

EINSTEIN Y EL REALISMO CIENTIFICO

Los grandes creadores de la ciencia han experimentado con frecuencia una interacción entre los criterios científicos y las ideas filosóficas subyacentes a su trabajo investigador. La filosofía contiene unas convicciones fundamentales acerca de la realidad y la ciencia se aproxima a ella de modo concreto. La filosofía implícita o explícita de un científico puede animarle a un tipo de investigación, aunque también podría serle perturbadora, mientras la ciencia, por su parte, quizá le invite a alguna revisión de sus presupuestos filosóficos.

Esta relación dinámica se observa de modo particular en Einstein, la gran figura científica del siglo xx (1879-1955). El mismo ha dicho que, aunque el hombre de ciencia sea un filósofo mediocre, cuando llega el momento de encontrar nuevos fundamentos para la física, el físico debe hacer de filósofo porque sabe dónde le aprieta el zapato.¹

El estudio del pensamiento filosófico de los científicos, como el de Einstein, requiere sin duda algunas cautelas hermenéuticas. Tratándose de una filosofía no elaborada con el rigor del análisis especializado, se pueden pasar por alto con indulgencia algunos defectos expositivos, aunque al frecuentar los escritos de Einstein se ve que él, dentro de su sobriedad, no habla a la ligera y posee un pensamiento filosófico muy coherente y seguro de sí. Nos interesa conocerlo, quizá no tanto para aprender más filosofía —aunque esto tampoco ha de descartarse— sino para ver cómo la filosofía influye en su trabajo específico (un influjo normalmente no directo o deductivo, sino más bien orientativo, pues se produce en un ámbito muy heterogéneo).

¹ Cfr. A. EINSTEIN, *Pensieri degli anni difficili*, Boringhieri, Tumin, 1965, p. 37 (en inglés, *Out of My Later Years*, Philosophical Library, New York, 1950). En adelante cito esta obra como *Pensieri*. El nombre de Einstein será omitido en las sucesivas referencias en nota. Utilizo traducciones italianas en vez de castellanas, dado que he preparado este escrito en mi sitio habitual de trabajo en Roma.

La "filosofía einsteniana" de la ciencia y de la naturaleza surge en él como fruto de la reflexión sobre su propio trabajo, si bien a la vez estuvo guiada por la lectura de algunos filósofos, ya desde su juventud. Al mismo tiempo, esa filosofía le empujaba en su tarea, incluso orientándole por cierta ruta. Su insatisfacción final ante la física cuántica tiene que ver con su peculiar modo de concebir el realismo y la objetividad científica.

Los filósofos que más le influyeron, en variable medida, son Hume, Kant, Spinoza, Schopenhauer, Mach, Poincaré y Schlick, aunque de todos estos su ideal del filósofo corresponde centralmente a la figura de Spinoza, y en filosofía de la ciencia es muy deudor de los tres últimos mencionados, y quizá habría que mencionar de modo especial a Poincaré (ya que él se alejó progresivamente de Mach y de Schlick). Por otra parte, siempre manifestó su desacuerdo con Kant. Einstein ciertamente no era un filósofo, pero leía filosofía, la comprendía bien, y se atrevió incluso a criticar a Bertrand Russell, considerando inadecuado el temor a la metafísica proveniente de la filosofía criticista de Hume.²

1. *La vocación especulativa*

La posición epistemológica de Einstein es en apariencia fuertemente realista. Al final de una conversación con Abraham Pais sobre la teoría cuántica en torno a 1950, en Princeton, Einstein le preguntó: "¿Verdaderamente está Ud. convencido de que la Luna existe sólo si se la mira?"³ Pero su realismo es muy polifacético y no tiene nada de ingenuo. Einstein era un espíritu fino: el hombre de ciencia puede parecer a veces a los ojos de un epistemólogo —escribe— "como un realista, porque intenta describir el mundo independientemente de sus actos de percepción; como un idealista, porque considera que los conceptos y las teorías son libres invenciones del espíritu humano (no deducibles

² Cfr. *Remarks on Bertrand Russell's Theory of knowledge*, en la obra colectiva *The Philosophy of Bertrand Russell*, ed. P. A. Schilpp, Evanston (Illinois), 1946, pp. 279-291. Einstein sostiene que no hay ninguna dificultad en asumir la existencia de una "cosa", el objeto físico, como concepto independiente en un sistema, junto con su estructura espacio-temporal. Russell replica diciendo que los conceptos dependen de la experiencia y ejemplifica (algo trivialmente) que Heráclito, si hubiera vivido en el norte de Europa, nunca habría dicho que no nos podemos bañar dos veces en el mismo río (cfr. *ibid.*, pp. 696-698).

