

La Conciencia: ¿especulación ideológica o teoría científica?

Fernando Miguel Pérez Herranz. Universidad de Alicante

ÍNDICE

ADVERTENCIA

PLANTEAMIENTO GNOSEOLÓGICO

EL CAMPO DE LAS NEUROCIENCIAS

PRIMER NIVEL: ACUMULACIÓN DE DATOS

Fenómenos

Referencias fisicalistas

Principios de fenómenos y referencias

Instituciones

Operaciones

SEGUNDO NIVEL: FORMALIZACIÓN DE PROPOSICIONES

Proposiciones-r (referenciales) del campo científico

Principios de las proposiciones-r

Relaciones

Relaciones cruzadas en neurociencia

Principios de las relaciones

TERCER NIVEL: HACIA EL TEOREMA DE LA CONCIENCIA

Esquemas de identidad de la neurociencia

Modelos y metáforas

Operaciones de totalización

Retorno a los esquemas de identidad

EPILOGO

11

Agosto
2017

Advertencia

Hace unos años publiqué un estudio titulado "El teorema de la conciencia y el Proyecto Cerebro Humano"¹ de tan difícil acceso, que ni yo mismo he podido dar con él. Reproduzco ahora el artículo al que he añadido un epílogo más algunas correcciones. La cuestión de la conciencia (*cuestión-C*) es, seguramente, la más difícil a la que se enfrenta el saber humano, pues se refiere a la condición misma que posibilita ese saber: la dificultad de entender, al tiempo, los mecanismos (empíricos) de acceso al conocimiento y la condición (trascendental) que lo permite. Si seguimos el primer camino, la conciencia se reduce a ciertos comportamientos que, *ipso facto*, transforman al investigador —neurocientífico o psicólogo— en un «dios» que se sitúa por encima de las «criaturas» estudiadas. Si seguimos el segundo camino, el término *conciencia* se presenta como una Idea, en el sentido kantiano, que nos hace caer en paralogismos y solo se sostiene de manera especulativa (lo que no obstaculiza su racionalidad, desde luego).

La tradición más habitual —neoplatónica, cristiana— ha planteado la *cuestión-C* como la búsqueda del vínculo entre lo material (el «hueso») y lo mental (el «alma»). Ahora bien, existe otra tradición, de raíz saducea, muy desarrollada por los médicos judíos y conversos hispanos, que consideraban que no hay más que «cuerpo». Los saduceos se limitan a aceptar los libros del *Pentateuco* o Ley de Moisés (la Torah) y rechazan la Ley Oral, la vida de ultratumba —que solo aparece en el primer libro de Samuel y en el primero de David— con sus premios y sus castigos y la resurrección de los muertos. Una tesis que se solapaba con las tesis averroístas, condenadas por el obispo cristiano Étienne Tempier.² Podemos resumir ese corporeísmo con los versos de Diego Arias, converso segoviano, que aconseja al joven Fernando de Aragón: «Mas guardaos de presumir/ lo que tienen los maluados, / que non ay en el bivar/ sino nascir e morir/ como salvajes venados».³ En esta tradición, hay que explicar la conciencia desde el cuerpo sin salir de él: justo como se hace en el ámbito de la ciencia. El planteamiento más refinado de esta tradición fue el presentado por

12

Agosto
2017

¹ F. M. Pérez Herranz, "El teorema de la conciencia y el Proyecto Cerebro Humano" en F. J. Serrano Bosquet (ed.), *Ciencia, Tecnología y Sociedad*, México, MacGraw Hill, 2010, pp. 217-240.

² Cf. F. León Florido, *Las filosofías en la edad media*, Madrid, Biblioteca nueva, 2010.

³ He abordado esta tradición en *Lindos y tornadizos. El pensamiento filosófico hispano (siglos XV-XVII)*, Madrid, Verbum, 2016.

Baruch Spinoza, que desarma toda la armazón neoplatónica y cartesiana. El contra-ataque hacia Spinoza es bien conocido por la historia de la filosofía. Sin embargo, el cientificismo y el neopositivismo, que han tratado de explicar científicamente la conciencia en los siglos XIX-XXI, con algunas excepciones, han seguido el método neoplatónico, no el spinozista. En todo caso, sus investigaciones han aportado y aportan una enorme cantidad de conocimientos, aunque, que yo sepa, no han conseguido establecer un «teorema de la conciencia», en paralelo a lo conseguido en biología, con el teorema de la evolución o en biología molecular, con el teorema del ADN.

El artículo de 2010, al que hacía referencia, seguía ese dificultoso, y aun tortuoso, recorrido hasta concluir en las teorías de Rodolfo Llinás, Antonio Damasio, Roger Bartra o Gerald Edelman. Vuelvo a él, con algunos pequeños matices, para dejar planteada la *cuestión-C*, y para pensar juntos las consecuencias que muestro en el epílogo.

Planteamiento gnoseológico

En el ámbito de la investigación científica, el siglo XX se cerró con *The Human Brain Project* (HBP), que imitaba sin disimulo *The Human Genome Project* (HGP) con el fin de integrar los avances de la neurociencia, de las tecnologías informáticas y aun de las ciencias sociales y de las humanidades. Desde una perspectiva gnoseológica, sin embargo, la semejanza entre ambos proyectos es muy superficial, y es ésta la tesis que voy a defender. Si el HGP partía de un descubrimiento científico, de una verdad de la biología molecular —el «teorema de la doble hélice»— y trataba de desplegarlo extensionalmente (células madre, clonación...), el HBP no se sustenta en nada parecido; al contrario, es un proyecto de acumulación de datos y podría pensarse que rehúye explícitamente un «teorema de la conciencia» que sirviera de núcleo de la investigación a la manera del HGP. La dificultad de alcanzarlo es grande, quizá porque, como dice James Watson, el cerebro "no tiene algo central de lo cual se desprenda todo lo demás".⁴ La incógnita del problema por resolver quedaría despejada si se encontrara al menos un modelo o estructura que permitiera entrever

⁴ J. Rennie, "Entrevista. Diálogo con J. Watson en el cincuentenario de la doble hélice", *Investigación y ciencia*, 318 (2003), p. 35.

el teorema. Este papel quizá podrían representarlo las «células espejo/*mirror cells*», de las que dice el neurobiólogo Vilanayur Ramachandrán que son para la psicología lo que el ADN para la biología".⁵ Pero no vale cualquier cosa, porque siempre que se investiga algo se encuentra, lo cual no implica que sea relevante, pues "la verdad no limita con la falsedad, sino con lo insignificante", según una sutil observación de René Thom. Reflexión que se corrobora con sólo escuchar o leer las noticias que salen a la luz: «Déjame ver tu cerebro y te diré quién eres»; «¿Está Dios en nuestro cerebro?»; «La firma de la ideología —liberal o conservadora— se encuentra en el cerebro»; «El cerebro también miente»; «El cerebro del optimista, el del maltratador» ...

El planteamiento gnoseológico⁶ que ensayamos se interesa por la construcción operatoria de las ciencias, y no tanto por los resultados útiles que alcanza o por su génesis histórica. En el campo de las neurociencias sorprende que se emitan múltiples opiniones sobre la conciencia, pero no se encuentre una construcción científica sobre ella. De manera que, a diferencia de la biología molecular, que ha hecho desaparecer todas las opiniones, hipótesis o teorías que se proponían sobre la herencia con anterioridad al descubrimiento del ADN —pangénesis, preformismo, vitalismo, plasma germinal...—, las hipótesis de los neurobiólogos (eventualmente de los neurofilósofos) que se atreven a ofrecer una respuesta únicamente pueden tomarse como una opción más o menos sensata o razonable.⁷ Lo que quisiera mostrar en este ensayo es que la investigación neurocientífica se encuentra en un estadio en el que hay profusión de datos fenoménicos, penetrantes relaciones entre términos neuronales, refinadas operaciones en el interior del cerebro y sugestivos esquemas de identidad sobre neurotransmisores, localización craneal y evolución neurofisiológica; mas no se ha encontrado aún el teorema de la conciencia, un vacío que se soslaya con hipótesis *ad hoc*, más o menos ingeniosas o interesantes.

Las declaraciones que provienen del HBP están dirigidas más a la acumulación y clasificación de datos o a la perfectibilidad de las tecnologías

⁵ "I predict that mirror neurons will do for psychology what DNA did for biology" Ramachandran, V.: "Mirror neurons and imitation learning as the driving force behind «the great leap forward» in human evolution" en www.edge.org/3rd_culture/ramachandran/ramachandran_p1.html.

⁶ En el sentido de la *Teoría del cierre categorial* de Gustavo Bueno.

⁷ "El materialismo no es un hecho establecido como lo es el teorema del ADN", reconocen P. S. Churchland y T. J. Sejnowski, *The computational brain*, MIT Press, Cambridge, Massachussets, 1990.

—informática e imaginaria—, que a alcanzar un teorema de la conciencia en el que cristalicen los datos, relaciones y estructuras conocidos. Propondré un modelo que nos sirva de hilo conductor y que tomaré de la historia de las neurociencias. Desde el siglo XIX se ha ido acumulando una gran cantidad de materiales procedentes de distintos territorios —frenología y craneoscopia, psicología física, estudio de las afasias, anécdotas antropológicas, teoría de la evolución...—, lo que ha concluido con dos teoremas que llamaremos con los nombres de quienes los sistematizaron:

El *teorema de Broca* o descubrimiento de la localización cerebral que muestra la conexión entre áreas concretas del cerebro y la incapacidad de realizar una función (en este caso el habla, pero despejando características fisiológicas y no psicológicas, como la frenología de Gall). Y el *teorema de Cajal / Sherrington* o descubrimiento de que el cerebro se compone de *neuronas* o unidades discretas, que se conectan entre sí mediante *sinapsis*, dando lugar a *circuitos* nerviosos. Ambos teoremas confluyen en el *teorema de Mountcastle* o síntesis entre localización cerebral y unidades neuronales, según una organización *modular*. Vernon Benjamin Mountcastle (1918-2015) observa que si el microelectrodo penetra verticalmente —perpendicularmente a la superficie del córtex— unas neuronas responden a la misma modalidad sensorial; si lo hace oblicuamente, salta de una sensibilidad a otra; y concluye que las neuronas situadas en una misma «columna» vertical poseen una misma modalidad sensorial: cutánea, articular...

15

Agosto
2017

Precisamente el HBP está reorganizando todo el saber neurológico tanto por la vía de la localización a través de las neuroimágenes, como por la vía del aislamiento de conexiones sinápticas y de numerosos neurotransmisores; mas no parece que se acerque a ningún teorema de la conciencia; quizá porque para conseguirlo haya que cambiar el sentido de la investigación. Pues, en principio, el investigador no tiene ni siquiera que preocuparse por la *conciencia*. Véanse, por ejemplo, los comentarios que hace Francis Crick al examinar la bibliografía en su libro *La búsqueda científica del alma*:⁸ Jean Pierre Changeux tiene poco que decir de la conciencia; Marvin Minsky no dice prácticamente nada sobre el cerebro; William Bechtel habla muy poco de neuronas y nada de la conciencia; Michael Posner no se ocupa de la conciencia, y las

⁸ F. Crick, *La búsqueda científica del alma*, Barcelona, Debate, 1994.

neuronas sólo se recuerdan en un capítulo; Freeman no menciona la conciencia y sólo de pasada las neuronas y el cerebro; y así sucesivamente.

Pero a nosotros nos interesa comprender —hacer inteligible— esa actividad que Arthur Schopenhauer llamaba «el nudo del mundo»:⁹ ¿Cómo se relaciona la experiencia subjetiva con ciertos eventos descriptibles objetivamente? ¿En virtud de qué transformación el disparo de las neuronas en un lugar del cerebro se convierte en una experiencia subjetiva? Pues «ver» es un acto diferente a los «procesos físicos» que preceden y acompañan la visión. El cerebro humano no sólo permite ver y abstraer lo percibido, sino «sabe que ve», tiene conciencia de su propio saber. ¿Qué significa darse cuenta de su propia existencia, de sus pensamientos y emociones? El supuesto que abre esta investigación es el de que la conciencia no puede ser considerada como un objeto —la mente, por ejemplo—, ni siquiera como una estructura, sino como un *proceso dinámico*. Y un proceso incluye funciones de segregación y especialización, eliminación de lo irrelevante, comunicaciones neuronales en paralelo, etc. Nos enfrentamos así a la primera y radical aporía que hay que despejar: ¿Cómo puede ser la conciencia un proceso —un *continuum*— o unidad global y, a la vez, un conglomerado *discontinuo* y asincrónico en sus partes?

