

Albert Einstein: complejidad al alcance de todos

Posted on 8 de enero de 2019 by Jorge Velasco

¿Hay alguna figura científica que represente más adecuadamente el concepto «genio» que la de Albert Einstein? «Modelo universal de la inteligencia, la humanidad y la imaginación», afirman José Edelstein y Andrés Gomberoff, autores de *Einstein para perplejos*, un libro con el que pretenden acercar al público general la obra del creador de la Teoría de la Relatividad General y gran contribuyente al desarrollo de la Mecánica Cuántica, las dos teorías fundamentales cuya conciliación representa el mayor desafío de la física actual. No estamos ante una biografía ni un análisis de los logros científicos de Einstein, para lo que disponemos de bibliotecas enteras. Su enfoque divulgador es más original. Empleando la actividad de Einstein como hilo conductor, los autores ofrecen, de manera cronológica, un buen muestrario de cuáles eran las ideas dominantes de la física antes de Einstein, en qué consistió la aportación de este y cómo influyó en el desarrollo posterior de la física hasta la actualidad. Cultivando de vez en cuando aspectos más contextuales (deportivos, familiares, políticos, culturales), consiguen que la lectura sea muy amena.

El empleo de una figura icónica para divulgar ideas científicas presenta ventajas e inconvenientes. Personalizar el relato siempre favorece el interés de los lectores, el factor

humano siempre importa. Al mismo tiempo se deja de lado, o se enfatiza menos, el carácter esencial de la ciencia, lo que permite su progreso y acumulación: ser una aventura colectiva. Me refiero al mensaje contenido en la expresión «Somos como enanos a hombros de gigantes. Podemos ver más, y más lejos que ellos, no por la agudeza de nuestra vista ni por la altura de nuestro cuerpo, sino porque estamos a mayor altura», a cuya elucidación el sociólogo Robert K. Merton dedicó un libro delicioso.



El primer capítulo arranca fuerte. Se centra en los dos hitos principales de la obra einsteiniana: el *annus mirabilis* de 1905, en el que Einstein publicó cuatro artículos, a los veintiséis años, que revolucionaron la física, y el titánico esfuerzo posterior que culminaría en su *magnum opus*, la Teoría de la Relatividad General, en 1915, donde se propone una descripción del universo que reemplazó, 228 años más tarde, a la basada en la ley de la gravitación universal de Isaac Newton, expuesta en los *Philosophiæ naturalis principia*

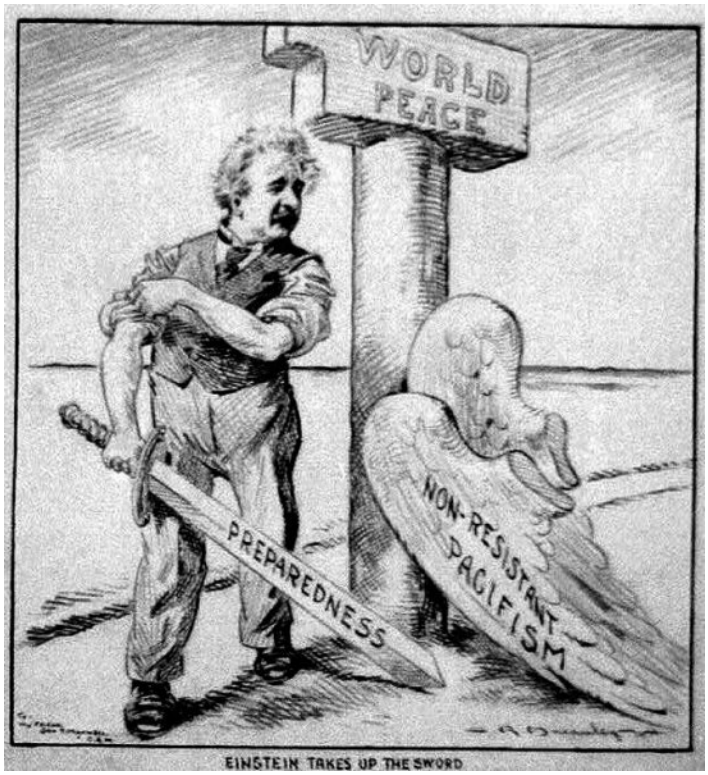
mathematica (1687). A modo de conclusión, echando mano del filósofo andalusí Maimónides, los autores exponen el problema a que se enfrentan: ¿cómo entender la belleza y el conocimiento contenido en las ecuaciones de la Teoría de la Relatividad General sin la preparación necesaria, una preparación que requiere largos años de estudio? Los veintidós capítulos que siguen constituyen su respuesta: una explicitación de estos hitos y sus consecuencias hasta el día de hoy, salpimentados con reflexiones personales sobre el carácter de la ciencia, su contenido y su método, empleando sobre todo analogías con la música (Arnold Schönberg es el álter ego elegido).

