017). *Neuropsicología humana*. (Edición 7.) Madrid: Editorial Médica Panamericana. pp. 10-17.
- Krupenye, C., Kano, F., Hirata, S., Call, J., Tomasello, M.** (2016). Great apes anticipate that other individuals will act according to false beliefs. *Science*. **354** (6308): 110-114. Doi: 10.1126/science.aaf8110
- Landreth, A. & Richardson, R. C.** (2004). Localization and the new phrenology: A review on William Uttal's *The New Phrenology*. *Philosophical Psychology*. **17** (1): 107-123. Doi: 10.1080/0951508042000202417
- León, L. A. & Cárdenas, F. P.** (2011). Encefalización y procesos humanos. En Gutiérrez, G. & Papini, M. R. (Eds.). *Darwin y las ciencias del comportamiento* (pp. 415-430). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia y Colegio Colombiano de Psicólogos.
- Libet, B.** (2002). The timing of mental events: Libet's experimental findings and their implications. *Consciousness and Cognition*. **11** (2): 291-333. Doi: 10.1006/ccog.2002.0568
- Libet, B., Curtis, A., Gleason, E., Wright, W., Dennis, K. P.** (1983). Time of conscious intention to act in relation to onset of cerebral activity (readiness potential): The unconscious initiation of a freely voluntary act. *Brain*. **106** (3): 623-642. Doi: 10.1093/brain/106.3.623
- Liu, X., Ramirez, S., Tonegawa, S.** (2014). Inception of a false memory by optogenetic manipulation of a hippocampal memory engram. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. **369** (1633): 20130142. Doi: 10.1098/rstb.2013.0142
- López, M.** (2011). Memoria de trabajo y aprendizaje: aportes de la neuropsicología. *Cuadernos de Neuropsicología/Panamerican Journal of Neuropsychology*. **5** (1): 25-47. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=439642487003>
- López, N.** (2015). Ejes de discusión entre holistas y localizacionistas. *Revista de Psicología*. **5** (2): 69-79
- Lou, H. C., Changeux, J. P., Rosenstand, A.** (2017). Towards a cognitive neuroscience of self-awareness. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. **83**: 765-773. Doi: 10.1016/j.neubiorev.2016.04.004
- Marshall, L. H. & Magoun, H. W.** (1998). *Discoveries in the human brain: Neuroscience, prehistory, brain structure, and function*. New Jersey: Humana Press.

- Marx, M. & Hillix, W.** (1980). *Teorías y sistemas psicológicos contemporáneos*. Buenos Aires: Paidós. pp. 77-100.
- Mesulam, M. M.** (1990). Large-scale neurocognitive networks and distributed processing for attention, language and memory. *Annals of Neurology*. **28**: 597-613.
- Miller, M. B., Donovan, C. L., Bennett, C. M., Aminoff, E. M., Mayer, R. E.** (2012). Individual differences in cognitive style and strategy predict similarities in the patterns of brain activity between individuals. *NeuroImage*. **59** (1): 83-93. Doi: 10.1016/j.neuroimage.2011.05.060
- Miry, O., Li, J., Chen, L.** (2021). The quest for the hippocampal memory engram: From theories to experimental evidence. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*. **14**: 632019. Doi: 10.3389/fnbeh.2020.632019
- Moll, J., de Oliveira-Souza, R., Bramati, I. E., Grafman, J.** (2002). Functional networks in emotional moral and nonmoral social judgments. *NeuroImage*. **16** (3 Pt 1): 696-703. Doi: 10.1006/nimg.2002.1118
- Mountcastle V. B.** (1997). The columnar organization of the neocortex. *Brain: A Journal of Neurology*. **120** (pt 4): 701-722. Doi: 10.1093/brain/120.4.701
- Nicolelis, M. A.** (2014). Brain-to-brain interfaces: When reality meets science fiction. *Cerebrum: the Dana forum on brain science*. **13**: 1-14.
- Nishimura, K., Aoki, T., Inagawa, M., Tobinaga, Y., Iwaki, S.** (2020). Mental rotation ability and spontaneous brain activity: a magnetoencephalography study. *Neuroreport*. **31** (13): 999-1005. Doi: 10.1097/WNR.0000000000001511
- Pais-Vieira, M., Lebedev, M., Kunicki, C., Wang, J., Nicolelis, M. A.** (2013). A brain-to-brain interface for real-time sharing of sensorimotor information. *Scientific reports*. **3**: 1319. Doi: 10.1038/srep01319
- Papini, M. R.** (2011). Continuidad (y discontinuidad) mental (y neural). En Gutiérrez, G. & Papini, M. R. (Eds.). *Darwin y las ciencias del comportamiento* (pp. 99-114). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia y Colegio Colombiano de Psicólogos.
- Parés-Pujolràs, E., Kim, Y. W., Im, C. H., Haggard, P.** (2019). Latent awareness: Early conscious access to motor preparation processes is linked to the readiness potential. *NeuroImage*. **202**: 116140. Doi: 10.1016/j.neuroimage.2019.116140
- Park, S., Kramer, E. E., Mercaldo, V., Rashid, A. J., Insel, N., Frankland, P. W., Josselyn, S. A.** (2016). Neuronal allocation to a hippocampal engram. *Neuropsychopharmacology: Official Publication of the American College of Neuropsychopharmacology*. **41** (13): 2987-2993. Doi: 10.1038/npp.2016.73
- Pavlov, I. P.** (1927). *Conditioned reflexes: An investigation of the physiological activity of the cerebral cortex*. London: Oxford University Press.
