

IV

Mente y cultura

Mente y cerebro como realizaciones de negentropía

Karl H. PRIBRAM
Universidad de Stanford

INTRODUCCIÓN HISTÓRICA

La historia del pensamiento actual relativo al tema mente-cerebro comienza con Ernst Mach y con el enfoque positivista. Mach era un dualista y defendía la doctrina del paralelismo. Para él, mente y cerebro tenían estructuras idénticas, pero eran entidades permanentemente separadas.

La posición de Mach fue el origen de dos grandes corrientes, cada una de las cuales centrada en un problema concreto. La primera de ellas aceptaba el dualismo de Mach, pero señalaba que mente y cerebro interactuaban, esto es, se influenciaban recíprocamente, planteándose entonces la cuestión de cómo podía tener lugar esta interacción. Popper respondió a este problema sugiriendo que los procesos mentales creaban un «Mundo 3» de lenguaje y cultura que, a su vez, entra en retroalimentación, mediante los sentidos, influyendo en los mecanismos cerebrales. Se señalaba que la mente misma era algo que emergía de la función cerebral, un emergente de esa función que estaba inmersa en los procesos sensoriales (y motores) que establecen una relación entre el cerebro y los otros organismos del entorno.

El Círculo de Viena, y especialmente Feigl, delimitó un problema distinto en la formulación de Mach. Si, de hecho, mente y cerebro están caracterizados por estructuras idénticas, ¿qué es lo que es estructuralmente idéntico? Feigl, manteniéndose en la posición positivista, se concentró en el lenguaje y surgió que el habla de la mente y el habla del cerebro (*mind talk and brain talk*) eran aspectos diferentes de alguna estructura Machiana subyacente. En sus manos, la teoría de la identidad acabó con el dualismo y optó por el énfasis monista en la estructura básica.

Tanto el programa de Popper como el de Feigl tienen mucho mérito, pero cada uno de ellos plantea también problemas nuevos, problemas que pueden llevarnos a nuevas ideas. Estos problemas son los siguientes: ¿De qué está hecho el Mundo 3? ¿Qué es lo que constituye la esencia del lenguaje y de la cultura que tan fácilmente pueden influenciar al cerebro? ¿En la teoría de la multiplicidad de aspectos, a qué se refieren estos aspectos?

Yo formulo respuestas a estos problemas más como científico que como filósofo. Y con esto quiero decir que pretendo identificar el conjunto de datos con los intereses de cada uno de los programas filosóficos, en vez de intentar llevar cada programa hasta su límite lógico. El resultado de este enfoque es un monismo neutral, neutral respecto a la dualidad mente-cerebro, con la posibilidad de que se den realizaciones múltiples. Sustituimos una descripción de aspectos múltiples por una pluralidad de realizaciones. Descubrimos una nueva dualidad: la que existe entre el orden potencial y sus realizaciones.

LA DESMATERIALIZACIÓN DE LA ENERGÍA

El supuesto fundamental que ha dado lugar al problema mente-cerebro es el de que los fenómenos mentales y el universo material son, de alguna forma esencial, diferentes entre sí. En el dominio habitual de las apariencias, en el nivel de análisis euclidiano-newtoniano, este supuesto resulta ciertamente defendible. Evidentemente, una postura dualista fenoménico-material describe esta situación, y le prestaremos más adelante toda nuestra atención. Lo que queda por descubrir en este dominio es la relación entre lo mental y lo material y, como veremos, la respuesta a este problema reside en el abandono de la dicotomía mental-material.

La Física moderna ha centrado su atención en niveles de análisis —de los universos macro y microfísico— en los que no vale el simple dualismo entre lo mental y lo material. El principio de complementariedad de Niels Bohr y el principio de incertidumbre de Werner Heisenberg ponen de relieve la importancia que tiene el observador para cualquier comprensión de lo que presumiblemente observamos¹. Eugene P. Wigner expresa esto sucintamente: la microfísica y la macrofísica modernas ya no estudian «relaciones entre observables, sino solamente relaciones entre observaciones»².

¹ Niels Bohr, *Atomic Physics and Human Knowledge*, (New York: Vintage Press, 1966); Werner Heisenberg, *Physics and Philosophy*, (London: Allen & Unwin, 1959).

² Eugene P. Wigner, «Epistemology of Quantum Mechanics: Its Appraisals and Demands», en *The Anatomy of Knowledge*, ed. Marjorie Grene (London: Routledge & Kegan Paul, 1969).

Puede plantearse la objeción de que esas dificultades que hoy encuentran los físicos para distinguir los observables de las observaciones son provisionales, superficiales, y que no son asunto de los filósofos que están interesados en las verdades eternas. Pero no es éste el mensaje que estos sesudos premios Nobel de Física intentan transmitirnos. Ellos han estado explorando universos en los que la distinción cotidiana entre lo material y lo mental se vuelve turbadoramente insostenible a un nivel muy fundamental. A medida que vayamos avanzando ofreceré algunas explicaciones que quizás nos ayuden a hacernos una idea de sus opiniones.

En algún sentido, podemos seguir la pista de la desmaterización de la materia hasta sus más tempranas formulaciones. Por ejemplo, en los días de Clerk Maxwell cuando se habla de que las ondas luminosas se propagan en el «éter» la Física resultaba conceptualmente inteligible. Pero entonces los físicos decidieron prescindir del «éter». Y todavía no se habían desembarazado de las ecuaciones de onda de Maxwell, o de las más recientes de Erwin Schrödinger o de Louis Victor, Príncipe de Broglie³. Podemos conceptualizar fácilmente ondas que viajan por un medio igual que las ondas sonoras viajan por el aire. Pero ¿cuál puede ser el significado de ondas luminosas, o de otras ondas electromagnéticas, que «viajan» por el vacío? Actualmente, los físicos están empezando a llenar ese vacío con concentraciones densas de energía, potenciales que trabajan al intercalarse con la materia. Lo que yo propongo es que este potencial es neutral respecto a la dualidad mental-material.

ENERGÍA Y ENTROPÍA (ESTRUCTURA INFORMACIONAL) COMO EL POTENCIAL NEUTRAL

En la ciencia, estos potenciales se definen en términos del trabajo real o posible que es necesario para que tenga lugar la realización, y reciben el nombre de Energía. De esta forma realizaciones múltiples implican un monismo neutral en el que la esencia neutral, el potencial de realización, es energía. Y, tal y como se establece en el segundo principio de la termodinámica, la energía es entrópica, esto es, tiene una estructura.

Heisenberg⁴ desarrolló un enfoque matricial para comprender la organización de potenciales de energía. Henry Stapp⁵ y Geoffrey Chew⁶ actual-

³ Erwin Schrodinger, «Quantization as a Problem of Proper Values», en *Collected Papers on Wave Mechanics*, trad. J.F. Shearer y W.M. Deans (London: Balckie & Son, Ltd., 1928); Louis Victor Prince de Broglie, *The Current Interpretation of Wave Mechanisms: A Critical Study*, trad. Express Translation Service (Amsterdam: Elsevier, 1964).

⁴ Werner Heisenberg, *Physics and Beyond*. (Munich: R. Piper, 1969).

⁵ Henry P. Stapp, «Space and Time in S-Matrix Theory», *Phys. Rev.*, 135 B (1965): 257-270.

⁶ Geoffrey S. Chew, *The Analytic S-Matrix: A Basis for Nuclear Democracy*, (New York: W.A. Benjamin, 1966).

mente utilizan este enfoque en las *s*-matrices, en las teorías de arranque (*bootstrap*) de la física nuclear y de la física cuántica. Estos investigadores (entre otros, como es el caso de Dirac) han señalado que las medidas de potencial de energía están en relación con las medidas de localización en el espacio-tiempo mediante una transformada de Fourier. El teorema de Fourier establece que podemos analizar, y representar, cualquier patrón de organización mediante una serie de ondas de forma regular, de diferentes amplitudes y frecuencias. Estas ondas de forma regular pueden, a su vez, ser superpuestas, convolucionadas, unas sobre otras por medio de la transformada inversa de Fourier, para acabar obteniendo la configuración espaciotemporal primitiva. Usamos esta transformación matemática porque permite establecer correlaciones entre patrones diversos. Así, la transformada de Fourier de un conjunto de patrones que han sido correlacionados presenta una organización diferente de la que exhibe después de que se aplique la transformada inversa de Fourier para pasar de nuevo ese conjunto de patrones al espaciotiempo.

En términos de la proposición presentada por Stapp y Chew, esto significa que la organización de los potenciales de energía se diferencia notablemente de la organización espaciotemporal de nuestras percepciones habituales, que podemos expresar en términos euclidianos, cartesianos y newtonianos. David Bohm⁸ ha identificado estas organizaciones no-clásicas de potenciales de energía como «implicados» (*implicate*), esto es, empaquetados (*enfolded*), y ha utilizado el holograma como ejemplo de esos órdenes empaquetados. Dennis Gabor⁹, el inventor del holograma, basó su descubrimiento en el hecho de que podemos almacenar patrones de interferencia de las ondas producidas por la reflexión o refracción de la luz de un objeto sobre una película sensible, y reconstruir así, a partir de esa película, la imagen del objeto. La descripción de la organización empaquetada del potencial almacenado para la reconstrucción está relacionada mediante una transformada de Fourier con la descripción espaciotemporal no-empaquetada del objeto.

El teorema de Fourier también ha desempeñado un importante papel en recientes descubrimientos de las ciencias del cerebro. En los últimos años 60, varios grupos de investigadores descubrieron que podrían explicar sus hallazgos en la investigación relativa a la visión formulando sus

⁷ P.A.M. Dirac, «Is there an aether?» *Nature*, 168: 906.

⁸ David Bohm, «Quantum Theory as an Indication a New Order in Physics. Part A. The Development of New Orders as Shown Through the History of Physics», *Foundations of Physics*, 1 (1971): 359-381; David Bohm, «Quantum Theory as an Indication of a New Order in Physics. Part B. Implicate and Explicate Order in Physical Law», *Foundations of Physics* 3, (1973): 139-168.

⁹ Dennis Gabor, «Theory of Communication», *J. Inst. Elec. Engrs.* 93 (1946): 429; Dennis Gabor, «A New Microscopic Principle», en *Nature*, 161 (1948): 777-778.

resultados en el marco de la «frecuencia espacial». Fergus Campbell y John Robson¹⁰, de la Universidad de Cambridge, acuñaron esta expresión cuando descubrieron en sus datos regularidades inesperadas. Encontraron respuestas a enrejados (*gratings*) de diferente anchura y espaciado que estaban adaptadas no sólo a esos enrejados concretos, sino también a otros datos. Podríamos entender esas adaptaciones adicionales describiendo los enrejados como compuestos por ondas regulares de una frecuencia dada, y con sus regularidades dadas en términos armónicos. La frecuencia se determinaba mediante los espaciados del enrejado, y de ahí el uso del término «frecuencia espacial». Naturalmente, las frecuencias espaciales y temporales están relacionadas: el examen mediante un haz estable que va moviéndose describiría la frecuencia temporal del enrejado. En consecuencia, los físicos utilizan la expresión: «número de onda» para referirse a esta forma de descripción de patrones.

