

Bertrand Russell fue uno de los más importantes filósofos europeos del pasado siglo. Su obra es vasta y abarca una cantidad considerable de temáticas filosóficas. A pesar de no haberse dedicado a la literatura -tan sólo escribió una novela, *Las perplejidades de John Forstice*, que fue publicada póstumamente-, recibió el Premio Nobel con esta mención como reconocimiento a una larga trayectoria en el campo de la filosofía de la matemática, del lenguaje, de la lógica, así como a la teoría del conocimiento, la teoría de la sociedad y la ética. Obtuvo sus mayores logros con la publicación, en colaboración con su compañero Alfred Whitehead, del monumental tratado en tres volúmenes *Principia mathematica* (1910-1913).

La teoría de la relatividad de Albert Einstein causó un gran impacto dentro de la comunidad científica. Ha marcado un antes y un después en la historia de la ciencia. Einstein revolucionó la física vigente en su tiempo. Las teorías que dominaban en cada una de las áreas de investigación (física teórica, física atómica y molecular, física de partículas, física nuclear y astrofísica, sobre todo) fueron influidas por la revolución científica que supuso la teoría de la relatividad especial y la relatividad general de Einstein.

De origen alemán, Einstein viajó a distintos lugares del mundo para impartir allí clases en cursos avanzados de física. A lo largo de su vida obtuvo distintas nacionalidades. La última fue la estadounidense.

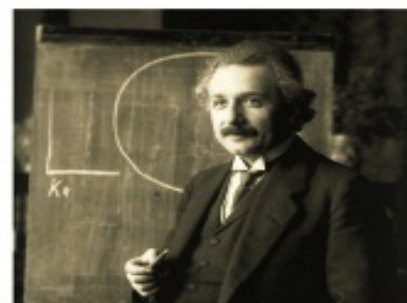
No es común que una teoría física tenga resonancias en múltiples disciplinas científicas. Es menos común todavía que esa teoría llegue al gran público. La complejidad de la teoría de Einstein no impidió que quienes se dedicaban a la divulgación científica consiguieran mostrar al gran público en general las ideas fundamentales de esta teoría. Bertrand Russell fue uno de los primeros divulgadores de la teoría de la relatividad de Einstein. A pesar de no ser uno de los fundamentales de cuantos forman parte de su vasta producción, su libro *El ABC de la relatividad* logró alcanzar gran fama en la comunidad científica y en la comunidad filosófica. Como dice al comienzo del mismo, su

Revista de Libros
de la Torre del Virrey
Número 3
2014/1
ISSN 2255-2022

BERTRAND RUSSELL, *ABC de la relatividad*, Cátedra, Madrid, 2013, 160 pp. ISBN 978-84-376-3206-3

ABC DE LA RELATIVIDAD

Bertrand Russell



CÁTEDRA

Palabras clave:

Relatividad
tiempo
Kant
física



contenido no es filosófico, sino científico. Tan solo dedica un capítulo -el que cierra el libro- a las “consecuencias filosóficas de la teoría de la relatividad”.

Por la formación científica que Russell recibió, era amplio conocedor de la matemática y la física de su tiempo. Desde la filosofía y la lógica realizó aportaciones a ambas disciplinas, sobre todo a la primera. Russell concibió su proyecto logicista como una continuación de lo que Frege había comenzado a realizar en su *Conceptografía (Begriffsschrift)*.

Como señala M. Garrido en el prólogo incluido en la edición de Cátedra del *ABC de la relatividad*, este escrito de Russell, publicado originalmente en 1925, fue la primera y más completa introducción divulgativa a los nuevos fundamentos de la física establecidos por Einstein. A pesar de que estos fundamentos entraron en conflicto con los de la también nueva teoría cuántica, ambas partían del contexto de crisis de comienzos del siglo XX, la cual se había originado en gran medida debido a que la mecánica clásica no podía ya explicar algunos hechos. En parte esa crisis había comenzado ya durante la segunda mitad del siglo XIX, con las nuevas teorías de la luz. Russell describe cómo se llegó a rechazar la concepción de la velocidad de la luz que se basaba en la idea de que ésta depende de su rozamiento con el éter. Se eliminó el supuesto básico de la física pre-moderna; a saber, que la luz se mueve a través del éter.

