

EINSTEIN, GÖDEL, HEIDEGGER. ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE EL CONCEPTO DEL TIEMPO

DIEGO MALQUORI
Universitat Ramon Llull

RESUMEN: En este artículo se abordan algunos de los caminos que nos ayudan a comprender la cuestión filosófica del tiempo. El marco interpretativo es compuesto por la teoría de la relatividad de Einstein, a la cual hacen de contrapunto las reflexiones de Gödel y de Heidegger sobre esa nueva *Gestalt*. Una de las tesis que se intenta argumentar —de acuerdo con algunas asombrosas observaciones de Gödel— es que la teoría de la relatividad nace también de una discusión crítica del concepto de tiempo en la filosofía idealista. Einstein, en cierto sentido, sigue el camino trazado por el propio Kant: el tiempo, como realidad en sí, no es nada. Pero a la vez, en la teoría de la relatividad el tiempo sigue manteniendo algo objetivamente real, aunque su realidad no pertenece al mundo subjetivo de nuestras percepciones, sino a un mundo matemáticamente real de cuatro dimensiones.

PALABRAS CLAVE: Einstein, Gödel, Heidegger, cosmología, tiempo, temporalidad.

Einstein, Gödel, Heidegger. Some observations about the concept of time

ABSTRACT: In this article we focus on some of the paths which help us to understand the philosophical question of time. The interpretative frame is composed of Einstein's theory of relativity, against which we have the observations of Gödel and Heidegger on this new *Gestalt*. One of the thesis that we try to support – according to some surprising remarks by Gödel – is that the theory of relativity in some way originates also from a critical analysis of the concept of time in idealistic philosophy. Einstein follows the path opened by Kant: time, as reality itself, is nothing. Nevertheless, according to the theory of relativity, time still has something objectively real, though its reality does not refer to the subjective world of our perceptions, but to a mathematically real world of four dimensions.

KEY WORDS: Einstein, Gödel, Heidegger, cosmology, time, temporality.

1. INTRODUCCIÓN

«El interés por la cuestión de qué es el tiempo se ha despertado nuevamente en la actualidad por el desarrollo de la investigación física, concretamente en su reflexión sobre los principios fundamentales acerca de lo que ella tiene que comprender y definir a este respecto: la medición de la naturaleza en el marco de un sistema de relaciones espacio-temporales. El estado actual de esta investigación está recogido en la teoría de la relatividad de Einstein»¹.

Así Heidegger, en una conferencia sobre el concepto del tiempo dictada en 1924, reconocía a la ciencia otra posibilidad de plantear la cuestión del tiempo. Desde siempre, el problema filosófico y científico que más se escapa a una comprensión definitiva. O simplemente la cuestión a la cual todo ser humano, en

¹ HEIDEGGER, M., *El concepto del tiempo*, Madrid, Trotta, 1999, p. 28.

cualquier contexto filosófico o religioso, ha tenido que enfrentarse por el simple hecho de haber nacido y de imaginar su destino más allá del horizonte. Aún después de Einstein —observó una vez Gödel— *la* cuestión filosófica sigue siendo el tiempo, «ese ente misterioso y aparentemente contradictorio que, por otra parte, parece constituir la base de la existencia del mundo y de nuestra propia existencia»².

Es interesante observar que el propio Einstein no desarrolló su intuición basándose únicamente en la observación del mundo externo. Su inquietud frente a esta cuestión —es ésta una de las tesis que intentaré argumentar en este artículo— nace también de una discusión crítica del concepto de tiempo en la filosofía idealista. Einstein, en buena medida, contradice a Kant, pero sin la influencia de la crítica kantiana se hubiera quizás perdido en la euforia del positivismo de Ernst Mach³.

Hasta donde conocemos, uno de los pocos que ha reflexionado sobre esa influencia fue su compañero de caminatas por las avenidas de Princeton, Kurt Gödel. En un ensayo sobre la relación entre la filosofía kantiana y la teoría de la relatividad, Gödel, en contra de la evidencia normalmente aceptada de que la *Crítica de la razón pura* fue refutada por la concepción einsteiniana del espacio-tiempo, se atrevió a afirmar que Kant se había anticipado a la intuición de Einstein. La «provocación» de Gödel, además de forzar a una reinterpretación tanto de la teoría de la relatividad como de la propia filosofía kantiana, apunta en realidad a otra dirección. Lo que él se propone demostrar —como veremos en breve— es que el sentido intuitivo del tiempo es una ilusión, que tampoco la teoría de la relatividad puede llegar a captar. En una frase tan enigmática como demoledora, su intuición puede leerse así como la afirmación de la «inexistencia del tiempo».

Pero a la vez, la intuición de este matemático-filósofo nos obliga a mirar con atención el legado olvidado del filósofo de Königsberg. El Kant «precrítico», que a través de sus inquietudes sobre el significado del tiempo y del espacio, tratando de superar las contradicciones de la razón en lucha consigo misma, llega finalmente a despertarse de su «sueño dogmático». En todo eso, en su lucha para buscar el fundamento del conocimiento, se puede quizás encontrar el germen de las inquietudes que animaron al joven Einstein. El espacio, escribe Kant en *Pensamientos sobre la verdadera estimación de las fuerzas vivas*, no es un orden

² GÖDEL, K., «Una observación sobre la relación entre la teoría de la relatividad y la filosofía idealista», en: *Obras completas*, Madrid, Alianza Editorial, 2006, p. 387.

³ En su formación científica y filosófica, Einstein tuvo ciertamente ocasión de reflexionar sobre el giro de la interpretación kantiana de espacio y tiempo. El joven Einstein había leído la *Crítica de la razón pura* a la edad de diecisiete años, y como estudiante del Instituto Técnico de Zúrich se apuntó a un curso monográfico sobre Kant. Más tarde, en el *Institute for Advanced Study* de Princeton, uno de los temas favoritos de las discusiones de Einstein con su amigo Gödel era justamente Kant. Aun distanciándose de la veneración típicamente alemana hacia Kant, y terminando finalmente por destruir los fundamentos de su construcción filosófica, la influencia kantiana le ofreció de alguna manera un reparo para defenderse del entusiasmo positivista que envolvía la ciencia europea de final del siglo XIX. Para una discusión crítica sobre este tema véase YOUNGRAU, P., *Un mundo sin tiempo*, Barcelona, Tusquets, 2007.

ideal o inteligible, sino la resultante de fuerzas transitivas: «es fácil probar que no habría espacio ni extensión si las sustancias estuviesen desprovistas de fuerza para actuar fuera de sí. (...). Porque sin esta fuerza no hay enlace alguno; sin éste, tampoco orden y, finalmente, sin éste, tampoco espacio»⁴.

Así, en su primer acercamiento a la cuestión del espacio, Kant llega a entrever que es la materia que hace posible la existencia del espacio y de alguna manera lo «conforma». El atrevimiento de esta posición no es de subestimar. Ya no es el espacio el principio y la condición de posibilidad de las fuerzas, sino que su existencia resulta una consecuencia cosmológica de la esencia ontológica de la materia.

Tal vez sería equivocado llamarla una anticipación, puesto que el Kant de la *Crítica de la razón pura* contradice en buena medida ese primer enfoque. No obstante, a pesar de la incapacidad de dar una forma adecuada a estas intuiciones, ese mismo dar la vuelta alrededor de la pregunta sobre espacio y tiempo, intentando conciliar la apariencia objetiva y subjetiva con la cual se manifiestan, nos parece un camino adecuado para enfocar el problema que se esconde. En el fondo —como escribe Heidegger en relación a la pregunta sobre el tiempo—, no hay que mirar tanto a la respuesta, sino a la misma pregunta: «no miremos la respuesta, sino repitamos la pregunta. ¿Qué sucedió con la pregunta? Se ha transformado. La cuestión de ¿qué es el tiempo?, se ha convertido en la pregunta: ¿Quién es el tiempo? (...) ese tipo de pregunta es la forma adecuada de acceso al tiempo»⁵.

1.1. De la filosofía a la cosmología

En su búsqueda del significado del tiempo, aun antes de argumentar su intuición en *Sein und Zeit*, Heidegger observaba que la irreversibilidad es uno de los aspectos fundamentales del tiempo: «La irreversibilidad comprende en sí aquello que esta explicación todavía acierta a retener del tiempo propio. Eso es lo que queda del futuro en cuanto fenómeno fundamental del tiempo como ser-ahí»⁶. Se intuye ya el camino que tomará Heidegger en su transformación de la pregunta «¿Qué es el tiempo?» a «¿Quién es el tiempo?»: la *temporalidad* es la esencia de la vida humana. Pero a la vez, la irreversibilidad del tiempo no afecta solamente a nuestro ser-ahí, a nuestra temporalidad. Las estrellas y las galaxias también nacen y mueren. Al mirar su destino que se consume, tal como escribió Heidegger, estamos igualmente quitando la mirada del futuro para posarla en el presente, «y a partir de él la consideración del tiempo que fluye sigue hacia el pasado»⁷.