16

El campo de las neurociencias

Agosto
2017

El análisis gnoseológico ha de trazar, en primer lugar, el *campo* de la ciencia que se analiza. Pero las ciencias se presentan en diversos formatos: manuales, proyectos de investigación, protocolos de laboratorios, etc. Los animadores del HBP han enumerado un campo subdividido en los siguientes niveles: Genes, Moléculas, Organelas, Compartimentos neuronales, Neuronas, Regiones específicas, Sistemas distribuidos y Conducta.¹⁰ No deja de ser relevante que nada se diga de la conciencia y que aparentemente no haya prisa tampoco por llegar a ese estadio, que ni siquiera

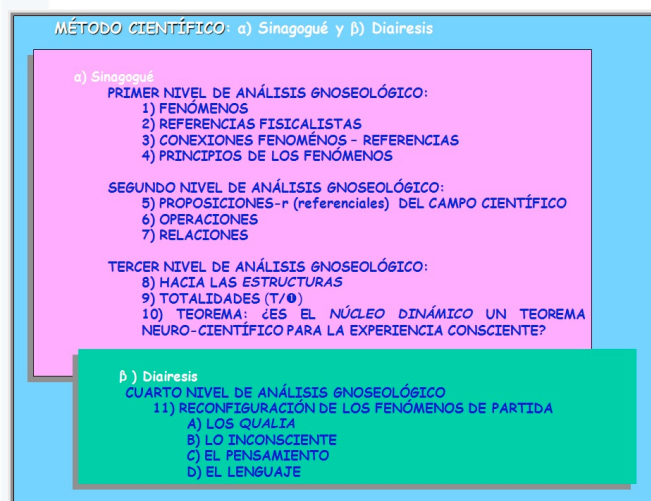
⁹ Chalmers distingue los *problemas fáciles*: ¿Cómo discierne el sujeto entre un estímulo sensorial y otro y reacciona según lo pertinente?, y el *problema duro*: ¿Cómo los procesos físicos del cerebro dan lugar a la conciencia? Cf. D. Chalmers, "El problema de la conciencia" *Investigación y ciencia*, 233 (1996), pp. 60-67 y "Moving Forward on the Problem of Consciousness", *Journal of Consciousness Studies*, 4 (1997), pp. 3-46.

¹⁰ G. M. Shepherd (*et alii*), "The Human Brain Project: Neuroinformatics Tools for Integrating Searching and Modelling Multidisciplinary Neuroscience Data", *TINS*, 21 (1998), pp. 460-467.

se encuentra entre los objetivos del proyecto. El método científico nos exige, en cualquier caso, que se den los pasos pertinentes, según las pautas que marcara ya Platón en *La República*, de ascenso (*sinagogué*) hacia las hipótesis generales y de descenso (*diairesis*) hacia la redefinición de los objetos de partida, proceso al que C. M. Turbayne llama «arco del conocimiento»:

Se supone que hay un movimiento «ascendente» desde la información referente a «particulares» recibida por los sentidos a conceptos generales y principios fundamentales (de las matemáticas, o quizá de alguna otra ciencia). Existe también un «camino» deductivo «descendente», que supuestamente conduce al ámbito de las ideas de Platón, pero no necesariamente en la opinión de algunos escritores recientes, quienes, sin embargo, aceptaron el mismo modelo general para la «estructura» del conocimiento y su metodología de adquisición y desarrollo.¹¹

Como el *ascenso* exige recorrer un camino de orografía muy compleja, propondré tres niveles de análisis: Un primer nivel, que incluye los fenómenos y sus referencias neurobiológicas; las instituciones en las que se investigan estas conexiones a veces sorprendentes; y las operaciones que realizan los científicos, que han de superar obstáculos éticos, objeciones ideológicas, normas jurídicas, etc. Un segundo nivel de análisis, que arranca de los resultados del primero y que los transforma en proposiciones (referenciales) del campo científico e investiga las relaciones relevantes entre ellas. Se alcanza así un tercer nivel, en el que se formalizan estructuras y totalidades sistemáticas hasta concluir en un teorema. (Cuadro 1)



Cuadro 1. Análisis gnoseológico de una ciencia

¹¹ Cf. D. Oldroyd, *El arco del conocimiento*, Barcelona, Crítica, 1993, p. 25.

Primer nivel: acumulación de datos

Fenómenos

Llama la atención la enorme riqueza fenomenológica de la conciencia dada a escala de las definiciones perceptuales en primera persona: Imágenes, sonidos, aromas, intuiciones, presentimientos, creencias, convicciones... Un fenómeno se define como *apariencia-ante*: objetos o sucesos que se presentan *ante* nuestros sentidos (Kant). Estos objetos, al problematizarse, se transforman en *fenómenos*, el primer nivel de significado. Acogiéndonos a la clasificación de Francis Bacon sobre los *idola*, podríamos hablar de *idola tribus* o fenómenos comunes a todos los hombres, que tienen su origen en la naturaleza humana: ilusiones cerebrales —«fantasmas»—, imágenes y regularidades engañosas, a veces normales como los espejismos, a veces patológicos como las agnosias, y a veces provocadas, como los experimentos de Solomon Asch sobre conformismo del grupo o las artísticas espirales de James Fraser.¹² De *idola specus* o apariencias vinculadas a los prejuicios del individuo, a los hábitos y costumbres, a las tradiciones, y que múltiples investigadores tratan de encontrar en su pureza, como Edward Titchener, que creyó hallar nada menos que 44.000 sensaciones primarias, y Oswald Külpe, que halló 17.222 sensaciones conscientes... También habría que incluir creencias ostensiblemente falsas de los sujetos («síndrome de la deformación profesional»); creencias mitológicas sobre poderes ocultos (espíritus) o fuerzas telúricas (ceremonias órficas); así, en el culto órfico a Deméter, en el que los peregrinos, ayudados de drogas (el cornezuelo del centeno / *claviceps purpurea*), se convertían en *epoptes* (los que habían visto) a la mismísima Perséfone retornada de entre los muertos...¹³ De *idola fori* o fenómenos que se originan en el lenguaje, con abundantes usos imprecisos y ambiguos y disputas por las palabras: ¿Qué significan los términos «conciencia», «alma», «intencionalidad», «voluntad»...? ¿Qué quiere decir que hay correlaciones entre la actividad cerebral y los fenómenos eléctricos: ¿ondas α (actividad regular), ondas β (procesos de atención), ondas δ (sueño profundo)? De *idola theatri* o fenómenos

¹² J. Nimio, *La science des illusions*, París, Odile Jacob, 1998.

¹³ R. Gordon Wason, A. Hoffmann y C. A. P. Ruck, *El camino a Eleusis*, México, FCE, 1980.

recogidos por las tradiciones filosóficas —Platón (caverna), Descartes (*cogito ergo sum*), J. Locke (problema de Molineux)—, religiosa —W. James, E. Husserl, H. Bergson...— o teológica —M. Heidegger...—.

¿Cómo controlar toda esta *abigarrada vida consciente fenomenológica*? ¿Qué vínculos pueden establecerse entre los fenómenos que se nos presentan a la observación y aun a la experiencia? La filosofía convencional se conforma con responder a este reto. Así, la tradición racionalista defenderá que los fenómenos son respuestas *intelectuales y autoconscientes*, manifestaciones inteligentes a fenómenos dados por contigüidad o por semejanza: conciencias pasiva o activa, quinesésica o marginal (sentimiento de tener razón o de estar equivocado, de estar satisfecho o insatisfecho) ..., intensa o soporífera, mundana o matemática... La tradición voluntarista, que los fenómenos son expresiones *sentimentales* que tienen que ver con la atención, con la voluntad, con el humor, con la capacidad para compartir las cosas, las ideas o la vida... La tradición empirista, que los fenómenos se identifican con los *perceptos sensoriales*: colores, formas, movimientos, olores, placeres y dolores..., pero también sueños (lo que ha dado lugar a una de las teorías de mayor calado social con Sigmund Freud), alucinaciones, delirios y locuras. La tradición sociológica, que los fenómenos son puras exhibiciones *ideológicas* (falsas creencias, autoengaños, manías persecutorias...). Y habrá quienes consideren desde el escepticismo que es imposible superar este nivel fenoménico de la primera persona.¹⁴

19

Agosto
2017

Referencias fisicalistas

Pero si no queremos reducir todo ese conjunto de fenómenos a meras construcciones sociales —contra el posmodernismo, el constructivismo social y el relativismo epistemológico—, a manifestaciones del Espíritu —contra el idealismo— o a simples ofuscaciones psicológicas —contra el subjetivismo—, los fenómenos (sean ilusiones ópticas, experiencias emocionales o creencias religiosas) han de remitir, necesariamente, a referencias fisicalistas, y cualquier teoría propuesta ha de ser compatible con ellas.

¹⁴ Por ejemplo, E. Nagel, *The View from Nowhere*, Oxford University Press, 1986.

Comenzamos con las *experiencias vulgares y cotidianas*, como los golpes en la cabeza que «nos hacen ver las estrellas»; continuamos con otras más *extraordinarias* como el consumo de sustancias —anestésicos, alcohol, drogas...— que modifican nuestro estado de conciencia. Y, de manera más específica, recordamos las *experiencias médicas* de las que tenemos constancia hace ya muchos siglos. En el *Papiro Quirúrgico de Edwin Smith*¹⁵ queda documentada la relación entre las lesiones cerebrales y el comportamiento. En el caso 8 el escriba anota: «Fractura del cráneo sin trauma externo visible». Al parecer este paciente se hirió la cabeza y presentaba un movimiento anormal del ojo y parálisis del brazo y la pierna del lado correspondiente al lado herido de la cabeza, aunque la piel permaneció intacta; este hecho era posible si el impacto en un lado de la cabeza hubiera presionado al cerebro en su interior y provocado un daño cerebral en el lado opuesto al lado que recibió el impacto. La descripción sugiere que el cirujano egipcio sabía que el cerebro controla el movimiento.

Otras experiencias que se han hecho clásicas son las de Paul Broca, Karl Wernicke, Joseph Jules Dejerine, Hans Liepmann o, más recientemente Roger W. Sperry... Todos ellos muestran que las lesiones cerebrales (fallos cerebrales) están en correlación con lesiones en las conductas (daños neurológicos). Así, los síndromes de desconexión del área perisilviano posterior originan la *afasia* o pérdida de la facultad de expresión hablada; la *prosopagnosia* se debe a una lesión en una zona próxima al área V4 que hace perder la condición de reconocer caras humanas; si bien pueden ver y reconocer diferentes partes de la cara, no la cara como una entidad en sí; la *asomatognosia* se produce por una lesión en la circunvolución supramarginal del lóbulo derecho que impide reconocer una parte corporal (mano, brazo...) como propia; una lesión en las áreas frontoparietales derechas, conocida como el *Síndrome de Capgras*, provoca en el individuo la creencia de que toda su familia y amigos han sido reemplazados por dobles, por personas que aunque tienen la misma apariencia no son quienes dicen ser (Jean Marie Joseph Capgras en 1923 se encontró con una

20

Agosto
2017

¹⁵ Escrito alrededor de 1700 *ane*, se basa en textos que datan aproximadamente de 3000 *ane*. Este documento es considerado el primer escrito médico en la historia humana y se atribuye al médico egipcio Imhotep. Cf. T. Bardinnet, *Les papyrus médicaux de l'Égypte pharaonique*, París, Fayard, 1995. Véase también, A. Nerlich, "La cirugía en el antiguo Egipto", *Investigación y ciencia*, 313 (2002), pp. 72-80.

mujer de 74 años afirmaba que su esposo había sido remplazado por un extraño que quería perjudicarla); etc.