Como veremos, Russell explica con detalle cómo Einstein supo desvelar que algunos de los principios clásicos de la física -como el de que el tiempo es absoluto- no eran sino “prejuicios inducidos por el sentido común”¹, prejuicios que no hacían sino introducir errores en las explicaciones científicas.

En esta recensión del *ABC de la relatividad* vamos a destacar los cambios que Einstein introdujo en las nociones físicas del tiempo y el espacio, que difieren significativamente de las del sentido común. Dicho cambio en la concepción del tiempo y el espacio fue introducido por Einstein en un artículo de 1905 titulado “Sobre la electrodinámica de cuerpos con movimiento”. Lo cierto es que las aportaciones que vamos a ver de Einstein no supusie-

1. MANUEL GARRIDO, “Introducción”, en Bertrand Russell, *ABC de la relatividad*, Cátedra, Madrid, 2013, p. 13

ron un cambio en la noción de tiempo del reloj. Lo que hizo fue cambiar más bien la comprensión que se tenía de ese tiempo del reloj y de cómo puede variar la velocidad de las agujas del reloj. El tiempo que mide el reloj se acelera o se retarda en función de la velocidad del movimiento de quien lo observa. Vemos que esta idea no implica un cambio en la noción misma de tiempo del reloj, sino en cómo hay que comprender a ese tiempo del reloj. Es decir, no implica un cambio en la noción de tiempo propia del sentido común, sino un cambio en cómo se comprende esa noción del sentido común. Aunque es un cambio fundamental, difiere significativamente de otras aportaciones relativas a la noción de tiempo como la realizada por Heidegger en su célebre tratado de 1927, *Sein und Zeit*, en el que introduce una noción de tiempo original (que surge de la reinterpretación de la filosofía presocrática y de la confrontación con nociones de tiempo como la que Hegel elabora en la *Fenomenología del Espíritu*) y olvidada por la filosofía y la física.

El libro de Russell comienza con una disertación sobre la importancia de poner entre paréntesis algunos de los prejuicios tradicionales que físicos y científicos en general han tenido a la hora de intentar descifrar las leyes que rigen el universo.

En el capítulo segundo del libro Russell define en qué consisten las “diferencias físicas”:

“Las diferencias físicas entre dos observadores seguirán existiendo si dichos observadores son reemplazados por la cámara o el magnetófono y pueden reproducirse en un film o en un gramófono. Si los dos hombres oyen hablar a un tercero y uno de ellos está más cerca del que habla, oírán los sonidos más altos y un poco antes de que pueda oírlos el otro. Si dos hombres ven caer un árbol, lo ven desde ángulos diferentes. Tales diferencias podrían hacerse igualmente patentes mediante instrumentos de grabación: no se deben a la idiosincrasia de los observadores, sino que forman parte del curso ordinario de la naturaleza física, tal como nosotros la experimentamos”²².

Es decir, seguirá habiendo “relatividad”, pero no psicológica ni fisiológica, sino física; es cierto que el magnetófono captará algo que será reproducido en un gramófono de forma relativa, debido a que se habrá grabado un

suceso desde un ángulo y no desde otro, en un momento determinado y no en otro, pero es una relatividad menor que la psicológica y la fisiológica. Lo que interesa a Russell en el capítulo segundo del libro es mostrar que, a pesar de que podamos seguir aduciendo contra la idea de que existen hechos que no dependen de la percepción de los sujetos el argumento según el cual la relatividad del propio hecho que capta la cámara o el magnetófono sigue estando presente y, por tanto, no se puede captar, ni mediante la cámara ni mediante la percepción humana, un hecho de forma absoluta (el hecho en sí, lo sucedido tal y como es en sí mismo, no percibido desde una posición particular, sino desde una posición que abarque a todas las posiciones posibles, una posición mucho más alta que lo que los hombres pueden alcanzar), se asume esto y se trata de comprender lo que sucede en la realidad física. A esta relatividad alejada del relativismo podemos denominarla relatividad física. Es la relatividad del tiempo que mide el reloj, mucho menos relativa que la percepción que tengo del tiempo si no dispongo de un reloj.