Otra vez, la filosofía se cruza con la ciencia en ese intento de capturar el carácter fugaz del tiempo. Como escribe Ilya Prigogine, en un ensayo dedicado

⁴ KANT, I., *Pensamientos sobre la verdadera estimación de las fuerzas vivas*, Berna, Lang, 1988, p. 34.

⁵ HEIDEGGER, M., *ob. cit.*, pp. 60-61.

⁶ *Ibíd.*, p. 54.

⁷ *Ibíd.*

al «nacimiento del tiempo», «la irreversibilidad es una propiedad común a todo el universo: todos envejecemos en la misma dirección. (...) parece existir una flecha del tiempo común a todo el universo, y por esta razón no podemos evitar hablar de cosmología. (...). Finalmente nos preguntaremos: ¿cómo ha aparecido el tiempo en el universo? ¿En el momento del *big bang*?»⁸.

Como sabemos, San Agustín ya se había enfrentado a esta pregunta, ofreciendo una interpretación relativamente atrevida en su momento: «*procul dubio non est mundus factus in tempore, sed cum tempore*»⁹. Dios crea el mundo fuera del tiempo, así que el tiempo, de alguna manera, es el universo, como parte de todo lo que es creado. Pero San Agustín había puesto en duda la objetividad del tiempo, llegando a preguntarse si la propia alma fuera en realidad el tiempo¹⁰. Porque es el «sentirnos» en la existencia presente que medimos cuando medimos el tiempo. «Y luego dejó ahí estancada su pregunta»¹¹, observa agudamente Heidegger. A esta misma pregunta responderá él con su afirmación del *Dasein*, el único camino para entender la temporalidad auténtica.

Asimismo, también en plena época de purismo positivista —para utilizar una expresión de Jacques Maritain—, esta cuestión sigue presente en la mente de quien mira al problema del origen. «Me gustaría tratar de mostrar —sigue Prigogine en su ensayo— cómo en cierto sentido el tiempo precede al universo; es decir, que el universo es el resultado de una inestabilidad sucedida a una situación que le ha precedido»¹².

Por otro lado, el físico Paul Davies —en un libro cuyo título expresa potentemente el atrevimiento de la pregunta sobre el origen del cosmos— cita al propio San Agustín para afirmar que la cosmología contemporánea ha llegado a su misma posición: «¿Qué ocurrió antes del *big bang*? La respuesta es que no hay «antes». El tiempo comenzó en el *big bang*. Como hemos reseñado, San Agustín proclamó, mucho tiempo atrás, que el mundo fue creado con el tiempo, pero no en el tiempo, y ésa es justamente la posición moderna de la ciencia»¹³.

Pero la ciencia, por sí sola, nunca podrá resolver esta «antinomía». Se puede aceptar o menos esta limitación, pero si pretende acercarse a los límites de lo que podemos imaginar, la ciencia tendrá que asumir necesariamente determinadas posiciones filosóficas o metafísicas para dar forma a sus teorías. Y esta elección adquiere un peso mayor cuanto más nos alejamos del dominio de lo que creemos conocer¹⁴.

⁸ PRIGOGINE, I., *El nacimiento del tiempo*, Barcelona, Tusquets, 1991, p. 45.

⁹ SAN AGUSTÍN, «Civitas Dei», XI, 6, en *Opera Omnia*, VII, París, Garnier, 1900, p. 322.

¹⁰ «En ti, alma mía, mido yo el tiempo» (SAN AGUSTÍN, *Confesiones*, XI, 27, Madrid, Alianza Editorial, 1999, p. 321).

¹¹ HEIDEGGER, M., *ob. cit.*, p. 33.

¹² PRIGOGINE, I., *ob. cit.*, pp. 45-46.

¹³ DAVIES, P., *La mente de Dios*, Madrid, McGraw-Hill/Interamericana de España, 1993, p. 32.

¹⁴ Un ejemplo de este tipo de «elección filosófica» es el llamado principio copernicano en un sentido cosmológico, en base al cual no tenemos ningún lugar privilegiado en el uni-

En un artículo reciente dedicado a las cuestiones abiertas en la cosmología contemporánea, el físico George Ellis reconoce la imposibilidad de llegar a una respuesta unívoca utilizando el camino de la ciencia. «¿Por qué el universo tiene una forma específica en lugar de otra, cuando otras formas consistentes con las leyes físicas parecen perfectamente posibles? La razón subyacente a la elección entre diferentes posibilidades contingentes por el universo (por qué una ocurre en lugar de otra) no puede ser explorada científicamente. Es un asunto que debe ser examinado a través de la filosofía o la metafísica»¹⁵.

Así, concluye Ellis, atribuyendo a esta reflexión el estatuto de una tesis central en la cosmología contemporánea, la física y la filosofía cruzarán necesariamente sus caminos, si pretenden acercarse a la cuestión del origen: «Inevitables cuestiones metafísicas surgen necesariamente tanto en la cosmología observacional como en la cosmología física. Determinadas elecciones filosóficas son necesarias para dar forma a la teoría»¹⁶.

Muchos científicos naturalmente rechazan tales afirmaciones, o simplemente consideran el hablar de un «antes del principio»¹⁷ como un sinsentido desde un punto de vista científico, algo que necesariamente queda fuera de lo que es la ciencia (con lo cual se niega al mismo tiempo la necesidad de que la filosofía entre a ser parte de la ciencia). De hecho, un argumento parecido al que utilizaban los empiristas del Círculo de Viena. Pero una posición filosófica simplista, o incluso inconsciente de sí misma, es siempre una posición filosófica.

Todo esto nos remite otra vez al punto inicial de esta discusión: el valor de las preguntas, más allá de las respuestas que podemos argumentar. Ninguna pregunta puede considerarse un sinsentido si finalmente sirve para despertar el pensamiento, o para indicar el camino a los que siguen en esa dirección. «Y si comprendo debidamente la pregunta —concluye Heidegger su ensayo sobre el tiempo—, con ello todo adquiere un todo de seriedad»¹⁸.

verso; a partir de este principio se deduce la homogeneidad y la isotropía de la «métrica» que describe el universo, que está a la base del modelo cosmológico del *big bang*. Más en general, otro ejemplo de elección filosófica es la decisión de privilegiar algunos de los criterios que tienen que satisfacer las teorías científicas, como el criterio de consistencia interna, el criterio de simplicidad, el potencial intrínseco de explicación, la posibilidad de ampliación, la confirmación experimental o la elegancia formal. Es evidente que muchas veces una teoría no consigue satisfacer a todos estos criterios, y es justamente a la hora de elegir entre ellos que irrumpe en la ciencia su dimensión filosófica.

¹⁵ ELLIS, G., «Issues in the Philosophy of Cosmology», en: BUTTERFIELD, J. - EARMAN, J. (eds.), *Handbook in Philosophy of Physics*, Amsterdam, Elsevier, 2006, p. 1233.

¹⁶ *Ibidem*, p. 1238.

¹⁷ Significativamente, esta expresión da el título a un libro de Martin Rees, uno de los físicos más destacados en el panorama de la cosmología contemporánea. Aceptando el peligro de alejarse de la «tierra firme» de la física que conocemos, él también se adentra en la pregunta sobre posibles universos «paralelos» al nuestro, y las correspondientes variaciones en el concepto del tiempo (cf. REES, M., *Antes del principio*, Barcelona, Tusquets, 1999).

¹⁸ HEIDEGGER, M., *ob. cit.*, pp. 60-61.

2. LA CONCEPCIÓN DEL TIEMPO EN LA TEORÍA DE LA RELATIVIDAD

El sentido del tiempo está inevitablemente vinculado con la experiencia que vive el propio sujeto que lo piensa. Para muchos filósofos, si es lícito esbozar una idea común, el tiempo es algo relativo al «yo», un tiempo subjetivo que no es medible en sí mismo. No obstante, de alguna forma somos capaces a veces de comparar las diferentes experiencias de nuestras vidas. Parece así que determinadas percepciones sensoriales tengan una correspondencia entre sí, y en este caso nuestra mente tiende a considerarlas como reales. El concepto de tiempo parece ser justamente una de estas percepciones, quizás la más fundamental. Es por ello que su interpretación ha oscilado siempre entre el realismo y el idealismo¹⁹. No obstante, «la única justificación de nuestros conceptos y sistema de conceptos reside en el hecho de que son útiles para representar el complejo de nuestras experiencias; pero fuera de ello no poseen otro título de legitimidad»²⁰.

