



EDITORIAL

**ALBERT EINSTEIN,
VISTO DESDE LA FILOSOFÍA,
EN EL AÑO INTERNACIONAL
DE LA FÍSICA**

Dedicatoria de puño y letra de Einstein,
en francés, al Instituto Católico
de Artes e Industrias (ICAI),
hoy Escuela Técnica Superior
de Ingeniería de la Universidad
Pontificia Comillas *

En el año 1905 aparecieron una serie de artículos de Albert Einstein en que se contenían ya algunas de sus decisivas aportaciones a la ciencia física. Este *annus mirabilis* sólo es comparable quizá en la historia de la física a otro *annus mirabilis*, de 1665 a 1666, en que Isaac Newton estableció las bases del cálculo integral, la ley de la gravitación y la teoría de los colores. El año 2005, para conmemorar el siglo desde este revolucionario año einsteniano de 1905, ha sido declarado como Año Mundial de la Física por las Naciones Unidas. No cabe duda de que la filosofía, orientada por la razón al conocimiento último del universo que habitamos, depende hoy de la idea del mundo físico elaborada por las ciencias, y en especial por la física, como ciencia fundamental. Por ello, las

* En la investidura de Einstein como doctor *honoris causa* de la Universidad Central, el profesor del ICAI José María Plans puso de relieve el alcance matemático, físico y filosófico de la teoría de la relatividad. Posteriormente, en la visita que giró a la Sociedad Matemática, tres socios de dicha institución y profesores del ICAI solicitaron de Einstein algunas aclaraciones sobre su teoría. José María Plans le preguntó sobre la rotación absoluta; Enrique de Rafael Verhulst, jesuita, sobre el planteamiento matemático de los problemas mecánicos y físicos en el movimiento por inercia a la Poisson, y el profesor Burgaleta sobre las soluciones esféricas de la ecuación D'alambertiana, cuyos desarrollos y resultados variaban de la teoría de la relatividad. Los tres entregaron, además, una muestra de sus trabajos a Einstein.

decisivas aportaciones de Einstein a la física tienen una repercusión inmediata sobre el discurso filosófico. Tanto más cuanto que el mismo Einstein se comportó en muchas ocasiones como filósofo y discursó filosóficamente sobre la significación de muchas de sus ideas y de la imagen general del mundo en la ciencia.

Así como el Año Internacional de la Física ha dado lugar a ceremonias conmemorativas, por ejemplo, en Jerusalén, Zurich, Berlín o Princeton, también en España se ha celebrado, entre otros eventos y exposiciones, la conferencia internacional de San Sebastián en septiembre de 2005 (Albert Einstein Annus Mirabilis 2005), con el profesor Alberto Galindo como *Chairman*. La revista *Pensamiento* también quiere sumarse a este homenaje internacional a la grandiosa figura de Einstein con este editorial en que abordamos sumariamente algunas dimensiones de la proyección filosófica de su obra científica.

El primero de los trabajos del *annus mirabilis* en la revista *Annalen der Physik* (publicado el 9 de junio de 1905) fue «Sobre un punto de vista heurístico acerca de la producción y transformación de la luz», donde explicaba, como un corolario, el efecto fotoeléctrico por una interpretación corpuscular de la luz. Estas aportaciones le valieron el Premio Nobel de 1921. El segundo trabajo (18 de julio de 1905) fue «Sobre el movimiento de pequeñas partículas suspendidas en líquidos en reposo exigido por la teoría cinético-molecular del calor», donde Einstein abordaba los límites de la termodinámica clásica. De la misma temática fueron el último y cuarto trabajo de 1905. El último (21 de noviembre de 1905) «Sobre la teoría del movimiento browniano», donde se ofrecía una nueva interpretación mecano-estadística del movimiento browniano (observado por Robert Brown en 1827). El cuarto trabajo (8 de febrero 1906) fue «Una nueva determinación de las dimensiones moleculares». Estos tres trabajos contribuyeron decisivamente al afianzamiento de la idea de la existencia real de átomos y moléculas, propiciando nuevas formas experimentales para medir con mayor precisión el número de Avogadro y los tamaños atómicos. El tercero de los trabajos (8 de febrero de 1906), titulado «Sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento», y el quinto (26 de septiembre de 1905), titulado «¿Depende la inercia de un cuerpo de su contenido de energía?», constituyen el nacimiento de la teoría de la relatividad especial y en ellos se presenta por primera vez la célebre ecuación $e = mc^2$.