³ A. PAIS, "Sottile è il Signore...". *La scienza e la vita di Albert Einstein*, Boringhieri, Turín 1986, p. 15 (orig., "Subtle is the Lord...". *The Science and Life of Albert Einstein*, Oxford University Press, 1982). Con esta anécdota comienza Pais su biografía científica de Einstein.

lógicamente del dato empírico); como un positivista, porque considera que sus conceptos y teorías se justifican sólo en la medida en que suministran una representación lógica de las relaciones entre las experiencias sensoriales. Puede incluso parecerle un platónico o un pitagórico, en cuanto considera el criterio de la simplicidad como instrumento indispensable y eficaz para su investigación".⁴ Y en verdad esta serie de afirmaciones (quitando los resectivos calificativos filosóficos) constituye en su conjunto una estupenda síntesis de la filosofía de la ciencia de Einstein.

El punto de arranque de esta filosofía es, a nuestro parecer, una profunda vocación especulativa. En Einstein está viva la admiración ante la naturaleza en un sentido genuinamente aristotélico. Ya a los 4 ó 5 años experimentó el "maravillarse" ante un fenómeno que se salía del mundo habitual de sus conceptos, cuando su padre le mostró una brújula.⁵ En su adolescencia, su breve apasionamiento religioso y su sucesiva entrega a la ciencia significaron un movimiento espiritual extático, un "salir de sí mismo", de la esfera de lo "puramente personal", porque "fuera estaba este enorme mundo, que existe independientemente de nosotros, seres humanos, y que está frente a nosotros como un grande, eterno enigma, accesible sólo parcialmente a nuestra observación y a nuestro pensamiento. La contemplación de este mundo me atrajo como una liberación (...) La posesión intelectual de este mundo extrapersonal se iluminó en mi mente, de un modo más o menos consciente, como la meta más alta entre las que se conceden al hombre".⁶ El eterno misterio del mundo es su misma comprensibilidad, escribirá en otra ocasión: el hecho de que el mundo de nuestras experiencias sensoriales sea comprensible es un verdadero milagro.⁷

La convicción realista de Einstein no es una fría posición gnosológica, sino una vivencia especulativa radical que se relaciona con un estupor religioso ante la realidad. Está ciertamente en el origen profundo de su labor científica: "Cuando pregunté en cierta ocasión al profesor Einstein —declara Reichenbach— cómo había encon-

⁴ *A. Einstein, scienziato e filosofo* (autobiografía de Einstein y ensayos de varios autores), ed. P. A. Schilpp, Einaudi, Turín, 1958, en la réplica de Einstein a las observaciones de los ensayos, p. 629. En adelante citamos esta obra como *Scienziato*.

⁵ Cfr. *Scienziato*, p. 6.

⁶ *Scienziato*, p. 4. Más adelante añade que en una persona como él, "el elemento decisivo del desarrollo interior está en el hecho de que poco a poco el interés predominante se separa de lo inmediato y puramente personal para tender a la posesión intelectual de las cosas" (p. 5). Su insatisfacción ante la física cuántica se ha de entender a la luz de esta tensión especulativa, ante la cual los recursos indeterministas le parecían un pragmatismo fácil.