Ya en esta observación de Einstein podemos entrever una inesperada relación con la argumentación kantiana. El espacio y el tiempo no son algo real, sino solamente unos conceptos en los cuales se apoya nuestra mente para ordenar nuestra percepción de la realidad: «Si yo hablo de objetos en el tiempo y el espacio, no me refiero a las cosas en sí mismas, porque de éstas no sé nada, sino sólo de cosas en apariencia, esto es, de la experiencia como un modo especial de conocer los objetos, el único que al hombre le es permitido»²¹. En la visión de Kant, a través del espacio y del tiempo es posible representar los objetos del mundo real, pero esta representación, en cuanto finita, no significa nada, porque el espacio y el tiempo no son algo existente en sí fuera de nuestra representación, sino que son puros modos de representación. «Si hacemos abstracción de nuestro modo de intuirnos interiormente a nosotros mismos y de captar en nuestra facultad de representación, a través de la intuición anterior, todas las demás intuiciones externas y tomamos, por tanto, los objetos tal como sean en sí mismos, entonces el tiempo no es nada»²².

Sobre este punto volveremos al final de esta discusión. Por el momento, es necesario detenernos sobre la profunda novedad de la concepción einsteiniana, considerando en primer lugar la teoría de la relatividad especial²³.

¹⁹ Una discusión más amplia sobre este tema puede encontrarse en mi trabajo sobre *El concepto del tiempo*, tesis de DEA presentada en la *Facultat de Filosofia* de la *Universitat Ramon Llull*, donde analizo en particular las concepciones del tiempo en Kant, Heidegger, Einstein y Gödel.

²⁰ EINSTEIN, A., *El significado de la relatividad*, Madrid, Colección Austral, 2005, p. 12.

²¹ KANT, I., *Prolegómenos a toda metafísica del futuro*, § 52c, Buenos Aires, Losada, 2005, p. 131.

²² KANT, I., *Crítica de la razón pura*, A 34, B 51, Madrid, Alfaguara, 1978, p. 77.

²³ Cf. EINSTEIN, A., *Zur Elektrodynamik bewegter Körper*, *Annalen der Physik*, 17, 1905, pp. 891-921 (trad. inglés: «On the electrodynamics of moving bodies», en: EINSTEIN, A., *et al.*, *The Principle of Relativity*, New York, Dover, 1952, pp. 35-65). Para profundizar en el tema de la teoría de la relatividad existen innumerables libros, tanto de carácter especializado como divulgativo. Para una primera aproximación —además de los escritos del propio Einstein cita-

2.1. Una especie de unión entre el espacio y el tiempo

La nueva visión del mundo que emerge de la teoría de la relatividad, más allá de su formulación físico-matemática²⁴, pone en evidencia el carácter relativo de las *mediciones* del espacio y del tiempo. El adjetivo «relativo» ha dado lugar evidentemente a innumerables malentendidos o interpretaciones arbitrarias, haciendo caer sobre Einstein la acusación de «relativismo» en un sentido filosófico. Pero el significado que le atribuye Einstein va en una dirección totalmente diferente. ¿Qué quiere decir que las mediciones del espacio y del tiempo son algo necesariamente relativo? Si consideramos el espacio, esta afirmación no tiene naturalmente nada de asombroso. Como es bien conocido desde la filosofía griega, para describir la posición o el movimiento de un cuerpo es necesario un segundo cuerpo que sirva de referencia. Así, la definición de «izquierda» o «derecha» no tiene un carácter absoluto, sino depende de la posición del observador.

Sin embargo, en el caso del tiempo la situación parecería totalmente diferente. De acuerdo con la experiencia, los sucesos de nuestra vida resultan ordenados de manera inequívoca en base a los criterios de un «antes», un «después» o un «simultáneamente». Estos criterios parecen independientes de cualquier observador, asumiendo así un carácter «absoluto». Ahora bien, lo que Einstein pone en evidencia es que el concepto de simultaneidad no tiene ni un carácter absoluto —es decir, independiente del observador—, ni un significado unívoco, sino que todos los patrones de medida del tiempo dependen del estado de movimiento respecto al observador. Es éste el sentido de la «relativización» del concepto de tiempo: cada sistema de referencia posee necesariamente su propio tiempo. Así, observadores que se muevan con velocidades diferentes ordenarán de manera diferente entre ellos los mismos acontecimientos: lo que un observador ve como simultáneo, para otro puede ocurrir según una diferente secuencia temporal. Por ello dos sucesos que ocurren en lugares distintos del universo no pueden nunca definirse como «simultáneos» en un sentido absoluto.

En nuestra vida tenemos la «impresión» de ordenar los acontecimientos en una secuencia temporal unívoca porque suponemos que estamos observando cada acontecimiento en el mismo instante en que éste ocurre. Sin embargo, no es así. Solamente podríamos decir esto si la velocidad de la luz fuera infinita, es decir, si existiese alguna «señal instantánea» capaz de transmitir la información

dos en esta sección— puede verse DAVIES, P., *El espacio y el tiempo en el universo contemporáneo*, México, Fondo de Cultura Económica, 1982; a nivel más especializado, PAULI, W., *Theory of relativity*, New York, Dover, 1981.

²⁴ El «principio de la relatividad especial» consiste en realidad en una afirmación aparentemente sencilla: todas las leyes de la naturaleza que sean válidas en un «sistema inercial» —es decir, dotado de movimiento uniforme y sin rotación— tienen que ser válidas también en un sistema en movimiento de translación uniforme respecto al primero. El otro postulado sobre el cual se basa la teoría de la relatividad especial es la constancia de la velocidad de la luz en el vacío. Tal principio no podía ser unificado de manera lógica con la invariancia de las leyes de la física por una translación uniforme del sistema de referencia. Es precisamente esto lo que consiguió Einstein con la teoría de la relatividad especial.

sobre el mundo que nos rodea. Evidentemente, el tiempo que emplea la luz para llegar al observador es despreciable en nuestras experiencias cotidianas. Pero incluso un efecto tan despreciable nos obliga a reformular nuestro concepto de simultaneidad, de tal manera que nuestra imagen completa del mundo debe alterarse.

La aparente «obviedad» de la argumentación de Einstein nos induce a preguntarnos por qué nadie se había atrevido antes en este camino. En mi opinión, la respuesta se articula en dos planos diferentes. Por un lado, la formulación físico-matemática de la teoría de la relatividad, más allá de la aparente simplicidad de sus principios, se apoya en unos resultados experimentales y en un formalismo matemático que no han salido a la luz hasta finales del siglo XIX. A tal propósito, es interesante observar que algunas de las inquietudes que animaron al joven Einstein en ese camino habían sacudido también a otros científicos y filósofos, como es el caso de Mach, que intentó eliminar la idea del espacio como «causa activa» de todo el sistema de la mecánica. No obstante, como observa el propio Einstein, «no hay modo de llegar a esto por medio de los conceptos de la Mecánica clásica. Por esta razón, la tentativa de Mach para llegar a una solución fracasó en ese tiempo»²⁵.

Pero hay también otra razón, que en mi opinión le otorga a Einstein el mérito más grande. El concepto de tiempo absoluto, tanto en la forma «realista» de Newton, como en la forma «idealmente trascendental» de Kant, estaba firmemente y casi definitivamente arraigado en la mentalidad occidental, y a partir de este concepto surgían una serie de verdades que nadie se atrevía a poner en discusión. Una era justamente el concepto de simultaneidad; otra la independencia mutua entre el espacio y el tiempo, y otra más la independencia del espacio —y *a fortiori* del tiempo— con respecto a la materia. Tanto en la concepción realista como en la idealista, estas verdades no venían cuestionadas²⁶. Éste fue el atrevimiento de Einstein.

No es necesario recorrer a la idea del «atisbo genial», ni a la iluminación provocada por «la caída de una manzana». La relatividad es una teoría bastante sencilla desde el punto de vista lógico, incomparablemente más clara en sus principios básicos de otras teorías que han modificado nuestra visión del mundo, como la mecánica cuántica²⁷. Su dificultad radica justamente en la necesidad de luchar en contra del «sentido común» de nuestras percepciones sensoriales

²⁵ EINSTEIN, A., *El significado de la relatividad*, ob. cit., p. 72.

²⁶ Una excepción, en este sentido, podría verse en la concepción leibniziana del espacio como «orden de coexistencia», que fue retomada por el Kant «precrítico». Pero incluso cuando Kant afirma que la estructura del espacio está determinada por el «influjo físico de las sustancias», no pone realmente en discusión la independencia del espacio, considerado como entidad en sí, con respecto a la materia, tal como afirmará Einstein en la teoría de la relatividad general.

