

DE LA MOLÉCULA AL PENSAMIENTO: HACIA UNA COMPRENSIÓN DE LA MENTE HUMANA

Carlos Blanco Pérez¹

Es imposible no sentir una mezcla de admiración y estremecimiento cuando nos adentramos en el estudio de la mente humana. De ella brotan las conquistas más sublimes del espíritu: el arte, la lógica, el derecho, la ciencia... Sin embargo, también en ella anidan las fuerzas más negativas del hombre. ¿Qué es la mente? ¿Cómo ha surgido? ¿Cuáles son sus auténticas capacidades? ¿Adónde nos conducirá?

Desde un punto de vista filosófico, resulta complicado identificar un gran problema metafísico o ético cuya esencia más profunda no remita a la enigmática naturaleza de la mente humana. Prácticamente todos los pensadores eminentes se han visto obligados a establecer una tajante divisoria entre el mundo de la materia y la esfera del espíritu. Distinciones entre, por ejemplo, hechos y valores, o entre lo cuantitativo y lo cualitativo, o entre lo objetivo y lo subjetivo, no hacen sino poner de relieve la centralidad de una incógnita que ha desafiado innumerables tentativas de elucidación.

Por fortuna, el progreso de la neurociencia y la evolución de la reflexión filosófica han inaugurado nuevos y valiosos puentes para franquear el abismo entre monismo y dualismo, escisión que durante tanto tiempo ha caracterizado el pensamiento occidental. Aunque nos encontremos aún muy lejos de contar con una comprensión cabal de los entresijos de la mente humana (que es, al fin y al cabo, la más elevada síntesis funcional del cerebro), a día de hoy disponemos de herramientas conceptuales y experimentales enormemente iluminadoras. Ciertamente, el misterio subsiste, pero en los últimos tiempos hemos adquirido una perspectiva más integradora, lo que nos permite esbozar una síntesis entre los estratos más elementales de la organización cerebral y los niveles más complejos, en cuya cúspide se situaría la autoconciencia, el

¹ Universidad Pontificia Comillas. Facultad de Ciencias Humanas y Sociales.

santo grial de la investigación neurocientífica. El tránsito de la molécula al pensamiento no se revela entonces como una meta utópica, inasequible para la empresa científica y para el esfuerzo conceptual que despliega la filosofía. Décadas de laboriosa búsqueda han coadyuvado a esclarecer cómo las actividades más fascinantes e impenetrables de la mente humana, las estampas de esa habilidad angélica para volcar la imaginación hacia lo abstracto y desarrollar un pujante universo simbólico, hunden sus raíces en el humilde suelo de las moléculas, neuronas y sinapsis que arman la vasta infraestructura del sistema nervioso.

Los siglos de reflexión puramente filosófica sobre la naturaleza de la mente y su relación con el cerebro han producido frutos notables. Ingeniosas distinciones metafísicas y brillantes tratamientos lógicos han generado hipótesis especulativas importantes, de las que sin duda puede nutrirse la neurociencia. Sin embargo, ha llegado el momento de que la ilustre trayectoria conceptual de la filosofía se funda armoniosamente con el trabajo empírico de la neurociencia. Sólo una adecuada integración del planteamiento filosófico, que tanta centralidad confiere al rigor conceptual, y de las investigaciones experimentales llevadas a cabo por ramas como la neurobiología y la psicología cognitiva puede ayudarnos a avanzar hacia un conocimiento más profundo y exacto del cerebro y la mente, un sistema altamente organizado que comprende aproximadamente ochenta y cinco mil millones de neuronas y entre mil y diez mil conexiones sinápticas por neurona, así como cincuenta mil millones de células gliales, todo ello dispuesto en una compleja red de áreas corticales especializadas.

Los razonamientos filosóficos, por convincentes que en ocasiones se nos antojen, no pueden trascender por sí solos la ardua barrera de las comprobaciones empíricas, que constituyen el verdadero filtro de toda elaboración teórica. Por tanto, parece sensato depositar grandes esperanzas en las posibilidades deparadas por una teoría neurobiológica de la mente que sirva como fundamento “material” para las disquisiciones meramente filosóficas, reflexiones que, por lo general, suelen abordar los niveles más complejos del cerebro, pero que con frecuencia se separan negligentemente del sustrato neuronal sobre el que se asientan las funciones más elevadas de la mente. De lo contrario, la filosofía se estancará en alambicadas discusiones incapaces de expandir nuestro conocimiento. La filosofía sin ciencia se convierte en una actividad vacua, despojada del fermento material y empírico que nos informa sobre la realidad

externa a nuestras propias producciones conceptuales; la ciencia sin filosofía reduce su horizonte de reflexión y renuncia a formular las cuestiones más ambiciosas y universales. La filosofía, de hecho, puede proporcionar la base epistemológica de muchas de las cuestiones examinadas por la neurociencia, así como contribuir a la crítica de determinadas conclusiones científicas carentes de fundamento sólido. Sin embargo, el problema al que nos enfrentamos es esencialmente neurobiológico, por lo que sería vano prescindir de esta disciplina.