⁷ Cfr. *Pensieri*, pp. 38-39.

trado su teoría de la relatividad, respondió que la había descubierto porque estaba profundamente convencido de la armonía del universo".⁸ La perseverancia del trabajo de Max Planck, explicaba Einstein en 1918, con motivo del 60º cumpleaños del creador de la física cuántica, no se debía a una extraordinaria energía o autodisciplina, como muchos pensaban, sino a ese tipo de fuertes sentimientos propio de las personadas religiosas o enamoradas.⁹

Einstein conocía muy bien a Planck, y coincide con él plenamente cuando afirma que "la fe en un mundo externo independiente del sujeto que lo percibe es la base de toda la ciencia natural. Pero como la percepción de los sentidos nos informa sólo indirectamente de este mundo externo o 'realidad física', nosotros sólo con medios especulativos podemos aferrarla".¹⁰ Al tratarse de la convicción de que existe algo trascendente y maravilloso, Einstein la califica de "religiosa": él así lo experimentaba de una manera completamente sincera. "No encuentro una expresión mejor que el término religioso para indicar esta confianza en el carácter racional de la realidad y en que sea accesible, al menos en cierta medida, a la razón humana. Donde este sentimiento está ausente, la ciencia degenera en un empirismo sin sentido. Lo lamento si los curas se aprovechan de esto, no tiene remedio".¹¹

2. *Aversión al positivismo*

La vena especulativa de Einstein se coloca en las antípodas del positivismo. La aversión einsteniana al positivismo, con otras palabras, se entiende en función de su convicción metafísica de que el mundo es independiente del yo, y que se capta sólo intelectualmente. En su réplica a las observaciones de Reichenbach, Einstein imagina una discusión entre este autor y Poincaré (que en realidad repre-

⁸ H. REICHENBACH, *Il significato filosofico della teoria della relatività*, en *Scienziato*, p. 240. Hace mal Reichenbach en desestimar esta respuesta, diciendo que a él no le interesa el descubrimiento, sino la justificación lógica de la teoría. "Mi trabajo científico —escribe en otra ocasión— está motivado por un deseo irresistible de entender los secretos de la naturaleza y por ningún otro sentimiento" (*Albert Einstein. The Human Side. New Glimpses from his Archives*, selección y edición de textos por H. Dukas y B. Hoffmann, Princeton Univ. Press, Princeton, 1979, p. 18; citaremos esta obra como *Human Side*).

⁹ Cfr. *Comment je vois le monde*, Flammarion, 1934, p. 156. Citaremos esta obra como *Monde* (texto en inglés, *The World as I see It*, Covici-Friede, Nueva York, 1934; la obra está recogida con otros ensayos en *Ideas and Opinions*, Crown, Nueva York, 1954).

¹⁰ *Monde*, p. 194 (de una publicación de 1931).

¹¹ Carta a M. Solovine del 1-1-1951, en *Lettres à Maurice Solovine*, Gauthier-Villars, París, 1956, p. 110.

sentía la posición de Einstein), aunque rápidamente prefiere dejar el personaje, "porque el respeto de quien escribe por las superiores cualidades de Poincaré, como pensador y escritor, no lo permite,¹² substituyéndolo por un anónimo "no-positivista",¹³ lo cual es muy significativo de las predilecciones intelectuales de Einstein y de su neta posición antipositivista.

Concebir la ciencia como una pura correlación de sensaciones (Mach) es no superar el antropomorfismo, ya que la sensación es siempre relativa al observador. El único modo de evitar el solipsismo es distinguir entre el conocimiento sensible e intelectual.¹⁴ "La física es un intento de aferrar conceptualmente la realidad, tal como se la concibe independientemente del hecho de que sea observada".¹⁵ El error de Ostwald y Mach, que les llevó a no admitir la realidad de los átomos, fue su postura positivista, es decir, creyeron que los hechos de la experiencia podrían traducirse directamente en conocimiento científico, sin la construcción conceptual, libre de la experiencia, la única que lleva a la realidad inteligible.¹⁶ También en este punto Einstein converge con Plack¹⁷ (y, más atrás, con Platón): la verdad inteligible es indeducible desde la experiencia. "Una teoría puede ser verificada por la experiencia, pero no existe ningún modo de elevarse desde la experiencia a la construcción de la teoría",¹⁸ porque ningún conjunto de hechos empíricos, por muy rico que sea, puede jamás llegar a plantear, por ejemplo, ecuaciones matemáticas tan complicadas como las de Maxwell. Ni siquiera Newton se libró del error de pensar que las teorías proceden inductivamente de la experiencia.¹⁹ La posición de Einstein es, pues, antiinductivista. Nótese que, cuando él insiste en que el pensamiento conceptual no deriva de la experiencia, lo que quiere decir es que no existe un nexo lógico-deductivo que vaya desde los fenómenos a las teorías que los explican.