²⁷ El propio Einstein llegó a afirmar que «lo alcanzado en esta teoría parece casi evidente y todo estudiante con inteligencia comprendió la teoría sin dificultad» (EINSTEIN, A., «Sobre los orígenes de la teoría general de la relatividad», en: *Mi visión del mundo*, Barcelona, Tusquets, 1995, p. 164).

y de una concepción filosófica del mundo tan firmemente arraigada en nuestra mente. La grandeza de Einstein está precisamente en esa voluntad de salir de la tierra firme de la concepción «clásica» de espacio y tiempo, en el intento de mirar el mismo problema desde otra perspectiva²⁸.

Ahora bien, una vez puesto en entredicho el concepto de simultaneidad, Einstein hace caer consecuentemente el carácter absoluto del tiempo, y con ello su independencia con respecto al espacio. En la mecánica clásica, espacio y tiempo eran entidades aisladas: se hablaba de puntos en el espacio y de instantes de tiempo como si fueran realidades absolutas e independientes. En cambio, se hacía ahora manifiesta su profunda interconexión. El espacio y el tiempo ya no pueden tener un significado real como entidad en sí; en su lugar, aparece el concepto de un «continuo tetra-dimensional» de espacio-tiempo. Como escribió Hermann Minkowski, al que Einstein debe el formalismo matemático utilizado para describir este concepto, «a partir de ahora el espacio en sí y el tiempo en sí están condenados a desvanecerse en puras sombras, y sólo una especie de unión entre los dos conceptos conservará una realidad independiente»²⁹.

No se puede subestimar la importancia de esta conclusión. No solamente el espacio y el tiempo se funden en una única entidad, la única que a partir de ahora puede tener sentido en la descripción física del mundo, sino a la vez pierden su carácter real como entidades en sí, y en su lugar vuelve a ponerse en evidencia la realidad y la unicidad del *fenómeno*. «Lo que tiene realidad física —nos advierte Einstein— no es ni el punto en el espacio ni el instante del tiempo en que algo ocurre, sino únicamente el acontecimiento mismo»³⁰.

En esta frase se puede leer la misma contraposición kantiana entre la realidad empírica del fenómeno y la idealidad transcendental del espacio y del tiempo considerados como entidades en sí. Podemos empezar a entender así que la actitud científica y filosófica de Einstein es muy diferente de la concepción positivista de muchos de sus contemporáneos.

Pero seguimos por el momento nuestra búsqueda del sentido de la relatividad. Como hemos visto, el elemento central de la concepción relativista es el abandono de la idea según la cual espacio y tiempo tienen un significado objetivo como entidades en sí. Más bien, hay que pensarlos como elementos de un lenguaje utilizado por cada observador para describir su entorno. Ahora bien, el sentido esencial de la teoría de la relatividad —muy lejos de afirmar que «todo es relativo»— está justamente en la necesidad de superar el *impasse* generado por ese carácter subjetivo. Porque si cada observador ve el mundo desde su pro-

²⁸ Quizás, más que recurrir a la idea del «genio», sería interesante preguntarse sobre la conexión entre la actitud científica y filosófica de Einstein y la peculiaridad de su formación, tanto a nivel humano como científico. Podría verse, en efecto, que muchos de los que normalmente vienen definidos como «genios» han simplemente recibido una formación alejada del «paradigma vigente», de tal manera que han tenido mayor facilidad para mirar al mundo desde otra perspectiva.

²⁹ MINKOWSKI, H., en: EINSTEIN A., *et al.*, *The Principle of Relativity*, *ob. cit.*, p. 75.

³⁰ EINSTEIN, A., *El significado de la relatividad*, *ob. cit.*, p. 43.

pio punto de vista, y puesto que la descripción de un fenómeno varía según la posición en el espacio-tiempo, habría que deducir que la descripción de la naturaleza será inevitablemente diferente en cada situación, de tal manera que *cualquier* afirmación científica perdería sentido. Partiendo de esta contradicción lógica, y animado por su búsqueda de unidad en la descripción física del mundo, lo que Einstein se propuso fue «reescribir» las leyes de la física en una forma tal que puedan ser «reconocidas» por cada observador, independientemente de la posición y del movimiento relativo entre ellos. Por esto, la «relativización» einsteiniana está muy lejos de un «relativismo» en sentido filosófico. Más bien, puede verse —e incluso Heidegger lo reconocerá, como veremos en breve— como un esfuerzo para buscar unas leyes «universales» de la naturaleza.

Desde el punto de vista epistemológico, evidentemente, la unificación de espacio y tiempo tiene un significado muy profundo: las leyes de la naturaleza adquieren una forma lógicamente más satisfactoria. Porque una teoría científica no responde únicamente a la necesidad de explicar unos hechos nuevos, que no pueden ser explicados por las teorías existentes. Esta razón es la más banal, algo que puede leerse tal vez retrospectivamente. Pero hay otra razón, quizás la más importante: «es el esfuerzo de unificar y de simplificar las premisas de la teoría en su conjunto»³¹. Este «principio formal», en la visión de Einstein, es lo que explica el progreso de la ciencia.

2.2. *Espacio, tiempo y materia*

A pesar de su esfuerzo de unificación, en la teoría de la relatividad especial sigue presente una discontinuidad lógica. El continuo tetra-dimensional que resulta de la unificación de espacio y tiempo mantiene el mismo carácter «absoluto» que poseían, cada uno a su manera, el tiempo y el espacio en la mecánica clásica. De alguna forma, esto quiere decir que el espacio-tiempo produce un efecto en la materia «contenida» en él, pero él mismo no es influido por las condiciones físicas del universo. Hay aquí una evidente contradicción lógica, porque es una actitud contraria al pensamiento científico «la concepción de algo (el continuo espacio-tiempo) que actúa por sí mismo pero sobre el cual no puede ejercerse ninguna acción»³².

Tal insatisfacción fue lo que animó Einstein a seguir desarrollando su teoría. Porque el objetivo de la ciencia, en su visión, tanto si se ocupa del hombre como de la naturaleza, es ordenar nuestras experiencias de modo tal que el todo forme un sistema lógico, sin rupturas o divisiones impuestas arbitrariamente.

Hay que observar que a ese mismo problema, antes de Einstein, ya se había enfrentado Mach. Este último había intentado modificar las ecuaciones de la mecánica de tal manera que la inercia de los cuerpos pudiera referirse al centro de todas las masas del universo, para que la «serie de las causas de los fenó-

³¹ EINSTEIN, A., «Sur la théorie de la gravitation généralisée», en: *Conceptions scientifiques*, Paris, Flammarion, 1990, p. 127.

³² EINSTEIN, A., *El significado de la relatividad*, ob. cit., p. 72.

menos mecánicos» pudiera cerrarse. Sin embargo, como ya se ha comentado, no hay manera de resolver este problema en el marco de la mecánica clásica. Solamente puede ser resuelto si las propiedades del espacio-tiempo están efectivamente influidas por la materia presente en el universo. Es justamente esto lo que afirma la teoría de la relatividad general³³. De esta forma, también el concepto de espacio-tiempo absoluto, desvinculado del contenido físico del universo, pierde definitivamente sentido, en nombre de una mayor coherencia lógica de toda la teoría. No en vano Einstein podrá afirmar que «el principal motivo de orgullo de la teoría es su unidad lógica»³⁴.

El «principio de la relatividad general» implica otra importante unificación: la equivalencia entre la inercia y el peso de un cuerpo, o más precisamente, entre la masa inercial y la masa gravitacional. Una vez más, no podría exagerarse la importancia de tal esfuerzo unificador: «La posibilidad de explicar la igualdad numérica de la inercia y de la gravitación por medio de la unidad de su naturaleza otorga a la teoría de la relatividad, según mi propia convicción, tal superioridad sobre las concepciones de la Mecánica clásica que todas las dificultades que se encuentran en el desarrollo deben considerarse comparativamente pequeñas»³⁵.

Las dificultades, de hecho, están realmente presentes. Para llegar a esta conclusión es necesario abandonar un elemento en el cual se ha apoyado nuestro pensamiento por más de dos mil años: la geometría euclidiana. Esto significa que incluso el concepto de «recta» pierde su sentido en la física relativista, sustituido por el de «línea geodésica»³⁶ de la geometría «no euclidiana» de Riemann³⁷. También en este caso, el alejamiento de una concepción realista resulta evidente: «Esta evolución (...) quita a las coordenadas espacio-tiempo cualquier existencia real. Lo métrico real sólo se presenta con la incorporación a las coordenadas espacio-tiempo de magnitudes matemáticas, que describen el campo gravitatorio»³⁸.

Con todo, el efecto más asombroso de la gravedad, según la teoría de la relatividad general, es el de «curvar» el espacio-tiempo. Evidentemente, es imposi-

³³ EINSTEIN, A., «Die Grundlagen der allgemeinen Relativitätstheorie», en: *Annalen der Physik*, 49, 1916, pp. 769-822 (trad. inglés: «The foundation of the general theory of relativity», en: EINSTEIN, A., et al., *The Principle of Relativity*, ob. cit., pp. 109-164).