Lo cierto es que un interrogante nos acucia: ¿es realmente viable reducir la mente a los procesos cerebrales concomitantes? Pese a la extrema dificultad de la tarea, creemos poder afirmar con contundencia que es, en efecto, posible dilucidar la base neurobiológica de los fenómenos mentales. La clave para lograrlo estriba en percatarse de una evidencia cuanto menos maravillosa, dadas las evocaciones de simplicidad, elegancia y armonía que comporta: cualquier lenguaje neural, sea sensorial o motor, perceptivo o ejecutivo, se traduce siempre en una señal electromagnética. Este código representa el lenguaje universal del cerebro. La integración de los distintos datos sensoriales viene así garantizada por la existencia de un alfabeto común a todas las funciones mentales: las sensitivas, las perceptivas, las involucradas en el ejercicio de nuestras acciones...

El deseo de vincular los niveles más básicos de la organización cerebral con las funciones cognitivas más complejas (para, en último término, explorar la acción del cerebro como un todo) se ampara en la evidencia de que es posible desenrollar, paulatinamente, el delgado hilo de Ariadna que conduce desde las estructuras neurobiológicas más elementales hasta las más eximias facultades de la mente humana.

A diferencia de lo que sucede en la física, en biología y neurociencia no es fácil desentrañar leyes comunes y patrones universales de comportamiento. Existen, por supuesto, leyes como las de Mendel, pero la singularidad de la mayoría de las estructuras biológicas relevantes y la necesidad de ofrecer análisis que operen en niveles muy heterogéneos provocan que la investigación dependa estrechamente de la existencia de nuevos datos experimentales y de la disponibilidad de nuevas técnicas (como la neuroimagen y la optogenética). En física, por el contrario, es factible propiciar avances significativos desde el razonamiento puro -contrastado, lógicamente, con la experiencia-, por lo que en esta disciplina científica la iniciativa puede llegar

desde sofisticados modelos teóricos y audaces experimentos mentales. En el dominio de las ciencias biológicas languidece el poder del razonamiento predictivo, cuyas virtualidades han potenciado inconmensurablemente nuestro conocimiento del mundo físico. Por ello, es preciso reemplazarlo con una meticulosa recolección de datos que arrojen luz sobre la estructura y el funcionamiento de los sistemas biológicos concretos. La inducción sustituye entonces a la deducción, y la importancia de los detalles inherentes a cada estructura, la especificidad de los sistemas biológicos particulares, adquiere una importancia incuestionable, que resplandece con inusitada intensidad cuando examinamos el cerebro de los mamíferos. Así como es legítimo considerar, tanto desde un punto de vista teórico como desde un ángulo meramente práctico, que dos electrones libres cualesquiera son esencialmente idénticos en estructura y propiedades, la individualidad de una neurona no puede subestimarse cuando pretendemos explicar el funcionamiento del cerebro humano. Las características particulares que dimanar de su conectividad le otorgan una identidad única e irreductible.

Las dificultades que acabamos de reseñar subyacen a los fallos apreciables en muchos de los modelos teóricos sobre el cerebro y la mente hasta ahora propuestos. Sin embargo, atesoramos una comprensión cada vez más profunda de los fundamentos moleculares que sustentan la arquitectura cerebral y la función mental. Este progreso alimenta la esperanza de que, en un futuro no muy lejano, conseguiremos traspasar las barreras que escinden los distintos niveles de organización del sistema nervioso, desde las moléculas hasta la función mental, para alumbrar una visión integradora.