Principios de fenómenos y referencias

La conjunción de una fenomenología de la conciencia tan compleja (estados a distancia) y las operaciones que nos permiten intervenir en las relaciones materiales (estados por contigüidad física) obliga a establecer algunos *principios* de fenómenos y operaciones que nos autoricen a descifrar aspectos fundamentales de la fenomenología consciente y de los estados físicos que se correlacionan con aquellos. A lo largo de los siglos, desde la antigua Grecia, se han formalizado algunos principios que fijan la diversidad fenomenológica: *Escritos hipocráticos, galénicos...* En nuestra época, Gerald Maurice Edelman y su colaborador Giulio Tononi han subrayado los siguientes:¹⁶

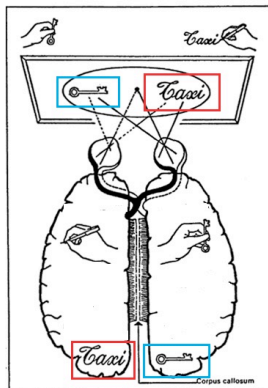
a) De *privacidad* o de *William James*: Los fenómenos hacen referencia a un yo individual y la conciencia, a un flujo de fenómenos prolongado en el tiempo y coherente que nos da unidad como individuos y nos proporciona una sensación de identidad. En consecuencia, no es cierta la proposición: «Los sentimientos y los pensamientos existen», sino: «Yo siento / yo pienso». Este principio es beligerante contra la fenomenología mística, contra los defensores de la Realidad Última, etc.

b) De *unidad* o integración: No se puede dividir un estado consciente en componentes independientes, pues somos incapaces de ser conscientes de dos escenas a la vez. A esta capacidad limitada se añade la sucesión seriada de estados conscientes, algo fundamental para ser correlacionado con el lenguaje, según lo enseña el experimento del *cerebro dividido* de J. D. Holtzman y Michael S. Gazzaniga¹⁷ puede entenderse desde el ángulo opuesto al habitual: la conexión entre los

¹⁶ G. M. Edelman y G. Tononi, *El universo de la conciencia*, Barcelona, Crítica, 2002. Pero hay otros. A partir de los experimentos de Kelman y Spelke con bebés de cuatro semanas, Pinker propone los principios de *continuidad*, de *cohesión* y de *contacto*; de ellos obtiene el siguiente corolario: «La mente es no-newtoniana». S. Pinker, *Cómo funciona la mente*, Barcelona, Destino, 2000, pp. 411-415. Esto exigiría un replanteamiento gnoseológico de la neurociencia, en el sentido de Penrose. Cf. R. Penrose, *Las sombras de la mente. Hacia una comprensión científica de la conciencia*, Barcelona, Crítica, 1996.

¹⁷ M. S. Gazzaniga, "Dos cerebros en uno", *Investigación y Ciencia*, 264 (1998), pp. 14-19.

hemisferios cerebrales por medio del cuerpo calloso transforma dos sistemas perceptuales independientes en un sistema único. (Cuadro 2)



Se proyecta una palabra y un objeto. Si el enfermo fija la vista en el punto central, la palabra «taxi» va a parar al lóbulo occipital del hemisferio derecho y el objeto llave al hemisferio izquierdo. Si se pregunta al enfermo qué ha visto, dirá «taxi», pero si se le permite usar la mano izquierda, controlada por el hemisferio derecho, elige la llave, que es lo que ha visto el hemisferio derecho. (En el otro caso, escribirá la palabra «taxi»).

Cuadro 2. Experimento Holtzman-Gazzaniga

c) De *coherencia*: La conciencia siente horror por las discontinuidades, el *horror vacui* de los antiguos. Los pacientes de *anosognosia* niegan su parálisis e incluso que sus extremidades sean suyas, pues han perdido la capacidad consciente de integrar una mitad de su cuerpo en la percepción consciente de su imagen del cuerpo; los pacientes de *hemi-inatención* con lesiones en el lóbulo parietal derecho no tienen conciencia del lado izquierdo de las cosas, y sólo se afeitarán el lado derecho de su cara o leerán la parte derecha de las palabras —«dulce» de «agridulce»— y, además, negarán que tengan problema alguno... Los psicólogos han inventado muchísimos artilugios para demostrar el *horror vacui*: Ilustraciones de Müller-Lyer, Wundt, cubo de Necker, mancha ciega del ojo, triángulo de Kranza, figuras fondo y forma: copa/cara, pato/conejo...

d) De *informatividad*, grado de diferenciación o *reducción de la incertidumbre*. A pesar del enorme número de estados conscientes distintos que podemos experimentar, se puede discriminar entre ellos con gran facilidad, aunque no seamos capaces de describir por medio de palabras en qué difieren. Esta discriminación entre estados es fundamental para la supervivencia.

e) De *estabilidad* de los estados conscientes, lo que nos facilita la realización de elecciones, planes, programas... Es fundamental distinguir las formas en un fondo cuasi-caótico, para identificar la presa, el predador, etc.

Estos principios permiten proseguir el análisis científico de la conciencia, el primer eslabón hacia la construcción de estructuras sistemáticas.

Instituciones

El saber científico está integrado en instituciones. La figura del científico solitario o el científico loco pertenecen más al mundo imaginario del poeta romántico y apocalíptico que al mundo del investigador científico normalizado. Las instituciones que estudian el cerebro se remontan a un pasado venerable: las medicinas egipcia, hipocrática y galénica; luego cristalizan en escuelas, universidades y laboratorios, hasta llegar al mentado *The Human Brain Project*. Enmarcado en el proyecto *Década del Cerebro*, animado por el congresista Silvio Conti y apoyado por la mismísima presidencia del gobierno de los EE.UU con el siempre loable y popular fin de hacer frente a enfermedades cerebrales (Alzheimer, Parkinson, neurofibromatosis...). Creado por Stephen H. Koslow, hizo su entrada en sociedad el 2 de abril de 1993 un híbrido de neurocientíficos e informáticos. A partir de las deliberaciones que lleva a cabo un comité elegido de entre los directores de los Institutos Nacionales de Salud y de Ciencia de los EE.UU, se financian laboratorios y grupos de investigación que han de combinar los métodos de investigación clásicos con las herramientas informáticas de nueva generación con el objetivo de crear bases de datos integradas sobre los aspectos que componen las neurociencias.¹⁸ Un proyecto norteamericano al que se unen europeos, australianos, canadienses, chinos, indios y japoneses, ejemplo paradigmático del modo de hacer ciencia en la era de la globalización.

Operaciones

Recordemos el cuento de E. T. A. Hoffmann, *Maestro Pulga* (1822) en el que el diminuto mago del título le regala a su amigo humano *Peregrinus* una lente mágica

¹⁸ S. H. Koslow y M. F. Huerta, *Neuroinformatics*, Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, 1997.

que puesta sobre el ojo permite mirar el interior de los cráneos ajenos y discernir sus pensamientos y emociones. Éste es el sueño de todo investigador, si nos atenemos a la vertiente bondadosa de búsqueda de la inteligibilidad del neurocientífico y no nos adentramos en la vertiente perversa del político totalitario. Las operaciones sobre el cerebro nos exigen dar un giro a nuestra exposición, porque ahora el cerebro observado es el cerebro del Otro en la mesa de disección o en el escáner de resonancia magnética.

La tradición se remonta a ganaderos, cazadores, carniceros o cocineros que han de neutralizar los elementos sentimentales y respetuosos que tenían grupos de sabios, como los pitagóricos, que incluso prohibían el consumo de carne.¹⁹ Aristóteles integra el saber teórico de los matemáticos pitagóricos con la técnica de disección y permite la muerte del animal con el único propósito de alcanzar la *inteligibilidad*: "No hay amistad ni lazos de justicia de ninguna índole hacia las cosas que carecen de alma".²⁰ El siguiente paso afectará al hombre mismo. Los fisiólogos de Alejandría — Herófilo, Erisítrato... — descubren los ventrículos o cavidades cerebrales de los seres humanos; la corteza plegada en circunvoluciones; la médula; los nervios... Galeno invita a ir a Alejandría, donde se puede diseccionar cadáveres insepultos, una actividad que pone en correlación con el arte de leer o de escribir: "No había razón para temer que se olvidasen las técnicas de disección aprendidas desde la infancia, al igual que el arte de la escritura".²¹

24

Agosto
2017

Las operaciones tradicionales eran muy violentas y agresivas —ablaciones, trepanaciones, lobotomías, electroshocks...—, y provocaban serio rechazo. Con el mecanicismo y el positivismo se van aceptando académica y socialmente, y hasta el neurólogo Egas Moniz (1874-1955) recibirá el premio Nobel en 1949 por su método de leucotomía, que ¡simplemente! causaba una lesión cerebral limitada en el prefrontal. A partir de 1928, de Hans Berger (1897-1941), ya no será necesario abrir el cráneo para estudiar su actividad, lo que rebaja considerablemente el grado de violencia y sufrimiento; basta con la aplicación de electrodos a la superficie del cráneo y con recoger las variaciones de potencial eléctrico registrado en el

¹⁹ Jámblico, *Vida de Pitágoras*, 24.

²⁰ Aristóteles, *Ética a Nicómaco*, 1161b1-3.

²¹ Galeno, *De anatomicis administrationibus*. Cf. M. Vegetti, *Los orígenes de la racionalidad científica*, Barcelona, Península, 1981, p. 51.

osciloscopio. Por ejemplo, si el individuo se encuentra en reposo con los ojos abiertos presenta un espectro muy regular de frecuencias (10 ciclos por segundo); si se le despierta suavemente, la actividad se hace irregular, con una amplitud más débil y el ritmo más rápido; al despertar, las ondas son amplias y lentas (ondas δ), etc. La informática ha permitido suavizar aún más la siempre ruda herramienta de intervención en el cerebro. En la actualidad las técnicas que se aplican tratan de ser lo menos agresivas posibles, como la *Estimulación magnética transcraneal* (EMT); otras son de mera observación y se basan en la detección de cambios en el flujo sanguíneo y la oxigenación en el cerebro:²²

- La *tomografía por emisión de positrones* (PET) se funda en la medición del flujo regional de la sangre y mide la actividad metabólica de las células y el tejido nervioso.
- Las *imágenes por resonancia magnética* (MRI) se funda en los cambios de niveles de oxígeno operados durante la actividad nerviosa; la hemoglobina oxigenada y la desoxigenada presentan distintas propiedades magnéticas.
- Las *imágenes por resonancia magnética funcional* (fMRI) genera mapas de actividad cerebral mediante la detección de señales que se correlacionan con la excitación de las células del cerebro...

25

Agosto
2017

En este ámbito tecnológico se producen curiosas situaciones de serendipia. Por ejemplo, cuando Leonardo Fogassi, investigador del equipo de Giacomo Rizzolatti, toma un plátano de una frutera, observa cómo reaccionan las neuronas de un macaco que no se había movido; a partir de ahí, descubren las «neuronas espejo», las operaciones de la simulación de los estados mentales de los demás.²³

De manera que podemos clasificar las operaciones en *invasivas* y, por lo tanto, rechazables y marginadas; y en *no invasivas*, y, por lo tanto, admisibles y patrocinables aun por los poderes públicos. Las técnicas de las neuroimágenes se agrupan ahora con otras técnicas suaves: pulso, electroencefalogramas, microscopios,

²² Niels A. Lassen fue pionero en la utilización de estos métodos. Cfr. N. A. Lassen, "Función cerebral y flujo sanguíneo", *Investigación y ciencia*, 27 (1978), pp. 18-28. Para su uso, véase J. M. Morihisa (coord.), *Avances en neuroimagen*, Barcelona, Ars Medica, 2002.

²³ L. Fogassi, G. Rizzolatti (*et alii*): "Cortical mechanism for the visual guidance of hand grasping movements in the monkey. A reversible inactivation study", *Brain*, 124 (2001), pp. 571-586.

coloración celular de Golgi,²⁴ colorantes sensibles a distintos iones de Roger Tsien, método de tinción de Walle J. H. Nauta, etc.

Segundo nivel: formalización de proposiciones

Proposiciones-r (referenciales) del campo científico

El segundo nivel de análisis gnoseológico tiene que ver con la formalización de *proposiciones-r*, partes formales de una ciencia. Las *proposiciones-r* son entidades primitivas o atómicas, aunque no en su sentido ontológico, sino en la medida en que se combinan con otras proposiciones y constituyen así el *campo* material de cada disciplina (que unos términos fertilizan a otros sólo es puesto en cuestión por los hiperespecialistas, que cierran sus disciplinas a cualquier contaminación o intromisión de los demás). Las *proposiciones-r* (han de ser al menos dos para que pueda operarse con ellas) se vinculan por relaciones de *semejanza* o identidad, pero también de diversidad o de *sinexión* —términos que siendo diversos están entrelazados necesariamente—. Las proposiciones de las neurociencias proceden de muy diversos campos científicos. El más global, y en el que se enmarcan las *proposiciones-r*, es la teoría de la evolución. La conciencia se halla asociada a la morfología biológica y ofrece una distinción muy importante entre «hacer» y «comprender»; se pueden hacer muchas cosas sin comprender por qué se hacen así —se puede correr sin saber nada de mecánica—, pues ante todo está la supervivencia. La teoría de la evolución permite explicar el cerebro humano sin invocar ninguna intervención espiritual: Charles Darwin contra Alfred R. Wallace.