En los últimos años 50, David Hubel¹¹ y Thorsten Wiesel descubrieron que células aisladas del córtex visual respondían mejor si se estimulaba el sistema visual mediante líneas con una cierta orientación. A principios y mediados de los 70, Daniel Pollen¹² señaló que cuando esas líneas se desplazaban por el campo visual, la respuesta de la célula no era uniforme, sino que describía una onda de forma semejante a la que describían los enrejados utilizados por Fergus Campbell¹³. Mientras tanto, Campbell demostró que las respuestas de células aisladas del córtex visual también se adaptaban a los armónicos de los enrejados presentados, de forma muy parecida a como actuaba el organismo considerado como un todo. Finalmente, Russell y Karen DeValois¹⁴ y sus colaboradores demostraron que

¹⁰ Fergus W. Campbell y J. G. Robson, «Application of Fourier Analysis to the Visibility of Gratings», *J. Physiol.* 197 (1968): 551-566.

¹¹ David H. Hubel y Thorsten Wiesel, «Receptive Fields of Single Neurons in the Cat's Striate Cortex», n. *J. Physiol.* 148 (1959): 574-591; Hubel y Wiesel, «Receptive Fields and Functional Architecture of Monkey Striate Cortex», *J. Physiol.* 195 (1968): 215-243.

¹² D.A. Pollen, J.R. Lee, y J.H. Taylor, «How Does the Striate Cortex Begin the Reconstruction of the Visual World?» *Science*, 173 (1971): 74-77; D.A. Pollen y J.H. Taylor, «The Striate Cortex and the Spatial Analysis of Visual Space», *The Neurosciences Third Study Program*, ed. F.O. Schmidt y F.G. Worden (Cambridge, Mass.: MIT Press, 1974): 239-247.

¹³ Fergus W. Campbell, «The Transmission of Spatial Information Through the Visual System», en *The Neurosciences Third Study Program*, ed. F.O. Schmidt y F.G. Worden (Cambridge, Mass.: MITA Press, 1974): 95-103.

¹⁴ Russell y Karen DeValois, «Spatial Vision», *Ann. Rev. Psychol.* 31 (1980): 309; K.K. DeValois, R.L. DeValois y E.W. Yund, «Responses of striate cortex cells to grating and checkerboard patterns», *J. Physiol.* 291 (1979): 483-505; R.L. DeValois, D.G. Albright y L.G. Thorell, «Spatial tuning of LGN and cortical cells in monkey visual system», en *Spatial Contrast*, ed. H. Spekreijse (Amsterdam: Monograph Series, Royal Netherlands Academy of Sciences, 1978); R.L. DeValois, D.G. Albright y L.G. Thorell, «Cortical cells: Bar and edge detectors, or spatial frequency filters? en *Frontiers of Visual Science*, ed. S.J. Cool y E.L. Smith (New York: Springer-Verlag, 1978), 544-556.

la respuesta de esas células corticales visuales queda pobremente descrita mediante la orientación de una línea, en tanto que la descripción resulta más precisa en términos de frecuencia espacial de un enrejado, esto es, la célula se sintoniza a un rango de frecuencias espaciales de aproximadamente la mitad de una octava. Además, esos investigadores mostraron que, si usábamos estímulos en forma de tableros de ajedrez nítidos y cuadrículas borrosas para excitar el sistema visual, las células respondían máximamente a la transformada de Fourier de los patrones espaciotemporales, tal y como venía determinada en la pantalla del ordenador, y que las células se mostraban indiferentes a la orientación de cada una de las líneas que componían esas cuadrículas. En resumen, parece que el sistema visual realiza una transformada de Fourier sobre la imagen producida por la lente del ojo.

Esto significa que la imagen óptica se descompone en sus componentes de Fourier: ondas de forma regular de diferentes frecuencias y amplitudes. Las células del sistema visual responden a uno u otro de estos componentes y, de esta forma, en su conjunto, está compuesto por un filtro de procesamiento de la imagen óptica que tiene características semejantes a las del filtro fotográfico del que consta un holograma, a partir del cual podemos reconstruir las imágenes implementando la transformada inversa.

Sin embargo, hay diferencias importantes entre los hologramas fotográficos habituales y el sistema nervioso visual. Los hologramas habituales están compuestos por una transformada de Fourier global, que distribuye la información contenida en una imagen espaciotemporal a lo largo del dominio de la transformada. En el sistema nervioso visual, la distribución está anatómicamente limitada a la entrada (*input*) que excita una célula cortical concreta. Sin embargo, hay técnicas holográficas que utilizan regiones semejantes, o bien construcciones de multiplexor. Bracewell¹⁵, en la Universidad de Stanford, fue un adelantado de estas técnicas en el campo de la radioastronomía, juntando las bandas de las transformaciones holográficas de sectores limitados del firmamento, tal y como se contemplaban con el radiotelescopio. Cuando se aplicaba la transformada inversa, podían verse en tres dimensiones las imágenes espaciotemporales de todo el compuesto.

Además, la transformada que mejor describe el proceso que tiene lugar en el sistema visual no es una transformada de Fourier, sino una transformada de Gabor. La transformada de Gabor se forma colocando una envolvente gaussiana sobre la transformada de Fourier que de otra forma sería ilimitada. Esta es otra forma de establecer que la transformación no es global, y da precisión matemática a los límites implicados.

¹⁵ Ron Bracewell, *The Fourier Transform and Its Application*, (New York: McGraw-Hill, 1965).

Finalmente, la disposición recíproca de los canales visuales y las células corticales no es algo al azar. Se mantiene una distribución espacial cortical claramente retinotópica. De esta forma, los componentes gruesos del filtro visual determinan las coordenadas espaciotemporales, mientras que los componentes finos describen los componentes de Fourier.

¿Qué ventajas sacamos de esta minuciosa organización, semejante a la holográfica? Recordemos que en el dominio de la transformación se llevan fácilmente a cabo las correlaciones entre patrones. Por ello, la realización mediante ordenador de la transformada rápida de Fourier (TRF) resulta una herramienta tan poderosa para el análisis estadístico y en la tomografía por ordenador (exámenes por TAC). El cerebro constituye una máquina excelente para establecer correlaciones gracias a su potencial de procesamiento de los componentes finos.

Las propiedades duales de una organización empaquetada de los componentes finos (técnicamente, la organización del *campo receptor*) y de una organización espaciotemporal de componentes gruesos se aplica también a otras modalidades sensoriales, aunque las pruebas experimentales no son tan completas. Georg von Bekesy llevó a cabo estudios críticos sobre las modalidades auditivas somatestésicas¹⁶. Walter Freeman sobre las olfativas¹⁷, y Pribram *et al.*, han mostrado que las células del córtex sensoriomotor están sintonizadas con frecuencias específicas de movimiento¹⁸. Al mismo tiempo, en todos estos sistemas sensoriales, la organización espacial de la superficie del receptor está representada topográficamente en la disposición de los componentes gruesos de las células corticales que reciben la entrada sensorial.

En resumen, hay pruebas concluyentes de que detrás del nivel clásico de organización habitual (que percibimos y podemos describir en términos de las perspectivas euclidianas y newtonianas, y que aplicamos en coordenadas cartesianas espaciotemporales) se encuentran otros órdenes distintos. Estos órdenes de otras clases están constituidos por organizaciones de estructura fina, que describen potenciales que han sido bastante mal entendidos a causa de los cambios radicales que tienen lugar en el proceso transformacional de realización. Cuando se realiza un potencial, la información queda desempaquetada en su apariencia espaciotemporal habitual; en la otra dirección, la transformación empaqueta y distribuye información tal y como sucede en el proceso holográfico. Puesto que la transformación implica trabajo, las descripciones en términos de energía

¹⁶ George von Bekesy, *Sensory Inhibition*, (Princeton, N.J.: Princeton Univ. Press, 1967).

¹⁷ W.J. Freeman, «Correlation of Electrical Activity of Prepyriform Cortex and Behavior in Cat», *J. Neurophysiol.* 23 (1960): 111-131.

¹⁸ K.H. Pribram, A. Sharafat, y G.J. Beekman, «Frequency Encoding in Motor Systems», en *Human Motor Actions: Bernstein Reassessed*, ed. H.T.A. Whiting (North-Holland: Elsevier, 1984): 121-156.

resultan adecuadas, y como lo que se transforma es la estructura de la información, resultan también adecuadas las descripciones en términos de entropía (y negentropía). De esta forma, una comprensión completa implica al menos una dualidad: por un lado, hay órdenes empaquetados que se manifiestan como potencial de energía; por otro lado, hay órdenes desempaquetados que se manifiestan en un espacio-tiempo de entropía negativa (negentropía).

¿LA INFORMACIÓN ES ALGO MATERIAL O ALGO MENTAL?

Además, cuando se postula que existen fuerzas entre los cuerpos materiales, las fuerzas se conceptualizan a menudo como «materiales», incluso aunque no estén en sí mismas constituidas por materia. Cuando la materia y la energía están relacionadas por la ecuación $E = mc^2$, se supone normalmente que la energía es «material». Pero esto constituye una mala lectura del signo de igualdad. Este signo no indica la mismidad (*sameness*): por ejemplo, $2 + 2 = 4$ y $2 \times 2 = 4$. Si el signo de igualdad indicara mismidad, « \times » y « $+$ » serían lo mismo, pero no lo son. $2 + 2 = 2 \times 2$, porque son iguales aunque sean diferentes. Tengo que dejar claro esto repetidamente cuando presente alguna prueba de que los hombres y las mujeres son biológicamente diferentes... *No estoy argumentando, por tanto, que sean desiguales.*

La energía no es material, sino solamente transformable en materia. Se mide por la cantidad de trabajo que puede llevarse a cabo utilizándola, y la eficacia de su utilización depende de su organización, tal y como ésta viene medida mediante su entropía. La invención del tubo de vacío y de otros dispositivos surgidos a continuación ha mostrado que diminutas cantidades de energía, adecuadamente configuradas, pueden controlar grandes magnitudes, y que esas organizaciones diminutas proporcionan «información», es decir, que informan y organizan la energía. De esta forma, las medidas de información y la entropía están relacionadas¹⁹. Los ordenadores se construyeron para procesar información, y los programas se escriben para organizar las operaciones de los ordenadores. La información contenida en un programa ¿es «material» o es «mental»? Si es una de las dos cosas, ¿qué es entonces la información de un libro? ¿O qué es la entropía que describe la conducta de una máquina de vapor o de un mamífero de sangre caliente? Hemos llegado, evidentemente, al límite de la utilidad de una distinción entre lo material y lo mental.

¹⁹ Cfr., por ejemplo, L. Brillouin, *Science and Information Theory*, 2ª ed. (New York: Academic Press, 1962); Ed. von Weizsacker, *Offene Systems I*, (Stuttgart: Verlag, 1974).