Por consiguiente, en los artículos escritos en el año 1905 (aunque algunos publicados en 1906) se contiene ya la apertura de las tres dimensiones sustanciales de la física einsteniana. Primero, el nacimiento de la mecánica cuántica a través de la dualidad corpúsculo-onda de la luz. Segundo, el análisis físico del movimiento browniano, transformando la mecánica estadística y consolidando la idea atómico-molecular de la materia. Tercero, la teoría de la relatividad especial, perfeccionando las ideas relativistas anteriores de Lorenz y Poincaré en un sistema físico mucho más lógico.

La primera y segunda dimensión se proyectarán más adelante en la idea de la materia vislumbrada en los condensados de Bose-Einstein, en la discusión de los efectos EPR (Einstein, Podolsky y Rosen), así como también en la discusión

general de la teoría mecánico-cuántica posterior. La tercera dimensión se proyecta ya sobre la cosmología, hasta conducir a la relatividad general y a la idea clásico-determinista del universo einsteniano que se enfrentará críticamente con el pretendido indeterminismo cuántico.

Desde lo más pequeño, la microfísica, repasemos, pues, el alcance de las grandes aportaciones de la física de Einstein en su proyección última hacia lo filosófico.

Cuando Einstein, buscando una explicación al efecto fotoeléctrico, se decidió a establecer la necesidad de considerar los efectos corpusculares de la luz, extendiendo así la propuesta de los quanta hecha por Plank en la termodinámica, introducía la dualidad corpúsculo-onda en la luz, uno de los constituyentes esenciales de la materia conocida. Todavía pasarían más de tres lustros hasta que Louis de Broglie, bajo inspiración de Einstein, aplicara también la misma dualidad a la naturaleza del electrón, una de las pocas partículas entonces conocidas. La dualidad corpúsculo-onda es hoy un principio esencial de la mecánica cuántica: la materia es radiación que, en determinadas circunstancias objetivas, queda colapsada en corpúsculos experimentalmente detectables. Ya fuera del control de Einstein, la mecánica cuántica derivó pronto hacia los principios de la Escuela de Copenhage: el funcionalismo instrumental de los sistemas matemáticos equivalentes para describir el mundo atómico (mecánica ondulatoria de Schroedinger, mecánica matricial de Heisenberg o álgebra de Dirac), la exclusión de representaciones ontológicas sobre la naturaleza real del mundo microfísico, el indeterminismo, la tecnología matemática estadístico-probabilista para predecir globalmente la evolución de los procesos microfísicos y su comprobación por el método experimental.

Sin embargo, Einstein nunca estuvo conforme con la imagen de la física en la Escuela de Copenhage. Creía, como David Bohm, que los sucesos microfísicos se producían por una estricta concurrencia de causas físicas. El universo era desde sus raíces microfísicas un sistema determinado y preciso que la razón científica debía llegar a describir. La orientación de la física hacia la indeterminación y la probabilidad era incorrecta. A esto respondía su conocidísima sentencia de que «Dios no juega a los dados» (escrita en una famosa carta a Bohr en 1926, donde no dice Dios sino «El», pronombre, a su vez referido a «el viejo», que es una forma coloquial de nombrar a Dios).