³⁴ EINSTEIN, A., «¿Qué es la teoría de la relatividad?», en: *Mi visión del mundo*, ob. cit., p. 147.

³⁵ EINSTEIN, A., *El significado de la relatividad*, ob. cit., p. 74.

³⁶ Una línea geodésica podría definirse como la línea «más recta» entre dos puntos, lo que coincide con la definición «euclidiana» de una recta solamente en el caso de un espacio «plano», es decir —según la teoría de la relatividad general—, de un universo con densidad media de materia nula.

³⁷ La geometría «no euclidiana» utilizada por Einstein para describir la curvatura del espacio-tiempo tetra-dimensional fue desarrollada en el siglo XIX por el matemático Georg Riemann. Sin embargo, en su momento fue considerada como una cuestión matemática totalmente abstracta, hasta que Einstein propuso la idea de que el espacio-tiempo sigue efectivamente las propiedades de tal geometría.

³⁸ EINSTEIN, A., «Sobre la teoría de la relatividad», en: *Mi visión del mundo*, ob. cit., pp. 149-150.

ble visualizar el concepto de curvatura para un espacio-tiempo de cuatro dimensiones. En este caso, tampoco puede ayudarnos una «proyección» en el espacio tridimensional: al no poder observar el espacio «desde el exterior», no es posible imaginar cómo podría curvarse en alguna dirección. El físico Stephen Hawking nos ayuda a entender este asombroso resultado, contraponiendo el nuevo concepto de «campo gravitacional» a la vieja idea de «fuerza de atracción»: «Einstein hizo la sugerencia revolucionaria de que la gravedad no es una fuerza como las otras, sino que es una consecuencia de que el espacio-tiempo no sea plano, como previamente se había supuesto: el espacio-tiempo está curvado, o «deformado», por la distribución de masa y energía en él presente. Los cuerpos como la Tierra no están forzados a moverse en órbitas curvas por una fuerza llamada gravedad; en vez de esto, ellos siguen la trayectoria más parecida a un línea recta en un espacio curvo, es decir, lo que se conoce como una geodésica»³⁹.

En otros términos, cualquier cuerpo dotado de una cierta masa produce una curvatura del espacio-tiempo a su alrededor, y el grado de esta curvatura depende justamente de la masa del cuerpo. La relación entre la curvatura del espacio-tiempo y la distribución de la materia es la que establecen las «ecuaciones del campo» de Einstein, que constituyen la base de la cosmología contemporánea, permitiendo determinar la estructura a gran escala del universo⁴⁰.

Para terminar esta mirada hacia el significado de la relatividad, hay que resaltar el resultado seguramente más desconcertante de esta nueva visión del mundo, y el que más nos interesa en esta discusión. La curvatura determinada por la gravedad, en virtud de la profunda conexión entre el espacio y el tiempo, no concierne únicamente al espacio, sino al continuo tetra-dimensional de espacio-tiempo. En otros términos, las «deformaciones» producidas por la presencia de materia en el universo no conciernen solamente a las relaciones espaciales descritas por la geometría, sino también al *fluir del tiempo*. De esta forma, el tiempo pierde definitivamente su carácter absoluto y universal. No solamente las *mediciones* del tiempo dependen del estado del movimiento del observador, sino que la estructura global del espacio-tiempo está íntimamente conectada con la distribución de la materia. Cada cuerpo, por su propia masa, modifica su entorno espacio-temporal, y la correspondiente variación de la curvatura se refleja inevitablemente en la velocidad con la cual, al parecer, el tiempo *fluye*.

3. «TIEMPO FÍSICO» Y «TIEMPO INTUITIVO» EN LA LECTURA DE HEIDEGGER Y GÖDEL

¿Cuál es entonces la verdadera esencia del tiempo? O para volver a Heidegger: «¿Qué es el ahora? ¿Está el ahora a mi disposición? ¿Soy yo el ahora? ¿Es

³⁹ HAWKING, S., *Historia del tiempo*, Barcelona, Editorial Crítica, 1988, p. 51.

⁴⁰ Las ecuaciones de Einstein, sin embargo, no ofrecen una respuesta unívoca. Las diferentes soluciones de tales ecuaciones corresponden a los diferentes modelos cosmológicos «físicamente posibles». La cosmología contemporánea trata justamente de determinar cuál de estos modelos «posibles» corresponde a «nuestro» universo.

cualquier otra persona el ahora?»⁴¹. Según la teoría de la relatividad, esta pregunta ya no tiene sentido. Cada observador tiene su propio tiempo. «De ser así, yo mismo y cualquier otra persona sería el tiempo. Y en nuestro ser juntamente con otros seríamos el tiempo —todos y ninguno»⁴². Así, después de este breve recorrido para intentar capturar la esencia del tiempo, volvemos otra vez, en apariencia, a la duda agustiniana, con el agravante de saber que ya no hay respuesta. Pero solamente en apariencia. Porque el tiempo, para Einstein, sigue manteniendo algo «objetivamente real», aunque su realidad no pertenece al mundo subjetivo de nuestras percepciones, sino a un mundo «matemáticamente real» de cuatro dimensiones.

Es interesante observar cómo Heidegger comenta los puntos fundamentales de la concepción relativista: «El espacio no es nada en sí mismo; no existe ningún espacio absoluto. Sólo existe a través de los cuerpos y de las energías contenidos en él. Coincidiendo con una antigua afirmación aristotélica, tampoco el tiempo es nada en sí. Sólo existe como consecuencia de los acontecimientos que tienen lugar en el mismo. No hay un tiempo absoluto, ni una simultaneidad absoluta»⁴³. Y más adelante, aclarando el sentido de su comparación: «El tiempo es aquello en lo que se producen acontecimientos. Esto ya lo vio Aristóteles en relación con el modo fundamental de ser de las cosas naturales: el cambio, el cambio de posición, el movimiento»⁴⁴.

La referencia a Aristóteles es muy indicativa de la actitud inicial de Heidegger con respecto a la cuestión del tiempo. En la *Física*, Aristóteles había afirmado la eternidad del tiempo, ya que no puede haber un «antes» donde no haya tiempo⁴⁵. «¿Cómo podría haber un antes y un después si no existiera el tiempo? Es más, ¿cómo podría existir el tiempo si no existiera el movimiento? Porque si el tiempo es el número del movimiento, e incluso un cierto movimiento, y puesto que el tiempo existe siempre, entonces es necesario que el movimiento sea eterno»⁴⁶.

Como se puede ver, hay una radical oposición entre la concepción «física» de Aristóteles y la concepción «psicológica» de San Agustín, que entiende el tiempo como «duración» o «dilatación» de la mente⁴⁷. Heidegger intentó en vano recon-

⁴¹ HEIDEGGER, M., *El concepto del tiempo*, ob. cit., p. 32.

⁴² *Ibidem*.

⁴³ *Ibidem*, pp. 28-29.

⁴⁴ *Ibidem*, p. 29.

⁴⁵ Aristóteles desarrolla su concepción sobre el tiempo y el movimiento en el libro IV de la *Física*. Su argumentación puede ser resumida en los siguientes pasos: 1) El tiempo parece asociado al cambio y al movimiento; 2) Es evidente que el tiempo no es movimiento; 3) Pero sin cambio no hay tiempo; 4) «Por consiguiente, el tiempo es o un movimiento o algo perteneciente al movimiento. Pero puesto que no es un movimiento, tendrá que ser algo perteneciente al movimiento» (ARISTÓTELES, *Física*, Libro IV, 10-14, 217b29-224a17).

⁴⁶ ARISTÓTELES, *Física*, Libro VIII, 251b11-28.

⁴⁷ Es interesante observar que en la *Física* aparece una separación fundamental incluso con Platón, que en el *Timeo* había afirmado que el tiempo fue generado «simultáneamente con el cielo», anticipándose así a la idea agustiniana de una creación fuera del tiempo: «Sólo para Platón hay generación del tiempo, pues dice que fue generado simultáneamente con el cielo, y que el cielo fue generado» (ARISTÓTELES, *Física*, Libro VIII, 251b17-18). Aristóteles se refiere

ciliar estas dos visiones⁴⁸, intuyendo que la definición aristotélica incluía ambos aspectos del tiempo⁴⁹. Pero al entender finalmente que Aristóteles no se aleja del horizonte naturalista, se encontró con un abismo: la profundidad inexplorada del alma, sin la cual no hay numeración del movimiento y entonces tampoco el tiempo. A partir de este abismo Heidegger trató de liberar la cuestión del tiempo de ese horizonte naturalista, para llegar a entender el fenómeno en su originalidad. Todo esto lo conducirá a la conexión entre el ser-ahí y la temporalidad, que en su visión había quedado ocultada por la tradición aristotélica.

