

BIBLIOGRAFÍA

1. Jato M, Rubio F. Patología del sistema venoso. In Castillo J, Álvarez-Sabín J, Martí-Vilalta JL, Martínez-Vila E, Matías-Guiu J, eds. Manual de enfermedades vasculares cerebrales. 2 ed. Barcelona: Prous Science; 1999.
2. Roloffs J, Schmelzle R. Serious cerebral complications following unilateral ligation of the internal jugular vein. *J Max-Fac Surg* 1977; 5: 118-23.

3. Osserman M, Laloux P, Doyen C, Sonnet A, Dive A, Bulpa P, et al. Systemic thrombolysis in cerebral venous thrombosis extended from the jugular vein. *Cerebrovasc Dis* 2000; 10: 247-8.
4. Souter RG, Mitchell A. Spreading cortical venous thrombosis due to infusion of hyperosmolar solution into the internal jugular vein. *Br Med J* 1982; 285: 935-6.

5. Clarke R, Daly L, Robinson K, Naughten E, Cahalane S, Fowler B, et al. Hyperhomocysteinemia: an independent risk factor for vascular disease. *N Engl J Med* 1991; 324: 1149-55.
6. Frosst P, Blom HJ, Milos R, Goyette P, Sheppard CA, Matthews RG, et al. A candidate genetic risk factor for vascular disease: a common mutation in methylenetetrahydrofolate reductase. *Nat Genet* 1995; 10: 111-3.

CORRESPONDENCIA

Física cuántica y conciencia

Hemos leído con gran interés la excelente revisión del Dr. Pastor Gómez en torno a las hipótesis que vinculan la mecánica cuántica con la conciencia [1]. El tema es esencialmente amplio y complejo, a pesar de lo cual el texto citado logra transmitir aspectos delicados y relevantes de la cuestión. En relación con ello, quisiéramos hacer algunos comentarios.

En cuanto a las ideas de John C. Eccles sobre la conciencia, éstas se realizaron a través de una colaboración adicional en dos artículos a los que puede acudir el lector que desee adquirir una visión más completa del pensamiento de este neurofisiólogo sobre el tema [2,3]. Respecto a la exposición de Dana Zohar, esta autora se apoya claramente en un trabajo anterior de su marido, el psiquiatra Ian Marshall [4]. Por lo demás, no hemos encontrado aportaciones importantes de Eccles ni de Zohar desde la publicación de sus trabajos hace más de una década. Para un examen complementario de las teorías físicas relativas a la conciencia recomendamos el didáctico ensayo de Cairns-Smith [5].

Pero entre las hipótesis que invocan aspectos mecanocuánticos para explicar la conciencia, la del físico Roger Penrose es, probablemente, la más representativa hoy en día. En realidad, habría que hablar del modelo de Penrose-Hameroff, puesto que los dos autores –el segundo de ellos anestesiólogo– han contribuido a la formulación presente de lo que ellos denominan ‘modelo de la reducción objetiva orquestada’ [6-8]. En suma, según esta hipótesis, en los microtúbulos de las neuronas existirían fenómenos de computación cuántica que podrían extenderse a otros microtúbulos de la misma célula o, incluso, hacia los de neuronas vecinas. Inmediatamente antes de la experiencia consciente, un factor relacionado con la llamada ‘gravedad cuántica’ desencadenaría en los microtúbulos un ‘colapso’ o ‘reducción objetiva de la función de onda’ –algo así como la elección de una determinada conformación de las proteínas microtubulares entre las muchas posibles–. La propagación de este fenómeno a extensas áreas cerebrales daría lugar, de algún modo, a la experiencia consciente. Se puede ver una elegante presentación gráfica de esta línea de pensamiento en la página personal de Hameroff en Internet [9]. Coincidimos con el Dr. Pastor Gómez en que existen dificultades para encajar esta descripción en el marco moderno de la Neurobiología. No obstante, en los trabajos mencionados se señalan algunas soluciones, entre las que destaca una posible vía de comunicación entre los microtúbulos y la membrana neuronal. También se han apuntado otras objeciones de índole lógico y com-

putacional a las ideas de Penrose [10]. Suponemos que la misma perplejidad que siente el neurobiólogo cuando el físico intenta explicar el origen de la conciencia, la experimentaría el físico a quien un neurobiólogo tratara de mostrar que la conciencia puede tener efectos sobre la materia.