Es, pues, evidente que el pensamiento de Einstein está metido de lleno, ya desde la microfísica, en la discusión de la imagen del mundo físico, todavía enigmática, que la filosofía debe asumir para relacionarla con la biología, con la antropología psicológica, neurobiológica, filosófica e histórica, y para establecer hipótesis sobre la explicación final del universo. No es lo mismo contar con un universo de cadenas causa-efecto precisas, determinista, que con un universo indeterminista y «abierto». La física einsteniana no cierra la discusión, pero hace acto de presencia, autoritaria y potente, en la polémica.

Es evidente que hoy se ha impuesto una imagen indeterminada del mundo físico, bien sea una indeterminación epistemológica dentro del funcionalismo de la tradición de la escuela de Copenhage, bien sea una indeterminación pre-

tendidamente ontológica, hoy unida, además, a las teorías del caos cuántico y del caos clásico-macroscópico. Sin embargo, todavía no está claro que la imagen estrictamente causal y determinista de Einstein no acabe siendo correcta. Una teoría unificada de la física podría quizá llegar a mostrar que la teoría cuántica debería subsumirse en una teoría fundamental, más cercana a la clásica. Pero el futuro de la física es todavía incierto. Es un hecho histórico, sin embargo, que Einstein pensó que ciertas «variables ocultas» actuaban sobre los eventos microfísicos y producían su estricta determinación. Este universo, entendido como *clockwork*, entusiasmaba estética y racionalmente a Einstein y es la pieza esencial de su filosofía: un universo perfectamente construido y con una presencia abrumadora del diseño racional.

Einstein fue siempre un adversario vivencial (intuitivo) de la nueva física que se estaba formando, fundada en la probabilidad, la estadística y el funcionalismo de modelos y teorías. Esto le marginó, sin duda, de la corriente de su tiempo (y un claro ejemplo es su automarginación del congreso de Solvay, Bruselas 1927). Sin embargo, la gran paradoja del pensamiento de Einstein es que las circunstancias le llevaron a hacer contribuciones decisivas (en verdad sin pretenderlo) a esa manera de pensar de la que era visceralmente adversario. Esto es lo que, en definitiva, pasó tanto con los condensados Bose-Einstein y como con los efectos EPR.

En 1924 recibió un trabajo enviado por un profesor bengalí desconocido, Satyendranath Bose, que había sido rechazado antes para su publicación. Las ideas de Bose sobre la radiación fueron extendidas por Einstein a un gas de moléculas y así nació la mecánica estadística de Bose-Einstein; la clásica se vería ya desde entonces como un caso particular de esta nueva estadística. Las ideas de Bose-Einstein, en efecto, permitían describir el comportamiento de gases a bajas temperaturas e incluso predecir la producción de un extraño fenómeno, conocido como la condensación de Bose-Einstein: a temperaturas extremadamente bajas los átomos, muy cercanos entre sí a distancias del orden de la longitud de onda de De Broglie, perderían su identificación, se harían indistinguibles, y colapsarían en una vibración de conjunto sintonizada en un mismo estado cuántico. Estas masas de materia, condensados Bose-Einstein, serían una forma holística de unificación de las partículas, al perderse individualmente en un estado global. Estos estados producirían situaciones sistémicas de coherencia cuántica, superfluidez o superconductividad, cercanas a lo que se produce en los estados de luz láser.

Más tarde se entendió que estos estados sólo podían alcanzarlos cierto tipo de partículas con función de onda simétrica que se llamaron bosones. Las otras partículas, con función de onda antisimétrica, se describieron por otra estadística, la de Fermi-Dirac, y se nombraron como fermiones. Los bosones representarían así la materia más primigenia; los fermiones, en cambio, serían la base de la materia organizada, diferenciada, que constituye las estructuras independientes de los objetos físicos del mundo macroscópico que podemos observar fenomenológicamente. Las partículas aptas para entrar en esos estados holísticos, del tipo de los condensados Bose-Einstein, son, pues, los bosones. Los fer-

miones, en cambio, serían un tipo de energía no apta para entrar en la disolución en un único estado vibratorio cuántico que disolviera la individualidad en lo holístico. Por ello, mantienen su existencia diferenciada en orbitales que producen la diferenciación de los átomos, moléculas y de todos los objetos que comprobamos en nuestro mundo de experiencia. Sin embargo, hoy en día se han logrado condiciones experimentales extremas en que también se han detectado fenómenos holísticos con partículas fermiónicas.