La legitimidad de distinguir un nivel de otro nace de la posibilidad de discernir innovaciones destacadas en los planos estructural y funcional. Estas “rupturas” nos capacitan para delimitar la frontera entre, por ejemplo, el nivel de las células nerviosas descubiertas por Ramón y Cajal a finales del siglo XIX, que representan las unidades estructurales y funcionales básicas del sistema nervioso y se hallan regidas por relaciones de contigüidad, y el de las conexiones sinápticas establecidas por las distintas neuronas. La arquitectura unificada del cerebro nos permite postular una continuidad global entre los diferentes niveles (contemplada al menos como “conectividad global en potencia”), pero si focalizamos nuestro análisis en los sistemas singulares que componen este órgano, advertimos que la negativa a individualizar ciertos ensamblajes

biológicos dotados de características compartidas desemboca en dificultades analíticas insoslayables.

Así, un modelo plausible deberá reconocer, como mínimo, los siguientes niveles de organización estructural y cerebral en el cerebro de un mamífero altamente evolucionado como es el *Homo sapiens*:

- 1) El nivel molecular
- 2) El nivel celular (lo que incluye el rol desempeñado por los genes y los factores de transcripción)
- 3) El nivel presináptico y postsináptico
- 4) El nivel de los conjuntos neuronales sencillos
- 5) El nivel de las redes neuronales cooperativas más complejas
- 6) El nivel de las áreas cerebrales concretas
- 7) El nivel del cerebro como un todo, capaz de integrar sistemáticamente la información suministrada por los niveles más básicos para procesarla de forma consciente.

Aunque la demarcación entre niveles parezca en ocasiones borrosa, no hemos de olvidar que una característica neurálgica del funcionamiento del cerebro humano remite a su actividad integradora. Los ámbitos delineados permanecen en constante regulación y evolución, sobre todo gracias al papel que juega la interacción con ambientes de diversa complejidad, aptos para ejercer una profunda influencia sobre los procesos sinaptogénéticos, la conectividad neuronal de largo alcance y el desarrollo epigenético.

La elucidación del grado de interdependencia que vincula todos estos factores habría resultado imposible sin una comprensión más honda e iluminadora de cómo se produce el flujo de información entre el genoma (el conjunto de genes) y el proteoma (el conjunto de proteínas), mediado por el transcriptoma. Semejante conquista intelectual constituye uno de los principales hitos de las ciencias biológicas. La representación tradicional del flujo de información se pincelaba de manera lineal. Así, la expresión génica consistiría en la transcripción de la información genética mediante el ARN-mensajero, para luego traducirla en proteínas. Hoy vislumbramos un ciclo más complejo, dado que el proteoma no se limita a recibir de modo pasivo la información

procedente del genoma, sino que interviene retroactivamente. Este mecanismo, pilar de la epigenética, introduce un factor de suma relevancia, pues añade un polo de variabilidad al proceso que suscita trazos estables y heredables ausentes en la información genómica inicial.

No es de extrañar que el estudio de la epigenética haya revelado una dimensión hasta hace poco desconocida de la evolución biológica. Más allá de una visión que gravitaba primordialmente en torno al gen, en torno a lo heredado, en torno a un material sólo modificable a través de azarosas mutaciones, la ciencia ha descubierto un cuadro mucho más armonioso, sofisticado y sugerente sobre la interacción entre la información genética y la ambiental. En este soberbio lienzo existe una continua retroalimentación entre la herencia biológica, determinada por la constitución del genoma, y la información inédita suministrada por el ambiente, por el mundo externo al ser vivo, por la experiencia. Una conclusión notable apunta a la posibilidad de regular la expresión génica mediante la asimilación de información ambiental, normalmente canalizada por procesos de metilación que pueden, por ejemplo, inducir el silenciamiento de ciertos genes en determinados contextos biológicos². En consecuencia, el flujo de información ya no transcurre exclusivamente del genoma al proteoma, lo que desencadena copiosas innovaciones genotípicas y fenotípicas.

La postulada reciprocidad entre los distintos niveles de organización cerebral implica que, además de los procesos “de abajo arriba” (*bottom-up*), desde los niveles elementales hasta los más elevados, es preciso tomar en consideración el itinerario “de arriba abajo” (*top-down*), en el que los niveles fundamentales condicionan los más complejos. Esta retroalimentación entre todos los niveles de la arquitectura cerebral introduce no-linealidad en el sistema, con señales de reentrada eferentes y aferentes, donde las rutas estrictamente secuenciales coexisten con operaciones procesadas en paralelo³. En términos generales, estas interacciones “de arriba abajo” constituyen la base de buena parte de la plasticidad que exhibe el cerebro humano. Así, la intrínseca variabilidad de un ambiente sometido a incesantes alteraciones es susceptible de asimilación por un cerebro que, junto a procesos determinados genéticamente (mediante

² Cf. Holliday, R. (2006). Epigenetics: a historical overview. *Epigenetics*, 1(2), 76-80.