JERARQUÍA, CAUSACIÓN RECÍPROCA E IDENTIDAD MENTE-CEREBRO

Consideremos más detalladamente este asunto de los ordenadores, los programas y el procesamiento de la información, porque en muchos aspectos refleja con gran claridad algunos de los problemas implicados en el tema mente-cerebro. El ordenador no es un cerebro, y sus programas son construidos por personas que tienen cerebro. Sin embargo, los ordenadores y sus programas proporcionan una útil metáfora para el análisis del problema mente-cerebro, en el que podemos considerar la distinción entre cerebro, mente y espíritu como semejante a la distinción entre máquina (*hardware*), programas de bajo nivel (códigos) y programas de alto nivel (*software*). Programas de bajo nivel como los lenguajes de máquina y los ensambladores no son sólo específicos de tipos concretos de hardware de ordenador, sino que existe además una notable semejanza entre la lógica de esos lenguajes y las operaciones lógicas de las máquinas en las que aquéllos funcionan. Por otro lado, los lenguajes de alto nivel, como el FORTRAN, el ALGOL y el PASCAL, tienen una aplicación más general, y existe una semejanza menos obvia entre su lógica implícita y la lógica de las máquinas. En el nivel más alto, lenguajes como el inglés, en el que me estoy dirigiendo a mi ordenador para usarlo como un procesador de palabras, la relación entre su *logos* (palabra, concepto, lógica) y el de la máquina es todavía más remota. Sin embargo, el inglés me pone en relación con un *chunk* (unidad artificial abstracta) dimensionable del orden social humano.

Comprender cómo se componen los programas de ordenador nos ayuda a delimitar algunos de los problemas implicados en el enfoque de la «identidad» cuando nos ocupamos de la cuestión de la relación mente-cerebro: puesto que nuestras introspecciones no nos muestran ninguna conexión aparente en las funciones de los tejidos neuronales que forman el cerebro, no ha resultado fácil comprender de qué hablan los teóricos cuando proclaman que los procesos cerebrales y los procesos mentales son idénticos. Hoy día, y a causa de la analogía ordenador-programa, podemos sugerir que lo que es común a las operaciones mentales y al «wetware» (soporte húmedo) del cerebro en el que se realiza la operación, es algún orden que permanece invariante a través de las transformaciones. Los términos «información» (en el cerebro y en las ciencias cognitivas) y «estructura» (en lingüística y en música) son los términos más frecuentemente utilizados para describir esas identidades que se mantienen a través de las transformaciones.

La invariancia de orden a través de las transformaciones no está limitada a los ordenadores y a la programación de ordenadores. En música reconocemos una sonata de Beethoven o una sinfonía de Berlioz independientemente de que se nos presente como una partitura, en un concierto en vivo, en una cadena musical de alta fidelidad e incluso en

nuestros automóviles, distorsionada y amortiguada por el ruido y por una mala reproducción. Podemos reconocer la información (forma interna), la estructura (configuración) en muchas realizaciones. Los materiales que hacen posibles esas realizaciones son muy diferentes unos de otros, pero esas diferencias no forman parte de la propiedad esencial de la forma musical. En este sentido, el enfoque de la identidad en el problema de la relación mente-cerebro, a pesar de su realismo, tiene algo de los universales platónicos, esto es, ordenaciones ideales que son susceptibles de resultar inadecuadas en su realización.

Podemos obtener alguna luz acerca de la forma en que la información o la estructura se realizan en una máquina en el proceso de construcción (por parte de seres humanos) de lenguajes de ordenador. La esencia de las jerarquías tanto biológicas como computacionales reside en que los niveles superiores de organización toman el control de, y a su vez son controlados por, los niveles inferiores. Esta causación recíproca se presenta por doquier en los sistemas vivientes: de esta forma, el nivel tisular de dióxido de carbono no sólo controla el mecanismo respiratorio neural, sino que también es controlado por él. La causación recíproca, descubierta en su origen como un principio que mantiene un entorno constante, recibe el nombre de «homeostasis». La investigación desarrollada en estas últimas décadas ha establecido que estos mecanismos de *retroacción* (*feedback*) son omnipresentes, e implican procesos sensoriales, motores, y todo tipo de procesos centrales. Cuando entrelazamos esas organizaciones de retroacción formando matrices (*arrays*) en paralelo, se convierten en mecanismos prospectivos (*feedforward*) de control, que operan de forma muy parecida a como lo hacen las palabras (con longitud en *bits* o *byte*s) de los lenguajes de ordenador.

Resulta también importante que la programación permita que se lleve a cabo un análisis de la evolución de los instrumentos lingüísticos que relacionan los distintos niveles de los lenguajes de programación. Los ordenadores con lógica binaria requieren de un lenguaje de bajo nivel (codificado con los numerales 0 ó 1) que establece una serie de interruptores (*switches*) binarios. En el siguiente nivel, podemos agrupar los interruptores establecidos de forma que los dígitos binarios (*bits*) se conviertan en un código más complejo compuesto por *bytes*, cada uno de los cuales lleva una etiqueta alfanumérica. Así, por ejemplo, el interruptor fijado como 001 se convierte en el 1, el 010 se convierte en el 2, y el 100 se convierte en el 4.

Puesto que 000 es el 0, tenemos ahora ocho combinaciones posibles, cada una de las cuales es un *byte* octal.

En el siguiente nivel repetimos este proceso agrupando *bytes* para formar palabras que sean reconocibles. Así, 1734 se convierte en ADD (sumar); 2051 se convierte en SKIP (saltar), y así sucesivamente. En los lenguajes de alto nivel, integramos grupos de palabras en rutinas enteras, que podemos ejecutar mediante una instrucción.

Es probable que en el proceso de establecer relaciones entre los procesos mentales y el cerebro intervenga algún tiempo de integración jerárquica. Los mecanismos sensoriales transducen patrones de energía física en patrones de energía neural. Puesto que receptores sensoriales como los de la retina y los de la clóquea operan de forma más analógica que digital, la transducción resulta considerablemente más compleja que las operaciones de codificación que hemos descrito anteriormente. No obstante, gran parte de la investigación neurofisiológica se ocupa en descubrir la correspondencia que existe entre el patrón de la entrada física y el patrón de la respuesta neural. A medida que se consideran entradas más complejas, el problema se transforma en el de comparar los patrones que están físicamente determinados con la experiencia subjetiva (psicofísica), y registrar los patrones de respuesta de las terminales sensoriales del cerebro.

Estas comparaciones han mostrado que entre las superficies receptoras sensoriales y el córtex cerebral tiene lugar un cierto número de transformaciones. Estas transformaciones se expresan matemáticamente como funciones de transferencia. Si las funciones de transferencia reflejan patrones idénticos a la entrada y a la salida de una terminal sensorial, consideramos que los patrones han de ser geoméricamente isomorfos (iso = mismo; morfó = forma), esto es, de la misma forma. Si las funciones de transferencia son lineales (esto es, superponibles e invertibles, reversibles), consideramos que los patrones han de ser secundaria, o algebraicamente, isomorfos. De esta forma, como sucede en el caso de la programación de ordenadores, reconocemos niveles de procesamiento, y cada flujo de información de cada nivel produce transformaciones que van alterando progresivamente la forma del patrón, a la vez que mantiene intactos algún orden, información y estructura básicos.

En resumen, defender la «posición» de la identidad respecto al tema mente-cerebro implica la necesidad de indicar qué es lo que sigue siendo idéntico. A menos que algo se mantenga constante a través de todas las operaciones de codificación que convierten el inglés en un código de máquina binario, y a partir de éste, de nuevo se pasa al inglés, mis procedimientos de procesamiento de palabras no funcionarían. La identidad implica una causación recíproca sucesiva entre los diversos niveles estructurales. En contra de la posición filosófica que se mantiene habitualmente, la identidad no significa necesariamente un isomorfismo geométrico, y ni siquiera algebraico. Lo que tienen lugar son transformaciones, operaciones de codificación, que relacionan jerárquicamente entre sí distintos niveles de complejidad. Definimos un nivel por el hecho de que su descripción, esto es, su código, resulta más eficiente en algún sentido no-trivial (esto es, requiere menos trabajo, un menor gasto de energía) que el uso del código de los componentes que lo forman. En el caso del procesador de palabras, la codificación es arbitraria, y la arbitrariedad

queda recogida en un *diskette*, y reservado su uso. En el caso de la relación mente-cerebro, la naturaleza de las operaciones de codificación es más universal y los esfuerzos de siglo y medio de investigación psicofísica, neuropsicológica y cognitiva nos han permitido conocer al menos algunas de las operaciones de codificación que intervienen en el proceso.

CONDUCTA Y EXPERIENCIA

La investigación sobre la mente que utiliza técnicas conductuales también torna borrosa una distinción que parece absolutamente clara cuando nos limitamos a considerar el dominio habitual euclidiano-newtoniano de las apariencias. Como ya hemos señalado, podemos comprender mejor la organización de la conducta de los organismos si recurrimos a conceptos tales como «información» y «programas» o «planes», términos que también sirven para entender adecuadamente las operaciones de las máquinas²⁰. Nos encontramos aquí de nuevo con el problema de si hay que concebir el procesamiento de información como algo mental o como algo material.

Los filósofos y psicólogos que no profesan el conductismo creen que conducta y mente no se identifican y que, por tanto, cualquier argumento relativo a fenómenos mentales que se derive de la conducta resulta espúreo. Estos autores preferirían adoptar como punto de partida «el fenómeno que se experimenta existencialmente». Pero poco podemos hacer con experiencias de ese tipo, excepto intentar describirlas (conductualmente) e intentar organizar (estructuralmente) esas descripciones. Maurice Merleau-Ponty, un filósofo existencialista, ha escrito un libro titulado *La Estructura de la Conducta* (1963) que tanto en su espíritu como en su contenido guarda un notable parecido con nuestro libro *Planes y Estructura de la Conducta* (1960), que hilvana estos temas desde una perspectiva conductual y de procesamiento de la información²¹. No quiero decir con ello que no exista distinción alguna entre un enfoque conductista de la mente y un enfoque fenomenológico-existencial. Estudio detalladamente en otro lugar esta distinción, formulada en términos de búsqueda de causas por parte de los conductistas y en términos de búsqueda de una estructura informacional razonablemente (significativamente) compuesta por parte de los fenomenólogos²². Deseo insistir ahora

²⁰ Cfr., por ejemplo, G.A. Miller, E.H. Gallanter, y Karl H. Pribram, *Plans and the Structure of Behavior*, (New York: Henry Holt, 1960).

²¹ Maurice Merleau-Ponty, *The Structure of Behavior*, trad. Alden L. Fisher (Boston: Beacon Press, 1963); cfr. también nota 24.

²² Karl H. Pribram, «Behaviorism, Phenomenology and Holism in Psychology: A Scientific Analysis», (art. presentado en la reunión anual de la American Psychological Association, Toronto, Ontario, Canadá, August 28 - September 1, 1978).

en que ambos enfoques conducen a establecer conceptualizaciones que no podemos clasificar fácilmente como mentales o como materiales. Los conductistas, en su búsqueda de causas, recurren a impulsos (*drives*), incentivos, reforzadores, y a otros conceptos del mismo tipo que el de «fuerza», y que guardan deliberadamente un eco newtoniano. Los existencialistas, en su empeño por entender la «mente», proponen hablar en términos de estructura, de forma muy parecida a como obran antropólogos y lingüistas cuando abordan el estudio de otras organizaciones complejas. Y los conceptos estructurales son afines a los que emplea la física moderna, en la que las partículas surgen de las interacciones y relaciones entre procesos. En ningún caso podemos caracterizar ni como mental ni como material esta investigación resultante, a menos que deseemos establecer un sesgo a favor de una o de otra posición como más significativa para nosotros.

