

TOTALLY RANDOM
WHY NOBODY UNDERSTANDS QUANTUM
MECHANICS (A SERIOUS COMIC ON
ENTANGLEMENT)

Tanya Bub y Jeffrey Bub
 Princeton University Press, 2018

Confusión cuántica

Tópicos peligrosos en la divulgación de la física cuántica

En su brillante cómic «La charla» [INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, julio de 2017], el gran Scott Aaronson, investigador de la Universidad de Texas en Austin y uno de los mayores expertos mundiales en la materia, nos advertía humorísticamente de que «si usted no habla con sus hijos de computación cuántica, otros lo harán» y les dirán cosas como «la computación cuántica y la consciencia son ambas extrañas y por tanto equivalentes». La tira cómica de Aaronson (ilustrada por el célebre Zach Weinersmith) es un ejemplo maravilloso de cómo se puede combinar rigor, humor y eficacia en la divulgación de la física cuántica. Sin duda, *Totally random: Why nobody understands quantum mechanics (a serious comic on entanglement)* intenta seguir sus pasos, y lo cierto es que lo consigue en cuanto al humor, ya que los autores, Tanya y Jeffrey Bub, son muy ingeniosos y así lo demuestran a lo largo de todo el libro. Pero ¿qué ocurre con el rigor y la eficacia?

El asunto empieza mal ya desde el título, que se hace eco de la célebre *boutade* de Richard Feynman: «Creo que puedo decir con seguridad que nadie entiende la mecánica cuántica». Las malas citas, sacadas de contexto y sin conocer la fuente original, son una de las plagas de nuestros tiempos y lo infectan absolutamente todo, desde las transparencias de los científicos hasta los atriles de los políticos. En este caso —¡una excepción!—, al menos es cierto que Feynman pronunció esas palabras. Pero ¿seguro que quería decir lo que parece que quería decir? Si saben inglés, pongan «Richard Feynman why» en YouTube y prepárense a disfrutar durante siete minutos. Aunque, ¿quién tiene espaciotiempo hoy en día para estos matices?

Tras este mal comienzo, lo cierto es que el primer capítulo, que explica las ca-

racterísticas básicas del entrelazamiento cuántico, es claramente lo mejor del libro: muy detallado, pedagógico, riguroso e igual de divertido que el resto.

Sin embargo, en el segundo los autores deciden aventurarse en el jardín intelectual de eso que se llaman interpretaciones de la física cuántica, y no pueden evitar someter al lector al calvario habitual: David Bohm (con quien Jeffrey Bub colaboró en los años sesenta del siglo pasado) y sus variables ocultas; Hugh Everett y sus muchos mundos, que empiezan ya a ser demasiados; Einstein como Pepito Grillo; el gatito de Schrödinger... e incluso los desvaríos de Eugene Wigner y John von Neumann sobre la consciencia. Todo en pie de igualdad, en cambalache. Parece mentira, pero pasan las décadas, se acumulan las montañas de experimentos [véase «Acción fantasmal», por Ronald Hanson y Krister Shalm; *en este mismo número*], y los divulgadores parecen seguir resistiéndose a afrontar estos temas con una visión más moderna y acorde con los resultados. El capítulo termina en una gran confusión, donde se nos viene a decir que el debate sigue abierto en la actualidad exactamente en los mismos términos que hace décadas. Increíblemente, esto intenta apoyarse en una encuesta informal realizada durante un congreso en 2013, cuyos resultados muestran, en realidad, que la mayor parte de la comunidad sigue la interpretación de Copenhague o alguna de sus variantes modernas, mientras que, por ejemplo, la teoría de Bohm es seguida por el 0 por ciento de los asistentes. Otro ejemplo más de «falso balance», uno de los problemas más comunes en la divulgación científica.