El recorrido se hace sin dificultad, detallando las grandes aportaciones: desde el desentrañamiento de la estructura íntima de la materia (capítulo 2) a partir del artículo sobre el movimiento browniano que validaba la hipótesis atómica, hasta, después del *puntapié inicial de la Mecánica Cuántica y su dualidad onda-partícula* (capítulo 5), el establecimiento final (capítulo 8) de las ecuaciones de la Teoría de la Relatividad General que pusieron un brillante colofón a los trabajos con los que Michael Faraday y James Maxwell, en el siglo XIX, habían dado base firme al concepto de campo. Estos trabajos han sido fundamentales para la mejor descripción de la estructura íntima de la materia, contenida en la actual Teoría Estándar de Partículas Elementales. En el camino examinan la modificación de las concepciones sobre el espacio y el tiempo, la equivalencia de masa y energía, que posibilitó la fabricación de las bombas atómicas, así como la implicación de Einstein en el proyecto Manhattan para construirlas mediante una carta en la que alertaba al presidente Roosevelt ante la posibilidad de que el régimen nazi las fabricase primero.

Einstein envió una carta en la que alertaba al presidente Roosevelt sobre la posibilidad de que el régimen nazi fabricase bombas atómicas

Hay un paralelismo al que no puedo dejar de ser sensible. Los autores comparan la innovación musical que representó el dodecafonismo de Arnold Schönberg con las teorías de Einstein, llevándonos, en su argumento, hasta el álbum más famoso de la música pop, el *Sgt. Pepper's Lonely Hearts Club Band* de los Beatles, en cuya portada aparecen, entre otras personalidades, Einstein y uno de los herederos de Schönberg, Karlheinz Stockhausen. Ambos, Schönberg y Einstein, tienen en común el rechazo inicial de sus colegas antes de lograr imponer sus nuevas ideas (un rechazo que se extendió, desgraciadamente, al ámbito político: dodecafonismo y relatividad fueron condenados por el régimen nazi bajo los epígrafes «música degenerada» y «física judía»). Sería interesante proseguir esta línea de argumentación, porque es bien sabido que el compositor favorito de Einstein, a quien no le agradaba nada la música de Schönberg, era Mozart. ¿Son conservadores los grandes creadores en ámbitos ajenos al suyo?

Sigamos. Con las ecuaciones de la Teoría de la Relatividad General en la mano, sólo queda resolverlas. ¡Lo que no es nada fácil! Desarrollarlas y entender sus soluciones es, sencillamente, desarrollar y entender la cosmología moderna, ya que la Teoría de la Relatividad General posibilitó, por vez primera, disponer de una teoría científica del universo como un todo. Enseguida, en diciembre de 1915, Karl Schwarzschild encontró la primera solución exacta, que permite describir unos extraños objetos que años más tarde llamaríamos agujeros negros. Al aplicar Einstein las ecuaciones al Universo entero, para dar cuenta de los datos observacionales conocidos entonces –un Universo estático, esférico, con materia distribuida homogéneamente? introdujo un término nuevo, que se conoce como constante cosmológica. Pero al final de los años veinte la evidencia era clara: el Universo no era estático. Las galaxias se movían alejándose unas de otras. El Universo se expandía. ¡Adiós a la constante cosmológica! La evidencia apuntaba a que la expansión iría frenándose con el tiempo. Pero en 1998, con medidas muy precisas de distancia entre galaxias, se descubrió lo contrario: el Universo se expande a una velocidad ¡*que aumenta con el tiempo*! ¡La constante cosmológica está de vuelta! ¿Por qué ocurre esto? No sabemos por qué. Llegados aquí, están ustedes en la frontera de la investigación del momento. Pero vamos por el capítulo 10. Aún nos quedan trece más. Antes de lanzarnos a ellos, conviene hacer una reflexión general.



Hay dos períodos claros en la vida científica de Einstein. El primero iría desde 1905 hasta la creación de la Mecánica Cuántica, digamos que entre 1925 y 1930, período durante el cual fue el líder incontestado de la física. En la segunda fue quedándose aislado, fuera del desarrollo y consolidación de la Mecánica Cuántica, que nunca aceptó como una teoría definitiva; las nuevas generaciones dejaron de seguirlo mientras desarrollaban lo que se convertiría, en los años ochenta, en la Teoría Estándar de Partículas, la mejor herramienta que tenemos para describir la estructura íntima de la materia. Se perdió el interés por la Teoría de la Relatividad General, que vegetó hasta finales de los años cincuenta. Max Born, gran amigo de Einstein, uno de los fundadores de la Mecánica Cuántica, premio Nobel de Física en 1954, dijo en 1955: «Los fundamentos de la Relatividad General me parecían entonces, y todavía hoy, como la mayor hazaña del pensamiento humano en lo referente a la Naturaleza, la conjunción más asombrosa de penetración filosófica, intuición física y habilidad matemática. Pero sus lazos con la experiencia eran débiles. Me seducía como una gran obra de arte que se debe apreciar y admirar a distancia». La Teoría de la Relatividad General estaba en su momento más bajo. En ese año, precisamente, murió Albert Einstein.