He recorrido en detalle estos descubrimientos de la investigación científica para indicar que quizás resulten relevantes para la ontología. Si el problema mente-cerebro surge de una distinción entre lo mental y lo material, y si descubrimos que en un cierto nivel de análisis ya no podemos trazar con claridad esa línea de separación, entonces quizás encontremos que los supuestos sobre los que nos planteamos el tema son deficientes.

Teniendo presentes estas consideraciones, vamos a examinar algunas propuestas concretas que se han presentado recientemente, y vamos a situarlas en una perspectiva que mantiene que la dicotomía entre lo mental y lo material sólo vale en el habitual mundo euclidiano-newtoniano de las apariencias.

¿LAS EXPERIENCIAS CONSTITUYEN MATERIA O LA MATERIA SE TORNA OBJETO DE EXPERIENCIA?

En este mundo las apariencias, el único problema que se plantea es el de si podemos distinguir con claridad la experiencia mental humana de aquello de lo que se tiene experiencia. Franz Brentano dio a este tema el nombre de «intencionalidad» (o inexistencia intencional), tema que ha dado origen a especulaciones relativas a la naturaleza de la realidad²³. El problema se formula a menudo de la forma siguiente: ¿Mis percepciones (mis experiencias fenoménicas) son lo «real», o el contenido de esas percepciones más bien enmascara el mundo «real»? Mis experiencias

²³ Franz Clemens Brentano, *Psychology: from an Empirical Standpoint*, trad. Antos C. Rancmello, D.B. Terrell y Linda L. McAlister. (London: Routledge & Kegan Paul, 1973); R.M. Chisholm, *Realism and the Background of Phenomenology*, (New York: Free Press, 1960).

fenoménicas son mentales: el mundo tal y como me aparece es material. Yo puedo dar primacía a mi experiencia y convertirme en fenomenólogo, o bien puedo dar la primacía a los contenidos de la experiencia, y convertirme en un materialista. Pero también puedo no dar primacía a ninguno de los dos enfoques, y dar testimonio de la naturaleza dual de la realidad.

El materialismo y la fenomenología sólo se encuentran con dificultades cuando cada uno de ellos intenta negar al otro. Cuando sólo está en juego la primacía, podemos hacer que cada perspectiva resulte en sí misma consistente. Después de todo, lo primario son nuestras experiencias, y el empirismo no es enemigo de un mundo material real. Y aparentemente tenemos experiencia de alguna cosa, de forma que perfectamente podría resultar que nuestras experiencias estuvieran organizadas por esas cosas reales.

Sin embargo, al aceptar esta moderada posición respecto a la mente y a la materia nos topamos inmediatamente con un conjunto de problemas dualistas. ¿Están los contenidos de la percepción realmente organizados por la experiencia del perceptor? ¿Una descripción completa de la función cerebral de un organismo podría constituir también una descripción de la experiencia de ese organismo? Si esto es así, ¿no son suficientes las descripciones materiales del cerebro, de los sentidos y de las energías? ¿Ni siquiera las descripciones de la experiencia añaden nada a las descripciones materiales? ¿No podría ser también verdad lo contrario: qué añaden materialmente las descripciones del cerebro, de los sentidos y de las energías a lo que nosotros experimentamos con tanta riqueza?

TRANSCENDER LOS DUALISMOS SIN NEGARLOS

Creo que hoy día tenemos respuestas para estos problemas, mientras que hace sólo algunos años no teníamos ninguna. Estas respuestas se deben a que se ha demostrado que cada conceptualización tiene un modo de captar una parte de la verdad total.

Un análisis semántico muestra que los descriptores que se utilizan para hablar del cerebro, de los sentidos y de las fuentes de energía se derivan de un análisis de la experiencia en componentes distintos. Estos componentes son orgánicos y ambientales (biológicos, y físicos o sociales), y podemos subdividir cada uno de ellos en subcompuestos, hasta llegar a los niveles cuántico y nuclear. Este procedimiento de análisis descendente de una jerarquía de sistemas constituye el método habitual de la ciencia descriptiva. Cuando estudiamos sistemas, rastreamos en ellos las causas y los efectos. Cuando encontramos discrepancias, aducimos principios estadísticos e invocamos las probabilidades. Los científi-

cos se han vuelto devotos de estos procedimientos, con los cuales se sienten cómodos.

El lenguaje mental procede de consideraciones diferentes. Como sucede en el caso de la ciencia descriptiva, los términos mentales se originan en la experiencia. Sin embargo, en este caso la experiencia se valida consensualmente. Comparamos la experiencia obtenida en una modalidad sensorial con la obtenida en otra. Luego la validación procede comparando nuestra experiencia con la de otra persona. Una niña señala un caballo. Hasta ahora su madre le ha permitido decir «vaca» siempre que señalaba un animal. Pero ha llegado el momento de ser más preciso, y la experiencia que se tiene de un caballo resulta ser en verdad diferente de la que se tiene de una vaca. El lenguaje mental deriva de este tipo de validaciones ascendentes en una jerarquía de sistemas.

En otro lugar estudio en detalle las diferencias de enfoque científico que entraña esta visión ascendente —y externa²⁴. Cuando Albert Einstein enunció sus teorías general y especial de la relatividad estaba ascendiendo por el conjunto, jerárquicamente dispuesto, de los sistemas físicos. Las ideas relativistas resultantes son tan aplicables a las conceptualizaciones mentales como a lo físico: Son estos relativismos los que existencialistas y fenomenólogos se esfuerzan constantemente en formular en algunos principios coherentes. Mi propia opinión es que solamente tendrán éxito en la medida en que desarrollen las técnicas de análisis estructural. Pero los análisis estructurales dependen a menudo del carácter que adopte el proceso de elucidación de esas complejidades. Por muy detestables que el ordenador y otros dispositivos tecnológicos puedan resultar para filósofos y psicólogos de credo fenoménico-existencial, es posible que estas herramientas acaben por ser de gran utilidad para su estilo de investigación.

Si el análisis anterior es correcto, entonces podemos considerar como válido algún tipo de dualismo. Sin embargo, es preciso hacer una advertencia previa. Esta forma de dualismo tiene que ver con el dominio cotidiano de las apariencias —de las experiencias habituales. Partiendo de ese tipo de experiencias habituales, se han desarrollado dos modos de conceptualización. Un modo opera descendiendo por una jerarquía de sistemas, analizando la experiencia en sus distintos componentes y estableciendo relaciones jerárquicas y de causa-efecto entre esos componentes. El otro modo funciona ascendiendo hacia otros organismos para llegar a obtener una validación consensual de las experiencias, comparándolas y compartiéndolas.

Construimos, así, a partir de la experiencia, dos imágenes especulares,

²⁴ Karl H. Pribram, «Proposal for a Structural Pragmatism: Some Neuropsychological Considerations of Problems in Philosophy», en *Scientific Psychology: Principles and Approaches*, ed. B. Wolman y E. Nagle (New York: Basic Books, 1965); 426-459.

—como si se tratara de dos isómeros ópticos—. Podemos llamar material a uno y mental al otro. De igual forma que los isómeros ópticos tienen en química propiedades biológicas diferentes —aunque tengan componentes y configuraciones idénticas—, también las conceptualizaciones mentales y materiales tienen propiedades distintas aunque procedan inicialmente de experiencias del mismo sujeto.

Creo que éste es el origen del dualismo, y que constituye una explicación del mismo. La dualidad de la que hemos hablado es una dualidad de procedimientos conceptuales, no una dualidad básica de la naturaleza. Como ya hemos señalado, hay otras dualidades todavía más básicas, pero que no son las únicas que se han convertido, como sucede con las anteriores, en el tema central de los que argumentan a favor del dualismo.

REALISMO CONSTRUCTIVO: UN MONISMO PLURALISTA

Antes de que pase a criticar los dualismos actuales, puede que resulte útil describir otras opiniones alternativas. La mayoría de ellas se agrupan bajo la rúbrica de «monismo», posición que establece simplemente que los componentes verdaderamente básicos del universo no son materiales ni mentales, sino neutrales. La desmaterialización de la materia que tiene lugar en el nivel de análisis en el que se coloca la física moderna —tema al que ya hemos pasado revista— sirve de base a este «monismo neural». Filósofos críticos (como Herbert Feigl) sumergidos en el análisis lingüístico desarrollaron esta postura monista sugiriendo que «mental» y «material» son simplemente formas diferentes de hablar acerca de los mismos procesos. De esta forma, «mente» y «cerebro» llegan a representar sistemas lingüísticos distintos, que cubren aspectos diferentes de algo que es general y básico. El problema ha consistido para ellos en encontrar un lenguaje neutral que describa esa base común sin que tenga connotaciones mentales ni materiales.

Voy a seguir desarrollando mi idea relativa a los «aspectos duales», proponiendo que cada aspecto no sólo está caracterizado lingüísticamente, sino que de hecho es una «realización» o «encarnación» distinta²⁶. Creo, además, que lo que resulta encarnado es una «estructura» informacional. Así, lo que hago esencialmente es volcar sobre la cabeza del filósofo crítico las consecuencias de su propio enfoque: el componente «neutral» duradero del universo es una estructura informacional, la organización

²⁵ Cfr. por ejemplo, William James, *A Pluralistic Universe*, (London: Longman's Green, 1909); Bertrand Russell, *Human Knowledge, Its Scope and Limits*, (New York: Simon & Schuster, 1948).

²⁶ Karl R. Pribram, «The Realization of Mind», *Synthese* 22 (1971): 313-322.

negentrópica de la energía. En cierto sentido podemos caracterizar esta estructura como un Mundo 3 lingüístico popperiano —o un Mundo 3 matemático, musical, cultural, etc.—²⁷ Los aspectos duales se convierten en realizaciones duales —que en realidad pueden ser múltiples— de la estructura informacional fundamental. De esta forma, podemos realizar una sinfonía tocándola en un concierto, en la partitura, en un disco o cinta, y éstos en un equipo de alta fidelidad.

«Mente» y «cerebro» ocupan el lugar de dos clases de realización de esa especie, obteniéndose cada uno de ellos, tal y como hemos descrito anteriormente, cuando marchamos en direcciones distintas por la jerarquía de sistemas conceptuales y realizados. Tanto los fenómenos mentales como los objetos materiales son realizaciones y, por tanto, realidades. Ambos tipos de realidad son construcciones a partir de «estructuras» subyacentes, y corresponde a la ciencia caracterizarlas en un lenguaje que sea lo más natural posible (esto es, neutral respecto a las connotaciones que podrían sugerir que esas «estructuras» pertenecen a una clase o a la otra). Ya he estudiado en otro lugar la relación que existe entre un realismo constructivo de ese tipo y el realismo crítico, el pragmatismo y el racionalismo neokantiano²⁸.

LA MENTE COMO ALGO EMERGENTE Y COMO ACTOR

Hasta este momento he presentado algunas ideas que constituyen una teoría coherente que explica las posturas dualistas, pero que las trasciende mostrando cómo surgen a partir de diferencias de procedimientos que realizan por separado una estructura común. Describimos neutralmente esa estructura en términos matemáticos o de procesamiento de la información (o en otros semejantes) —términos que se resisten a ser caracterizados como materiales o como mentales.