³ Cf. Tononi, G., Sporns, O., & Edelman, G. M. “Reentry and the problem of integrating multiple cortical areas: simulation of dynamic integration in the visual system”, *Cerebral Cortex*, 2/4(1992), 310-335.

grupos de genes que codifican redes neuronales particulares)⁴, manifiesta un asombroso grado de elasticidad⁵ en el conjunto de sus operaciones. Semejante combinación de mecanismos de instrucción y selección brinda al cerebro una exuberancia de posibilidades configurativas, núcleo de la versatilidad de nuestra conducta. Simplificadamente, es entonces legítimo sostener que la línea causal “de abajo arriba” define las constricciones limitadoras de la variabilidad global del sistema, mientras que la ruta “de arriba abajo” amplifica su variabilidad, dentro de las fronteras proyectadas por esas mismas constricciones.

De modo esquemático, la interacción entre los niveles más elevados y los más fundamentales puede interpretarse como la *potencia* del sistema, dado que, al beneficiarse de la variabilidad intrínseca al ambiente, multiplica las posibilidades ofrecidas por la estructura y la funcionalidad innatas al cerebro, frutos inexcusables de las disposiciones genéticas heredadas. Ambas rutas causales nos procuran un polo de variabilidad y un polo de selección, acordes con su más íntima estructura y su más profunda funcionalidad. La bidireccionalidad que rige los dos itinerarios causales, lejos de violar la irreversibilidad temporal de todo proceso causal, la corrobora, pues si bien es cierto que cabe crear líneas causales paralelas, cuando examinamos cada senda causal específica topamos con un proceso estrictamente irreversible, donde los caminos secuenciales conducen de un nivel más básico a otro más complejo o viceversa.

Como corolario, además de la causalidad transversal que hemos descrito (entre niveles y en ambas direcciones) es necesario apelar a las relaciones causales que acontecen en el seno de cada nivel. Esta causalidad horizontal cubre, por ejemplo, los procesos estructurales y funcionales que tienen lugar en el interior de las células nerviosas. Lógicamente, el itinerario intra-causal allana el camino para los nexos inter-

⁴ Cf. Greenspan, R. J. (2009, November). Selection, gene interaction, and flexible gene networks. In *Cold Spring Harbor symposia on quantitative biology* (pp. sqb-2009). Cold Spring Harbor Laboratory Press.

⁵ En palabras de Eric Kandel, “Al igual que combinaciones de genes contribuyen al comportamiento, también al comportamiento social, el comportamiento y los factores sociales pueden influir en el cerebro, retroalimentándolo para modificar la expresión génica y, por tanto, la función de las células nerviosas. El aprendizaje, incluido el aprendizaje que desemboca en comportamiento disfuncionales, produce alteraciones en la expresión génica” (“A new intellectual framework for psychiatry”, *American journal of psychiatry*, 155/4 (1998), 460).

causales entre los distintos niveles, y estos últimos redefinen las interacciones internas de los niveles particulares.

La integración de los datos y modelos facilitados por las investigaciones neurocientíficas nos permite así identificar los mecanismos químicos que subyacen a las operaciones menos “tangibles” del cerebro, sobre todo cuando sondeamos las funciones cognitivas más complejas. Hoy poseemos un conocimiento más preciso de, por ejemplo, cómo se almacena la memoria en el nivel molecular. Por ello, estamos en condiciones de fusionar los procedimientos reduccionistas, interesados principalmente en esclarecer el itinerario que lleva desde los niveles más simples hasta los más complejos, con las estrategias holistas, destinadas a estudiar el funcionamiento del cerebro como un todo. Dado que ninguna ley conocida de la naturaleza impide vincular causalmente los distintos niveles, las flaquezas de nuestra comprensión serán perfectamente subsanables conforme avancen las investigaciones.

En cualquier caso, la extraordinaria complejidad del cerebro nos invita a desarrollar un enfoque interdisciplinar. Ninguna disciplina científica o filosófica es capaz de procesar la ingente cantidad de información -invertida de ineludible heterogeneidad- que envuelve el cerebro y la mente humana. Pero una aproximación interdisciplinar, que auspicie la colaboración entre distintas ramas del saber, como la bioquímica, la genética, la neurología y la ciencia cognitiva (convergencia de disciplinas que yace, precisamente, en la génesis de la moderna empresa neurocientífica)⁶, no puede ocultar la relevancia inexorable de los mecanismos químicos en el funcionamiento del cerebro a escala global. Este empeño sintético contribuye a crear un nuevo y sorprendente marco de referencia para las ciencias del cerebro. Como ha escrito Jean-Pierre Changeux, “une causal y recíprocamente los niveles moleculares y los cognitivos, tanto en el seno del cerebro individual como entre cerebros en su ambiente social y cultural, lo que sugiere nuevos puentes entre las ciencias del cerebro y las humanidades”⁷.