Ahora bien, aunque la física cuántica sea insatisfactoria para explicar actualmente la conciencia, es posible que pueda hacerlo en el futuro. Quizá la teoría cuántica no sea capaz de decir por qué existe la conciencia, pero sí podría desempeñar un papel en la caracterización del vínculo psicofísico [11] o, al menos, dar una interpretación parcial del mismo. Si uno no pretende decir qué es la conciencia, sino ver cómo influyen entre sí los procesos cuánticos y mentales, estamos eligiendo una definición operativa que tal vez permita una verificación empírica. La física y la química clásicas han sido incapaces de explicar la conciencia, por lo que es plausible indagar en nuevas áreas. La mecánica cuántica presenta, por ejemplo, una teoría completa del enlace químico [12]. El nivel cuántico –atómico y subatómico– está en la base de la organización del cerebro e, indirectamente, a través de niveles intermedios (moléculas, células nerviosas, circuitos neuronales...) en la base del funcionamiento cerebral, lo que incluye desde el potencial de acción y la neurotransmisión hasta las funciones superiores. Resta por saber si, además, existe una conexión directa entre el nivel cuántico y la conciencia [5].

Como bien indica el Dr. Pastor Gómez, la unicidad de la conciencia es un hecho sobre el que se apoyan algunas hipótesis mecanocuánticas. Sin embargo, los estudios realizados por Gazzaniga y otros investigadores en pacientes en los que se ha practicado una callosotomía, sugieren que la experiencia consciente podría encontrarse dividida entre los dos hemisferios cerebrales. No pensamos que esto sea un obstáculo para la explicación cuántica: si en el cerebro hendido hay dos conciencias, lo que tendríamos serían, por así decirlo, dos ‘unicidades’, a las que también se podrían aplicar los principios de la física cuántica. En cualquier caso, los dos hemisferios no son simétricos y Gazzaniga sostiene que la conciencia del cerebro izquierdo supera con mucho a la del derecho [13].

Las investigaciones sobre la lógica cuántica han suscitado numerosas discusiones epistemológicas y, tal vez, el estudio de sus manifestaciones deba abordarse con estrategias de pensamiento radicalmente nuevas [14]. En este contexto, conceptos como causalidad, localización y medición se definen de un modo novedoso y contrario en algunos casos a la intuición común. Como expresaba un renombrado físico, estamos empezando a conocer el comportamiento cuántico de la materia y podemos albergar la esperanza de que el estudio

futuro de este dominio abra nuevas posibilidades experimentales a los científicos [15]. Saber si es ésta una vía fructífera o estéril para entender la conciencia será consecuencia de la colaboración de profesionales de distintas disciplinas.

J.A. Arias-Navalón ^a, M.L. Cuadrado-Pérez ^b

Recibido: 25.09.02. Aceptado: 07.10.02.

^a Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Alfonso X el Sabio. Villanueva de la Cañada. ^b Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Rey Juan Carlos. Alcorcón, Madrid, España.

Correspondencia: Dr. José Antonio Arias Navalón. Despacho D-335. Universidad Alfonso X el Sabio. Avda. de la Universidad, 1. E-28691 Villanueva de la Cañada (Madrid). Fax: +34 918 105 289. E-mail: josari@uax.es

BIBLIOGRAFÍA

1. Pastor-Gómez J. Mecánica cuántica y cerebro: una revisión crítica. *Rev Neurol* 2002; 35: 87-94.
2. Eccles JC. Evolution of consciousness. *Proc Natl Acad Sci U S A* 1992; 89: 7320-4.
3. Beck F, Eccles JC. Quantum aspects of brain activity and the role of consciousness. *Proc Natl Acad Sci U S A* 1992; 89: 11357-61.
4. Marshall IN. Consciousness and Bose-Einstein condensates. *New Ideas in Psychology* 1989; 7: 73-83.
5. Cairns-Smith AG. La evolución de la mente. Madrid: Cambridge University Press; 2000.
6. Hameroff S. Consciousness, the brain, and spacetime geometry. *Ann N Y Acad Sci* 2001; 929: 74-104.
7. Penrose R. Consciousness, the brain, and spacetime geometry: an addendum. Some new developments on the Orch OR model for consciousness. *Ann N Y Acad Sci* 2001; 929: 105-10.
8. Hameroff S, Nip A, Porter M, Tuszynski J. Conduction pathways in microtubules, biological quantum computation, and consciousness. *BioSystems* 2002; 64: 149-68.
9. URL: <http://www.consciousness.arizona.edu/hameroff>.
10. Searle JR. El misterio de la conciencia. Barcelona: Paidós; 2000.
11. Chalmers DJ. La mente consciente. Barcelona: Gedisa; 1999.
12. Levine IN. Química cuántica. Madrid: Prentice Hall; 2001.
13. Gazzaniga JM. Dos cerebros en uno. Investigación y Ciencia 2002. p. 44-50.
14. Dalla Chiara ML, Toraldo di Francia G. Confines: introducción a la filosofía de la ciencia. Barcelona: Crítica; 2001.
15. Rae AIM. Física cuántica: ¿ilusión o realidad? Madrid: Alianza; 1998.