Esta teoría se diferencia considerablemente de posiciones dualistas más clásicas que se atienen a una separación fundamental entre lo mental y lo material. Creo que esas posturas poseen el notable mérito de plantear problemas de los que no se han hecho eco el realismo constructivo que hemos propuesto. Sin embargo, no estoy de acuerdo con la solución (o mejor dicho, con la carencia de solución) dualista que ofrecen los dualistas no reconstruidos, y en la última sección de esta comunicación presen-

²⁷ Véase una discusión de la teoría popperiana de los 3 mundos en John C. Eccles, «Cultural Evolution versus Biological Evolution», *Zygon* 8, (September-December 1973): 282-293.

²⁸ Karl R. Pribram, «Proposal for a Structural Pragmatism», y «Realization of Mind: idem, *Languages of the Brain: Experimental Paradoxes and Principles in Neuropsychology*, 2^a ed. (Monterey Ca.: Brooks/Cole, 1977).

taré al respecto un alternativa detallada. Pero permítaseme examinar antes un reciente documento que plantea en todo su alcance un caso que se deriva de los temas dejados de lado por el dualismo clásico: *El Yo y su Cerebro*, de Karl R. Popper y John C. Eccles²⁹.

El Yo y su Cerebro incorpora en su texto las opiniones de sus autores. El libro está dividido en dos partes: Popper estudia la filosofía de la mente; Eccles describe la neurofisiología del cerebro. Manteniéndose dentro del tono interaccionista del libro, hay una tercera sección que consiste en una discusión entre Popper y Eccles —una especie de espacio final dedicado a preguntas y respuestas. La interacción resulta algo afectada y unilateral; el discurso trata de la mente con mucha más frecuencia que del cerebro. Pero, según creo, incluso este defecto se encuentra en la línea de la filosofía de los autores. En su sistema, la mente influye y sesga levemente —«con una caricia cognitiva», como me dijo Eccles en una ocasión— la función cerebral. Sin embargo, Popper no es tan extremadamente suave como Eccles, y yo me inclino a estar de acuerdo con él. Después de todo, «la pluma es más potente que la espada»: no hay nada de suave en la forma en la que la música, una riña conyugal..., me conmueven. Quizás sea este desacuerdo básico entre Eccles y Popper, y su intento de abordarlo «suavemente», lo que les ha llevado a adoptar ese tan artificial tono de diálogo. Lo lamento, ya que creo que la presentación clara de las dos posiciones y el intercambio de opiniones acerca de ellas hubiera resultado en algo que quizás hubiera sido importante.

Lo que da relevancia a la aparición del *El Yo y su Cerebro* es el libro mismo. El interaccionismo de Popper depende de los productos de la mente, de sus contenidos, que se tornan manifiestos en el mundo físico. A su vez, estas manifestaciones ejercen una influencia sobre el cerebro mediante los sentidos. Los libros constituyen los ejemplos más inmediatos de ellos, y *El Yo y su Cerebro* es él mismo un ejemplo de un libro (un medio) que exhibe lo que se pretende que sus contenidos transmitan.

Pero en este caso experimentamos en la realidad la disonancia que se expresa en el diálogo entre Popper y Eccles. Los libros, y otros contenidos de la mente, constituyen el Mundo 3 de Popper. El Mundo 3 interactúa con el cerebro (que es una parte del mundo físico -Mundo 1) mediante los sentidos³⁰. La interacción es bien clara. Eccles piensa, por el contrario, que la mente hace una selección sobre la entrada sensorial, y que organiza las funciones del córtex asociativo, sobre todo del hemisferio dominante, el que produce el lenguaje:

En estas etapas posteriores, las diferentes modalidades sensoriales se proyectan

²⁹ Karl R. Popper y John C. Eccles, *The Self and Its Brain*, (New York: Springer-Verlag, 1977).

³⁰ Cfr. por ejemplo, *ibid.*, p. 449.

en áreas comunes, las áreas polimodales. En dichas áreas, la información más diversa y de amplio espectro se procesa... Podemos preguntar cómo se selecciona y monta esta información para producir la unidad... se propone que la mente autoconsciente desempeñe por todo el cerebro de relación una función selectiva y unificadora. Se puede hallar una analogía en un reflector... Quizá una mejor analogía venga dada por un instrumento de escudriñamiento y sondeo múltiple que interprete y seleccione los...³¹

Para Eccles, la mente opera, de esta forma, directamente sobre el cerebro, y para Popper opera indirectamente, a través del Mundo 3. Para Popper, la mente es algo emergente, y nos encontramos con el problema de averiguar cómo es posible que algo que emerge pueda interactuar con sus substrato³². A Popper le preocupa la «causación descendente de la actuación del nivel superior sobre el inferior», y llega a la conclusión de que:

... la emergencia de niveles o estratos jerárquicos, y la de una interacción entre ellos, depende de un indeterminismo fundamental del universo físico. Cada nivel está abierto a influencias causales procedentes de niveles inferiores y superiores³³.

Para Eccles, la mente es una entidad dada que organiza la función cerebral y que, a su vez, es organizada por el Mundo 3, que actúa mediante los sentidos; la mente precede y sigue al cerebro, pero necesita, para establecer relaciones, un córtex de un cierto tipo.

Yo creo que la postura de Popper constituye el punto de partida más fácil. Como veremos, sin embargo, también hay cosas aprovechables en la posición de Eccles. Lo que Popper ha hecho es partir lo que habitualmente recibe el nombre de «mental» en dos mundos —el Mundo 2 y el Mundo 3. El Mundo 2 es el estado mental, y el Mundo 3 está compuesto por manifestaciones de ese estado. Tanto el Mundo 2 como el Mundo 3 emergen de las complejas organizaciones cerebrales que interactúan con su entorno.

Creo que esta división, y todo aquello a lo que ésta ha dado lugar, hacen del interaccionismo algo innecesariamente problemático. Yo prefiero comenzar por la idea de que los estados mentales son el resultado de una interacción entre un organismo y su entorno. Esta posición deriva del conductismo, pero va más allá de éste ya que admite los espíritus de la máquina, y admite que esos espíritus han de ser tan reales como la máquina misma³⁴. Las imágenes, las experiencias, las intenciones, los planes, las expectativas, las alegrías y las penas no están escindidas del mundo «real», sino que son manifestaciones inmediatas de ese mundo³⁵.

³¹ Ibid., p. 163. (Versión castellana, p. 408).

³² Ibid., p. 127.

³³ Ibid., p. 35. (Versión castellana, p. 40).

³⁴ Véase la discusión de Popper acerca de Gilbert Ryle, *ibid.*, pp. 104-107.

³⁵ Cfr. el «conductismo subjetivo» de Miller, Galanter and Pribram (n. 20 más arriba).

Sin embargo, no son necesariamente las manifestaciones primarias o únicas, como las considerarían los fenomenólogos, o incluso los empiristas. Eccles y Popper, como dualistas, discrepan con razón de ese énfasis excesivo en la primacía de lo subjetivo, pero a menudo proponen, a partir de la postura interaccionista, enunciados confusos respecto a la causalidad. Así, Popper habla de ilusiones que tienen un origen mental, como sucede en la realización de un deseo³⁶. Sin embargo, Sigmund Freud, en el «Proyecto»³⁷, sugiere que la realización de un deseo y de sus ilusiones tienen lugar mediante procesos cerebrales muy específicos, más en la línea de la posición global popperiana de una propiedad emergente³⁸.

Popper pasa explícitamente revista a las demostraciones de la existencia de una realidad que está más allá de nuestros sentidos, y yo mantengo, de acuerdo con él y con psicólogos como James Jerome Gibson que existen invariantes en la relación entre organismo y entorno³⁹. Señalemos que la interacción por la que me inclino es una interacción entre el organismo y su entorno. Señalemos también que esta interacción no niega la emergencia de propiedades mentales. Sin embargo, la emergencia puede proceder o bien de la evolución biológica, que ha producido novedosas formas de organización cerebral que resultan en capacidades lingüísticas, o de la evolución cultural, que puede producir nuevos modos lingüísticos tales como la escritura y la imprenta⁴⁰.

Popper, por el contrario, fija su atención en la interacción entre lo mental y lo material. Y aunque pasa revista a los problemas planteados por el materialismo a causa de las ideas tomadas de la nueva física, no llega a darse cuenta de que esas ideas se aplican también al dualismo que todavía se sigue recreando en la separación de mente y materia. Lo repito: ¿Las fuerzas son materiales? ¿La luz consiste en «ondas» que se mueven en un «material» vacío? ¿Los quarks, con su encanto y sus sabores, son «materiales»? Tal y como hemos señalado, Wigner establece que la física moderna está basada en «relaciones entre observaciones, y no en relaciones entre observables». ¿Pero no es ésta precisamente la definición de sí misma que caracteriza a la moderna psicología científica?

Naturalmente, no niego la distinción entre observación y observable —el problema de la intencionalidad (véase, por ej., John R. Searle). Lo que

³⁶ Popper y Eccles, p. 514.

³⁷ Sigmund Freud, «Project for a Scientific Psychology» (1895), en *The Standard Edition of the Complete Psychological Works of Sigmund Freud*, trad. James Strachey et al. (London: Hogarth Press, 1950), 1: 281-397.

³⁸ Karl H. Pribram and Merton M. Gill, *Freud's «Project» Reassessed*, (New York: Basic Books, 1976).

³⁹ Popper y Eccles, pp. 104-108; James Jerome Gibson, *The Perception of the Visual World*, (New York: Houghton Mifflin, 1950).

⁴⁰ Karl H. Pribram, «Language in a Sociological Frame», *Annals of the New York Academy of Sciences*, 280 (1976): 798-809.

pretendo es que esa distinción ya no sirve para distinguir entre lo que llamamos ciencias físicas y lo que llamamos ciencias psicológicas. No niego realidad a una apariencia del mundo material, como sucede en la mecánica newtoniana o en la psicología perceptiva de Gibson. Tampoco niego que podamos distinguir entre estas apariencias y otras realidades, o entre la realidad física y la realidad psicológica. Creo que las realidades se construyen, a veces penosa y laboriosamente. Las apariencias son una de esas realidades, la realidad perceptiva, más allá de la cual se encuentran las otras.

Estoy tranquilamente sentado, escribiendo este comentario. Me estoy moviendo en una trayectoria compleja alrededor del eje terráqueo, alrededor del sol, y dentro de nuestra galaxia. Estos dos enunciados reflejan una realidad —el primero, mi realidad perceptiva, la realidad de la apariencia; el otro, mi realidad física, basada en las observaciones y cálculos de innumerables científicos. ¿Cuál es la realidad «objetiva» y cuál es la «subjetiva»? ¿Qué es lo que se basa exclusivamente en la interacción de observables materiales, y qué en operaciones mentales como el cálculo y la observación?

Popper, con su invención del Mundo 3, intenta hacerse cargo de estos problemas, pero creo que esta invención se ha quedado corta. La cuestión no es la de lo material contra lo mental, sino la de cómo construimos una realidad material, y cómo construimos la que experimentamos como mental.