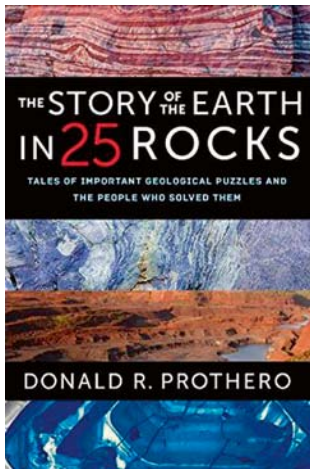
Aun así, admitamos por un momento esta visión según la cual los físicos seguimos sin ponernos de acuerdo sobre una

teoría que en el fondo no entendemos muy bien. Entonces, ¿cómo es posible que estemos haciendo ordenadores cuánticos y desarrollando otras tecnologías? Para resolver esta dificultad evidente, los autores acuden a una ocurrencia bastante pobre del físico Nicolás Gisin, según la cual los ingenieros serían personas que no entienden muy bien lo que están haciendo. Y, por extensión, debido a que esta cita se coloca justo al comienzo del capítulo sobre tecnología cuántica, parece que la opinión que los autores quieren comunicar al lector es que la parte de la comunidad científica dedicada a impulsar este tipo de tecnología estaría formada por «ingenieros», en ese sentido ligeramente despectivo y arrogante de la cita de Gisin. Aceptaríamos de buen grado la provocación si este capítulo final fuera una aproximación mínimamente seria al campo de las tecnologías cuánticas. Por desgracia, los autores se limitan a presentar dos juegos ingeniosos: uno sobre criptografía y otro sobre computación cuántica, pero no queda del todo claro su relación con lo que en realidad se hace en esos dos campos de investigación, ni el enorme impacto que estas nuevas tecnologías podrían tener en un futuro no muy lejano.

Por último, los autores cierran la tercera parte con el teletransporte cuántico, donde además del ya inevitable «beam me up, Scotty» (una de las citas falsas más célebres de la historia), se nos habla de un «teletransportador de almas» (una nueva tergiversación de una *boutade*, esta del físico Asher Peres) y se mezcla de manera deliberadamente poco rigurosa la idea del teletransporte cuántico con la de *Star Trek*. El hecho de que el teletransporte aparezca al final del libro, cuando una ordenación lógica lo habría situado mucho antes, y de que sea tratado de manera tan sensacionalista, se debe únicamente a que los autores tienen preparada una última ocurrencia: teletransportar a los personajes de vuelta a la página uno. Muy ingenioso, pero el lector se queda sin un final que merezca tal nombre y sin las siempre necesarias conclusiones.

Nosotros, en cambio, sí nos tomaremos el trabajo de concluir: estamos ante un libro que puede ser un pasatiempo divertido para los ya iniciados, pero aquellos que no sepan mucha física cuántica harían mejor en permanecer alejados... y esperar a que Aaronson se anime a hacer otro cómic.

—Carlos Sabín
 Instituto de Física Fundamental
 CSIC



**THE STORY OF THE EARTH IN 25 ROCKS
TALES OF IMPORTANT GEOLOGICAL PUZZLES
AND THE PEOPLE WHO SOLVED THEM**

Donald R. Prothero
Columbia University Press, 2018

**Las grandes preguntas
de la geología**

*La historia de la disciplina
esculpida en roca*

El reto que para la biología supone entender el origen de la vida lo entraña en geología la comprensión de las rocas primitivas, en especial las pertenecientes al eón Arcaico, hace de 4000 a 2500 millones de años. Era aquel un mundo muy diferente del que observamos hoy, con una tenue corteza continental muy caliente, conformada por microcontinentes o protocontinentes, que en nada se parecía a la corteza poderosa, extensa y fría de nuestros días. El suelo oceánico estaba constituido por lavas que emergían de erupciones de las profundidades de la corteza y del manto, unas lavas ricas en un olivino peculiar conocido por komatita que volverían a derramarse desde el Precámbrico; toda la lava del fondo marino moderno es de basalto.

Cada roca es una huella del pasado. Donald R. Prothero, de la Universidad Politécnica de California en Pomona y del Museo de Historia Natural del condado de Los Ángeles, sigue en el libro de cabecera el método introducido en *The story of life in 25 fossils*. Utiliza el registro fósil para responder a las cuestiones centrales de la ciencia geológica: la edad de la Tierra, la naturaleza de la deriva continental, la vida primigenia y la causa de la extinción de los dinosaurios, entre otras. Aporta el contexto histórico de cada pieza y presenta información sobre los individuos que hicieron posible el progreso de la disciplina, favorecidos en numerosas ocasiones por la fortuna del azar. La obra que se lee de un tirón y, no obstante, debe guardarse como un libro de consulta.