Las últimas citas, sin embargo, con esa peculiar insistencia en la constructividad conceptual, quizá podrían parecernos poco congruentes con el realismo, o al menos compatibles con alguna forma de idealismo. Cuando Einstein declara su desacuerdo con la idea kan-

12 *Scenziato*, p. 622.

13 Cfr., *Scenziato*, pp. 621-625.

14 Cfr. *Scenziato*, p. 618.

15 *Scenziato*, p. 43.

16 Cfr. *Scenziato*, p. 26.

17 Cfr. sobre el realismo de Planck, mi trabajo "Il Realismo nella Filosofia della Scienza Contemporanea", *Aquinas*, XXXII, 1989, pp. 525-541.

18 *Scenziato*, p. 46.

19 Cfr. *Pensieri*, p. 50.

tiana de un pensamiento a priori necesario, suele subrayar (en la línea de Poincaré) que el intelecto conceptual opera de un modo libre y hasta cierto punto convencional. El convencionalismo no basta, desde luego, para abrazar el realismo.

En realidad, el punto clave de la postura de Einstein es que él, en base a su propia experiencia como creador de la teoría de la relatividad, está convencido de que por encima de todas las convenciones el pensamiento especulativo llega a unas estructuras absolutas de la realidad, que se detectan en los elementos invariantes de las leyes matemáticas de la naturaleza.

En nuestra opinión, que pretendemos documentar en las páginas que siguen, el realismo racionalista de Einstein tiene una vertiente científica y otra "religiosa", sólidamente unidas, con una forma moderada que tendió a radicalizarse en ambos planos, y que en buena medida explica la ruptura final de Einstein con la física de las nuevas generaciones y su incapacidad de acoger los aspectos existenciales del plano religioso.

3. *Una ciencia de lo absoluto*

Es verdad que en un primer momento Einstein fue captado por la figura de Mach y que la teoría de la relatividad especial (1905), al volver empírica la condición del tiempo, podía estar en sintonía con el programa neopositivista de desembarazarse de entidades metafísicas como el Espacio o el Tiempo absolutos. Sin embargo, en parte debido a la amistad con Planck (y no obstante su amistad con Michele Besso, su colega en Berna, que le había introducido en el pensamiento de Mach), Einstein se alejó progresivamente del positivismo, especialmente desde su propuesta, en 1915, de la relatividad generalizada.²⁰ "Mi abandono del positivismo sobrevino sólo cuando trabajé en la teoría general de la relatividad".²¹

Uno de los autores neopositivistas que más cercano estuvo a Einstein en los años inmediatamente posteriores a la formulación de la

²⁰ Sobre el distanciamiento progresivo de Einstein respecto a Mach, cfr. G. HOLTON, *Où est la réalité? Les réponses d'Einstein*, en la obra colectiva *Science et Synthèse*, Gallimard, Paris, 1967, pp. 97-140.

²¹ Cartas a D. S. Mackey, 26 de abril y 22 de mayo de 1948, citado en A. FINE, *The Shaky Game. Einstein Realism and the Quantum Theory*, The Univ. of Chicago Press, Chicago y Londres, 1986, p. 86.

teoría de la relatividad general fue Schlick,²² quien sostenía una forma de “realismo convencionalista”, semejante a la del epistemólogo francés Duhem, la cual en un primer momento encontró la plena aprobación de Einstein. Ambos se opusieron a los intentos de los neokantianos de Marburgo de compatibilizar de alguna manera la teoría de la relatividad con los principios de Kant. Sin embargo, al final Einstein acabó por disentir con Schlick, volviéndose a una posición más metafísica muy semejante a la de Planck; así, le escribe a Schlick en 1930: “De un modo general, su presentación no corresponde ciertamente a mi estilo conceptual en la medida en que encuentro el conjunto de su orientación demasiado positivista (...) la física es el intento de construir conceptualmente un modelo del universo real y de la estructura que le dan sus leyes (...) Ud. se sorprenderá del ‘metafísico’ Einstein. Pero todo animal de cuatro o dos patas es, en este sentido, un metafísico”.²³