Pero hay algo más en la lectura heideggeriana de la teoría de Einstein. A diferencia de muchos otros, Heidegger es consciente de que el «aspecto positivo» de la teoría de la relatividad va más allá de la simple afirmación de que el tiempo, como todo, es relativo a un «yo» que observa y se pregunta sobre los fenómenos del mundo sensible: «Más allá de lo destructivo de esta teoría, fácilmente pasa desapercibido el aspecto positivo que demuestra la equivalencia de aquellas ecuaciones que describen los procesos naturales en cualesquiera transformaciones»⁵⁰.

Desde una perspectiva tan alejada, Heidegger se da cuenta así de que el significado esencial de la teoría de Einstein está en la posibilidad de superar la «subjetividad» del observador para llegar a una descripción unívoca de las leyes que gobiernan los fenómenos. De alguna manera, otro intento de llegar a una síntesis entre la subjetividad y la objetividad del tiempo. Más aún, podríamos añadir nosotros, la misma «subjetividad» del observador tiene un sentido esencialmente «objetivo» en la concepción relativista, porque depende únicamente de la posición y del movimiento del «observador» con respecto al continuo espaciotemporal, y no de la intuición o de la percepción sensorial de un «yo».

3.1. Gödel y la «inexistencia del tiempo»

En un interesante libro dedicado a Gödel, aun entrando de forma marginal en el tema de la teoría de la relatividad, Rebecca Goldstein nos ofrece una imagen muy sugestiva de la aparente dicotomía entre tiempo físico y tiempo intuitivo:

aquí al *Timeo* (28b), en el cual Platón concibe el tiempo como la imagen móvil de *Aiôn* (37d) y lo identifica con el movimiento del cielo (38b).

⁴⁸ Esta intuición, desarrollada por Heidegger a principios de los años veinte y recogida en sus cursos sobre Aristóteles, tenía que confluír en una monografía sobre este autor, un proyecto finalmente abandonado por el surgir de su nueva tesis sobre la temporalidad como esencia de la vida humana (cf. VOLPI, F., en: HEIDEGGER, M., *Il concetto del tempo*, Milano, Adelphi, 1998).

⁴⁹ Al aspecto psicológico del tiempo parece efectivamente referirse Aristóteles en algunos pasajes de la *Física*, al poner en relación la implicación entre tiempo y movimiento con la consideración del cambio en nuestro pensamiento: «Pero sin cambio no hay tiempo; pues cuando no cambiamos en nuestro pensamiento o no advertimos que estamos cambiando, no nos parece que el tiempo haya transcurrido» (ARISTÓTELES, *Física*, Libro IV, 218b20-22). Para una discusión sobre la interpretación de este pasaje de la *Física* véase AOIZ, J. (2005), «No hay tiempo sin cambio», en: *Apuntes Filosóficos*, vol. 14, n. 27; según este autor, sin embargo, el propósito de Aristóteles no es mostrar la dependencia del tiempo con respecto a nuestro pensamiento, sino la relación entre el tiempo y cualquier cambio —tanto interno como externo—.

⁵⁰ HEIDEGGER, M., *El concepto del tiempo*, ob. cit., p. 29.

«En la física de Einstein el tiempo no transcurre, no fluye unidireccionalmente desde el pasado fijo hasta un futuro incierto. (...) Las distinciones que establecemos entre pasado, presente y futuro —distinciones de gran carga emocional sin las que nos sería imposible siquiera pensar en describir nuestro mundo interior— sólo son relevantes dentro de ese mundo interior. El tiempo objetivo, tal como lo define la teoría de la relatividad, no tolera distinción entre pasado, presente y futuro. O como le dijo Einstein a Rudolf Carnap, “la experiencia del presente significa algo especial para el hombre, algo fundamentalmente diferente del pasado y del futuro, pero tan importante diferencia no se da, ni puede darse, en física”»⁵¹.

Es precisamente en esta dirección, intentando poner en entredicho el sentido intuitivo del tiempo, que Gödel «se apropió» de la teoría einsteiniana para demostrar la «inexistencia del tiempo». En un artículo dedicado a las implicaciones filosóficas de la teoría de la relatividad, Gödel dio forma a una reflexión que evidentemente ya tenía un lugar importante en sus especulaciones científico-filosóficas, ofreciendo una vez más un ejemplo de su admirable capacidad de enfrentarse a un concepto intuitivo a partir de procedimientos formales.

La naturaleza del problema filosófico al cual quiere enfrentarse queda inmediatamente clara en la frase de apertura: «Uno de los aspectos más interesantes de la teoría de la relatividad para una persona con intereses filosóficos consiste en el hecho que proporcionó una visión nueva y sorprendente de la naturaleza del tiempo»⁵². A partir de ahí, empieza a dibujar el camino para demostrar la «inexistencia» del concepto intuitivo del tiempo. «Dicho brevemente, parece que obtenemos una prueba inequívoca de la concepción de los filósofos que, como Parménides, Kant y los idealistas modernos, niegan la objetividad del cambio y consideran que el cambio es una ilusión o una apariencia debida a nuestro esencial modo de percepción»⁵³.

En la visión de Gödel, la teoría de la relatividad permite por primera vez plantear la cuestión del tiempo a través de procedimientos matemáticos formales. «Su método para la filosofía del tiempo —observa Palle Yourgrau— se plasmó así en un asalto frontal a las implicaciones ontológicas de la teoría de la relatividad. ¿Pueden mantenerse de forma consistente la existencia del tiempo, entendido de manera intuitiva, y la verdad de la teoría de la relatividad?»⁵⁴. Gödel, en otros términos, pone otra vez en primer plano la cuestión de la posible coincidencia del «tiempo intuitivo» con el «tiempo físico», un problema que el mismo Einstein había tratado evitar y que la filosofía no había sabido entender.

En términos formales, esta cuestión corresponde a preguntarse si la componente temporal del espacio-tiempo relativista sea realmente un «tiempo». Ahora bien, la existencia de la materia en el universo complica aparentemente el discurso, porque parecería que el «tiempo cósmico» —es decir, el tiempo que

⁵¹ GOLDSTEIN, R., *Gödel. Paradoja y vida*, Barcelona, Antoni Bosch editor, 2005, p. 225.

⁵² GÖDEL, K., *Una observación sobre la relación entre la teoría de la relatividad y la filosofía idealista*, *ob. cit.*, p. 387.

⁵³ *Ibidem*, p. 388.

⁵⁴ YOURGRAU, P., *ob. cit.*, p. 148.

se refiere a un sistema de coordenadas que sigue el «movimiento medio de la materia» en el universo— pueda tener un significado casi universal. El propio Gödel, de hecho, admite que en todas las soluciones cosmológicas conocidas los «tiempos locales» de los observadores «se unen» de forma inequívoca en un tiempo cósmico universal. De esta forma, la idea intuitiva de un tiempo absoluto y objetivo parecería a salvo.

Pero ahí está la desconcertante irreverencia de Gödel hacia el «sentido común de la razón», la misma que le había permitido demostrar su célebre teorema de incompletitud⁵⁵. Él muestra la existencia de una solución muy peculiar de las ecuaciones de Einstein (más bien, un conjunto de soluciones), correspondiente a una geometría tan extrema que la componente temporal del espacio-tiempo ya no puede representarse como un tiempo intuitivo. En un mundo con estas propiedades —lo que después se llamó un «universo de Gödel»— sería incluso posible «viajar a través del tiempo», porque la componente temporal del espacio-tiempo es de hecho equivalente a las otras dimensiones espaciales, perdiendo cualquier rasgo de la idea intuitiva del tiempo. «Esta situación —reconoce Gödel— parece implicar un absurdo. Pues le permite a uno viajar, por ejemplo, al pasado reciente de los lugares en los que él mismo ha vivido. Allí encontraría una persona que sería uno mismo en un período anterior de su vida»⁵⁶.

Lo que era pasado, en definitiva, nunca pasó definitivamente. Pero un tiempo que nunca pasa no puede coincidir con el sentido intuitivo del tiempo... Así, a través de un procedimiento formalmente incontestable, Gödel demuestra la «inexistencia del tiempo». La idea de un lapso objetivo de tiempo, y con ello el sentido intuitivo del tiempo, no puede existir en universos con tales «formas y propiedades». Consecuentemente, si la teoría de la relatividad es válida, el tiempo intuitivo ya no lo es.