En muchas cuencas oceánicas encontramos formaciones de hierro bandeado, prueba de que la atmósfera no contó con oxígeno libre hasta la terminación del Arcaico. La Luna se encontraba mucho

más cercana a la Tierra, lo que ejercía una atracción mareal fortísima que provocaba unas ondas mareales gigantescas que agitaban los mares someros del globo cada pocas horas. Mucho más curiosas eran las rocas sedimentarias, como las areniscas. En casi todas las rocas anteriores al Arcaico predominan las areniscas de cuarzo, uno de los minerales más comunes de la superficie de la Tierra.

El autor incorpora los últimos hallazgos científicos en breves relatos de perspectiva general y encaja el análisis de rocas específicas en un tapiz amplio de fenómenos geológicos de alcance global. ¿Qué hizo a Chipre la fuente de cobre más rica del mundo antiguo, convirtiéndola en teatro de numerosas batallas e invasiones? El cobre se minaba ya en la isla en el año 4000 a.C., arañando yacimientos de metal casi puro depositados a cielo abierto. Los propios chipriotas hallaron la fuente originaria de ese cobre de superficie: las ofiolitas de las montañas Troodos, en el centro de la isla.

En 1813, el francés Alexandre Brongniart acuñó el término *ofiolita*, derivado del griego *ophis*, «serpiente», para designar ciertas rocas halladas en los Alpes. En su mayoría, las rocas ofiolíticas comienzan siendo lavas marinas de basalto para luego metamorfosearse en serpentina, un tipo de roca que semeja la piel suave y brillante de la serpiente. El origen de las rocas ofiolíticas, aunque cartografiadas y descritas hace unos 150 años, no se describió hasta los años sesenta del siglo pasado gracias a la revolución de la disciplina promovida por la teoría de la tectónica de placas: los geólogos se percataron de que cuando el suelo oceánico se abría a lo largo de una dorsal centrooceánica, el producto de esa separación sería una ofiolita

y, en razón de esa misma teoría, las rocas formadas en el lecho marino terminarían en el relieve continental.

Al carbón mineral se refería Teofrasto con el término *anthrakes* en su libro *Sobre minerales*, del siglo IV antes de nuestra era. China explotaba minas de carbón mucho antes, desde el año 4000 a.C., para alimentar hornos y hogueras. Pero en torno al 1000 a.C. comenzó a utilizarlo para fundir el cobre. Cuando Marco Polo visitó Oriente de 1271 a 1295, contó a su vuelta que allí quemaban rocas negras que ardían como si fueran troncos. Había tanto carbón que las personas se bañaban hasta tres veces por semana, contaba. Hay pruebas de su uso en la Edad de Bronce inglesa, en yacimientos del tercer milenio antes de nuestra era. Los romanos lo minaron en Inglaterra, Escocia y Gales en torno al año 200.

En la segunda mitad del siglo XVIII, los hombres de la Ilustración estaban todavía influidos por el relato del Génesis y el episodio del diluvio universal. Giovanni Arduino y otros clasificaron la secuencia de los estratos en rocas «primarias» (rocas graníticas y metamórficas, como esquistos o gneis), formadas con la creación de la Tierra, y rocas «sedentarias», que cubrirían las anteriores y creaban lechos sedimentarios con estratos fosilíferos, a menudo plegados y deformados. Abraham Gottlob Werner, James Hutton y la mayoría de los naturalistas de la segunda mitad del siglo XVIII se embarcaron en la investigación científica de la Tierra. Trabajaron con un éxito limitado en Escocia, Alemania y otros lugares, y generalizaron la historia a gran escala del planeta basándose en pruebas limitadas. Hutton escribió que la Tierra no tenía vestigio de su comienzo. Tras el primer volumen de la obra de Charles Lyell *Principles of geology*, publicada en 1830, los geólogos convinieron en que la Tierra era inmensamente vieja. Pero ¿cuánto? ¿Cómo ponerle una cifra a la edad del planeta? El problema era correoso, pero no arredró a los científicos, que se las ingeniaron para encontrar una solución. El método preferido era considerar el espesor máximo de las rocas sedimentarias de la Tierra y calcular el tiempo invertido en su deposición.