Sería una ligereza pensar que el absolutismo de Einstein se debía simplemente al influjo “conservador” de Planck. Recuérdese, por otra parte, que estamos ante los dos personajes que han revolucionado la ciencia contemporánea. Verdaderamente Einstein afirmaba sus ideas al hilo de sus propios descubrimientos. En 1917 presentó ante la Academia prusiana de ciencias sus *Kosmologisch Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie* (“Consideraciones cosmológicas sobre la teoría general de la relatividad”), con las que nace la cosmología moderna, basada en la capacidad de la ciencia de afrontar el universo entero como un objeto empíricamente estudiable.

Una falsa impresión popular de la teoría relativista de Einstein lleva a pensar que ella en el fondo avalaría la filosofía del “todo es relativo”, o de que todo depende del sistema de observación, cuando en verdad la teoría, en sus dos versiones, restringida y general, conduce al descubrimiento de ecuaciones invariantes (leyes absolutas para todo el universo) válidas al pasar de un sistema a otro de referencia.²⁴ El punto principal no es, para él —señala A. Sommer-

²² Cfr. D. HOWARD, “Realism and Conventionalism in Einstein's Philosophy of Science. The Einstein-Schlick Correspondence”, *Philosophia Naturalis*, 21 (1984), pp. 616-29.

²³ Citado en G. HOLTON, *Où est la réalité?...*, cit., p. 135.

²⁴ Así lo expresa nuestro connacional Ing. Enrique Butty, a quien debemos la visita de Einstein a la Argentina en 1925: “El nombre dado a la teoría de la relatividad no es adecuado. En realidad, con ella se busca una expresión absoluta del movimiento respecto de los observadores situados en los sistemas inerciales, cualesquiera que sean sus velocidades. Con más propiedad se busca una representación objetiva y común para los distintos observadores con independencia de sus velocidades constantes (...) No bien aparecida su teoría especial, Einstein se propone generalizarla, buscando expresiones del fenómeno natural independientes de cualquier movimiento, acelerado o no” (*La Prensa*, 31-VIII, 1963). Butty fue Decano de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y Rector de la Universidad

feld refiriéndose a la relatividad restringida— la relativización de las percepciones de longitud y duración, sino la independencia de las leyes naturales, en particular las de la electrodinámica y la óptica. desde el punto de vista del observador”.²⁵ A Pais considera que, si tuviera que resumir en una sola frase la figura científica de Einstein, diría: “Nadie, ni antes ni después que él, supo como él descubrir principios de invariancia y usar las fluctuaciones estadísticas”.²⁶ Precisamente éste es el punto en el que Einstein centró la objetividad científica, inspirándose en la obra científica de Maxwell, con ayuda del instrumento matemático del cálculo diferencial. “La idea de invariancia es el núcleo de la teoría de la relatividad”.²⁷

Esto tiene presente Einstein cuando afirma que el pensamiento objetivo, independiente de las variaciones empíricas, llega a lo real.²⁸ El “factor objetivo” es “la totalidad de los conceptos y relaciones conceptuales que se consideran independientes de la experiencia, es decir, de las percepciones (...) Mientras el pensamiento físico está justificado, en el sentido indicado más de una vez, por su capacidad de aferrar intelectualmente las experiencias, lo consideramos como un ‘conocimiento de lo real’ ”.²⁹

Son reales y absolutos, en la ciencia de Einstein, la equivalencia entre la masa y la energía, el valor de la masa total de la materia interactiva gravitacional, el valor del radio del universo, la curvatura del espacio-tiempo.³⁰ En la teoría de la relatividad, ciertamente el espacio y el tiempo, como expresó Einstein a Schlick en una carta del 14-12-1915, “pierden el último vestigio de realidad física”,³¹ pero

de Buenos Aires durante varios años, y escribió una “Introducción matemática a la teoría de la relatividad”. Cfr. la discusión de Einstein con científicos argentinos, en Sesión especial de la Academia, 16 de abril de 1925, Sociedad Científica Argentina, *Anales*, 107, pp. 3337-347.