Defiendo en otro lugar que la forma en que Popper y Eccles describen la interacción de mente y cerebro es afín al uso coloquial del concepto de fuerza⁴¹. Decimos que la gravedad nos empuja hacia la tierra. Sin embargo, el concepto de «gravedad» derivó del estudio de las interacciones entre masas en movimiento. La gravedad, es, por definición, un término denotativo de interacción: si no «existiera» la gravedad ninguno de «nosotros» sería atraído hacia la Tierra. Reificaríamos la gravedad y ella nos empujaría; y ciertamente las apariencias confirman esta forma de concebir las fuerzas —que son «producidas» por un cuerpo y que operan sobre otro. Popper desarrolla su tesis del Mundo 3 como «producido» en su espíritu por el Mundo 2.

Lo que encuentro como valioso en la división entre Mundo 2 y Mundo 3 es el intento de describir el mismo tema que tengo en mente cuando hablo de la estructura y de su realización. En cierto sentido, lo que yo llamo «estructura» es lo que Popper y Eccles llaman «mente». Sin embargo, la dificultad reside en que mis «estructuras», como todos los demás concep-

⁴¹ Karl H. Pribram, «Problems Concerning the Structure of Consciousness», en *Consciousness and the Brain: A Scientific and Philosophical Inquiry*, ed. Gordon G. Globus, Grover Naxwell, e Irwin Savodnik (New York: Plenum Press, 1976): 297-313.

tos, proceden de la interacción de organismo y entorno. Por tanto, podemos encontrar «estructura» en el entorno, y en entornos que son materiales, físicos (igual que la estructura de una sinfonía se encarna en una partitura o en una cinta magnética). Mi formulación resultaría, así, afín a las de Alfred North Whitehead, Sperry y Wigner; sería una forma de pansiquismo. Pero no deseo ir tan lejos. Prefiero seguir defendiendo todavía que las estructuras trascienden las realidades, tanto físicas como mentales, en las que llegan a realizarse.

Existe, entonces, una importante diferencia entre un realismo constructivo como el que propongo, y el interaccionismo dualista (triádico) al que se adhieren Eccles y Popper. En un esquema constructivista podemos indicar cuál es la situación exacta de los mecanismos cerebrales. Todo lo podemos encajar en su posición adecuada y precisa dentro del esquema: los mecanismos perceptivos, sensoriales y cerebrales que se utilizan para construir la realidad newtoniana de las apariencias: los mecanismos cerebrales cognitivos, «intrínsecos» (así es como yo llamo a la «relación» de Eccles) que son necesarios para la formulación de la física cuántica y nuclear; los mecanismos cerebrales motores, conativos, que organizan intenciones y planes; la emergencia de sentimientos a partir de las organizaciones neuro-químicas del cerebro. No existe ninguna «mente» global que tenga que establecer una misteriosa relación con el «cerebro» global. Todavía hay muchos misterios —para señalar sólo uno, por ejemplo, cómo llegan a realizarse y cómo es que son tan absolutamente diferentes de su substrato. Pero estos temas son ya científicos, y se tornan manejables dentro del contexto más amplio de la investigación filosófica.

LA MICROESTRUCTURA NEURAL

Veamos un ejemplo de la manejabilidad y precisión con la que podemos plantear los problemas. Tomo este ejemplo de mi propio trabajo porque Eccles lo revisa críticamente en su parte del libro. El problema guarda relación tanto con la percepción como con la memoria. Se trata de la cuestión de cómo la entrada sensorial queda codificada en el córtex cerebral. Eccles plantea el problema de la siguiente forma:

Qué sucesos neurales están en relación con la mente autoconsciente tanto para dar como para recibir... Rechazamos la hipótesis de que el agente sea el potencial de campo generado por los sucesos nerviosos. El postulado original de la escuela de la forma se basaba en el descubrimiento de que una entrada visual masiva, como puede ser un gran círculo iluminado, producía cierto campo potencial topológicamente equivalente a la corteza visual: ¡Incluso un bucle cerrado! Esta hipótesis burda no merece mayor consideración. Sin embargo, Pribram (1971) ha propuesto recientemente una visión más refinada, con su postulado de campos micropotenciales. Se supone que estos campos suministran una respuesta cortical

más sutil que los impulsos generados por las neuronas. No obstante, esta teoría de potencial de campo entraña una tremenda pérdida de información, dado que cientos de miles de neuronas estarían contribuyendo a un campo micropotencial a través de una pequeña zona de la corteza cerebral. Toda la estructura fina de la actividad neuronal se perdería en esta tarea tan poco eficiente de generar un diminuto potencial eléctrico por flujo de corriente en la resistencia óhmica proporcionada por el medio extracelular. Tenemos además el problema de que tendría que haber un homúnculo que leyese los potenciales en todas sus disposiciones ordenadas. La supuesta retroalimentación de los campos micropotenciales a las frecuencias de descarga de las neuronas, tendría una influencia despreciable debido a que las corrientes serían extremadamente pequeñas.

Hemos de creer que hay un significado funcional esencial en todas las interacciones neuronales discretas en patrones espaciotemporales, ya que de lo contrario se producirían grandes pérdidas de información. En este contexto, hemos de considerar la organización de las neuronas corticales de la entidad anatómica y fisiológica denominada módulo... En primer lugar, es inconcebible que la mente autoconsciente esté en relación con células nerviosas aisladas o con fibras nerviosas aisladas... Estas unidades neuronales, en cuanto individuos, resultan demasiado poco fiables e inefectivas. En el estado actual de nuestra comprensión del modo de operar de la maquinaria neuronal, hemos de subrayar que son conjuntos de neuronas (varios cientos) los que actúan en colusión, siguiendo un patrón. Sólo en esos ensamblajes puede darse cierta eficiencia y fiabilidad... los módulos de la corteza cerebral... constituyen tales ensamblajes de neuronas. Hasta cierto punto, el módulo posee una vida colectiva propia de hasta 10.000 neuronas de diferentes tipos, con una disposición funcional de excitación e inhibición en proalimentación y retroalimentación. Hasta el momento no sabemos mucho de la vida dinámica interna de un módulo, pero podemos conjeturar que, con sus propiedades complejamente organizadas e intensamente activas, podría ser un componente del mundo físico (Mundo 1) que estuviese abierto a la mente autoconsciente (Mundo 2) tanto para recibir como para suministrar información. Podemos proponer además que no todos los módulos de la corteza cerebral poseen esta propiedad trascendente de estar «abiertos» al Mundo 2, siendo así los componentes del Mundo 1 de esa línea de separación. Por definición, estaría restringida tal propiedad a los módulos del cerebro de relación, y tan sólo cuando se hallen en el nivel adecuado de actividad. Cada módulo se puede comparar a una unidad de radio transmisora y receptora... se puede considerar al módulo como un microcircuito electrónico integrado, aunque inmensamente más complicado⁴².

Aunque Eccles cita mi obra *Languages of the Brain*, ignora en la explicación anterior secciones enteras (por ej. las pp. 26-31 y 324-27), dedicadas a lo que allí denomino «módulos lógicos»²⁸. La estructura de esos módulos se presenta allí con mucho más detalle de lo que lo hace Eccles en *El Yo y su Cerebro* o en cualquier otro lugar. Además, en varias ocasiones hemos simulado con ordenador en mi laboratorio el funcionamiento preciso de esos módulos⁴³.

⁴² Popper y Eccles, n. 29 más arriba, pp. 365-366. (Versión castellana, pp. 411-412).

⁴³ D.N. Spinelli, «Visual Receptive Fields in the Cat's Retina: Complications», *Science*,

Pero no se trata sólo de eso. Eccles me critica en el primer párrafo de los que he citado: «La supuesta retroalimentación, de los campos micropotenciales a las frecuencias de descarga de las neuronas, tendría una influencia despreciable debido a que las corrientes serían extremadamente pequeñas.» En el segundo párrafo usa esas mismas corrientes (que, tal y como se define con claridad en *Languages of the Brain*, son las despolarizaciones, y especialmente las hiperpolarizaciones que tienen lugar en las sinapsis y dentro de los campos dendríticos) para «subrayar que son conjuntos de neuronas (varios cientos) las que actúan en colusión, siguiendo un patrón... de hasta 10.000 neuronas de diferentes tipos, con un disposición funcional de excitación e inhibición en proalimentación y retroalimentación». La excitación y la inhibición se lleva a cabo en neuronas «de circuito local» sin axones (tipo 2 de Golgi) y depende de los mismos micropotenciales que Eccles criticaba en el primer párrafo⁴⁴. Resulta ahora más evidente que el procesamiento —procesamiento en circuitos neuronales locales— tiene lugar en el cerebro mediante comunicaciones de carácter químico y electrónico, características de las interacciones dendrodendríticas, y no por el modo de potencial de acción característico de las largas vías sensoriales y motoras⁴⁵.

G.M. Shepherd y W. Rall han aportado numerosas pruebas neurofisiológicas relativas a la organización funcional de estos microcircuitos locales —pruebas en las que se apoya mi propuesta de microestructuras⁴⁶. Entonces, la única diferencia real entre los microcircuitos de Eccles y mis microestructuras es que yo menciono claramente las características de graduación de respuesta que posee la actividad de constitución de patrones de los potenciales eléctricos que producen las configuraciones funcionales bajo la forma de microestructuras (o microcircuitos), mientras que Eccles no consigue hacer esto, y se desquita presentando «el Yo y su mente» como algo que funciona como un «transmisor o receptor de radio» (los módulos cerebrales).

Y otro tanto sucede respecto a la neurofisiología. Naturalmente, el

152 (1966): 1768-69; R.W. Pheps, «Effects of Interactions of Two Moving Lines on Single Unit Responses in the Cat's Visual Cortex», *Vision Research*, 14 (1974): 1371-75; B. Bridgeman, «Metacontrast and Lateral Inhibition», *Psychological Review*, 78 (1971): 528-539; Karl H. Pribram, M. Nuwer y R. Baron, «The Holographic Hypothesis of Memory Structure in Brain Function and Perception», en *Contemporary Developments in Mathematical Psychology*, ed. R.C. Atkinson *et al.* (San Francisco: W.H. Freeman, 1974): 416-467.

⁴⁴ Pasko Rakic, *Local Circuit Neurons*, (Cambridge, Mass.: MIT Press, 1976).

⁴⁵ Cfr., p. e., Francis O. Schmitt, Parvati Dev, y Barry H. Smith, «Electrotonic Processing of Information by Brain Cells», *Science*, 193, (1976): 114-120.

⁴⁶ G.M. Shepherd, *The Synaptic Organization of the Brain: An Introduction*. (New York: Oxford University Press, 1976); W. Rall, «Dendritic Neuron Theory and Dendrodendritic Synapses in a Simple Cortical System», en *The Neurosciences: Second Study Program*, ed. Francis O. Schmitt (New York: Rockefeller University Press, 1970): 552-565.

problema que se plantea es el siguiente: ¿qué nos ofrece esta neurofisiología respecto al problema mente-cuerpo? Yo he sugerido que la microestructura neuronal, la microcircuitería, codifica una actividad periódica, que la transducción sensorial de la energía mental resulta en patrones de activación neuronal en el dominio cuántico. Eccles no se opone a ello cuando sugiere que los microcircuitos actúan en gran medida como transmisores-receptores. Las radios funcionan con información de carácter periódico; están sintonizadas para transmitir y recibir códigos del espectro.

