ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE
EL TRABAJO DE EINSTEIN

*José Luis Jiménez**

RESUMEN: En breves palabras, el autor pondera la figura de Einstein como filósofo, más que como físico; si bien sus aportaciones a esta ciencia son invaluable, se busca presentar al científico como filósofo, un buscador del conocimiento.

PALABRAS CLAVE: Einstein, física, filosofía, teoría cuántica, relatividad.

ABSTRACT: In this article, the author briefly summarizes why he regards Einstein more as a philosopher than as a physicist. While his contributions to science are invaluable, we endeavor to present him as a philosopher, a seeker of knowledge.

KEYWORDS: Einstein, physics, philosophy, quantum theory, relativity.

ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE EL TRABAJO DE EINSTEIN

194

Es difícil expresar en unas cuantas cuartillas la profundidad y diversidad de temas en la obra científica de Einstein. Como él mismo lo expresó alguna vez: “No me interesan los detalles, sino como piensa Dios.” Es decir, estaba interesado en las cuestiones más profundas y generales acerca de la realidad.

Hoy se resaltan las contribuciones del año maravilloso, 1905, contribuciones monumentales sin duda alguna, pero se pierde de vista, en ocasiones, otro hecho no menos relevante, los 22 años (1902-1924) durante los cuales las contribuciones de Einstein, aun omitiendo las de 1905, son deslumbrantes.

En un trabajo tan breve como el presente es inevitable dar un pano-

rama incompleto y, en mayor o menor medida, distorsionado.

Sus contribuciones a la física son celebérrimas. Apuntaló de manera contundente teorías que aún se cuestionaban en 1905, como la teoría atómica y la física estadística. Abrió también nuevos campos o fue actor principal en el nacimiento de los mismos, como la relatividad especial, la relatividad general y la teoría cuántica. Sus puntos de vista y su perspectiva en dichos campos es siempre sobresaliente. No es exagerada, entonces, la afirmación de que Einstein constituye un parteaguas y es correcto hablar de la física antes y después de él.

Einstein, el físico

A grandes rasgos, se pueden distinguir tres líneas de investigación en el trabajo de Einstein:

1. Física estadística (FE).
2. Teoría cuántica (o de los cuantos) (TC).
3. Relatividad (especial y general). (R).

Es importante destacar que las dos primeras líneas antes mencionadas frecuentemente se mezclan armoniosamente. Sus contribuciones en esos campos fueron cruciales en diferentes formas para establecer una nueva concepción de la naturaleza.

(FE) Su contribución en física estadística no es tan original como en los otros campos (TC y R), ya que continúa el camino claramente señalado por Maxwell y Boltzmann, a mediados del siglo XIX, y su camino en este campo es, en buena medida, paralela a la de Gibbs. El propósito que Einstein se plantea es establecer firmemente la teoría atómica de la materia —la cual era cuestionada severamente en su época, principalmente por la gran influencia de las concepciones positivistas de E. Mach—, y extraer las consecuencias a que conduce esa visión de la naturaleza: Fundamentar las leyes de la física macroscópica —en particular, la termo-

dinámica— en la física microscópica. Esto le permitió establecer el tamaño de las moléculas y, además, explicar un fenómeno que hasta entonces constituía un enigma: el movimiento browniano. Esta explicación le permitió a Perrin medir con gran precisión el número de Avogadro, que a su vez, permite conocer el tamaño de átomos y moléculas.

(TC) Esta línea de trabajo es la que el propio Einstein consideró la más novedosa e importante —hasta que creó la relatividad general, según parece.