En el año 1935 publicó Albert Einstein, junto con otros dos colegas de Princeton, Boris Podolsky y Nathan Rosen, un artículo de crítica de la mecánica cuántica titulado «¿Puede considerarse completa la descripción mecano-cuántica de la realidad física?». En este artículo, para mostrar la inconsistencia de la mecánica cuántica, se argumentaba que, según los principios de ésta, entre dos partículas correlacionadas (nacidas de la excisión de otra partícula anterior) que se alejaran en el espacio a grandes distancias debería admitirse una «acción a distancia» o «causalidad no local»; cosa por otra parte absurda para el pensamiento «clásico» de Einstein. Sin embargo, lo que era absurdo para Einstein en el año 1935 llegó a comprobarse por la experimentación (Aspect, 1982) y se ha seguido comprobando desde entonces repetidamente.

Hoy en día quasi-formas biológicas de condensados de Bose-Einstein están siendo estudiados para entender la «vitalidad» de la materia biológica y la acción a distancia, junto con la causalidad no local, están siendo los puntos de apoyo más importantes para acercarse a una neurología «cuántica» que explique la naturaleza de la conciencia; todo ello en la línea de Herbert Fröhlich, Stuart Hameroff y Roger Penrose. Paradójicamente, el poder explicativo de la mecánica cuántica, apoyándose en ideas germinales de Einstein, ha ido ampliándose a partir de la indeterminación, la incertidumbre, el enredo, hacia zonas científicas y filosóficas cada vez más ajenas a la ciencia y filosofía profunda del mismo Einstein.

La tercera dimensión abierta por los escritos de 1905 es la más conocida: la física relativista especial que más tarde se completará con la teoría general de la relatividad. Einstein acabó, en efecto, con el espacio-tiempo absoluto de Newton. Cada sistema físico inercial tiene su propio espacio-tiempo y depende de la velocidad del sistema. Sólo las leyes de la física y la velocidad de la luz permanecen como valor constante y establecen los límites de la evolución de cualquiera de los sistemas. La simultaneidad pasó a ser relativa al espacio-tiempo de cada sistema. Estas ideas se extendieron más tarde a la gravedad (1915), cuando Einstein predijo la curvatura del espacio-tiempo bajo el efecto de la materia-energía. Hoy en día las correcciones relativistas en el análisis de sucesos simultáneos son de aplicación general. Desde su aplicación al GPS (*Global Positioning System*) hasta sus aplicaciones en la mecánica cuántica, principalmente en la electrodinámica cuántica, donde se han conseguido extraordinarios niveles de precisión en la concordancia entre predicciones teóricas y experimentos.

De nuevo, introducir «relativismo» parece ir en contra de la absolutez newtoniana, o aquella absolutez remanente que todavía quedaba en el éter de Poincaré y Lorenz. Pero Einstein trató de que su universo fuera también, como el de

Newton, estable y consistente, finito, aunque ilimitado. Para armonizar esta suficiencia de su universo introdujo la «constante cosmológica». Pero de nuevo, la física relativista que Einstein había creado se le fue de las manos y, más adelante, Gamow, Hawking, Penrose y otros, mostraron la congruencia de la relatividad con un extraño universo, de estabilidad cuestionable, surgido del *big bang* y en expansión.

El universo relativista de Einstein abrió la ciencia por primera vez hacia la idea de que es la materia la que configura la realidad física por sí misma, sin referencia a instancias externas a ella, entendidas como receptáculos espacio-temporales absolutos. Así son los sistemas inerciales los que configuran su tiempo y su espacio, en función de la velocidad. Su tiempo debe ser medido por relojes que son también relativos y plantean el problema de la eventual simultaneidad de los eventos. En todo caso, este universo relativo es un paso más hacia la naturalización, la autonomización de la imagen del universo. Un paso más, nueva paradoja, que aleja la ciencia de la imagen «cuasi-sacra» del universo einsteiniano, perfectamente determinado y con una racionalidad masiva abrumadora en su diseño.