Russell se pregunta qué tipo de justificación puede tener la creencia del físico en que todo sujeto puede “observar el ‘mismo’ hecho físico” (cap. 2). Nótese que esta creencia es distinta de la que afirma que existen hechos que pueden ser observados de forma idéntica por todo sujeto. Distinguir una y otra creencia es fundamental para comprender cómo Russell va a describir la teoría de la relatividad de Einstein.

Tanto en la posición que defiende que los hechos observables son los mismos para todo observador, que el mundo físico *tiene* (le pertenecen) cualidades que son perceptibles de forma idéntica por todo observador, cuanto la que afirma que esas cualidades son fijadas por el sujeto cognoscente en el proceso de conocimiento y que nunca podría conocer sin ellas, porque sin atribuir tales cualidades a los hechos no podrían ser conocidos -, coinciden en diferenciar entre la percepción del hecho y el hecho mismo. Aunque la segunda posición ponga énfasis en la imposibilidad de conocer el hecho sin impregnarlo de las cualidades que le imputamos, no cae en la identificación de percepción y hecho percibido. La observación de forma

«las aportaciones que vamos a ver de Einstein no supusieron un cambio en la noción de tiempo del reloj. Lo que hizo fue cambiar más bien la comprensión que se tenía de ese tiempo del reloj»

idéntica de un hecho no da lugar a la posibilidad de que lo que se esté observando no sea producto -en términos kantianos- de la síntesis de los “conceptos puros del entendimiento” y las “intuiciones puras de la sensibilidad”; los hechos (y los objetos) que conocemos y que existen independientemente de nosotros nunca son conocidos tal y como son en sí mismos, según Kant. El filósofo no escéptico y el físico creen que el mundo fenoménico existe con autonomía de la existencia y conocimiento de un sujeto. El físico del que nos habla Russell se basa en el supuesto de que el mundo observable -el mundo que el sentido de la vista nos permite captar- existe con independencia del sentido de la vista y del sujeto mismo poseedor de ese sentido.

Comprender la teoría de la relatividad implica desprenderse de “nociones que son útiles en la vida ordinaria”, pero que son ajenas al hombre del globo. Por ejemplo, es una idea ajena al sentido común el hecho de que el movimiento afecte al tiempo que mide el reloj. Tomemos uno de los ejemplos que Russell expone para explicar este fenómeno. Imaginemos que dos hombres se encuentran en el mismo lugar, dando vueltas a un mismo punto. El primero de ellos se encuentra más cerca del punto y la velocidad a la que gira alrededor de él es menor que la del segundo, el cual se encuentra además a mayor distancia del punto en torno al cual gira. Cada uno de los dos hombres dispone de un reloj. La conclusión a la que llegamos es que el tiempo que ha pasado cada uno de los dos hombres dando vueltas al punto -a velocidades distintas- es diferente, pero es diferente de forma tan objetiva que ambos podrán comprobar, una vez interrumpan su movimiento en torno al punto y comprueben cada uno qué hora marca el reloj del otro, que el que ha ido más rápido en su giro en torno al punto -es decir, el segundo de los hombres-, a pesar de haber comenzado y parado a la vez, en el segundo el reloj marcará una distinta a la del primero. Se habrá “retrasado” ligeramente el tiempo. Decimos, por ello, que el tiempo depende del movimiento. Cuanto más rápido sea el movimiento de uno de los sujetos, *menor cantidad de tiempo habrá empleado en dar vueltas al mismo punto*. Incluso si la posición del primero y la del segundo fueran aproxima-

«Comprender la teoría de la relatividad implica desprenderse de “nociones que son útiles en la vida ordinaria”»

damente la misma -no es necesario que el segundo sujeto gire en torno al mismo punto de forma más alejada que el primero-, el reloj del segundo seguiría marcando una hora distinta a la del primero una vez hubiera transcurrido una hora exacta (60 minutos) en el reloj del primer sujeto.