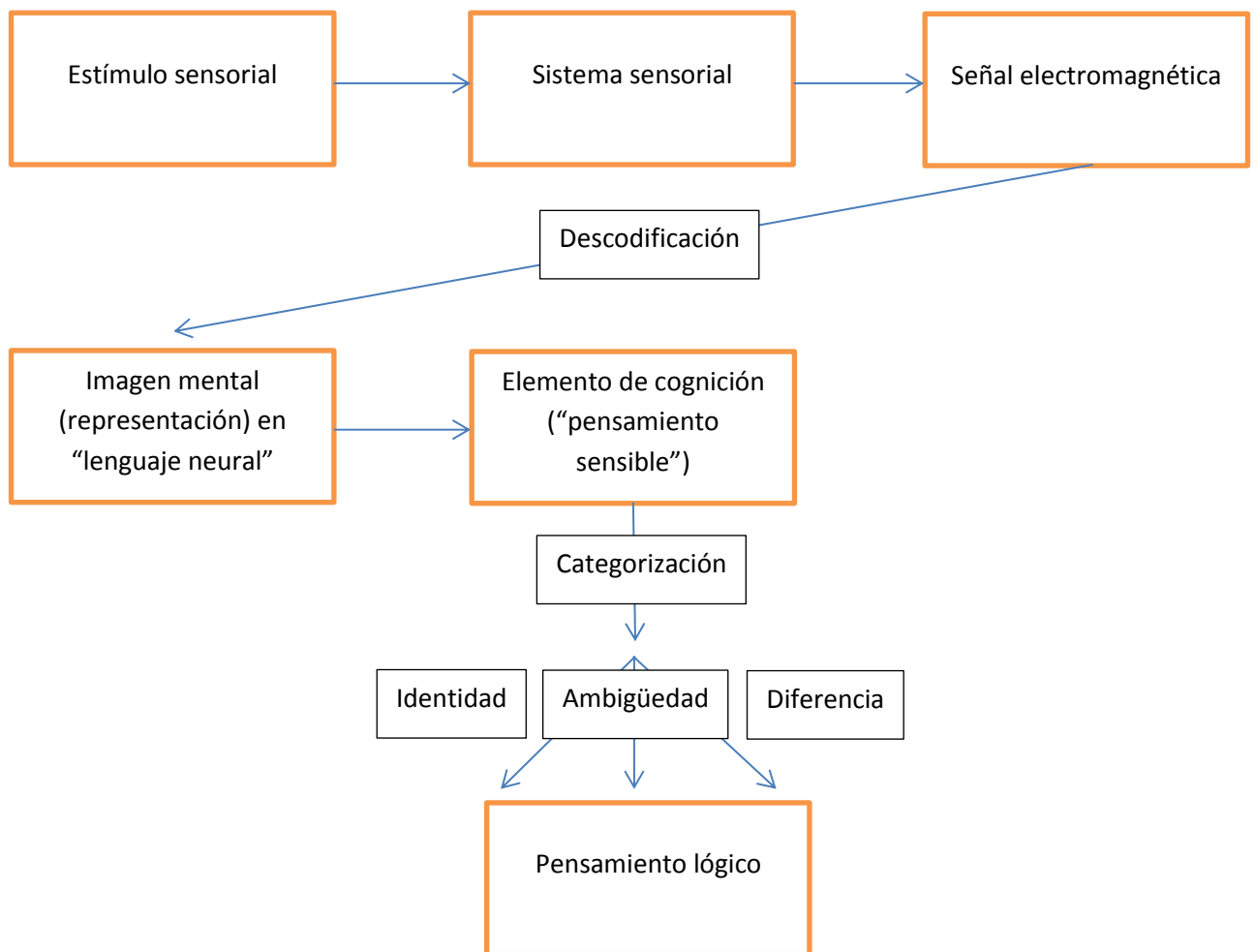
⁶ Cf. Blanco, C. *Historia de la neurociencia. El conocimiento del cerebro y la mente desde una perspectiva interdisciplinar*, Biblioteca Nueva, Madrid 2014, 127-135.