Otros campos ofrecen el soporte básico y local de las *proposiciones-r*:²⁵ La Medicina tradicional (manía, temperamento...); la Farmacología (drogas psicoactivas...); la Electrofisiología (efecto Galvani, potenciales de acción...), la Teoría cinética y la Termodinámica (entropía...); la Bioquímica (enlaces, proteínas...); la Biología molecular (teorema del ADN...); la Etología (prosodia biológica...)... Haré un breve comentario sobre la Termodinámica: los cordados poseen una estructura

²⁴ Por ejemplo: se colorea la enzima *peroxidasa* y esto permite seguir el rastro de la extremidad del axón hasta ascender al núcleo de la neurona.

²⁵ Véase, por ejemplo, A. G. Cairns-Smith, *La evolución de la mente*, Madrid, Cambridge, 2000.

elongada, es decir, son morfologías encefalizadas, con cabeza y cola o pies, y una columna o cadena de tejido nervioso que atraviesa el cuerpo en sentido longitudinal. Que el sistema nervioso se haya organizado de esta manera se deriva de la necesidad neurobiológica de optimizar la relación de la superficie corporal con el volumen, con lo que se minimiza la distancia a la cual debe viajar una señal nerviosa desde o hacia el mundo externo. Las consecuencias son decisivas: al polarizar la encefalización, el animal ha de poseer una representación interna de sí mismo, como entidad única de los diferentes segmentos de que está constituido. Y otro sobre la Etología: la *prosodia biológica* es una forma generalizada de comportamiento motor, una gesticulación externa de un estado interno y que significa algo para otro animal: fruncir el ceño, chillar, alzar las cejas, sonreír... En la polilla, emisión de feromonas; en las luciérnagas, encendido y apagado; en las abejas, danza para informar de la cantidad y localización del alimento, etc.

Y, en fin, otras son específicas de las neurociencias: Morfología y anatomía del cerebro; Neuropsicología psiquiátrica o sobre las «enfermedades del alma»; y aun la Psicología cognitiva. Las investigaciones neurofisiológicas genuinas se estabilizan en dos amplios subcampos: a) Estudio de las áreas cerebrales, sistematizadas a finales del siglo XIX por Korbinian Brodmann (1868-1918), que trazó los primeros mapas cerebrales precisos. b) Estudio de las conexiones sinápticas: a principios del siglo XX, Otto Loewi (1873-1961) demostró que las fibras nervosas parasimpáticas del corazón liberaban acetilcolina y, a partir de ahí, se han identificado multitud de moléculas clave para el funcionamiento del cerebro. Algunos términos o proposiciones genuinos de la neurociencia son: *áreas corticales, neuronas, sinapsis, neurotransmisores, potencial de acción y oscilaciones eléctricas, conexiones interneuronales, circuitos y redes neuronales...*²⁶

27

Agosto
2017

²⁶ *Neurona* es un término inventado por Waldeyer en 1890. Esta tradición remite al microscopio—Malpighi (1685), Van Leeuwenbroek (1718) ...—, a las técnicas de endurecimiento del tejido nervioso: «vinagre de madera», alcohol, formol, ácido crómico... y los colorantes, etc. *Sinapsis* es un término incorporado por Charles Sherrington. *Potencial de acción* o señal eléctrica que se desplaza a través de los axones fue propuesto por Edgar D. Adrian...

Principios de las proposiciones-*r*

Los avances en todas estas ciencias permiten establecer también principios de las proposiciones-*r*:

Principio para las áreas cerebrales, que se desdobra en dos: por un lado, los estados conscientes son prerrogativa de algún área particular del cerebro (Koch); por otro, sus sustratos neuronales están ampliamente dispersos por el sistema tálamo cortical (Greenfield).²⁷

Principio para las conexiones sinápticas: Las *neuronas* son unidades funcionales discretas. Es la tesis de Santiago Ramón y Cajal en polémica con los *reticulistas* encabezados por Camilo Golgi.

Corolario: La *regeneración cerebral* o regeneración de las neuronas reemplaza al pseudo-principio: «La muerte de una neurona nunca será reemplazada», principio que resultó ser falsado por J. Altman y Gopal D. Das en 1965.²⁸

Relaciones

Las proposiciones-*r* sólo lo son en tanto en cuanto se conectan entre sí, sea por semejanza (relaciones isológicas), sea por contigüidad (relaciones sinalógicas); establecen relaciones necesarias entre los términos fisicalistas por medio de las operaciones hasta *con-formar* un sistema. Puede afirmarse que cada investigador destacado ha encontrado alguna relación neurobiológica importante: ya por sí misma, ya por lo que tenga de relevancia para la formación de esquemas de identidad y teoremas.

En *psicología* se han establecido relaciones desde la antigüedad, algunas de las cuales son cruciales para la neurofisiología. Así, la teoría *asociacionista* (semejanza, contigüidad, causalidad) de Hume; el *acto reflejo* de Marshall May, que evita el recurso al concepto de «alma»; los *procesos sensorio-motores* de Highlings Jackson, que constituyen el sustrato anatómico de los estados mentales; la *percepción e imaginación creadoras* de Samuel T. Coleridge y los románticos; la cuantificación de las relaciones

²⁷ C. Koch y S. Greenfield, "¿Cómo surge la conciencia?", *Investigación y ciencia*, 375 (2007), pp. 50-57.

²⁸ G. Kiemperman y F. H. Gage, "Regeneración de las células nerviosas en adultos", *Investigación y ciencia*, 274 (1999), pp. 14-22.

entre *memoria* y *olvido* de Hermann Ebbinghaus; la variación individual en cuanto a capacidades intelectuales de la inteligencia por medio de *tests* de Alfred Binet; las relaciones que especifican la inteligencia, según el modelo distributivo de Jean Piaget o el modelo atributivo de Howard Gardner...²⁹

La *físico-química* ha aportado a las neurociencias la relación entre fenómenos eléctricos y función cerebral. Se inicia con la observación de Luigi Galvani (1737-1798) de que la descarga de electricidad estática produce la contracción de las ancas de rana. En 1870, los médicos berlineses Gustav Fritsch y Eduard Hitzig observan accidentalmente que el paso de una corriente galvánica por el cerebro produce movimiento en los ojos; experimentando con corrientes eléctricas en el cerebro, establecen relaciones entre aplicaciones de una pila galvánica (electrodos) en determinados puntos de la superficie de la corteza cerebral y contracciones en la parte opuesta del cuerpo. Emil Du Bois Reymond (1818-1896) demuestra que las células neuronales poseen la propiedad de reaccionar a la electricidad y de producirla (potenciales de acción) ...

La *farmacología* trata de descubrir los efectos que las drogas ejercen sobre el cuerpo.³⁰ Claude Bernard (1813-1878) investiga las relaciones asociadas con los «espíritus animales» por mediación de sustancias producidas por las células nerviosas; se confirma el descubrimiento de los neurotransmisores por Bernard Katz y colaboradores (entre ellos el español José del Castillo y el mexicano Ricardo Miledi) en 1949; se logra la síntesis de los neuroléptidos (*leptikós* = mitiga los nervios)³¹ por los químicos Paul Charpentier y Simone Courvoisier en colaboración con Henri Laborit en 1952; y la de los ansiolíticos (librium) por Leo Sternbach en 1954; etc.

En *teoría de la evolución* las relaciones se presentan en forma de reglas. La *regla de Mather* (1943) o *principio de la evolución*: el aumento de una parte del cerebro va en detrimento del desarrollo de otras de sus partes; la adaptación y adaptabilidad son

²⁹ Jean Piaget consideraba que las operaciones de la inteligencia —sensoriales, motoras, concretas y formales— se aplican (distribuyen) a cualquier material: familiar, artístico, profesional... J. Piaget (dir.), *Tratado de lógica y conocimiento científico*, Buenos Aires, Paidós, 1979. Howard Gardner, por el contrario, afirma diferentes inteligencias, de manera que las operaciones cognitivas se relacionan con los contenidos: lógico-matemáticos, lingüísticos, quinesésicos, musicales, espaciales, inter o intrapersonales. H. Gardner, *Inteligencias múltiples. La teoría en la práctica*, Barcelona, Paidós, 1995.

³⁰ S. H. Snyder, *Drogas y cerebro*, Barcelona, Prensa científica, 1992.

³¹ Los neuroléptidos —lagarctil, fenotiacinas, butiroferonas, benzamidas...— poseen triple acción: Sedativa: estado de indiferencia psicomotriz... Antiproducción: reducción progresiva de ideas delirantes y alucinaciones... Deshinibidora: psicoestimulante, etc.

inversamente proporcionales: a mayor adaptación de un animal a su medio ambiente, menor capacidad plástica evolutiva para adaptarse a un nuevo medio ambiente. La *regla de Jerison* o *correlación peso cuerpo / peso cerebro*: el mayor o menor peso del cerebro se corresponde con su mayor o menor peso del cuerpo, según el *cociente de encefalización* o relación entre el peso real del cerebro y el esperado si se lo compara con uno estimado y obtenido al relacionar el peso del cerebro y el peso del cuerpo; el cuerpo de sangre caliente es condición del desarrollo del cerebro. La *regla de Luria* o de *lateralización*: el hemisferio *izquierdo* se ha especializado en la comunicación con el exterior —lenguaje...— y el *derecho* en la representación interna del mundo. La *regla de Krantz-Fialkowski*: los cerebros humanos más grandes habrían resistido mejor el calor de la sabana, lo que les habría permitido memorizar la localización de presa y charcas...³²

La *biología molecular* amplía el estudio genético mendeliano a la formación del cerebro. Edward B. Lewis (1918-2004), del grupo de Thomas H. Morgan (1866-1945), descubre que los genes que controlan el desarrollo de los segmentos torácicos y abdominales estaban colocados en el cromosoma en el mismo orden que en el mapa topográfico de las partes del cuerpo. Walter J. Gehring (1939-2014) y colegas estudian los *homeobox* y establecen el papel de los genes homeóticos en la formación de estructuras cerebrales. Entre otros sorprendentes hallazgos, encuentran que el cerebro está situado muy cerca del intestino, dirigidos por una misma familia de genes, de manera que "el tamaño del intestino limita el del cerebro".³³ La relación entre la posición de los genes y las partes morfológicas de los seres da lugar a una de las cuestiones más difíciles de la relación genómica / neurociencia: "Uno de los misterios de la biología —comenta Gehring—³⁴ es el modo en que la información lineal contenida en el ADN genera un organismo tridimensional específico en el curso de su desarrollo a partir del huevo fecundado".

³² Cf. H. Jerison, *Evolution of the Brain and Intelligence*, 1973. C. V. Gisolfi y F. Mora, *The Hot Brain*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2000. F. Ayala, *Origen y evolución del hombre*, Madrid, Alianza, 1980.

³³ J. M. Allman, *El cerebro en evolución*, Madrid, Ariel, 2003, p. 70.

³⁴ W. J. Gehring, "Base molecular del desarrollo", *Investigación y ciencia*, Temas 3 (1996), pp. 100-111.

Relaciones cruzadas en neurociencia

Hemos indicado que las relaciones establecidas por los neurocientíficos se agrupan en dos apartados diferentes:

a) Las relaciones que tienen que ver con la *localización* de áreas cerebrales en correspondencia (por *semejanza*) con ciertas conductas, cuyo descubrimiento se remonta a Galeno y se fija en los modelos ventriculares de Nemesio y san Agustín, padres de la iglesia cristiana; se amplían con el estudio medieval de la morfología cerebral (Alberto Magno), renacentista (Leonardo da Vinci, A. Vesalio) y barroca (Th. Willis...); y culmina con la frenología de Francis J. Gall (1758-1828). En controversia con ésta, Jean Pierre Flourens (1794-1867) muestra que la ablación de una parte del cerebro no le impide seguir funcionando; pero Broca recupera la localización de funciones y Korbinian Borden (1868-1918) dibuja el mapa clásico que pone en correspondencia áreas con funciones; la hipótesis del mapa sensoriomotor de John H. Jackson (1835-1911) es confirmada por Wilder Penfield (1891-1976) y Theodore Rasmussen (1910-2002), del Instituto Neurológico de Montreal. Las relaciones entre áreas son hoy el objeto de la *volumetría* o estudio del volumen cerebral.³⁵ E incluso se explican experiencias místico-religiosas a partir de la desconexión de diversas áreas.³⁶

31

Agosto
2017

b) Y las relaciones que tienen que ver con las conexiones y transmisiones de las *unidades funcionales* —neuronas— a partir de experimentos (por *contigüidad*) de electrólisis, reacciones químicas, sinapsis química... *Corpore non agunt nixi fixata* se decía a finales del siglo XIX. Hermann Emil Fischer (1852-1919) propone una imagen muy sugestiva: "La célula contiene una sustancia químicamente activa que presenta una configuración geométrica complementaria de la del cuerpo considerado y que se adapta a ella como «la llave a la cerradura»; J. N. Langley (1852-1925) demuestra que en la unión nervio-músculo la sustancia es la nicotina o el curare, que bloquea su efecto; Rita Levi Montalcini (1909-2012) descubre las *neurotofina*s o factores de

³⁵ J. S. Allen, J. Bruss y H. Damasio, "Estructura del cerebro humano", *Investigación y ciencia*, 340 (2005), pp. 68-75.