Vemos cómo aquí hay un cambio fundamental en la noción del tiempo del reloj. Al igual que sucede con el estallido de una supernova situada a una distancia de la Tierra lo suficientemente amplia como para que la irradiación desprendida sólo sea visible años después del estallido, si una nave espacial pudiera moverse a la velocidad de la luz y pudiéramos observar a sus tripulantes desplazarse en el interior de ella percibiríamos que su movimiento sería inusualmente lento, al igual que sucedería si hubiera un reloj en dicho interior -veríamos cómo sus agujas se moverían más despacio de lo habitual-, si ellos pudieran ver a su vez desde la nave espacial al observador que los contempla desde la Tierra-, percibirían también que el movimiento de éste es más lento de lo habitual. Incluso serían ellos los que percibirían más llamativamente una *différance* en el movimiento del observador, ya que la velocidad a la que estos viajan es mucho mayor.

En el artículo de 1905 sobre la electrodinámica de cuerpos en movimiento Einstein había introducido sólo implícitamente el cambio en la noción física tradicional de tiempo absoluto. Fue Hermann Minkowski, profesor de matemáticas de Einstein en la Universidad de Zúrich, quien desarrolló en 1908 esa idea que se derivaba de lo expuesto por Einstein en 1905. La primera gran aportación de Einstein a la renovación de los fundamentos de la física fue realizada en 1916 con el trabajo “Los fundamentos de la teoría general de la relatividad”. Uno de los resultados más importantes a los que llegaba este trabajo fue el de que la gravitación y atracción entre cuerpos distintos no depende de los propios cuerpos, sino de la curvatura que producen en el espacio. Un cuerpo con mayor masa que otro produce una curvatura mayor en el espacio. En caso de encontrarse a una distancia próxima, un objeto con mayor masa -por ejemplo, el sol- no “atrae” a otro objeto -por ejemplo, la Tierra-, es decir, no es el propio objeto el que hace que otro se vea arrastrado hasta él. Lo que ocu-

«*La teoría de la relatividad de Einstein no habla de lo mismo de lo que Kant. El espacio y el tiempo al que se refiere Kant no es el espacio-tiempo al que se refiere Einstein*»

re es más bien que su masa es de tan grande magnitud en comparación con la del otro objeto que la curvatura que produce en el espacio hace que todo objeto en movimiento se desplace hasta él debido a que dicho cuerpo “sigue siempre el camino más corto por el contorno del espacio”³. Es decir, un objeto en movimiento lo suficientemente pequeño como para seguir la dirección marcada por el cambio en el espacio que produce otro objeto con una masa mucho mayor será “arrastrado” hacia este último objeto siempre.

Algunas de las conclusiones relativas a la noción de tiempo que se derivan de la teoría de la relatividad son: “Tiempo” es un concepto que representa a algo externo al sujeto que dota de significado a ese concepto; pero, a pesar de no ser una categoría que represente o haga posible el conocimiento del sujeto sino que existe al margen del conocimiento del sujeto, puede variar en función de las variaciones que sufra el propio sujeto perteneciente al sujeto cognoscente. En este sentido, el tiempo depende del observador. Cuando cambia el valor de algunas condiciones de su observación cambia también el tiempo. El tiempo, a diferencia de lo que creía Kant, no es una intuición pura *a priori* con la que se “sensibiliza” lo externo al sujeto y pasa a formar parte de su haber en forma de “dato sensible” (“dato de los sentidos”), no es (ni tampoco el espacio) la “forma pura *a priori*” de todo dato sensible; en suma, no es la forma que necesariamente debe tener todo dato que provenga de los sentidos.

Por tanto, entre las consecuencias filosóficas de la teoría de la relatividad se encuentra la negación de la teoría kantiana de la síntesis *a priori* de intuiciones puras de la sensibilidad y conceptos puros del entendimiento. Y ello porque el cambio en el tiempo se produce en función del movimiento del cuerpo que mide el tiempo -un ser humano o un instrumento ideado para medir el tiempo.