Tal argumentación, evidentemente, tiene sentido para universos «posibles» de este tipo, que ciertamente no tienen mucho a ver con «nuestro» universo. Pero aquí se revela el platonismo matemático de Gödel: lo que es matemáticamente posible es al mismo tiempo necesario, y por lo tanto real. En su visión, la sola existencia de *otras* soluciones para las ecuaciones de Einstein, en las cuales la posibilidad de definir un tiempo universal resulta imposible, introduce una asimetría insalvable. Mantener un significado absoluto del tiempo, a pesar de que en algunos universos *posibles* éste no pueda darse, significaría hacerlo depender de una particular configuración de la materia en nuestro universo. Mas desde un punto de vista filosófico, la existencia de un sentido objetivo del

⁵⁵ En 1931, con sólo veinticuatro años, Gödel formuló el teorema de incompletitud, una extraordinaria demostración lógico-matemática dividida en dos partes: 1) Cualquier sistema de axiomas o postulados de los cuales se pueda derivar una aritmética capaz de satisfacer criterios matemáticos razonables es necesariamente incompleto; 2) Si un sistema de axiomas para la aritmética es realmente consistente, no se puede demostrar su consistencia mediante el propio sistema.

⁵⁶ GÖDEL, K., *Una observación sobre la relación entre la teoría de la relatividad y la filosofía idealista*, *ob. cit.*, p. 391.

tiempo solamente podría depender de las leyes de la naturaleza, como propiedad ontológica fundamental de *todos* posibles universos. Como todas las verdades de las matemáticas, también el tiempo o es algo necesario, o *no es*.

De esta forma, tal como había hecho con su teorema de incompletitud, a partir de un procedimiento formal Gödel establece los límites del concepto intuitivo del tiempo, demostrando la imposibilidad de su representación formal. Así, concluye Yourgrau, «la teoría que [Einstein] había ideado para capturar el tiempo, para definirlo en términos matemáticos y convertirlo en asimilable para la comprensión humana, en manos de Gödel, había conseguido hacer desaparecer el tiempo»⁵⁷.

Einstein quedó sin duda impresionado. En su respuesta al artículo de Gödel, le concedió el mérito de contribuir al análisis del concepto de tiempo en la teoría de la relatividad. Sin embargo, aunque el procedimiento formal de su «demostración» le parecía correcto, no quiso darle una gran transcendencia física, tomando más bien la distancia a la espera de una posible «falsación» por parte de la física⁵⁸. A partir de ahí, el silencio en torno a la enigmática afirmación de la «inexistencia del tiempo» fue casi total. Pero Gödel no quería simplemente negar la existencia del tiempo, ni poner en entredicho la validez de la teoría de la relatividad. Su argumentación lógica es más sutil, y a la vez no deja espacio a dudas: si la teoría de la relatividad es correcta, el sentido intuitivo del tiempo es una ilusión. O en otros términos, la teoría de la relatividad no puede captar la esencia intuitiva del tiempo, porque nuestra intuición nos traiciona. El propio Einstein —como hemos visto— ya se había dado cuenta de esta disonancia: nuestra intuición del tiempo «no encaja» con los hechos de la física.

Con todo, también para Gödel cada teoría es especulación. La esencia de las cosas puede tal vez alcanzarse, pero solamente por «aproximaciones sucesivas». «En el estado imperfecto de la física actual, de todas formas —escribió Gödel en otro artículo dedicado al sentido filosófico de la relatividad—, no puede afirmarse con un grado razonable de certeza que el esquema del espacio-tiempo de la teoría de la relatividad describa realmente la estructura objetiva del mundo material. Tal vez, hay sólo que considerarlo como un paso más allá de la apariencia y en dirección a las cosas»⁵⁹.

⁵⁷ YOURGRAU, P., *Un mundo sin tiempo*, ob. cit., p. 152.

⁵⁸ «El problema involucrado aquí me perturbó ya en el momento en que estaba construyendo la teoría general de la relatividad, sin que pudiera llegar a clarificarlo. Al margen por completo de la relación entre la teoría de la relatividad y la filosofía idealista o cualquier formulación filosófica de problemas, (...) una cosa es clara: la distinción entre antes y después es abandonada en las soluciones de Gödel para puntos-mundo que están muy aparte, en un sentido cosmológico. (...) Será interesante sopesar si habrá o no necesidad de excluir éstas [soluciones cosmológicas] sobre bases físicas» [EINSTEIN, A., «Reply to Criticism», en: SCHILPP, P. (ed.), *Albert Einstein: Philosopher-Scientist*, citado en WANG, H., *Reflexiones sobre Kurt Gödel*, Madrid, Alianza Universidad, 1991, p. 254].

⁵⁹ GÖDEL, K., *Some observations about the relationship between theory of relativity and kantian philosophy*, en: FEFERMAN, S., et al. (eds.), *Kurt Gödel Collected Works, Volume III*, Oxford, Oxford University Press, 1995, p. 240.

4. CONCLUSIONES

La concepción einsteiniana del espacio-tiempo, como se ha visto, se basa en algunos principios lógicos sobre las transformaciones entre diferentes sistemas de coordenadas y sobre una particular caracterización matemática del concepto de campo gravitacional. Como escribe Gödel, «se puede decir que la teoría de la relatividad (en particular modo la teoría de la relatividad general) debe sus orígenes, quizás más que cualquier otra teoría física, a la aplicación consistente de algunos principios muy generales»⁶⁰.

Para algunos, el intento de comprender la verdadera esencia de las cosas —y de algo tan indescifrable como el tiempo— a partir de principios tan abstractos puede resultar difícilmente aceptable, y tal vez sea ésta la razón por la cual la teoría einsteiniana no ha sido nunca aceptada del todo en determinados contextos filosóficos. Una vez más, podría verse como un intento de llegar a conclusiones ontológicas a partir de premisas epistemológicas, según el esquema positivista. Pero no es así. En la visión de Einstein, simplemente, cada teoría es especulativa, y en la medida en que pretende ganar en profundidad tiene que renunciar a la ventaja intuitiva del «contacto estrecho con la experiencia» para buscar la simplicidad lógica y la unidad en los fundamentos de la teoría.

En un pasaje muy bello de un ensayo sobre el significado de la relatividad, Einstein expresa muy claramente esa idea de una fundamentación lógica, dejando entender al mismo tiempo la verdadera motivación que está a la raíz de toda búsqueda: «Existe una pasión para entender tal como existe una pasión para la música. Esta pasión es más bien común en los niños, pero se pierde con la edad en la mayoría de las personas. Sin esta pasión no habría ni matemáticas, ni ciencias de la naturaleza. Muchas veces ella ha conducido a la ilusión de que el hombre es capaz de entender el mundo objetivo racionalmente, a través del pensamiento puro, sin algún fundamento empírico —en breve, a través de la metafísica—. Yo creo que cada verdadero teórico es una especie de metafísico domesticado, por fuerte que sea su convicción de ser un «positivista» puro. El metafísico cree que lo que es lógicamente simple es también real. El metafísico domesticado cree que lo que es lógicamente simple no está totalmente contenido en la realidad experimental, pero que la totalidad de la experiencia sensible puede ser entendida sobre la base de un sistema conceptual construido a partir de premisas de gran simplicidad»⁶¹.

Ahora bien, el punto fundamental para entender la distancia de Einstein de una concepción positivista es que este sistema conceptual, aunque por sí mismo no puede garantizar la «verdad» del conocimiento científico, es lo que constituye para él la razón de ser de la ciencia. «El escéptico diría: “Podría ser muy

⁶⁰ *Ibidem*, p. 246.

⁶¹ EINSTEIN, A., «Sur la théorie de la gravitation généralisée», en: *Conceptions scientifiques*, *ob. cit.*, pp. 127-128.

bien que este sistema de ecuaciones fuera razonable desde el punto de vista lógico, pero esto no prueba que sea conforme a la naturaleza". Tenéis razón, querido escéptico. Solamente la experiencia puede decidir sobre la verdad. Pero nosotros hemos realizado algo, si hemos conseguido formular una cuestión significativa y precisa»⁶². Otra vez nos viene a la mente aquella afirmación de Heidegger: más allá de la respuesta, lo que cuenta es la pregunta, o el cómo se llega a la pregunta...

Esta distinción entre la esencia de las cosas y lo que efectivamente puede alcanzar la ciencia nos remite al discurso sobre la filosofía kantiana. Como hemos visto, Einstein —coincidiendo en esto con Gödel— rechaza la idea kantiana de que la ciencia tenga que ver solamente con las «apariencias» de las cosas. Pero en este rechazo hay sin embargo un matiz importante. Porque él es consciente de que no hay nada, desde el punto de vista de la física, que justifique que una teoría «lógicamente simple» sea al mismo tiempo verdadera. En otros términos, para él tiene sentido hablar de una «esencia de las cosas», y tal vez no sea imposible incluso acercarse a ella, pero ésta se halla en una dimensión que no necesariamente coincide con la de nuestra sensibilidad, ni con las «estructuras lógicas» de nuestra mente. Por ello, a diferencia de Kant, Einstein reconoce algún sentido «real» al tiempo, pero solamente a un espacio-tiempo en cuatro dimensiones, que está fuera de nuestra posibilidad de intuición sensible. Y al mismo tiempo, de acuerdo con Kant, admite que el tiempo «en una dimensión», como realidad en sí, no es nada⁶³.