³⁶ "¿Qué ocurrirá si esta área [parietal derecha] deja de recibir esa información, tanto externa como interna? Pues que los límites del yo desaparecerían y el cerebro interpretaría que no existe ninguna distinción entre el yo y el mundo exterior, o sea, la fusión con la naturaleza, con Dios, con la energía cósmica, etc.", F. Rubia, *La conexión divina*, Barcelona, Crítica, 2003, p. 191.

crecimiento nervioso para los contactos neurona-neurona... Las conexiones cerebrales se modulan por el medio ambiente y la relación con otros cerebros: por ejemplo, los animales con niveles altos de serotonina son más estables, pero menos sensibles a los peligros del entorno. El uso de fluoxetina (Prozac), que aumenta la concentración de serotonina en las sinapsis, se ha convertido en un fármaco contra la ansiedad, la angustia y la desesperación.³⁷ "El descubrimiento de las sinapsis y sus funciones recuerda, por la amplitud de sus consecuencias, la del átomo o la del ácido desoxirribonucleico"³⁸ escribe Changeux; pero no parece que el ADN y las sinapsis sean conceptos del mismo tipo: el primero se constituye como un teorema en Watson y Crick, y el segundo es una relación entre términos.

Ambos tipos de relaciones —lateralización por semejanza y sinapsis por contigüidad— pueden tratarse como los ejes de coordenadas en los que es posible estudiar las actividades que llamamos *conscientes*. Si la conciencia es un proceso que vincula áreas y neuronas específicas (Crick, Edelman, Tononi, Zeki, Bartels, Mora...), las preguntas pertinentes de una teoría de la conciencia serán, por ejemplo: ¿Contribuye la corteza visual primaria a la experiencia consciente? ¿Son las áreas del cerebro que se proyectan directamente sobre la corteza prefrontal más relevantes que las que no lo hacen? ¿Existe algún grupo particular de neuronas corticales que desempeñe un papel en la conciencia? Si es así, ¿se caracterizan esas neuronas por una propiedad o una localización especiales? ¿Necesitan las neuronas corticales oscilar a 40 Hz o disparar ráfagas de impulsos para contribuir a la experiencia consciente? ¿Existen grupos de neuronas que generen fragmentos conscientes, una suerte de microconciencias?...³⁹

Las relaciones cruzadas entre las áreas cerebrales y las sinapsis permiten establecer las primeras *hipótesis regulativas* sobre el cerebro y la conciencia. Se vinculan a hipótesis ontoteológicas y antropológicas que respondían a los tradicionales problemas de conexión entre alma/mente y cuerpo/cerebro. La postura que tuvo mayor repercusión en la modernidad fue la hipótesis dualista de Descartes, que afirma dos sustancias unidas en la *glándula pineal* (y defendida hoy desde otras perspectivas por Karl Popper, William Kneale o Stephen Toulmin..., John Eccles,

³⁷ Cf. J. M. Allman, *El cerebro en evolución*, p. 37.

³⁸ J. P. Changeux, *El hombre neuronal*, Madrid, Espasa Calpe, 1985, pág. 10.

³⁹ G. Edelman y G. Tononi, *El universo de la conciencia*, p. 21.

Wilder Penfield, Roger Sperry...; le sigue en importancia la hipótesis monista de la *tabula rasa* de Locke. Tras el positivismo y científicismo decimonónicos, las hipótesis regulativas actuales siguen otros patrones:

— La hipótesis de la *plasticidad cerebral* de W. James y K. Lashley: No se puede atribuir pautas determinadas de conducta a regiones cerebrales específicas. El cerebro puede entenderse como una «llanura fluvial» de aspecto cambiante, en la que el agua un año corre por pequeños canales, otro por un río profundo, etc. El cerebro experimenta una remodelación por medio de la experiencia de la vida, de fármacos o de intervenciones quirúrgicas.⁴⁰

— La hipótesis *computacional* de N. Wiener, J. Neumann, W. McCulloch y W. Pitts: Las células nerviosas se relacionan unas con otras de la misma manera que lo hacen las «puertas lógicas» regidas por el álgebra de Boole. La mente puede entenderse como un disco duro, normalizado en el cerebro adulto, fijo e invariable.

— La hipótesis *topobiológica* de Edelman-Tononi: Las relaciones que se establecen entre las neuronas no son del tipo computador, sino topológico. El cerebro está ordenado según ciertas topologías:

A) *Talamocortical*: Densa malla o red de conexiones de reentrada entre el tálamo y la corteza y entre distintas regiones corticales a través de las fibras corticocorticales. Así, las relaciones neuronales que tienen que ver con la percepción —visual, acústica, táctil...— y responden a estímulos, planificación y ejecución de acciones están conectadas muy estrechamente, permitiendo una respuesta unificada.

B) *Bucles postsinápticos*: Dispuestos en paralelo, enlazan la corteza con sus apéndices corticales —ganglios basales, cerebelo e hipocampo— para retornar a la corteza.

C) *Proyección difusa*: Núcleos específicos del tronco cerebral y del hipotálamo que no se parecen ni a una red ni a cadenas paralelas, sino a un conjunto difuso de conexiones. Distribuye una redcilla de fibras por todo el cerebelo y puede liberar ciertos neuromoduladores (noradrenalina...⁴¹

⁴⁰ M. Holloway, "Plasticidad cerebral", *Investigación y ciencia*, 326 (2003), pp. 6-12.

⁴¹ G. Edelman y G. Tononi, *El universo de la conciencia*, pp. 56 ss.

Principios de las relaciones

Entre las neuronas y las áreas se pueden establecer ciertas relaciones que desbordan los términos, pues son de otro nivel lógico, de manera que las relaciones ya han de ir asociadas a proposiciones, no a fenómenos. Algunos principios para la hipótesis topológica:

1. Las conexiones sinápticas de los cerebros son diferentes entre los distintos individuos: «No hay dos cerebros iguales».
2. Las experiencias quedan marcadas de forma *única* en cada cerebro.
3. En el cerebro se realizan *categorizaciones perceptuales* del medio que lo rodea, sin disponer de un código programado para cada situación.
4. Los núcleos con *proyecciones difusas* informan a todo el cerebro de eventos destacados (sistemas de valores).
5. La *reentrada*, principio que elimina toda referencia al homúnculo, es un proceso de coordinación entre mapas neuronales. De esta manera se puede presentar el principio fundamental de las relaciones: «El cerebro desarrolla categorías perceptivas o conceptos generales: *árbol, caballo, copa...*».

34

Agosto
2017

Este nivel de investigación, en todo caso, no sería suficiente para hablar aún de conciencia. Con esto, ¿se entrevé siquiera un teorema de la conciencia?

Tercer nivel: hacia el teorema de la conciencia

El conocimiento científico requiere alcanzar un nivel más refinado y preciso que las hipótesis regulativas y los principios de las relaciones. El científico está comprometido con diversos modos de hacer ciencia recibidos por la tradición: cuerpos deductivos, definiciones, clasificaciones, modelos... a partir de las relaciones descubiertas. En neurociencia, las deducciones y las definiciones son menos relevantes que las clasificaciones y los modelos. Y así, los libros académicos dirigidos a la docencia suelen escribirse según una epistemología descriptivista y clasificatoria: ¿Cómo está organizado el cerebro? ¿Cómo aprende el cerebro? ¿Cómo piensa?, etc. Y sobre esa descripción se cruzan las clasificaciones: el sistema nervioso

central, el sistema nervioso periférico, el encéfalo, la médula espinal, los nervios craneales, etc.⁴²

Los investigadores, por su parte, tienden a construir modelos: los *módulos* de Mountcastle, los *gradientes* de Goldberg,⁴³ los *circuitos dinámicos* de Edelman... Pero ¿cómo se pasa de las hipótesis a los modelos que inspiran las relaciones entre términos, y de ahí a las estructuras sistemáticas que dan paso a los teoremas? Desde la perspectiva gnoseológica se trata de exponer, a partir de las relaciones establecidas, un entramado de esquemas de identidad básicos (que cuando son fértiles llamamos *esquemas de modelización* o *gnómicos*, en homenaje a uno de los más fértiles de la historia de la ciencia, el *gnomón* de Anaximandro; desde la filosofía, los esquemas de modelización se engarzan con los esquemas trascendentales de Kant). Una vez que se ha obtenido un gran número de relaciones se da un paso atrás para poder dar dos adelante y alcanzar un teorema o una *verdad* científica. No se trata ya de realizar operaciones más finas (por ejemplo, registrar la velocidad en milisegundos), sino de establecer el soporte lógico-material del modelo.

Para lograrlo es necesaria la neutralización del operador que justamente hay que explicar: la conciencia como «homúnculo», «fantasma de la mente» o «*inner man*». Pues las estructuras han de resultar de la eliminación o neutralización de las operaciones que realizan los sujetos gnoseológicos (conscientes), junto con todos los dispositivos sociales e institucionales. Aquí se encuentra formulado el «nudo del mundo», cuyo prototipo lo representa Descartes, quien, a pesar de haber establecido relaciones muy relevantes sobre la fisiología de la percepción, el reflejo o la memoria, a falta de un adecuado esquema determinante, tuvo la necesidad de postular un «alma» —el fantasma de la máquina— para poner en marcha la máquina del cuerpo (y, por cierto, corregido inmediatamente por el concepto de *cuerpo* de Baruch de Spinoza).⁴⁴

35

Agosto
2017

⁴² Por ejemplo, B. Kolb y I. Q. Whishaw, *Cerebro y conducta*, Madrid, Mc Graw Hill, 2002.

⁴³ "La cognición se distribuye por la corteza de manera graduada y continua". E. Goldberg, *El cerebro ejecutivo*, Barcelona, Crítica, 2002, p. 75.

⁴⁴ Cf. Descartes, *Tratado del hombre*, Madrid, Editora Nacional, 1980.

Esquemas de identidad de la neurociencia

Estos esquemas de identidad se pueden construir recurriendo a las clásicas coordenadas cartesianas. Ensayaré aquí un posible soporte a partir de tres esquemas de identidad que asocio a tres postulados: el *postulado de Hebb* o de continuidad neuronal; el *postulado de Shafer* o de discontinuidad muscular; y el *postulado de Darwin* o de unidad de los organismos terrestres.

El eje x muestra el cambio que sufre el cerebro a lo largo de la vida. En el desarrollo intrauterino hay un crecimiento de más de doscientas mil neuronas por minuto hasta alcanzar un peso de unos 350 gramos en el momento del nacimiento; en los dos primeros años de vida se despliegan las sinapsis a un ritmo de 30.000 a 50.000 por sg/cm^2 ; el crecimiento se entretiene con la programación de muerte de neuronas (apoptosis), cierta competitividad entre ellas y un reajuste cuantitativo a las necesidades reales de la función que va a desarrollar ese área; a los dos años el cerebro pesa unos 900-1000 gr., y a los 18, 1400 gr.; a partir de aquí el crecimiento es mínimo (1450 gr. a los 25-30 años), para iniciar una disminución gradual a partir de los 70 años (1350 gr.). Así pues, el desarrollo cerebral pasa por diferentes estadios: crecimiento rápido, estabilidad y decrecimiento pequeño. Este eje x se soporta sobre el esquema de identidad o *postulado de Hebb*⁴⁵ de selección somática: «Los contactos sinápticos si son muy usados se refuerzan y se establece una conexión más permanente: las neuronas quedan conectadas más estrechamente con unas neuronas que con otras».⁴⁶

36

Agosto
2017

⁴⁵ O. Hebb, *The organization of behavior*, Nueva York, Wiley, 1949.