Si bien Planck, al tratar de explicar lo que se conoce como radiación de cuerpo negro, introdujo a regañadientes, en el otoño de 1900, el concepto de cuanto de energía para un oscilador cargado en interacción con la radiación, como una nueva restricción de la naturaleza respecto a la energía radiante cuando interacciona con la materia, nunca aceptó, a lo largo de toda su vida, que este aspecto discreto de la interacción representase una propiedad de la radiación. Fue Einstein quien entendió y señaló claramente que la radiación tiene propiedades discretas, y su convicción lo llevó poco después a generalizar estas ideas acerca de la radiación y de la materia, y a establecer la necesidad de una nueva teoría para poder comprender los aspectos duales de radiación y materia, es decir, que

NOTAS

amalgamara los aspectos corpusculares y ondulatorios de manera unificada. Esto lo lograría, en buena medida, la teoría cuántica que surgiría en 1925-1926 con Heisenberg, Schrödinger y Dirac. Por esto, no es exagerado considerar a Einstein como el iniciador de la teoría cuántica, aunque algunos afirman falsamente que se opuso a su desarrollo o que nunca la aceptó, cuando en realidad lo que rechazó fue la llamada interpretación ortodoxa de esta teoría. Pocas veces se le reconoce como el primero en señalar el aspecto dual antes mencionado (esta idea se le suele atribuir a de Broglie exclusivamente). A principios de los años veinte extendió los resultados del científico indio Bose, la estadística de los cuantos de radiación a la de átomos y moléculas, y creó una nueva estadística para el estudio de fenómenos cuánticos, conocida ahora como estadística de Bose-Einstein, que explica entre otros fenómenos el efecto láser.

(R) Sin lugar a dudas, la contribución más célebre es la relatividad, tanto especial como general. Debido a lo mucho que se habla de la teoría especial –frecuentemente de manera incorrecta– no es posible evitar señalar lo que NO es o dice la teoría.

- a. La teoría no afirma que todo sea relativo. De hecho, el propio Eins-

tein prefirió considerarla como una teoría de los invariantes –es decir, de absolutos–. Él no la llamó inicialmente relatividad, término que enfatiza el hecho de que en la teoría el espacio y el tiempo dependen del sistema inercial desde el que se juzgan.

- b. Si bien es una teoría en cuatro dimensiones, lo sorprendente no es ese número de dimensiones, sino la forma peculiar de definir “distancia” en ese espacio, garantizando que c , la rapidez con la cual se mueve la luz, sea un invariante, es decir –¡un absoluto!–. En términos matemáticos, este espacio-tiempo es tal que un vector puede ser cero sin que sus componentes sean también cero.
- c. También es cierto que el tiempo es una coordenada en ese espacio, pero no es equivalente a las otras coordenadas espaciales; el tiempo juega un papel distinto. Después de todo, envejecemos, pues “acumulamos” tiempo, pero no distancia.

La relatividad especial es una teoría del espacio-tiempo, una teoría de los invariantes. Esto se refleja en sus postulados, que, sin ser muy precisos en la redacción original, dicen:

Las leyes fundamentales de la física tienen la misma forma en todos los sistemas de referencia inerciales.

La velocidad de la luz es independiente del emisor (es independiente del sistema de referencia inercial desde el cual se mida, ES UN INVARIANTE).

Cabe señalar que esta forma de presentar una teoría en física no era para nada usual en esa época, pero refleja claramente el estilo einsteniano. En el fondo, la relatividad especial es algo más que una simple teoría, ya que lo que propone su primer postulado, al referirse a todas las teorías físicas, es lo que podría considerarse como una metateoría, un requisito que deben cumplir las nuevas teorías físicas por crearse. Esto puede parecer demasiado ambicioso, pero fue seguido por Dirac para crear la teoría cuántica relativista, y por otros muchos que han contribuido a crear la moderna teoría cuántica de campo. Es hoy en día un requisito indiscutible que deben cumplir todas las teorías generales que se propongan.

Como la teoría de la gravitación propuesta por Newton no cumple con este requisito, Einstein trabajó desde 1905 hasta 1915-16 en una nueva teoría de la gravitación, y lo logró. Es lo que se conoce como relatividad general. Con estos trabajos, la cosmología surge como una rama de la física —actualmente en pleno auge— que modifica por completo nuestra concepción del universo.