En *Languages of the Brain* hemos presentado las primeras pruebas relativas a la codificación neural en el dominio cuántico⁴⁷. Desde su publicación han seguido apareciendo muchas más pruebas. G.S. Ohm y Hermann von Helmholtz sugirieron en un principio que el sistema auditivo opera como un analizador del espectro⁴⁸. Georg von Békésy mostró que la piel y el mecanismo somatosensorial también se comportan de esta forma⁴⁹. Pero la prueba más llamativa tiene que ver con el sistema visual. Cada vez disponemos de más pruebas que muestran que el procesamiento visual-espacial tiene lugar en el dominio del espectro —el ojo analiza las fluctuaciones periódicas de la intensidad de la luz que tiene lugar en el espacio⁵⁰.

En tecnología, ese procesamiento que se produce en el dominio del espectro recibe el nombre de procesamiento de información óptica (si se lleva a cabo mediante sistemas de lentes) o de procesamiento de imágenes (si se lleva a cabo con ordenadores) o de holografía (si se emplea almacenamiento en película sensible). Fue la holografía lo que por primera vez

⁴⁷ Pribram, n. 28 más arriba, cap. 8.

⁴⁸ G.S. Ohm, «Über die Definition des Tones, nebst daran geknüpfter Theorie der Sirene und ähnlicher tonbildener Vorrichtungen», *Annalen der Physikalischen Chemie*, 59 (1843): 513-165; Hermann von Helmholtz, *Lehre von den Tonempfindungen*, (Braunschweig: Vieweg, 1863).

⁴⁹ George von Békésy, «Neural Volleys and the Similarity between Some Sensations Produced by Tones and by Skin Vibrations», *Journal of the Acoustical Society of America*, 29 (1957): 1059-69.

⁵⁰ Campbell y Robson (n. 10 más arriba); J.A. Movshon, I.D. Thompson, y D.J. Tolhurst, «Receptive Field Organization of Complex Cells in the Cat's Striate Cortex», *Journal of Physiology*, 283 (1978): 79-99; idem, «Spatial Summation in the Receptive Fields of Simple Cells in the Cat's Striate Cortex», *ibid.*, 53-77; idem, «Spatial and Temporal Contrast Sensitivity of Neurons in Areas 17 and 18 of the Cat's Visual Cortex», *ibid.*, 101-120; R.L. DeValois, D.G. Albright, y L.G. Thorell, «Spatial Tuning of LGN and Cortical Cells in Monkey Visual System», en *Spatial Contrast*, ed. H. Spekreijse (Amsterdam: Royal Netherlands Academy of Sciences, 1978); idem, «Cortical Cells: Line and Edge Detectors, or Spatial Frequency Filters?» in *Frontiers of Visual Science*, ed. S. Cool y E.L. Smith (New York: Springer-Verlag, 1978): 544-556; Karl H. Pribram, M. C. Lassonde, y M. Ptito, «Classification of Receptive Field Properties in Cat Visual Cortex», *Experimental Brain Research*, 43 (1981): 119-130.

atrajo mi atención hacia los atributos del dominio del espectro y a su relevancia para la comprensión del problema mente-cuerpo⁵¹. En un holograma (la película sensible que almacena la microestructura de los cambios periódicos de luz y oscuridad que tienen lugar en el espacio) se distribuye la información relativa a las formas espaciales. Ello arroja luz sobre uno de los problemas más difíciles de la neurociencia, esto es, cómo explicar el hecho de que lesiones locales del cerebro no deterioren selectivamente ninguna de las huellas mnemónicas. En un holograma, un daño localizado no desorganiza la información almacenada porque ésta ha resultado distribuida.

Esencialmente, la información queda borrosamente distribuida sobre toda la extensión de la película holográfica, pero de forma tan precisa que podemos eliminar esa borrosidad siguiendo el procedimiento inverso. De esta forma resulta sencilla la reconstrucción (o construcción) de imágenes a partir del dominio del espectro que tenemos almacenado; al aplicar la misma transformada que produjo lo que tenemos almacenado, se producirá una decodificación, resultando en una imagen. En resumen, en contra de lo que Eccles afirma que constituye un problema de mi teoría, la prueba de que el cerebro codifica información en el dominio del espectro indica que no necesitamos ningún «homúnculo» para que lea la huella mnemónica. Para producir una imagen, la huella mnemónica codificada en el espectro será activada, o bien por una entrada sensorial, o bien por algún estímulo (*source*) central, (recordemos la sugerencia de Popper de que los mecanismos de atención y de expectativa de placer o de dolor podrían ser también sus orígenes)⁵². No encontramos aquí ninguna «mente autoconsciente» que sesge las funciones del córtex asociativo, como sugiere Eccles. En su lugar, tal y como Popper pretende, la mente autoconsciente se concibe de forma más adecuada como una propiedad emergente de una organización cerebral característica.

Este mecanismo tiene una relevancia directa para el problema mente-cerebro. Señalemos que el almacenamiento tiene lugar en el dominio del espectro. Ni almacenamos las imágenes como tales, ni están «localizadas» en el cerebro. Se trata más bien de que las imágenes y los sucesos mentales emergen y se construyen en virtud del funcionamiento de los circuitos locales del cerebro, normalmente con la ayuda de entradas sensoriales procedentes del entorno. Las imágenes son los espíritus que resultan de las operaciones de la máquina (cerebro).

Podemos explicar la conducta planificada e intencional mediante un

⁵¹ Karl H. Pribram, «Some Dimensions of Remembering: Steps toward a Neuropsychological Model of Memory», en *Macromolecules and Behavior*, ed. J. Gaito, (New York: Academic Press, 1966): 165-187.

⁵² Las pruebas, en Karl H. Pribram y Diane McGuinness, «Arousal, Activation and Effort in the Control of Attention», *Psychological Review*, 82 (1975): 116-149.

mecanismo semejante que comprende los mecanismos motores del cerebro. Tanto en *Languages of Brain* como en otros lugares⁵³ presentamos pruebas de la existencia de estos mecanismos. Gran parte de mi investigación experimental ha estado dedicada a demostrar que la función cerebral es activa en sus interacciones con el entorno, y no pasiva, así como a estudiar los procesos que operan en este aspecto activo de la mente. Esta investigación ha mostrado que las estructuras límbicas y corticales del cerebro anterior organizan activamente la entrada sensorial, etc.

Baste decir aquí que creo que el descubrimiento de que podemos entender mejor ciertas operaciones cerebrales en términos de procesamiento en el dominio del espectro es tan importante para el problema mente-cerebro como el descubrimiento en física cuántica y nuclear de que en último término lo que parece materia puede ser inmaterial.

UNA NUEVA DUALIDAD: EL MUNDO DE LAS APARIENCIAS FRENTE AL MUNDO DE LA POTENCIALIDAD

Hemos señalado anteriormente que el dualismo de lo mental frente a lo material sólo vale en el mundo habitual de las apariencias —el mundo que describimos en la geometría euclídea y en la mecánica newtoniana. Hemos ofrecido una explicación del dualismo en términos de diferencias de procedimientos para el tratamiento de la jerarquía de sistemas que podemos distinguir en este mundo de apariencias. Hemos desarrollado esta explicación mediante una teoría, la del realismo constructivo. Pero también hemos dicho que las explicaciones formuladas en términos de realismo constructivo dejaban sin respuesta algunos de los problemas planteados por una posición dualista clásica.

¿Cuáles son estos problemas? Recordemos que Popper y Eccles proponen soluciones completamente distintas —y, en un sentido fundamental, opuestas— acerca de la forma en que cerebro y mente interactúan. Popper estima que la mente emerge a partir del funcionamiento del cerebro; Eccles considera que la mente opera sobre las formaciones «intrínsecas» de relación del «córtex» cerebral. Además, estos dos autores se las arreglaron para publicar un libro juntos. Cada uno de ellos debe experimentar cierta afinidad con las opiniones del otro. ¿Qué es lo que pueden haber creído que tienen en común? ¿Qué profunda creencia es la que no consiguen expresar adecuadamente en su libro?

Creo que el análisis que hemos ofrecido anteriormente puede ayudarnos a «desvelar» esta cuestión. Señalemos que cuando contemplamos

⁵³ Pribram, *Languages of the Brain*, (n. 28 above) y «Problems Concerning the Structure of Consciousness», (n. 41 más arriba); Pribram, Lassonde, y Pfito (n. 50 más arriba).

hacia abajo la jerarquía de los sistemas que componen el mundo habitual de las apariencias, introducimos análisis que son esencialmente reductivos. Para explicar nuevas propiedades que hacen surgir estructuras más complejas, cuando los componentes van quedando organizados a nivel superior, estos autores hablan de «emergencia». En esencia, lo que hace esta propuesta es describir lo que observa. Cuando contemplamos la jerarquía en sentido ascendente, como sucede en los enfoques fenoménicos y existencialistas, consideramos simplemente estos «emergentes» como resultados fundamentalmente de observaciones. El realismo constructivo es compatible con estos enfoques de la emergencia y, como hemos señalado anteriormente, creo que Popper está intentando conseguir algo parecido mediante su construcción de un Mundo 3.

Por el contrario, Eccles se inclina por una formulación muy distinta. El insiste en que la mente trasciende la función cerebral, puesto que la mente opera sobre el cerebro, y no porque la mente emerja del funcionamiento del cerebro. Como he señalado, la formulación de Eccles, presentada de esta forma, carece de sentido científico.

Pero consideremos ahora el cerebro como un analizador del espectro, así como las características generales de las transformadas que tienen lugar en estos procesos. Sólo recientemente hemos reparado completamente en estas características. La grabación de patrones del espectro mediante holografía nos ha proporcionado un artefacto visible cuyas propiedades podemos conceptualizar fácilmente.

Esencialmente, el espacio y el tiempo quedan empaquetados en el dominio holográfico. Ello explica la invariancia respecto a la traslación, el hecho de que podamos llevar a cabo esa transformación pasando al dominio habitual a partir de cualquier sector de la grabación codificada. En el registro holográfico, la información se distribuye, se extiende por toda la superficie de una película sensible, o de un módulo cerebral, igual que las ondas producidas por una piedra arrojada en un estanque se extienden hasta las orillas. Algunas de esas ondas, provocadas por varias piedras, interactuarán o «entrarán en interferencia», y la grabación de esas interferencias constituye el holograma. Si una imagen en movimiento estuviera hecha a partir del origen y desarrollo de los patrones de interferencia, podríamos dar la vuelta a la película y podríamos obtener de nuevo la imagen de las piedras al caer al estanque. La reconstrucción de imágenes mediante holografía consigue en gran medida el mismo efecto mediante una operación que ejecuta una transformada inversa de la grabación. De esta forma, la imagen (y el objeto) y la grabación holográfica son transformadas la una de la otra, y las transformaciones implicadas resultan fácilmente reversibles.