⁴⁶ Por ejemplo, R. E. Kalil, "Formación de sinapsis durante el desarrollo del cerebro", *Investigación y ciencia*, 161 (1990), pp. 26-34. Este esquema de identidad x podría ampliarse mediante el *postulado de Baldwin*: «El aprendizaje se hace instinto a lo largo de la evolución». Y también refinarse teniendo presente los «períodos críticos» o «ventanas plásticas»: pasado un período crítico, si el individuo no ha tenido una relación adecuada con su entorno específico, difícilmente desarrollará esas capacidades asociadas. Durante el primer año de vida, el principio ontológico que rige la conducta se formula así: «Lo real es lo que se toca»; en la adolescencia se remodela la corteza cerebral (operaciones de asociación), hay pérdida del número total de neuronas y aumento del tamaño de las que permanecen dando lugar al decisivo fenómeno del *imprinting*, que puede conducir al adolescente hacia posiciones extremistas, sectarias e intransigentes o sensatas, críticas y realistas (es el momento que aprovechan todas las banderías para hacerse con adeptos fanáticos...). Modelos de ventanas plásticas son: El *Imprinting* de Lorenz, verificado en las aves que, al nacer, siguen al primer objeto que se mueve; los casos bien documentados del *niño del Aveyron*, que, criado entre lobos, no consiguió hablar; del niño *Johan de Burundi*, sobreviviente en una colonia de chimpancés y sacado de allí a los cuatro años; a los

El eje *y* muestra la relación del desarrollo cerebral con el dominio motor del espacio funcional exterior y la interiorización del movimiento para procesar las señales que le llegan por los sentidos y coordinar y centralizar la respuesta. La complejidad de los movimientos —incluso los más sencillos: coger un vaso, caminar por un empedrado...— exige que se reduzca la magnitud del problema. El *postulado de Shafer* afirma que el movimiento no se efectúa de manera continua, sino que es de naturaleza discreta y que la contracción muscular voluntaria o «temblor fisiológico» se encuentra entre 8 y 12 Hz. Podría hablarse por analogía de «cuantos de movimiento», alrededor de 10 Hz, y el esquema de identidad quedaría formulado así: «Las discontinuidades del movimiento voluntario son independientes de su velocidad y de si se ejerce o no alguna fuerza sobre el músculo».⁴⁷ Los movimientos, aunque tienen la apariencia de ser armónicos y continuos, son inarmónicos y discontinuos y la ejecución motora consiste en una serie intermitente de sacudidas, cuya periodicidad es muy regular. Rodolfo Llinás denomina a ese control del cambio mediante la función anticipadora «*dt*», definida matemáticamente por la expansión de Taylor, que ahorra tiempo y la sobrecarga del controlador, lo que permitiría comprender la naturaleza y generación discontinua de la conciencia.

37

El plano (*x,y*) conjuga los términos iniciales de la aporía continuo / discontinuo, al vincular el desarrollo cerebral con los movimientos del entorno, las respuestas a estímulos externos (conducta, lesiones...) o internos (agentes hormonales, comunicación química...). Se desborda la hipótesis computacional, pues el entorno hace que el cerebro tenga que dar respuestas no fijas (plásticas), a diferencia de lo que hace un ordenador (instruccionismo).

Agosto
2017

A estos dos ejes ontogenéticos hay que añadir un tercer eje *z* filogenético o de *selección natural*. Frente a la tesis espiritualista de Wallace, que supone la evolución exclusivamente en el terreno del cuerpo, pero no de la mente, el *postulado de Darwin* afirma la transición de los cerebros de peces, anfibios y reptiles hasta los de aves y

ocho, aún no había aprendido a hablar y se expresaba por gestos y vocalizaciones; de la *niña Genie*, que vivió completamente aislada y sin contacto con otras gentes hasta los trece años; rescatada, la niña no fue capaz de expresarse verbalmente, excepto con monosílabos; las áreas para estas nuevas facultades se desarrollaron en el hemisferio derecho; el izquierdo había cerrado ya su capacidad plástica...

⁴⁷ J. Marshall y E. Geoffroy-Walsh, "Physiological tremor", *Journal Neurol. Neurosurg. Psychiatr.*, 19 (1956), pp. 260-267.

mamíferos. Con el esquema de identidad que afirma «la unidad de los seres terrestres», Darwin queda vinculado a Aristóteles.⁴⁸ (Cuadro 3).



Cuadro 3. Esquemas de identidad en neurociencias

Los esquemas de modelización son la pieza clave de la investigación científica. En la literatura neurocientífica encontramos que los esquemas de identidad se trazan alrededor de alguna relación que el investigador encuentra más relevante. A grandes rasgos proceden privilegiadamente de tres ámbitos:

a) El *sensoriomotor*, alrededor de la *visión*: «El sentido más amado es el de la vista» señala Aristóteles. Este esquema pertenece a la tradición alejandrina. Como esquema de identidad científico es establecido por David Hubel y Torsten Wiesel: en la corteza visual hay células que responden a formas específicas de información del medio: células *simples*, a la orientación; células *complejas*, a líneas; y células *hipercomplejas*, a ángulos...

b) El *emocional*, alrededor del *sistema límbico*. «La razón es esclava de las pasiones» considera David Hume. Este esquema procede de la tradición judeo-cristiana, que antepone a cualquier otra consideración el sujeto moral: los pecados, que asociamos a las emociones: orgullo, ira, lujuria... Como esquema de identidad científico es establecido por Antonio Damasio en su clásico estudio sobre Phineas

⁴⁸ "La ciencia natural contempla necesariamente la Naturaleza a través de nosotros. Sin embargo, el viejo Aristóteles acertó en su criterio, y la evolución lo confirma: desde el punto de vista científico, no hay un abismo fundamental entre el hombre y la Naturaleza". Ch. Sherrington *Hombre versus Naturaleza*, Barcelona, Orbis, 1986, p. 227.

Gage; también, los trabajos de Le Doux,⁴⁹ explotados *ad nauseam* por los medios de comunicación.

c) El *lógico-geométrico*, alrededor de las *cortezas frontales*, «el órgano de la civilización» según Alexander Luria. Este esquema procede de la tradición helenística y posee dos versiones: la exterior discontinua, según la cual el alma procede de algún arquetipo divino que se infunde en el ser humano; y la exterior continua, según la cual la actividad esencial del cerebro simula o conforma una estructura funcional isomorfa con la realidad, como lo hace el mapa somatotópico de las cortezas sensoriales de Penfield y Rasmussen (encontrado también en macacos por van der Loos y C. Woolsey). En este sentido, nos parece de especial relieve el uso de esquemas topológicos para la representación isomorfa del entorno a la manera del neurobiólogo J. Z. Young y del topólogo René Thom.⁵⁰

Los esquemas de modelización permiten eliminar el uso de los *paradigmas*⁵¹ que se postulan para cumplir el mismo objetivo: los *espíritus animales* de Descartes, el *reloj* de Leibniz, la *tabula rasa* de Locke, el *teatro* de Hume, los *fluidos nerviosos* del siglo XVIII, el *arquecefalia* de Owen..., contruidos a partir de fenómenos y relaciones y mediatizados por creencias sociales de la época. Asimismo, eliminan muchos *experimentos psicológicos* habituales que, como denuncia Martha Farah, se diseñan sin demasiado cuidado y no evitan otras explicaciones.⁵²

Pues bien, es ahora necesario construir estructuras sistemáticas que den cuenta de los fenómenos problemáticos de partida: los *qualia*,⁵³ lo inconsciente, el pensamiento, el lenguaje y la *abstracción*, esa sutil propiedad que evita memorizar cada una de las «cosas» con las que nos topamos y evocar cada uno de sus detalles concretos.

⁴⁹ A. Damasio, *El error de Descartes*, Barcelona, Crítica, 1996; también J. LeDoux, *El cerebro emocional*, Barcelona, Ariel, 1999; G. Gigerenzer, *Decisiones instintivas*, Barcelona, Ariel, 2008.

⁵⁰ J. Z. Young, *A model of the brain*, Oxford, University Press, 1964. R. Thom, *Stabilité structurelle et morphogénèse*, París, Inter Éditions, 1977.

⁵¹ *Paradigma* en un sentido más restringido que el de Thomas Khun: es un modo científico distributivo que repite una estructura tomada intuitivamente y que, sin más crítica, es aceptada socialmente.

⁵² C. Zimmer, "La neurobiología del yo", *Investigación y ciencia*, 352 (2006), pp. 65-71.

⁵³ "¿Cómo es posible que disparos neuronales físicos, objetivos, cuantitativamente descriptibles, causen experiencias cualitativas, privadas, subjetivas"? J. Searle, *El misterio de la conciencia*, Barcelona, Paidós, 2000.

Modelos y metáforas

De las dificultades para alcanzar estas estructuras surgen los mitos y las metáforas para «decir lo que todavía no puede decirse».⁵⁴ Platón se acogió a bellos mitos para explicar la *psyqué*, entidad que separa a los seres humanos de los dioses (El socrático «Conócete a ti mismo» parece que significa «has de saber que no eres más que un hombre, no un dios») y de los animales. Las metáforas de la conciencia proceden de las comparaciones entre el alma y el mundo⁵⁵ y a veces despiertan la sensibilidad poética de los científicos: Charles Sherrington (1857-1952) comparaba al cerebro con un «telar encantado»⁵⁶ y Francisco Mora sugiere que "la mente es el tejido cerebral cosido con hilos de tiempo".⁵⁷ En general, nos referimos a metáforas modulares y computacionales:

a) Las *metáforas modulares*, que tratan al cerebro como un almacén en el que se depositan y trasiegan diversos materiales. El polifacético humanista Robert Fludd (1574-1637) utilizó como tema de la metáfora la mente y como foro o vehículo, las órbitas planetarias, de manera que cada ventrículo cerebral representaba uno de los tres mundos: el *sensibilis et imaginabilis*, el *intellectualis* y el *memorialis*. Y el arqueólogo Steven Mithen utiliza la metáfora de la «catedral»:⁵⁸ las mentes arcaicas son como una catedral, cuya nave central representa la inteligencia general y las capillas laterales está dedicada a cada uno de los cuatro módulos mentales: técnico, lingüístico, social e historia natural; pero el lenguaje fue un vándalo que destruyó las paredes de las capillas y permitió la conexión entre ellas. Etc.

b) Las *metáforas computacionales* de la Inteligencia Artificial (I.A), que imitan los procesos por los que los organismos naturales aprenden y olvidan. Arrancan con la «máquina psíquica» del psicólogo conductista Clark Hull (1884-1952); el genial Alan Turing (1912-1954) imagina un nexo entre las máquinas y los procesos psicológicos a

⁵⁴ M. Black, *Modelos y metáforas*, Madrid, Tecnos, 1966.

⁵⁵ De manera que se soslaye el problema de la materialidad del alma que, de esta manera, queda al margen de la materialidad de la memoria, de la imaginación... Véase D. Draaisma, *Las metáforas de la memoria. Una historia de la mente*, Madrid, Alianza, 1998.

⁵⁶ Ch. Sherrington, *Hombre versus Naturaleza*, p. 158.

⁵⁷ F. Mora, *El reloj de la sabiduría*, Madrid, Alianza, 2001, p. 109.

⁵⁸ S. Mithen, *Arqueología de la mente: orígenes del arte, de la religión y de la ciencia*, Barcelona, Crítica, 1998.

través del cerebro humano; el cibernético Norbert Wiener (1894-1964) encuentra un paralelismo entre los mecanismos reguladores de organismos y máquinas; Warren McCulloch y Walter Pitts imaginan (en 1943) la estructura de las neuronas como redes o procesadores de símbolos. Así se llegará a definir el cerebro como una «máquina de Turing» y la mente se presenta como un programa de reglas para el procesamiento de la información (*software*), respecto a las cuales el organismo y el cerebro representarían el soporte mecánico (*hardware*).

Operaciones de totalización

Frente al escepticismo de muchos —el psicobiólogo Ignacio Morgado Bernal declaraba recientemente que no hay en la actualidad una solución para el problema de la conciencia y que aunque la hubiera no aportaría ninguna ventaja práctica, sólo satisfaría nuestra curiosidad científica—, algunos neurocientíficos de prestigio se han arriesgado a construir teorías que van más allá de la terapia o de la exposición de experimentos atractivos tanto para la comunidad científica como para el público en general, y se han comprometido con una investigación que los lleve hacia una categorización de la conciencia, más allá no solo del interés ideológico, sino de la especulación filosófica. Descartada la totalización *diairética*, por distribución de un alma exterior a través del cerebro (al modo de san Agustín), hablaré, para simplificar, de dos tipos de totalizaciones: o bien por *partitio* (*merismós*) hasta alcanzar las partes-unidades (áreas / neuronas) que permitan reconstruir el todo (la conciencia); o bien por *conjugación* de las partes áreas / neuronas y eventualmente el cuerpo o el medio. Una vez categorizadas las partes es posible su integración en una identidad sintética o teorema.