Frente a esta posición, Russell cree que la teoría de la relatividad no apoya ni, por el contrario, refuta la teoría del conocimiento de Kant. Afirma al respecto:

“La teoría de Einstein no dice que todo es relativo; por el contrario, suministra una técnica para distinguir lo que es relativo de lo que por derecho propio corresponde a la ocurrencia física. Si estamos dispuestos a decir que la teoría de la relatividad apoya a Kant en lo que concierne al espacio y al tiempo, tendremos que decir que lo refuta en lo que concierne al espacio-tiempo. En mi opinión, no es correcto ninguno de ambos enunciados. Yo no veo razón de por qué en tales condiciones, no pudieran los filósofos persistir en los puntos de vista que antes defendieron. Ni hubo en el pasado argumentos concluyentes a favor de una u otra de esas dos opiniones, ni los hay ahora; sostener cualquiera de ellas revela un temperamento más bien dogmático que científico”⁴.

Frente a lo que han pensado los defensores de la teoría de la relatividad para apoyar o negar la teoría del conocimiento de Kant, hay que señalar que éste no se refería sólo al hecho de que las formas puras de la sensibilidad determinen cómo se presentan en la experiencia los objetos; no se trata solamente de que el sujeto cognoscente no pueda desprenderse de ellas -algo que, por lo demás, no podría suceder; se trata también de que incluso en el momento mismo en que dicho sujeto constata que no puede prescindir de ellas ya están actuando, porque son *a priori*.

Volvamos al ejemplo del propio Russell. Imaginemos de nuevo que un grupo de astronautas viaja en una nave espacial a 250.000 kilómetros por segundo, una velocidad inconcebible, aunque no alcance la de la luz. Tales sujetos disponen de un monitor que refleja lo que una cámara está grabando en la Tierra. Imaginemos que está grabando un reloj que funciona adecuadamente. Al lado de ese monitor hay un reloj. Pueden comprobar que el reloj del monitor y el reloj real que tienen ante sí no funcionan a la misma velocidad. Por supuesto, la dilación que se produce en el movimiento de las agujas del reloj real con respecto al movimiento del reloj que aparece en el monitor es imperceptible. Pero después de un año cronometrado por el reloj del monitor, el año de los astronautas, medido por el reloj real, no se habrá cumplido todavía. Se habrá producido un ligero retraso. Pues bien, la objetividad del movimiento

4. *Ibíd.*, p. 154

del tiempo que puede comprobarse mediante este experimento mental, que nos puede hacer pensar que el tiempo no “pertenece” en modo alguno (como forma pura de la sensibilidad) al sujeto sino al universo, es sólo aparente. Porque no se trata de que el tiempo que mide el reloj cambie aunque no haya ningún sujeto que constate el cambio, es decir, ningún sujeto que tenga conocimiento de ese cambio y que, por tanto, la dilación en el reloj se produzca con independencia del sujeto, sino más bien de que incluso cuando el sujeto esté presente para comprobar que ha habido un cambio en el tiempo del propio reloj -que las agujas se mueven ligeramente más despacio que lo que se mueven en la Tierra- las intuiciones puras *a priori* de la sensibilidad *ya* están actuando. En este sentido, la teoría del conocimiento de Kant no es refutada ni apoyada por la teoría de la relatividad.

Por tanto, la conclusión de Russell es correcta, al menos en este punto. La teoría de la relatividad de Einstein no habla de lo mismo de lo que Kant. El espacio y el tiempo al que se refiere Kant no es el espacio-tiempo al que se refiere Einstein. No hay incompatibilidad entre una y otra teoría, porque son teorías distintas. La primera es una teoría filosófica del conocimiento; la segunda es una teoría que concierne a los fundamentos de la física: es una teoría puramente científica. De ahí que Russell diga que “las conclusiones filosóficas de la relatividad no son ni tan grandes sin tan sorprendentes como a veces se piensa”⁵.

Víctor Páramo Valero