Einstein, el filósofo

Como puede verse —espero—, Einstein contribuyó posteriormente a la física, creó nuevos paradigmas o contribuyó, al menos de manera fundamental, a su desarrollo; esto bastaría para otorgarle un lugar muy especial entre otros grandes científicos, pero hay otras razones por las cuales el trabajo einsteniano es digno de consideración; son aquellas cuestiones que, de manera general, podríamos considerar como de índole filosófica, en el sentido más amplio de la palabra. No es, por supuesto un filósofo en la forma que pensamos de Kant, por ejemplo, pero lo es sin duda como alguien que busca desesperadamente el conocimiento más general, siempre con la avidez de un niño que no puede esperar ni aceptar lo establecido. Destaca de manera singular lo que podríamos llamar su estilo: amplitud y profundidad de sus análisis y una excelente (¿clarividente?) elección de caminos deductivos.

Se podría afirmar que pudo alcanzar esa cumbre en el pensamiento del siglo XX debido a su apetito feroz e infantil por conocer y entender. Reconocía que ciencia y filosofía de la ciencia son inseparables, si se desea comprender al mundo, si se busca siempre una representación coherente del universo. La ciencia es, en cierta

NOTAS

forma, una filosofía vivida, aun cuando no sea completamente enunciada.

Si se ve en perspectiva su trabajo, su enfoque predilecto para abordar problemas –para hacer ciencia– consistía en construir una teoría, es decir, un modelo, lo más general posible de tal forma que pudiese predecir hechos o fenómenos que pudiesen verificarse experimental y observacionalmente.

No es la primera vez que esto se hace, pero con Einstein sobresale la amplitud y profundidad que se mencionó antes. Tal parece que era casi infalible para establecer preguntas, con tal convicción, que lo llevaban a rechazar incluso –acertadamente, como se vio posteriormente– datos empíricos que parecían contradecirlo. Aceptaba y buscaba evidencia experimental y reconocía que las teorías no deberían contradecir los experimentos, pero no buscaba caminos fáciles, ni falsaciones simplistas.

Para él, un requisito para aceptar una teoría era su consistencia interna y no sólo la base experimental. Esta perfección interna está íntimamente relacionada con la simplicidad lógica de las premisas en que se sustenta la teoría. Tal vez era, precisamente el número mínimo de postulados, uno de los requisitos básicos que toda teoría debe satisfacer.

Ya que se habló de falsacionismo, cabe recordar que la manera de

hacer física de Einstein causó una honda huella en Popper, cuando lo escuchó en una conferencia, alrededor de 1919 (en Viena, posiblemente), lo cual dio pauta a la línea filosófica de este reconocido pensador del siglo XX, cuyas ideas aún iluminan el camino del quehacer científico.

Insistimos en que, al igual que Faraday, para quien la física (filosofía natural) no era más que una forma de poner a prueba su metafísica (filosofía), la imagen de Einstein como físico solamente, es muy estrecha: es un filósofo en sentido clásico –¿socrático?–. No hay una escuela filosófica atrás de él, aunque se le puede considerar un realista racional, pero debe reconocerse que fue ecléctico en filosofía; recorrió varios caminos: empirismo, apriorismo... pero ninguna escuela epistemológica lo podría encajonar, pues ninguna de estas escuelas tenía la suficiente amplitud o riqueza para ayudarlo a entender la realidad.

No deja de llamar la atención el culto laico que se le ha rendido por mucho tiempo a Einstein, siendo que su forma de pensar, de hacer física, es muy frecuentemente opuesta –salvo en el caso de la relatividad– a la que se sigue como doctrina única en la enseñanza actual, la apegada a las “definiciones operacionales”, a ese “método científico” con su inmensa recopilación de datos

empíricos y un método inductivo a ultranza, un positivismo no siempre reconocido.

Por último, debe destacarse que entendió que tenía grandes posibilidades con un método deductivo; vio que el progreso de la física o de la ciencia no se alcanza mediante generalizaciones inductivas de datos experimentales, pues el progreso se sustenta en la libre creación de conceptos, y en ello, la intuición juega un papel crucial pues

es la que permite apreciar los rasgos generales, los patrones o pautas generales dentro del embrollo abrumador de datos empíricos.

Se le ha considerado, sobre todo por su posición tan crítica hacia la interpretación de la teoría cuántica, como alguien muy terco. Pero no basta con ser terco, debe tenerse una buena dosis de razón y saber plantear, más que responder, preguntas cruciales.