Si apuntamos finalmente a la metafísica de Einstein, no nos referimos a «ciencia» como tal (ajena a la metafísica), sino a sus convicciones profundas que sin duda debían ser congruentes con su imagen científica del universo. El mismo Einstein solía decir que un ser humano no son las anécdotas de su vida, sino su pensamiento y sus convicciones profundas. Mucho se ha estudiado la biografía de Einstein y se han dado incluso vueltas morbosas en torno a su vida afectiva, en la línea de *Las vidas privadas de Einstein* de Roger Highfield y Paul Carter (Espasa-Calpe, Madrid, 1996). Pero para seguir la profundidad de sus convicciones profundas es mejor seguir obras como la reciente de Max Jammer, *Einstein and Religion* (Princeton University Press, 1999). A esta seria y documentada obra de Jammer nos referimos.

En este sentido, pues, creemos que en Einstein destacan dos tendencias intelectuales. Primero, la sensación de asombro ante un universo construido como un sorprendente entramado de leyes deterministas que explican los eventos por causalidad clásica y que manifiestan una imponente racionalidad universal. Esta dimensión de misterio y de enigma último ante un universo preciso racionalmente sorprendente abre un horizonte en que cabría la presencia última de la divinidad de que Einstein hablaba con familiaridad. Segundo, la persuasión intelectual de que esa posible y misteriosa divinidad no podía intervenir en un mundo en que los eventos se producían por una estricta causalidad que no permitía intervenciones externas. Sería la persuasión intelectual de que ese Dios misterioso, en caso de que fuera fundamento del universo, lo habría creado de tal manera que excluía de principio su intervención. Por ello, abrirse al misterio sería siempre aceptando el universo como es, tanto en sus bienes como en sus males.

Esta posición estrictamente determinista de Einstein conducía, por tanto, a reconocer, digamos, la autolimitación del posible Dios en el mundo. Algo parecido estaba diciendo su coetáneo Norbert Whitehead, germen de la posterior

filosofía del proceso norteamericana. Sin embargo, la ciencia física ha evolucionado más bien en la línea del indeterminismo configurando la imagen de un universo abierto que permite entender tanto la libertad de la acción humana como de la acción divina en el universo.

Por todo ello cabría decir que la «religiosidad» de Einstein era, por una parte, de reverencia misteriosa ante la estética sistémico-causal y racional del universo y, por otra, de aceptación del universo tal como es, sin la apelación religiosa a un Dios del podamos esperar que lo cambie. Creemos que la discusión sobre si Einstein era teísta clásico, o panteísta, o sobre su concepto personal o no personal de Dios, es estéril, porque si fuera alguna de estas cosas habría ido más allá del misterio, habría tratado de desvelar el misterio que le sobrecogía como tal. Creemos que Einstein quiso mantenerse siempre dentro de los márgenes del sobrecogimiento en esa religiosidad misteriosa. De ahí que Spinoza fuera su filósofo preferido o también las menciones tan positivas de Schopenhauer que le introdujo a la intuición budista de una religiosidad misteriosa, abierta a un futuro salvador al que ni siquiera se osa calificar como Dios personal.

Por ello, concluimos con unas palabras del mismo Einstein, en que nos describe su experiencia del misterio. «El misterio es lo más hermoso que nos es dado sentir. Es la sensación fundamental, la cuna del arte y de la ciencia verdaderos. Quien no la conoce, quien no puede admirarse ni maravillarse, está muerto. Sus ojos se han extinguido. Esta experiencia de lo misterioso, aunque mezclada de temor, ha generado también la religión» (Einstein, *Mi visión del mundo*, Tusquets, Barcelona, 1981, p. 13).