- Posner M. I. & Petersen S. E.** (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*. **13**: 25-42.
- Ramakrishnan, A. & Murthy, A.** (2013). Brain mechanisms controlling decision making and motor planning. *Progress in Brain Research*. **202**: 321-345. Doi: 10.1016/B978-0-444-62604-2.00017-4
- Ramírez, S., Liu, X., Lin, P. A., Suh, J., Pignatelli, M., Redondo, R. L., Tonegawa, S.** (2013). Creating a false memory in the hippocampus. *Science*. **341** (6144): 387-391. Doi: 10.1126/science.1239073
- Ríos-Lago, M., Muñoz-Céspedes, J. M., Paúl-Lapedriza, N.** (2007). Alteraciones de la atención tras daño cerebral traumático: evaluación y rehabilitación. *Revista de Neurología*. **44** (5): 291-7.
- Rivas, M.** (2008). *Procesos cognitivos y aprendizaje significativo*. Inspección de Educación. Madrid: Documentos de trabajo, 19.
- Robertson, L. T.** (2002). Memory and the brain. *Journal of Dental Education*. **66** (1): 30-42
- Sechenov, I. M.** (1863/1972). *Los reflejos cerebrales*. Barcelona: Fontanella.
- Shiffrin, R. M. & Schneider, W.** (1977). Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual learning, automatic attending and a general theory. *Psychological Review*. **84** (2): 127.
- Sweis, B. M., Mau, W., Rabinowitz, S. & Cai, D. J.** (2020). Dynamic and heterogeneous neural ensembles contribute to a memory engram. *Current Opinion in Neurobiology*. **67**: 199-206. Advance online publication. Doi: 10.1016/j.conb.2020.11.017
- Takahashi, H., Yahata, N., Koeda, M., Matsuda, T., Asai, K., Okubo, Y.** (2004). Brain activation associated with evaluative processes of guilt and embarrassment: an fMRI study. *NeuroImage*. **23** (3): 967-974. Doi: 10.1016/j.neuroimage.2004.07.054

- Tamietto, M., Cauda, F., Corazzini, L. L., Savazzi, S., Marzi, C. A., Goebel, R., Weiskrantz, L., de Gelder, B.** (2010). Collicular vision guides nonconscious behavior. *Journal of Cognitive Neuroscience*. **22** (5): 888-902. Doi: 10.1162/jocn.2009.21225
- Tan, H. L., Chiu, S. L., Zhu, Q., Haganir, R. L.** (2020). GRIP1 regulates synaptic plasticity and learning and memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. **117** (40): 25085-25091. Doi: 10.1073/pnas.2014827117
- Tang, Y., Shimizu, E., Dube, G., Rampon, C., Kerchner, G., Zhuo, M., Liu, G., Tsien, J.** (1999). Genetic enhancement of learning and memory in mice. *Nature*. **401**: 63-69. Doi: 10.1038/43432
- Thompson, R. F. & Kim, J. J.** (1996). Memory systems in the brain and localization of a memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. **93** (24): 13438-13444. Doi: 10.1073/pnas.93.24.13438
- Vargas, E.** (2018). El "realismo científico" a la luz de Xavier Zubiri. *Ideas y Valores*. **67** (167): 177-198.
- Webb, C. E., Romero, T., Franks, B., de Waal, F.** (2017). Long-term consistency in chimpanzee consolation behaviour reflects empathetic personalities. *Nature Communications*. **8** (1): 292. Doi: 10.1038/s41467-017-00360-7
- Weiskrantz L.** (1995). The problem of animal consciousness in relation to neuropsychology. *Behavioural Brain Research*. **71** (1-2): 171-175. Doi: 10.1016/0166-4328(95)00042-9
- Weisz, E. & Zaki, J.** (2018). Motivated empathy: A social neuroscience perspective. *Current Opinion in Psychology*. **24**: 67-71. Doi: 10.1016/j.copsyc.2018.05.005
- Yamamoto, N., Marks, W. D., Kitamura, T.** (2021). Cell-type-specific optogenetic techniques reveal neural circuits crucial for episodic memories. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. **1293**: 429-447. Doi: 10.1007/978-981-15-8763-4_28
- Young, L., Camprodon, J. A., Hauser, M., Pascual-Leone, A., Saxe, R.** (2010). Disruption of the right temporoparietal junction with transcranial magnetic stimulation reduces the role of beliefs in moral judgments. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. **107** (15): 6753-6758. Doi: 10.1073/pnas.0914826107
- Zeki, S.** (2007). The neurobiology of love. *FEBS Letters*. **581** (14): 2575-2579. Doi: 10.1016/j.febslet.2007.03.094
- Zeki, S. & Romaya, J. P.** (2008). Neural correlates of hate. *PloS one*. **3** (10): e3556. Doi: 10.1371/journal.pone.0003556