I. a) El proyecto más relevante de *partitio* es la *hipótesis asombrosa* de Francis Crick desde una parte que se considera privilegiada: la visión. La conciencia se identifica con la actividad de un conjunto de neuronas que emplea una codificación para representar una parte del campo visual en los lóbulos frontales y la corteza prefrontal: el correlato neuronal de la conciencia es el disparo sincronizado de las neuronas que simbolizan los atributos de un objeto visual; estas neuronas oscilan periódicamente a una frecuencia promedio de unos 40 ciclos por segundo. "Por

decirlo otra vez: la conciencia depende crucialmente de las conexiones talámicas con el córtex. Sólo existe si determinadas áreas corticales tienen circuitos reverberatorios (implicando a las capas 4 y 6) que se proyectan con fuerza suficiente para producir reverberaciones significativas".⁵⁹

I. b) Otro proyecto por *partitio* que, a diferencia del anterior, no privilegia ninguna parte, sino que disuelve el todo en partes materiales de las que emerge retroactivamente la conciencia: Daniel Dennett, desde la metáfora de los ordenadores, ejercita una división de las unidades cognoscitivas que, en el límite, habrían perdido la «conciencia»; estas unidades se encarnan en estructuras de neuronas que pueden o no dispararse y que llama «ejército de idiotas» (*army of idiots*). Su hipótesis de *borradores o versiones múltiples* (*multiple drafts*) propone que el flujo narrativo de la conciencia es similar a una edición continua, durante la vigilia, de muchos procesos distribuidos en el cerebro, que vienen del pasado y se continúan hacia el futuro. El flujo consciente no es un proceso unitario, sino distribuido, como podría ser el caso de alguna novela escrita en diferentes etapas de creación y de la cual hay múltiples borradores destinados a ser combinados y finalizados en algún momento impreciso. Entonces, según este modelo, en un intervalo dado existen múltiples borradores de fragmentos narrativos a diferentes alturas del proceso de edición, nucleados y en gestación en varios sitios del cerebro. Uno de los puntos cruciales consiste en que no hay una única narrativa final lista para ser *publicada* definitivamente.

42

Agosto
2017

Este planteamiento tiene muchas variantes: Tras los intentos de simular el aprendizaje de autómatas, Oliver Selfridge propuso la hipótesis del *pandemonium*, un programa para el reconocimiento de formas dividido en varias partes, cada una de las cuales se identifica con un «pequeño demonio», que buscaba un tipo de analogía entre la información entrante disponible. Si se concibe el cerebro como el lugar donde habitan todos los *demonios*, lo que les sucede internamente es la parte inconsciente del pensamiento y lo que se «gritan» unos a otros es el lado consciente.

Semir Zeki sugiere que la tesis cartesiana del *cogito ergo sum* debe describirse así: *Pensamos, luego existo*. La nueva idea es que la conciencia de cada persona, en

⁵⁹ F. Crick, *La búsqueda científica del alma*, especialmente, cap. 17, p. 315. En todo caso, esta explicación deja fuera las células gliales, de las que ya se sabe que se comunican con las neuronas por medios químicos.

lugar de ser una unidad esencial, está armada de muchas «mini-conciencias», separadas en diferentes niveles del cerebro. S. Zeki y su colega A. Bartels midieron los tiempos necesarios para que un humano normal perciba color, forma y movimiento resultando que necesitan ochenta milésimos de segundo para distinguir un color, un segundo para ver una forma y también un segundo para ver un movimiento, a pesar de que los tres se presentan simultáneamente. Dado que cada una de esas percepciones visuales es un evento de la conciencia, la diferencia en los retardos implica que dicha conciencia está hecha de eventos conscientes separados.⁶⁰

II) Los programas por *conjugación*, cruzan dos criterios: I) Las fuentes: a) Interiorista / b) Exteriorista, si se considera una actividad interiorizada en el cerebro o que va más allá de él; y II) El Todo: 1) Distributivo / 2) Atributivo, si se apunta a un núcleo proporcional o si las partes son simplemente acumulativas. Resultan, por tanto, cuatro posiciones, que ejemplificamos en cuatro autores muy conocidos: 1a) Rodolfo Llinás; 2b) Antonio Damasio; 1b) Roger Bartra; 2a) Gerald Edelman. Veamos: (Cuadro 4)

Fuentes	a) Interiorista	b) Exteriorista
Todo		
1. Distributivo	a1. Rodolfo Llinás	b1. Roger Bartra
2. Acumulativo	a2. Gerald Edelman	b2. Antonio Damasio

Cuadro 4. *Distintas opciones de totalización*

II. a1) Rodolfo Llinás⁶¹ considera al cerebro como un sistema cerrado modulado por los sentidos que simula (y no traduce) la realidad, por lo que ha de ser de alguna manera isomorfa (representa la realidad), aunque no homomorfa (con la misma apariencia), con ella para poder predecir las interacciones del organismo con su entorno. El pensamiento tendría que ver con la interiorización evolutiva del movimiento; la integración de propiedades sensorialmente referidas al exterior en un

⁶⁰ S. Zeki y A. Bartels, "Functional specialization in the visual cortex of the monkey", *Nature*, 274 (1978), pp. 423–428; "The asynchrony of consciousness", *Proc. R. Soc.*, B 265 (1998), pp.1583-1585.

⁶¹ R. Llinás, *El cerebro y el mito del yo*, Barcelona, Belacqua, 2003.

espacio funcional interno. La cognición sería entonces un *a priori* neurológico, una propiedad intrínseca del cerebro fundamentado en la capacidad de las neuronas (sistema nervioso) y de sus propiedades de biología celular para interiorizar las propiedades del mundo externo. Si el sistema nervioso se apropia de propiedades del universo (externo) y las contextualiza de un modo unitario, la subjetividad sería un diálogo (interiorista) espaciotemporal entre el tálamo y la corteza. Obsérvese que se exige una teoría geométrico-topológica de proyecciones entre realidad y cerebro.

II. b2) Antonio Damasio afirma que ser conscientes del mundo que nos rodea, saber lo que sabemos y saber que lo sabemos es un acontecimiento neuronal en el interior del cerebro, pero a condición de que interactúe con el cuerpo.⁶² Damasio apuesta por la integración bioquímica y neuronal entre cerebro y cuerpo, lo que genera imágenes que se encuentran en la base de la mente y cuya ordenación denomina *pensamiento*. Los *marcadores somáticos* conectarían las emociones y los sentimientos a respuestas anticipatorias; pero como no hay un patrón fijo que se distribuya, existe una gradación cuasi-infinita de sentimientos y emociones (totalización atributiva). El cerebro ha de ir, por tanto, construyendo representaciones cambiantes del cuerpo a medida que varía bajo influencias químicas y neuronales. El primer paso tiene que ver con la respuesta a una perturbación; después produce imágenes de la respuesta del organismo al objeto; y aun hay un tercer tipo de imagen: un organismo en el acto de percibir un objeto y responder a él. La subjetividad requiere la conjunción de cortezas sensoriales iniciales (incluidas las somatosensoriales), regiones de asociación corticales sensoriales y motrices, y núcleos subcorticales (tálamo y ganglios basales) con propiedades de convergencia. Se requiere, en todo caso, un modelo topológico para dar cuenta de las proyecciones de imágenes.

II. b1) El antropólogo Roger Bartra sugiere que en los seres humanos se habría producido una mutación de manera que el habla habría sido el primer sistema de «sustitución sensorial» (con un sustrato neuronal condicionado genéticamente). La voz articulada de otro ser humano puede señalar simbólicamente la existencia de la acción o del objeto que por cualquier motivo los sentidos no pueden reconocer (la presa perseguida se ha ocultado, por ejemplo). Y así quedan integrados en un

⁶² A. R. Damasio, *El error de Descartes*, Barcelona, Crítica, 1996; *En busca de Spinoza*, Barcelona, Crítica, 2005. «Si no hay cuerpo, no hay mente» es su eslogan.

continuo los circuitos cerebrales y el espacio de redes simbólicas (distributividad) que completan las funciones cerebrales. La base de esa nueva capacidad para reconocer las acciones de los otros se encuentra precisamente en un área precursora del área de Broca.⁶³ El cerebro habría que entenderlo como un sistema abierto a circuitos culturales externos de los que depende, aun cuando parcialmente, para su funcionamiento. Ahora bien, si la evolución del cerebro se fue adaptando a los cambios tanto de la cultura como del ambiente mediante la configuración de circuitos externos estrechamente conectados a la estructura neuronal, es decir, el *exocerebro*, éste exige un continuo geométrico-topológico que lo sustente (la teoría unificada a la que hace referencia el propio Bartra).

II. a2) Gerald M. Edelman es reconocido casi por unanimidad como el investigador que ha llegado más lejos en lo que concierne al teorema de la conciencia. Edelman y Tononi han resumido años de investigación y han propuesto un modelo interiorista del cerebro, al menos para la conciencia primaria.⁶⁴ Parte del complejo esquema determinante de reentrada, que reúne un esquema de identidad evolutivo y otro que unifica los fenómenos y los correlatos neurofisiológicos. Las operaciones de totalización sistemática remiten a dos conceptos de cuño termodinámico: *agrupamiento* y *complejidad*. La *agrupación funcional* de un sistema se mide a partir de su entropía, que puede adoptar un número determinado de estados discretos separados de otros, sin necesidad de hacer referencia a un código o a un observador externo (el homúnculo). La *complejidad neuronal* mide el grado de diferenciación de un proceso neuronal. Consideremos ahora un sistema neuronal aislado compuesto de grupos neuronales en el que grupos de neuronas se disparan espontáneamente sin necesidad de estímulos externos (la ensoñación y la imaginación son fenómenos patentes de que el cerebro adulto puede generar, de forma espontánea e intrínseca, conciencia y significado sin que medie ninguna entrada). Al prescindir del fantasma de la máquina, la única referencia es el propio sistema; sólo interesan los patrones de actividad que producen alguna diferencia en el propio sistema. El método elegido por Edelman-Tononi para explicar la complejidad consiste en dividir el sistema en

⁶³ R. Bartra, *Antropología del cerebro: la conciencia y los sistemas simbólicos*, Pre-textos, Valencia, 2006, pp. 115 ss. Bartra apela al modelo lockeano, pero nos parece que es Hegel el modelo filosófico que mejor acoge esta posición. Cf. F. M. Pérez Herranz, "Hegel y el cerebro: «El ser del espíritu es un hueso»", *Eikasía*, 15 (2007), pp. 41-98.

⁶⁴ G. M. Edelman y G. Tononi, *op. cit.*

dos y examinar de qué manera una de las partes del sistema afecta a la otra parte para medir la complejidad. Sea un sistema neuronal aislado (X^{kj}) y su complementario respecto del sistema ($X - X^{kj}$). La información mutua entre ese subconjunto y su complementario nos indica el grado en que los estados del subconjunto (X^{kj}) pueden diferenciar entre los estados del resto del sistema. Lástima que esta teoría, llamada del «núcleo dinámico», no se aplique a la conciencia secundaria y Edelman apele simplemente a la introducción genética del lenguaje, que funciona, una vez más, como *deus ex machina*. En cualquier caso, Edelman hace una llamada expresa a la topología.⁶⁵

Retorno a los esquemas de identidad: proyectos topológico y cuántico

A pesar de los esfuerzos realizados, la dificultad de hallar el «teorema de la conciencia» es evidente. En los proyectos que hemos repasado, como en todos los que eliminan la tesis dualista,⁶⁶ se acepta un supuesto: el cerebro ha de simular/categorizar de alguna manera la realidad. Y ahí, nos parece, radica el problema, por lo que se hace necesario repasar una y otra vez los esquemas de identidad de los que se parte. Las posiciones mencionadas, como fácilmente puede advertirse, exigen que uno de los esquemas de identidad sea geométrico-topológico. Y así se vinculan con programas científico-filosóficos, como el René Thom, proseguido por Jean Petitot.⁶⁷ Gracias a una interpretación matemática apropiada — cálculo diferencial e integral—, los conceptos pueden ser transformados en algoritmos capaces de generar una diversidad de fenómenos contruidos (calculados) y pueden ser puestos en relación con los datos de la observación. Este esfuerzo parece corresponder al de «naturalizar la mente». La clave se encuentra en dos de las revoluciones científicas del siglo XX: la emergencia de una teoría de los procesos computacionales y la emergencia de una teoría de la autoorganización de los sistemas complejos con base topológica. Tanto la ciencia computacional como las

⁶⁵ El concepto de *comparación* de Edelman tiene su referencia clásica en John Locke, *Ensayo sobre el entendimiento humano*, Libro II, caps. XII, 1 y XXV, 1.