Consideremos además el hecho de que, en el dominio holográfico, el espacio y el tiempo están empaquetados. Sólo es manifiesta la densidad de sucesos. Podemos registrar estas densidades como un número de onda,

o en matrices de dispersión que representan dominios (de Hilbert) n -dimensionales, igual que los que se han utilizado en física cuántica. La holografía se ha convertido en una ventana mediante la cual somos capaces de conceptualizar un universo totalmente distinto de que caracteriza el mundo de las apariencias. David Bohm señala que la mayor parte de nuestras concepciones del mundo físico dependen de lo que podemos observar a través de lentes. Las lentes enfocan, objetifican, y trazan límites entre las partes. Las lentes particularizan. Por el contrario, los hologramas son distributivos, sin límites, y holistas. Bohm se refiere a nuestras concepciones y percepciones habituales, dadas por lentes, como explicitadas (*explicate*), y las que son holográficas como implicitadas (*implicate*). De esta forma, en el universo hay al menos dos órdenes discernibles, un orden explicitado y un orden implicitado. El orden explicitado ofrece una explicación en términos de partículas, objetos e imágenes. El orden implicitado, que todavía conocemos muy pobremente, comienza hablando de densidades de las propiedades fluctuantes de las ondas.

Bohm y otros físicos han quedado muy impresionados por la semejanza entre las conceptualizaciones del orden implicitado y las que describen los místicos que han experimentado diversos fenómenos religiosos y otros fenómenos «paranormales»⁵⁴. La carencia de límites espaciales y temporales, la característica holográfica de que el todo está representado en cada parte, y el carácter transformacional del paso del orden explicitado al orden implicitado, se encuentran más allá de la experiencia humana habitual, que aparentemente está limitada al cotidiano universo euclidiano-newtoniano, de carácter explicitado, al que estamos acostumbrados.

Probablemente no sea accidental que los hologramas constituyan una innovación matemática (de Dennis Gabor, que recibió el Premio Nobel por su descubrimiento), que utiliza una forma de matemática —el cálculo integral—, inventada por Gottfried Wilhelm Leibniz, quien también llegó a tener una visión del orden implicitado. La monadología de Leibniz es holográfica. Sus mónadas están distribuidas; son formas sin ventanas, cada una de las cuales es representativa de la totalidad. Sustituyamos el término «sin lentes» por el de «sin ventanas», y la descripción de una mónada y la de un holograma resultan idénticas.

Para resumir esta sección, propongo mi creencia de que podemos expresar la sugerencia que hace Eccles de una «mente» distribuida, que opera de alguna forma «todavía misteriosa» sobre el cerebro, mediante

⁵⁴ David Bohm, *Fragmentation and Wholeness*, (Jerusalem: VanLeer Jerusalem Foundation, 1976); Fritjof Capra, *The Tao of Physics*, (Berkeley, Ca.: Shambhala Publications, 1975).

una formulación matemática muy rigurosa. El hecho de que el cerebro sea, entre otras cosas, un analizador del espectro, que codifica información de una forma distribuida, de manera afín a lo que caracteriza a un holograma, también significa que resultan sobrepasadas las barreras estructurales características de los límites habituales entre «cerebro» y «mente». Tomemos como ejemplo nuestro mundo cotidiano en una gran ciudad. El espacio que nos rodea está lleno de formas del espectro generadas por las emisoras de radio y televisión. Somos insensibles a esas formas del espectro a menos que consigamos utilizar un receptor que se pueda sintonizar con alguna de esas formas del espectro. Sólo entonces «explicitamos» en el dominio cotidiano las formas del espectro emitidas y empaquetadas en el espacio que nos rodea. El «misterio» de la mente no queda resuelto defendiendo la posición adoptada por Eccles, que no resulta adecuada a la formulación de Popper. Se trata, en cambio, de que debemos reconocer la naturaleza transformacional del dominio implícito, y el hecho de que nuestros órganos sensoriales «cobren sentido» sintonizando, o cambiando de sintonía, con partes seleccionadas de este dominio.

CONCLUSIÓN

Para concluir, intentaré resumir mi posición tal y como la he desarrollado en esta comunicación. Comencé aceptando una visión dualista de la experiencia cotidiana: Nosotros, los humanos, podemos distinguir claramente entre el proceso de tener experiencias y los contenidos de esa experiencia. Esto condujo, a través de los siglos, desde Descartes hasta la opinión de que el proceso de tener experiencias es mental, mientras que los componentes de la experiencia, si no son en sí mismos materiales, son al menos indicadores de un mundo físico, material.

Vine a mostrar después que los físicos modernos, trabajando tanto en el nivel microfísico, cuántico y nuclear, como en el nivel del «universo» macrofísico, han replanteado la base material de la materia. La materia está constituida por energía, que interactúa en diversas formas para producir eso que normalmente experimentamos en la percepción habitual. La experiencia normal está caracterizada por la geometría euclídea y por la mecánica newtoniana. De esta forma, la naturaleza material de la materia está limitada al mundo habitual de la experiencia, a menos que deseemos adoptar la sesgada opinión de que la energía es material porque podemos convertirla en materia tal y como indica la ecuación $E = mc^2$ de Einstein. Pero, entonces, ¿por qué habríamos de decir que esta transformación es una conversión? ¿Ese sesgo materialista no emborrona, en vez de clarificarlo, el hecho de que todavía no sabemos cómo caracterizar adecuadamente esas formas de energía? Y mediante esta pregunta no me propongo sugerir que puedan ser caracterizadas como mentales.

Comenzando por el otro extremo de la dicotomía mental-material, nos encontramos con otra limitación semejante de su utilidad. Se ha mostrado que la información y el procesamiento de la información, tal y como tiene lugar cuando se programa un ordenador o cuando un cerebro recibe información mediante señales sensoriales, entrañan diminutas cantidades de energía que pueden organizar o reorganizar sistemas a gran escala. Se ha mostrado que las configuraciones que exhiben los sistemas de energía, y no meramente la cantidad de ésta, se encuentran en estado crítico. ¿Tenemos que concebir esos cambios de configuración como mentales o como materiales, cuando implican lenguajes, culturas, etc.? De nuevo llegamos a un límite en el que la distinción mental-material se queda vacía de sentido.

A continuación he analizado el tema del dualismo desde su raíz, esto es, dentro de la esfera de la experiencia habitual. Hemos descubierto que el dualismo está basado en las visiones de imágenes especulares constituidas por diferentes procedimientos analíticos. Se llega a la posición «materialista» reductiva que muchos científicos sostienen contemplando desde lo alto de la experiencia personal la jerarquía de componentes que constituyen esa experiencia. Esta visión reductiva normalmente se encuentra equilibrada por el reconocimiento de que «emergen» nuevas propiedades cuando se forman configuraciones concretas de componentes. Después he mostrado que Popper, en *El Yo y su Cerebro*, comparte esta opinión.

Levantar la vista de las propias experiencias sirve para validar nuestra experiencia con la de los demás. Describimos y comparamos «fenómenos» de los que hemos tenido experiencia *per se*, en su naturaleza existencial, y cuando intentamos precisar más insistimos en las relaciones estructurales entre los fenómenos. La validación consensual, la determinación explícita (*enactment*), y el análisis estructural de las relaciones constituyen la herramienta de investigación, y no, como en las ciencias reductivas, la separación en partes causalmente interrelacionadas. Así, los lenguajes de la fenomenología, del existencialismo y del estructuralismo son «mentales» puesto que lo constituye su centro de interés es la experiencia *per se*.

El reconocimiento de las diferencias de procedimiento que son responsables del dualismo en el mundo habitual de la experiencia nos permite trascender este dualismo sin negar su utilidad para ocuparse de los problemas de este mundo habitual. Propongo que podemos trascender este dualismo combinando cuidadosamente las técnicas y los resultados tanto del enfoque de investigación reductivo como del enfoque fenoménico. Habiendo hecho de la estructura la cualidad única, perdurable y central de un monismo pluralista, consideramos tanto las entidades reductivas como los fenómenos, como realizaciones de estructuras idénticas que derivan de algo existencial dado, que es más básico.

Una vez formulado este realismo constructivo, tiene que enfrentarse,

sin embargo, con otro problema. En verdad, no se niega el dualismo; simplemente mostramos que funciona en una esfera determinada. Pero trascender el dualismo mediante un monismo estructural viola el auténtico espíritu de lo que los dualistas creen, y de lo que intentan formular. Tal y como hemos mostrado. Eccles intenta ofrecer esa formulación sugiriendo lo que parece ser un interaccionismo bastante ingenuo: la mente opera sobre las áreas cerebrales de asociación, su córtex «de relación», intrínseco. Un realismo constructivo no se ocupa del tema que la formulación de Eccles plantea: el de un universo «mental», «independiente» de, aunque «interactuando de alguna forma misteriosa» con lo material.

Mi propuesta final cumple el requisito de este aspecto del dualismo. Los fisiólogos del cerebro han mostrado que el sistema nervioso es, entre otras cosas, un analizador del espectro. Además, la entrada parece quedar distribuida y almacenada en el dominio de la transformada igual que sucede con una grabación holográfica. Y los físicos han sugerido que un orden del estilo del holográfico puede caracterizar adecuadamente la microestructura del mundo físico. En este dominio, el espacio y el tiempo quedan empaquetados; y solamente representamos la densidad de sucesos.

Las descripciones de este dominio, y de otros órdenes semejantes, que explican las observaciones de la física moderna, resultan notablemente parecidas a las descripciones que los místicos dan de la experiencia paranormal y religiosa. Propongo, por tanto, que se acepte que la dualidad entre el dominio cotidiano y normal de las apariencias, y el dominio de la transformada, capta el espíritu del dualismo, y explica concretamente de forma matemáticamente precisa lo que hasta ahora ha resultado incomprensible.

De esta forma, el realismo estructural es primariamente un monismo neutral que se ocupa de un cierto número de dualidades, dos de las cuales resultan especialmente significativas para desplegar los componentes que un dualismo mente-cerebro entraña: 1) una dualidad de procedimiento que enfrenta lo ascendente con lo descendente en la jerarquía de sistemas que distinguimos en el mundo habitual de las apariencias, y 2) una dualidad transformacional que yuxtapone el mundo habitual de las apariencias con el que contemplamos por la ventana que constituye el dominio del espectro de la transformada, caracterizado por descripciones afines a las de las experiencias de los místicos que proporcionan la base de algunas intuiciones importantes en diversas tradiciones religiosas.

También podemos descubrir otras dualidades que subyacen como premisas del dualismo, y que todavía no están formuladas. Lo que parece claro por el momento es que un dualismo basado en la distinción entre lo mental y lo material resulta demasiado limitado para ocuparse de los importantes temas que se plantean. Otras dualidades pueden formular respuestas a los problemas que esos temas plantean, y pueden ocuparse no

sólo de su sustancia, sino también de su espíritu. Además, podemos caracterizar esas dualidades mediante procedimientos científicamente adecuados y con formulaciones matemáticamente precisas. Finalmente, el reconocimiento de esas dualidades procede directamente de los descubrimientos en el ámbito de las ciencias físicas, de la información y de la conducta. Hemos mostrado de esta manera que el argumento, que frecuentemente se ofrece, de que los resultados de la actividad científica no afectan a cuestiones filosóficamente planteadas, es falso. De hecho, lo que hemos mostrado es que sólo mediante los resultados de la investigación científica podemos abordar renovadoramente la temática filosófica, incluso al nivel ontológico.

Versión castellana:

Rodolfo FERNÁNDEZ GONZÁLEZ