Para darnos cuenta de la peculiaridad de la posición de Einstein, oscilante en cierto sentido entre el realismo y el idealismo, hay que pensar que la concepción positivista que dominaba en la ciencia europea a principios del siglo xx rechazaba en general la idea de una realidad «más allá» de lo perceptible por la sensibilidad humana, y no solamente —tal como afirma Kant— la posibilidad de llegar a ella. Por ello, en la visión de Mach, las teorías científicas deben erigirse sobre la información que obtenemos del mundo exterior a través de las sensaciones, tratando de encontrar las descripciones más simples posibles de las relaciones existentes entre ellas.

Esta idea está ciertamente en la base de la teoría de la relatividad especial, como ya se ha podido entender. Sin embargo, aun reconociendo una «influencia general» de Mach en su concepción científica —sobre todo por haber demostrado que los más importantes problemas de la física están relacionados con los principios básicos—, Einstein se aleja de él justamente en lo que concierne a la idea de realidad. Como escribió en una carta a su amigo Michele Besso, comentando la influencia de Mach en su pensamiento científico y filosófico, Einstein veía su punto débil en el hecho de ignorar «el elemento constructivo libre en la elaboración de un concepto. [Mach] Pensaba de alguna manera que las teorías son el resultado de un *descubrimiento* y no de una *invención*. (...) Si hubiese sido

⁶² *Ibidem*, pp. 150-151.

⁶³ Cf. MALQUORI, D., «El acercamiento kantiano a la cuestión del tiempo», en: *Lletres de Filosofia i Humanitats*, 2011 (aceptado).

completamente consecuente, no solamente habría debido rechazar el atomismo, sino también la idea de una realidad física»⁶⁴.

En cambio, el hecho de que nuestras experiencias sensibles puedan ser «ordenadas» a través del pensamiento puro es para Einstein lo más extraordinario de nuestro ser-en-el-mundo: «se puede decir que “el eterno misterio del mundo” es su comprensibilidad. Es uno de los grandes logros de Kant el haber reconocido que no tendría sentido imaginar un mundo externo real sin esta comprensibilidad»⁶⁵.

Tan sólo mirando a esta frase se puede entender la influencia de la filosofía kantiana en la evolución de la concepción científica de Einstein. Como afirma también Palle Yourgrau, «la lectura que Einstein hizo de Kant contribuyó en gran medida a liberarlo de la confianza excesiva en los datos sensibles inmediatos, a los cuales muchos de sus contemporáneos, en especial Ernst Mach, eran susceptibles»⁶⁶.

No obstante, hay también una distinción importante con respecto a Kant, que pone en entredicho esta lectura de un «idealismo trascendental» en Einstein. Porque el significado de esta «conceptualización» del mundo cambia fundamentalmente en las dos visiones. Para Einstein, los conceptos se refieren a experiencias de los sentidos, pero no necesariamente se pueden deducir de éstos de una manera lógica. Por este motivo él no comprende la pregunta kantiana sobre lo *a priori*: «las preguntas sobre la esencia de algo sólo pueden intentar descubrir el carácter del conjunto de experiencias sensoriales al que se refieren los conceptos»⁶⁷.

Si pensamos en el significado de la relación entre espacio, tiempo y materia, quedará claro el sentido de tal afirmación. Y por otro lado, resultará igualmente claro el rechazo de Mach de la teoría de Einstein: «Mach rechazó con encarnizamiento la teoría de la relatividad restringida. (Ya no vivía en la época de la teoría de la relatividad general.) La teoría le parecía sobrepasar en especulación todo cuanto está permitido. No sabía que este carácter especulativo pertenece también a la mecánica de Newton y, en general, a toda teoría imaginable»⁶⁸.

Einstein estaría así entre Kant y Mach, pero distanciándose de ambos. Su confianza en la fundamentación lógica de la física le hace entrever la posibilidad de llegar a la «verdad» de las cosas. Pero se trata más bien, como se ha visto, de una actitud general frente al misterio del mundo, que no le impide ver los límites de nuestra representación lógica. Mas fuera de esta representación, que concierne esencialmente a la *relación* entre las cosas, no hay nada...

En esta nada puede quizás leerse el verdadero punto de unión, no solamente entre Kant y Einstein, sino (con pocas excepciones) entre todos los que han

⁶⁴ EINSTEIN, A., *Correspondencia con Michele Besso*, Barcelona, Tusquets, 1994, pp. 353-354.

⁶⁵ EINSTEIN, A., «La physique et la réalité», en: *Conceptions scientifiques*, ob. cit., p. 23.

⁶⁶ YOURGRAU, P., ob. cit., p. 32.

⁶⁷ EINSTEIN, A., «El problema del espacio, del éter y del campo, en la física», en: *Mi visión del mundo*, ob. cit., p. 166.

⁶⁸ EINSTEIN, A., *Correspondencia con Michele Besso*, ob. cit., p. 354.

reflexionado sobre el misterio inagotable del tiempo. Y a pesar de ello, nadie parece haber llegado a una respuesta definitiva: tanto la ciencia como la filosofía, no pudiendo conformarse con esa nada, siguen incansablemente en su búsqueda, reinventando y haciendo desaparecer nuevamente el tiempo, tal como hizo Gödel.

BIBLIOGRAFÍA

- SAN AGUSTÍN: «Civitas Dei», en: *Opera Omnia*, VII, Paris, Garnier, 1900.
 — *Confesiones*, Madrid, Alianza Editorial, 1999.
- AOIZ, JAVIER: «No hay tiempo sin cambio», en: *Apuntes Filosóficos*, vol. 14, n. 27, 2005.
- ARISTÓTELES: *Física*, Madrid, Gredos, 1995.
- DAVIES, PAUL: *La mente de Dios*, Madrid, McGraw-Hill/Interamericana de España, 1993.
- EINSTEIN, ALBERT: *Conceptions scientifiques*, Paris, Flammarion, 1990.
 — *Correspondencia con Michele Besso*, Barcelona, Tusquets, 1994.
 — *El significado de la relatividad*, Madrid, Colección Austral, 2005.
 — *Mi visión del mundo*, Barcelona, Tusquets, 1995.
- EINSTEIN, ALBERT, *et al.*: *The Principle of Relativity*, New York, Dover, 1952.
- ELLIS, GEORGE: «Issues in the Philosophy of Cosmology», en: BUTTERFIELD, J. - EARMAN, J. (eds.), *Handbook in Philosophy of Physics*, Amsterdam, Elsevier, 2006.
- GÖDEL, KURT: «Some observations about the relationship between theory of relativity and kantian philosophy», en: FEFERMAN, S., *et al.* (eds.), *Kurt Gödel Collected Works*, vol. III, Oxford, Oxford University Press, 1995.
 — «Una observación sobre la relación entre la teoría de la relatividad y la filosofía idealista», en: *Obras completas*, Madrid, Alianza Editorial, 2006.
- GOLDSTEIN, REBECCA: *Gödel. Paradoja y vida*, Barcelona, Antoni Bosch editor, 2005.
- HAWKING, STEPHEN: *Historia del tiempo*, Barcelona, Editorial Crítica, 1988.
- HEIDEGGER, MARTIN: *El concepto del tiempo*, Madrid, Trotta, 1999.
- KANT, IMMANUEL: *Crítica de la razón pura*, Madrid, Alfaguara, 1978.
 — *Pensamientos sobre la verdadera estimación de las fuerzas vivas*, Berna, Lang, 1988.
 — *Prolegómenos a toda metafísica del futuro*, Buenos Aires, Losada, 2005.
- MALQUORI, DIEGO: «El acercamiento kantiano a la cuestión del tiempo», en: *Lletres de Filosofia i Humanitats*, 2011 (aceptado).
 — *El concepto del tiempo*, tesis de DEA, Facultat de Filosofia, Universitat Ramon Llull, 2009.
- PRIGOGINE, ILYA: *El nacimiento del tiempo*, Barcelona, Tusquets, 1991.
- REES, MARTIN: *Antes del principio*, Barcelona, Tusquets, 1999.
- WANG, HAO: *Reflexiones sobre Kurt Gödel*, Madrid, Alianza Universidad, 1991.
- YOUNGRAU, PALLE: *Un mundo sin tiempo*, Barcelona, Tusquets, 2007.

Facultat de Filosofia,
 Universitat Ramon Llull
 dmalquori@gmail.com

DIEGO MALQUORI

[Artículo aprobado para publicación en diciembre de 2011]