⁶⁶ Me refiero no sólo a las filosofías espiritualistas, sino a proyectos «científicos» como el de Eccles. Véase K. Popper y J. C. Eccles, *El yo y su cerebro*, Barcelona, Labor, 1980.

⁶⁷ J. Petitot (*et alii*, eds), *Naturaliser la Phénoménologie*, París, CNRS Editions, 2002.

ciencias de la autoorganización se sitúan a caballo entre las categorías de lo físico (cerebral) y lo mental y se revelan, en consecuencia, independiente de ellas. La idea de Jean Petitot es la de integrar una reconstrucción matemática de los fenómenos mentales con las ciencias de un nivel inferior de los fenómenos naturales y que el proceso general de recategorización de lo mental puede ser extendido a los datos fenomenológicos ellos mismos. De ahí que se haya de seguir con mucha atención proyectos para el estudio del cerebro que cruzan la computación con los Sistemas Dinámicos No lineales, al modo de Eugene M. Izhikevich.⁶⁸ El criterio que seguiría esta línea de investigación debería dar cuenta de la la aporía sintaxis / semántica,⁶⁹ en la que se resuelve la aporía más general continuo / discontinuo: la semántica (formalizada desde la Topología) engloba la sintaxis (formalizada desde la Lógica), pero sólo podemos dar cuenta de la semántica desde la sintaxis, que es la formulación contemporánea del «nudo del mundo». El planteamiento de Edelman, por ejemplo, habría de explicar la *estructura lineal del lenguaje* en los mismos términos topológicos y termodinámicos que explican la conciencia primaria. Así se culminaría el programa iniciado por René Thom, que ha ofrecido "el primer modelo rigurosamente monista del ser vivo y disuelto la antinomia de alma y cuerpo en una entidad geométrica única".⁷⁰

47

La tercera revolución científica es la mecánica cuántica, que también ha sido considerada como esquema de identidad para la búsqueda del teorema de la conciencia. El estudio más conocido es el de Roger Penrose,⁷¹ que propone la existencia en el cerebro de procesos cuánticos que ocurren en los microtúbulos de las células cerebrales, los principios mismos que activan la conciencia.

Lo interesante para la filosofía es que las argumentaciones de quienes se acogen a la teoría de los Sistemas Dinámicos No lineales como a la Teoría Cuántica poseen algo en común: ampliar el modelo limitado de la Lógica o de la Teoría Computacional para acoger el teorema de la conciencia. Y ambas muestran que el

Agosto
2017

⁶⁸ E. M. Izhikevich, *Dynamical Systems in Neuroscience: The Geometry of Excitability and Bursting*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, Londres, Inglaterra, 2006.

⁶⁹ Véase el clásico experimento de la «habitación china». J. Searle, "Un debate sobre inteligencia artificial: ¿Es la mente un programa informático?", *Investigación y ciencia*, 162 (1990), pp. 9-16.

⁷⁰ R. Thom, *Stabilité structurelle et morphogénèse*, pp. 326-327.

⁷¹ R. Penrose, *Las sombras de la mente. Hacia una comprensión científica de la consciencia*, Barcelona, Crítica, 2007.

problema insoluble, por ahora, es el de cómo conectar la Sintaxis, que puede ser definida en términos de una máquina de Turing, y la Semántica, definida como el ámbito del sentido.

En todo caso, parece inexcusable para cualquier proyecto neurocientífico, y *a fortiori* para el HBP, el esfuerzo por formalizar el «teorema de la conciencia», que no puede quedar ignorado sin afectar al interés del proyecto mismo.

Epílogo

MENTE: misteriosa forma de materia que segrega el cerebro. Su principal actividad consiste en el empeño de determinar su propia naturaleza, un empeño cuya futilidad se debe al hecho de que, para conocerse, no cuenta más que consigo misma. (Ambrose Bierce, *Diccionario del diablo*)

No parece que se haya progresado mucho en la consecución del «teorema de la conciencia». Las soluciones a la *cuestión-C* siguen moviéndose en la extrapolación más o menos ingeniosa de algunos de los elementos de los tres niveles propuestos. Las soluciones más rudimentarias proceden del primer nivel, a partir de algún fenómeno o lesión cerebral; de la necesidad práctica de encontrar fármacos para tratar ciertas enfermedades o paliar el dolor, con la vista puesta más en los pacientes —y aun en el negocio— que en la ciencia o en la filosofía. Otras soluciones provienen de los elementos vinculados a la *psyché*, los elementos psicológicos, que, como en el caso de las lesiones cerebrales, requieren de cuidados y repuestas para evitar otro tipo de dolores: depresiones, psicosis, etc. A veces, se extrapolan experimentos que se encuentran en el nivel de los principios de los fenómenos y de las referencias fiscalistas (como el famoso *pato/conejo* de Wittgenstein) a la explicación de la conciencia... Lo mismo ocurre con el segundo nivel, sobre todo en el orden de las relaciones encontradas por los investigadores más competentes: los *procesos sensorio-motores*, la medida de la inteligencia, etc. Y, sobre todo, el uso «indiscriminado» de escáneres, tomografías, etc. Pero, desde luego, no parece que ninguna proposición establecida pueda ser considerada como teorema de la conciencia.

Las grandes teorías sobre la conciencia han partido de las relaciones entre cerebro y conducta. Así, Shadworth H. Hodgson (1832-1912) y Thomas H. Huxley (1825-1895) defendieron el *epifenomenalismo*: la materia puede afectar al espíritu, pero el espíritu no puede afectar a la materia. George Berkeley (1684-1753) apelaba al *empirismo radical*: los objetos físicos no existen más allá de las ideas: «Ser es ser percibido». Para materialistas del siglo XIX como Jacob Moleschott (1812-1893) o Ludwig Büchner (1824-1899), el alma no sería más que una segregación del cerebro o bien un conjunto de funciones cerebrales. Para un psicólogo del siglo XX como Nicolas Humphrey, el alma podría reducirse a la actividad cerebral como la sensación subjetiva de dolor se reduce a un estado de auto-resonancia. Si se considera que el alma es un conjunto de sutiles corpúsculos, se estaría en la línea del *materialismo corporeísta* de Demócrito, Epicuro o Lucrecio en la antigüedad, y de Thomas Hobbes (1588-1679) o La Mettrie (1709-1751) en el mundo moderno. En la contemporaneidad ha tomado una forma muy exitosa: el *conductismo*. Para los conductistas, liderados por John B. Watson (1878-1958), alma, mente o espíritu no vendrían a ser más que una *caja negra*, imposible de abrir, por lo que estados y sucesos mentales quedan puestos entre paréntesis. Los procesos mentales son procesos cerebrales, reducidos a procesos físicos medibles. "La mente es la actividad misma del cerebro", dicen los conductistas, que son muchos y muy relevantes: desde psicólogos como B. F. Skinner a filósofos como Gilbert Ryle. Otros científicos suponen que para explicar la conciencia sería necesario el uso de conceptos y teorías novedosas referentes al Sistema Nervioso Central, compatibles con la bio-química; así el *emergentismo sistémico* de Mario Bunge (1919-). También se ha defendido la existencia de un tercer elemento que *fusiona* cuerpo y alma, cuyo paradigma es el «mediador plástico» de Ralph Cudworth (1617-1688). George Henry Lewes (1817-1878) propuso el *monismo de aspecto dual*, *monismo de doble aspecto* o *monismo neutral* que postula la existencia de una única clase de *materia*. La mente y el cuerpo se diferencian por la perspectiva desde la que son aprehendidos: si los fenómenos psicofísicos se conciben desde un punto de vista subjetivo (cuando alguien está pensando), la serie psicofísica es mental; si se conciben desde un punto de vista objetivo (cuando alguien observa lo que sucede en el cerebro pensante de otra persona) es física. Variantes son el *monismo neutral* de William James (1842-1910) o el *monismo neutro* de Bertrand Russell (1872-1970) y de algunos de sus continuadores:

Peter Strawson, Rudolf Carnap, Moritz Schlick, Herbert Feigl...; o el *monismo anómalo* de Donald Davidson (1917-2003): aunque de todo suceso mental puede darse una descripción física verdadera, hay que dejar un sitio a la libertad de acción humana. Cabe recordar también el *energetismo* de Wilhelm Ostwald (1853-1932), que ve a la materia y al alma como modos de una entidad que los abarca: la energía; o el *funcionalismo* de Hillary Putnam (1926-2016), para quien el pensamiento humano —la mente— es reductible a un formalismo lógico (el *software* del ordenador); etc.

En todo caso, esta investigación científica o *serie eidética*, en palabras de Ricardo Sánchez Ortiz de Urbina, en busca de un inalcanzable, por ahora, «teorema de la conciencia», se encuentra abierta, por lo que es fácilmente comprensible que tienda a ser clausurada por hipótesis más o menos extravagantes, tanto espiritualistas («transmigración de las almas») como materialistas («Todo es química»). Para la filosofía, la Conciencia ha sido uno de sus temas centrales, desde Anaxágoras o Sócrates. En la modernidad las ideas filosóficas más relevantes sobre la conciencia parten del *cogito* cartesiano y la *mind* humeana; continúan por la *apercepción trascendental* kantiana, la Idea Absoluta hegeliana o el sujeto Sangre-y-Suelo (*Blood und Bult*) de Heidegger... Son ideas que juegan el papel de la unificación de las dos series, la científica (*eidética*) y la filosófica (*fenomenológica*). Uno de los programas más intensos sobre la conciencia lo presentó Husserl, que recurrió al *ego trascendental*. Actualmente, las páginas de EIKASIA han recogido una parte importantísima de este programa de investigación llevado a cabo por la tercera generación de fenomenólogos —fenomenología «no estándar»— a partir del programa fenomenológico del malogrado Maurice Merleau-Ponty: Henry Maldiney, Marc Richir y, entre nosotros, el propio Urbina. Un programa de investigación que parte del nivel originario descubierto por Husserl, en el que no cabe hablar ya de subjetividad, de *ego*, sino de una subjetividad colectiva aún sin configuración, sin identidad; una subjetividad *in fieri* o *comunidad de singulares*. Por mi parte, he propuesto un concepto de Sujeto Morfológico a partir de un resultado no trivial sobre las formas originarias de conciencia.⁷²

En cualquier caso, es necesario, por una parte, disociar las dos series, porque la mentalidad dialéctica y positivista ha tratado de identificarlas ya desde Platón. Y,

⁷² F. M. Pérez Herranz, "Un modelo topológico para la conciencia: las cuatro formas originarias de conciencia", *Eikasía*, 43 (2012), pp. 175-204.

por otra, el entrelazamiento entre ambas series, la óptica y la fenomenológica, es obligado, porque puede caerse con facilidad en las pseudo-ciencias, la especulación gratuita, los esoterismos varios, el «retorno de los brujos», el irracionalismo (incluido el de algunos fenomenólogos, el de Henry, por ejemplo, porque «la ciencia no lo sabe todo»), ...⁷³ que pondrían en cuestión la posibilidad y la verdad de la teoría del conocimiento. Me parece que aquí se encuentra la clave del asunto que nos ocupa: ¿cómo disociar y conectar las dos series, eidética y fenomenológica?

La *cuestión-C*, por ahora, parece irresoluble. Si los científicos reducen la conciencia a Inteligencia Artificial, o a relaciones neurobiológicas, sin hallar un teorema de la conciencia, los filósofos pueden defender que, diga lo que diga la ciencia sobre el cerebro y la mente, el hombre no entenderá nunca al propio hombre, su propio y último funcionamiento. O, por lo menos, no el cerebro que uno quisiera comprender, al suyo propio, como le pasaba a Léo Szilazi: «*This theory is just good for YOUR brain*». Valga esta sentencia como un reto abierto a la investigación.

⁷³ M. Henry, "Lo que la ciencia no sabe", *Mundo científico*, nº 91, 1989, págs. 512-516.