²⁵ A. SOMMERFELD, en *Scienziato*, p. 51. Subrayado del autor.

²⁶ A. PAIS, *Sottile è il Signore*, cit., p. 9.

²⁷ H. MARGENAU, *La concezione di Einstein della realtà*, en *Scienziato*, p. 201. Por eso la mejor formulación matemática de la teoría restringida de la relatividad es: “las leyes de la física son invariantes respecto a las transformaciones de Lorentz” (EINSTEIN, *Scienziato*, p. 30), así como, análogamente las leyes o ecuaciones de la mecánica newtoniana eran invariantes respecto a la transformación clásica; y la formulación de la relatividad generalizada es: “las leyes naturales deben expresarse en ecuaciones que sean covariantes respecto al grupo de las transformaciones continuas de coordenadas [coordenadas gaussianas]. Este grupo substituye al grupo de las transformaciones de Lorentz de la teora de la relatividad particular, que es un subgrupo del primero (EINSTEIN, *Scienziato*, p. 36).

²⁸ E. NAGEL, en *La struttura della scienza*, Feltrinelli, Milán, 1984, 5ª ed., pp. 283-284, considera demasiado restringido el criterio de la invariancia para determinar lo que es real en el significado de una teoría física. Una explicación más amplia que la de Einstein del criterio realístico de la invariancia se encuentra en M. BORN, *Filosofía naturale della causalità e del caso*, Boringhieri, Turín, 1962, pp. 132 ss.

²⁹ Réplica de Einstein, en *Scienziato*, pp. 618-619.

³⁰ Cfr. sobre este tema, S. JAKI, “Lo absoluto bajo lo relativo. Unas reflexiones sobre las teorías de Einstein”, *Anuario filosófico*, 14 (1981), pp. 41-62.

³¹ Citado en D. HOWARD, *Realism and Conventionalism...*, cit., p. 624.

sólo separadamente, pues como afirmó Schlick en su obra *Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik* ("Espacio y tiempo en la física contemporánea") (1917), en una sección que Einstein juzgaba "excelente", el tiempo y el espacio "no pueden aplicarse separadamente; sino sólo en tanto que entran en la concepción de la coincidencia espacio-temporal de los eventos. Podemos por tanto reiterar que sólo en esta unión indican algo real, no tomados aisladamente".³²

La objetividad absoluta de este modelo de universo no queda mermada por la existencia de constantes universales dimensionales (por ej., como velocidad de la luz), que pueden suponerse arbitrarias. Para Einstein es posible eliminar ese tipo de constantes, adoptando unidades naturales (por ej., la masa o el radio del electrón) de medida, de manera que en las ecuaciones fundamentales de la física intervendrían sólo constantes adimensionales.³³

4. Convencionalismo y realismo

Si pasamos ahora al plano epistemológico, podemos decir que para Einstein el contenido objetivo de una teoría física se encuadra en un sistema conceptual axiomático unívocamente relacionado con la experiencia. La experiencia no lo demostrará nunca inductivamente, pero el sistema debe ser capaz de deducir, en principio, todos los hechos de la experiencia a partir de unos pocos conceptos y principios axiomáticos. Su verdad quedará asegurada cuando obtengamos el único o el mejor sistema, el más simple, capaz de dar razón de los hechos de experiencia tomados en conjunto.

En este punto Einstein va más allá de Poincaré: el sistema teórico no es simplemente el que explica los datos de la experiencia con más comodidad, como en el caso de una geometría idealizada o no física, ni tampoco está constituido por principios físicos que acaban por convertirse en definiciones implícitas que la experiencia no puede contradecir, pero que son en definitiva cómodas. "La subestructura axiomática de la física constituye nuestra concepción de la estructura de la realidad".³⁴ En su conferencia ante la Academia

³² *Ibid.*, p. 624. Matemáticamente: las intersecciones de las líneas de universo nos indican algo objetivo porque son invariantes bajo cualquier transformación de las coordenadas.