Charles Darwin se hizo pronto con el primer volumen de la obra de Lyell. La aparición, en 1859, de *El origen de las especies* dejaba al descubierto su talón de Aquiles: la carencia de pruebas inequívocas de fósiles anteriores al Cámbrico,

el período que comenzó hace unos 550 millones de años y en el que hicieron acto de presencia animales multicelulares complejos, como los trilobites. Darwin se había familiarizado con las rocas y los fósiles del Cámbrico en 1831, al explorar Gales para su mentor de Cambridge, el geólogo Adam Sedgwick.

Tras varias propuestas de fósiles que resultaron falsas, se postuló en 1878 otra estructura interesante que habría de poner de manifiesto la ansiada vida buscada en el Precámbrico. Charles Doolittle Walcott descubrió en el valle del Hudson, cerca de los manantiales de Saratoga, un extenso saliente de estructuras estratificadas que semejaban cabezas de coles cortadas en láminas. Esas estructuras ya

habían sido descubiertas y denominadas estromatolitos («roca estratificada», en griego). Pero aquellos especímenes eran singulares. Walcott, al abordarlos con rigor y método científico, los denominó *Cryptozoon* (en griego, «vida oculta»). El escrito de Walcott fue recibido con frialdad y escepticismo. Albert Charles Seward, autoridad máxima e indiscutida en paleontología, objetó que aquellas formaciones no representaban estructuras orgánicas, tejidos vegetales ni nada que no fueran unas capas normales erigidas por el crecimiento mineral.

Pero el avance de la ciencia se hizo imparabile con nuevos hallazgos y nuevos tipos de estromatolitos: pilares abovedados, conos altos (*Conophyton*)

o estratos convexos aplanados en el centro (*Collenia*). Estromatolitos de muy diversas formas fueron comunes en las rocas precámbricas de Siberia. La prueba contundente, sin embargo, llegó con la observación de estromatolitos vivos y en desarrollo en nuestros días. En Shark Bay, en Australia, se descubrieron en 1961 estromatolitos abovedados de un metro de alto y otras estructuras. La superficie estaba cubierta de un tapiz gelatinoso de bacterias de color azul verdoso. Se trataba de cianobacterias, procariotas sin núcleo diferenciado pero con la química interna necesaria para la fotosíntesis. Cuando mueren, dejan tras de sí una estructura de sedimento estratificado.

—Luis Alonso

NOVEDADES

Una selección de los editores de *Investigación y Ciencia*

MITOS Y VERDADES DEL CEREBRO LIMPIAR EL MUNDO DE FALSEDADES Y OTRAS HISTORIAS

Francisco Mora
Paidós, 2018
ISBN: 978-84-493-3498-6
224 págs. (18 €)



UN PEQUEÑO PASO PARA [UN] HOMBRE LA HISTORIA DESCONOCIDA DE LA LLEGADA DEL HOMBRE A LA LUNA

Rafael Clemente
Cúpula, 2018
ISBN: 978-84-480-2494-9
328 págs. (19,50 €)



DEL MITO AL LABORATORIO LA INSPIRACIÓN DE LA MITOLOGÍA EN LA CIENCIA

Daniel Torregrosa
Ediciones Cálamo, 2018
ISBN: 978-84-16742-11-0
208 págs. (18,90 €)

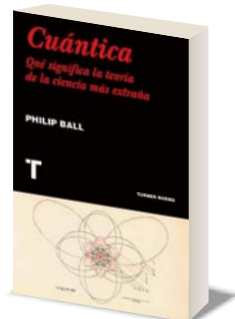


EL INGENIO DE LOS PECES

Jonathan Balcombe
Ariel, 2018
ISBN: 978-84-344-2938-3
344 págs. (21,90 €)

CUÁNTICA CÓMO INTERPRETAR LA TEORÍA DE LA CIENCIA MÁS RARA

Philip Ball
Turner, 2018
ISBN: 978-84-17141-55-4
296 págs. (26,90 €)



LAS GEOMETRÍAS Y OTRAS REVOLUCIONES

Marina Logares
La Catarata y Editorial CSIC, 2018
ISBN: 978-84-9097-555-8
120 págs. (12 €)