⁷ “The concept of allosteric interaction and its consequences for the chemistry of the brain,” *Journal of Biological Chemistry*, 288/38(2013), 26981.

En particular, el estudio de la comunicación celular está llamado a arrojar grandes luces sobre cómo los distintos niveles cerebrales intercambian información. De esta manera, sin el conocimiento suministrado por el nivel molecular resulta virtualmente imposible descifrar los misterios de un órgano, el cerebro, capaz de compartir prodigiosas cantidades de información cualitativamente disímiles.

Desde un punto de vista fenomenológico, cualquier modelo que aspire a unificar lo neurobiológico y lo cognitivo deberá prestar atención a al menos tres elementos: la percepción del mundo externo, su asimilación subjetiva y la acción consciente que se deriva de nuestros pensamientos y decisiones.

Si, por razones de simplicidad, excluimos los actos puramente inconscientes, llegaremos al siguiente esquema explicativo:



La clave para comprender el funcionamiento de la conciencia humana entibia en advertir la importancia que ostenta la sincronización de procesos perceptivos y asociativos. El factor esencial es de carácter temporal y no tanto espacial. La conciencia no se ubica “en ningún lugar”, sino en la unificación temporal de lo perceptivo y asociativo. De ese aspecto se percató brillantemente Descartes cuando definió la conciencia como *res cogitans*: le negó la condición espacial, extensa y localizada en puntos concretos, pero no la temporal⁸. La parte perceptiva reside, sustancialmente, en los sistemas sensoriales del cerebro; la dimensión asociativa descodifica e integra esa información de índole sensorial y la filtra a través de esquemas conceptualizadores, como las leyes lógicas fundamentales que gobiernan el pensamiento humano.

La mente se crea continuamente en su interacción con el medio y con su propia interioridad; en su experiencia, su búsqueda y su aprendizaje. Por ello, en su anhelo de escrutar los mecanismos de la mente humana, la ciencia jamás agotará la plena comprensión de sus posibilidades, de esa inextinguible capacidad de progreso que rubrica el auténtico misterio de nuestra especie, el sello de lo ignoto y quizás incognoscible.

Al igual que la astrofísica, en su denodado empeño por descifrar el lenguaje más sutil de los cuerpos celestes, no ha despojado el cosmos de un ápice de su grandeza y de su infinito poder de fascinación, toda victoria que cosechemos en la carrera por entender el universo no hará sino incrementar nuestra admiración por su fabulosa estructura, icono de magnificencia.

La razón prepara el camino para la contemplación. Cuanto más conocemos sobre el universo, cuanto más profundizamos en sus leyes, cuanto más ensanchamos el horizonte de nuestro pensamiento y de nuestra imaginación, con más brío y belleza emerge la convicción de que siempre quedarán misterios por desvelar. Siempre podrá el hombre ascender a una cima más alta e inspiradora, siempre persistirán nuevas verdades por descubrir y siempre se alzarán preguntas que merezcan una respuesta a través de la razón y la creatividad.

⁸ He insistido en este punto en *Grandes problemas filosóficos*, Síntesis, Madrid 2015, 31-49; para una reflexión filosófica más detallada sobre la importancia de este dato, cf. *Conciencia y mismidad*, 158-165.

Referencias

Blanco Pérez, C. *Conciencia y mismidad*, Dykinson, Madrid 2013.

Blanco Pérez, C. *Historia de la neurociencia. El conocimiento del cerebro y la mente desde una perspectiva interdisciplinar*, Biblioteca Nueva, Madrid 2014.

Blanco Pérez, C. *Grandes problemas filosóficos*, Síntesis, Madrid 2015.

Changeux, J.-P. "The concept of allosteric interaction and its consequences for the chemistry of the brain," *Journal of Biological Chemistry*, 288/38(2013), 26981.

Greenspan, R. J. "Selection, gene interaction, and flexible gene networks", *Cold Spring Harbor symposia on quantitative biology* (2009), Cold Spring Harbor Laboratory Press.

Holliday, R. "Epigenetics: a historical overview", *Epigenetics*, 1/2 (2006), 76-80.

Kandel, E. "A new intellectual framework for psychiatry", *American journal of psychiatry*, 155/4 (1998), 460.

Tononi, G., Sporns, O., & Edelman, G. M. "Reentry and the problem of integrating multiple cortical areas: simulation of dynamic integration in the visual system", *Cerebral Cortex*, 2/4 (1992), 310-335.