³³ Cfr. *Scienziato*, notas autobiográficas, pp. 32-33.

³⁴ Citado por F. S. NORTHROP, *La concezione della scienza di Einstein*, en *Scienziato*, p. 347.

Prusiana de Ciencias en 1921, *Geometría y Experiencia*, Einstein explicaba que, no obstante la inexactitud que Poincaré notaba entre la geometría euclídea y los cuerpos sólidos ordinarios, que nunca son perfectamente rígidos, la geometría de Riemann a través de la teoría general de la relatividad se adecuaba muy bien a la experiencia.³⁵

No se puede desconocer, sin embargo, la fuerte componente convencional en la concepción einsteniana de los sistemas físicos axiomáticos. En este sentido se expresa con la terminología de Poincaré, Duhem o Mach. La finalidad de la ciencia es comprender las conexiones entre las experiencias en el modo más completo posible, mediante un mínimo número de conceptos o relaciones primarias, y los axiomas son libremente escogidos.³⁶ En su discurso en Oxford en 1933, afirmaba que los principios fundamentales de la física teórica son “creaciones libres del espíritu nhumano”, los más simples y pocos numerosos posibles, y que no se justifican ni a priori ni por la naturaleza del espíritu humano (contra Kant) ni de ningún otro modo.³⁷

Idéntica expresión utilizaba en sus comentarios a la obra de Russell: los conceptos son *freie schöpfungen des Denkens*, libres creaciones del pensamiento.³⁸ Esta característica afecta a la misma noción de ser: “‘ser’ es siempre algo que construimos con la mente, es decir, algo que suponemos con absoluta libertad (en el sentido lógico). La justificación de tales constructos no está en el hecho de que deriven de los datos de los sentidos. Este tipo de derivación (en el sentido de deducibilidad lógica) no es nunca posible, ni siquiera en el ámbito del pensamiento precientífico. La justificación de esos constructos que para nosotros representan la ‘realidad’ está sólo en su capacidad de hacer inteligible lo que es dado por los sentidos”.³⁹ Parecería, entonces, que por su modo de expresarse Einstein profesaría una suerte de “kantismo liberalizado”: “la actitud teórica que defendemos se distingue de Kant sólo en que nosotros no concebimos las ‘categorías’ como si fueran inmutables (condicionadas por la naturaleza del pensamiento), sino como si fueran (en sentido lógico) libres convenciones”.⁴⁰

35 Cfr. *Geometrie und Erfahrung*, Springer, Berlín, 1921. Al final de esta conferencia se extiende en consideraciones cosmológicas revolucionarias para su tiempo: piensa que es posible demostrar experimentalmente que el universo es finito y calcular su magnitud.

36 Cfr. *Pensieri*, pp. 40-42.

37 Cfr. *Monde*, pp. 163-173.

38 Cfr. *Remarks on Bertrand Russell's Theory of Knowledge*, cit.

39 *Scenziato*, p. 613.

40 *Scenziato*, p. 619.

Cuando Einstein habla en estos términos, está ante todo oponiéndose al positivismo, a la idea verificacionista de que la teoría tiene sentido (y verdad) sólo si es verificable. Él se dio cuenta, como ya lo vieron muchos epistemólogos de principios del siglo xx, que la verificación es muy compleja, porque se verifica la teoría en conjunto con la experiencia en su totalidad, y nunca definitivamente. De ahí la idea de la libertad lógica del pensamiento: la correlación con la experiencia no viene determinada por leyes puramente lógicas. La idea de que los principios teóricos son convencionales, ilustra en su discurso en Oxford, deriva de la enorme distancia en la física contemporánea entre el aparato conceptual de la teoría y el mundo de los sentidos, lo que en tiempos de la física newtoniana pasaba más desapercibido. La convencionalidad del principio surge a veces de la existencia de varias teorías alternativas para explicar los mismos hechos: ninguna se impone de modo absoluto y es necesaria una "elección". El físico, no obligado por la lógica a abrazar una teoría, tiene que lanzarse a una decisión arriesgada.