Sigamos de nuevo. En los trece capítulos restantes del libro se describe la aplicación progresiva de la Teoría de la Relatividad General al Universo, sola o en conjunción con la Mecánica Cuántica, esmaltada con incursiones en terrenos más colaterales (la bomba atómica, el terrible destino de muchos Einstein en Auschwitz, la aparición del matemático John Nash gracias a sus trabajos en geometría diferencial o los láseres). La confirmación en los años ochenta –a partir del estudio del movimiento de galaxias y de estrellas en galaxias- de la *materia oscura,* seis veces más abundante que la materia lumínica ordinaria en el Universo, problema sin solución en la actualidad, permite una interesante especulación: «por insólito que parezca, es posible que la especie humana le deba la existencia a la inestimable ayuda de un invisible disco de materia oscura».

En 1998, con medidas muy precisas de distancia entre galaxias,
se descubrió que el Universo se expande a una velocidad
¡*que aumenta con el tiempo*!

El decimosexto capítulo es particularmente denso, con conceptos capitales, como entropía, flecha del tiempo o información, que han permitido una comprensión razonable de los agujeros negros (a señalar la contribución de Stephen Hawking gracias a su original aplicación de ideas de la Mecánica Cuántica a la Teoría de la Relatividad General), los cuales desempeñan un papel central en la física actual: «Los agujeros negros son el gran frente de batalla en el que la Mecánica Cuántica y la Relatividad General dirimen sus conflictos». Y, ¿cómo se resolverán estos? Los autores aventuran que la Teoría de Cuerdas puede ser una posible solución a las desavenencias entre la explicación de lo macroscópico (Teoría de la

Relatividad General) y la de lo microscópico (Mecánica Cuántica). Se alcanzaría así el sueño final de Einstein: la unificación de las fuerzas de la naturaleza. El tiempo lo dirá. De momento no existe ni una sola evidencia experimental en su favor, aunque matemáticamente sea una teoría muy atractiva.

De las contribuciones de Einstein en la segunda etapa de su vida destaco dos, que hubieran hecho el renombre de cualquier físico por sí solas. La primera (1935), con dos colaboradores, Boris Podolski y Nathan Rosen, intentaba probar, mediante un experimento mental conocido desde entonces como *paradoja EPR*, que la descripción de la realidad ofrecida por la Mecánica Cuántica no era lo mejor a lo que podíamos aspirar, que era «incompleta» y que teníamos que elaborar una teoría que fuera más allá. Sus ideas, reexaminadas en los años sesenta por John Bell, posibilitaron un experimento imaginado por Alain Aspect que zanjó en los años ochenta la cuestión… ¡en favor de la Mecánica Cuántica! Pero EPR sirvió para poner de manifiesto una propiedad esencial de la Mecánica Cuántica: el *entrelazamiento*, que físicos como Erwin Schrödinger consideraron como la más fundamental. La profundidad de análisis de Einstein era, realmente, asombrosa. Aunque perdiera en el envite.



La segunda fue una gran predicción de la Teoría de la Relatividad General, una predicción que Einstein realizó en 1916, pero que todavía en 1936 no acababa de creerse. Al igual que existen las ondas electromagnéticas, de las que la luz es una muestra, en ciertas circunstancias se emiten ondas gravitacionales que viajan a la velocidad de la luz, lo mismo que las electromagnéticas. Debido a sus peculiaridades, hubo que esperar realmente a finales de los años cincuenta para que los físicos empezaran a admitirlas como tales. En febrero de 2016, la colaboración LIGO, formada por más de mil personas, anunció la detección de ondas gravitacionales procedentes de la fusión de dos agujeros negros varias decenas de veces mayores que el Sol, situados a mil trescientos millones de años-luz de la Tierra. Se ha tardado pues ¡cien años! en detectarlas, debido a la complejidad y dimensiones del sistema experimental requerido. Se trata de una gran reivindicación de la validez de la Teoría de la Relatividad General, por lo que mereció el premio Nobel de Física de 2017. Aprecio particularmente la consideración dada en este apartado del libro al pionero Joseph Weber, el primer soñador en buscarlas, en los años sesenta, con una técnica muy distinta

que se mostró infructuosa. Weber murió desprestigiado y en el olvido. Sólo suele citarse a quienes tienen éxito, pero en muchos casos el éxito de unos se apoya, si no en los hombros, sí en los fracasos de otros.

El capítulo final del libro, del que anoto la última frase, concluye con reflexiones de nuestros autores a partir de un seminario de Jacques Lacan: «He aquí el legado de Albert Einstein: un universo mudo». Déjenme tranquilizarles: no hace falta leerse los escritos lacanianos para entenderla. Basta con el libro.

Jorge Velasco es físico y profesor de investigación del CSIC.

Autor: José Edelstein, Andrés Gomberoff

Paginas: 288 pp. 17,90 €

Precio: COMPRAR ESTE LIBRO

Titulo: Einstein para perplejos. Materia, energía, luz, espacio y tiempo