Howard denomina a la posición de Einstein tanto convencionalista como realista.⁴¹ A. Fine sostiene que el realismo einsteniano no es simplemente pictórico, sino que se basa en situar los problemas dentro de una teoría axiomática sin alternativas mejores, en un contexto holístico y en lo posible monista.⁴² Recordemos, por otra parte, que Einstein es flexible, en cuanto reflexiona realísticamente sobre su propio trabajo; él declara, por ejemplo, que una oscilación entre cierto grado de empirismo y de racionalismo en el físico le parece inevitable.⁴³

En este sentido la posición de Einstein aparece como moderada. Es consciente de que las teorías no son nunca definitivas. "Nuestras nociones sobre la realidad física no pueden nunca ser definitivas. Debemos estar siempre preparados para cambiar esas nociones —es decir, la estructura axiomática de la teoría— para dar cuenta de los hechos percibidos en el mundo del modo lógicamente más perfecto posible".⁴⁴ El convencionalismo se traduce, en el plano de la aplicación de las ecuaciones matemáticas a la experiencia, en el método deductivo por tentativas, que se va confirmando sólo indirectamente, por sus consecuencias, con el riesgo de saber que el trabajo teórico a lo mejor está preparando la muerte de la propia teoría.⁴⁵

41 Cfr. D. HOWARD, *Realism and Conventionalism...*, cit.

42 Cfr. A. FINE, *The Shaky Game*, cit.

43 Cfr. *Scienzeziato*, p. 625.

44 *Monde*, p. 194 (texto de 1931).

45 Cfr. *Monde*, pp. 224-225.

El físico teórico trabaja con una fantasía planeada, porque no tiene otro camino, y la experiencia le va guiando pero no de una manera automática.

En una nota del 11-11-1922 (es decir, bastante antes de la *Lógica de la investigación científica* de Popper, publicada en 1934), Einstein escribía: “La naturaleza, o más presisamente el experimento, es un juez inexorable de su trabajo [del científico teórico], y no muy amistoso. Nunca dice ‘sí’ a una teoría. En los casos más favorables dice ‘quizás’, y en la mayor parte de los casos dice simplemente ‘no’. Si un experimento está de acuerdo con una teoría, ello significa para esta última ‘quizás’, y si no está de acuerdo significa ‘no’. Probablemente toda teoría experimentará algún día su ‘no’ —la mayor parte de las teorías, tan pronto son concebidas”.⁴⁶ El principio falsacionista ya había sido declarado en 1919, en su ensayo *Induktion und Deduktion in der Physik*: “una teoría puede reconocerse como errónea si tiene un error lógico en sus deducciones, o como incorrecta si un hechos no está de acuerdo con sus consecuencias. Pero la verdad de una teoría nunca puede probarse. Pues nunca se sabe si en el futuro uno no se va a encontrar con una experiencia que contradiga sus consecuencias”.⁴⁷

5. *El sueño de los antiguos*

El convencionalismo, de todos modos, no tiene en Einstein la última palabra. Si fuera absoluto, sería incompatible con el realismo objetivista de Einstein. La postura einsteniana, que quizá podría denominarse un “convencionalismo moderado”, acaba por privilegiar el conocimiento de la realidad, aunque no por medios lógicos. Llega un momento en que el investigador, mediante una forma de intuición sobre la experiencia, escoge la teoría que juzga mejor, y en este sentido capta un vínculo unívoco con la experiencia que supera la mera situación de alternatividad equivalente de las teorías. “La tarea suprema del físico —escribía en 1918— es la de llegar a las leyes elementales universales desde las que se puede construir el cosmos por pura deducción. No existe ningún hilo lógico que lleve a estas leyes;

⁴⁶ *Human Side*, pp. 18-19.

⁴⁷ Cit. en D. HOWARD, *Realism and Conventionalism...*, p. 620.

sólo la intuición, que se basa en la comprensión congenial de la experiencia, puede captarlas. En esta incerteza metodológica, se podría suponer que hay un número arbitrario de sistemas posibles de física teórica, todos igualmente justificables; y esta opinión, en teoría, es sin duda exacta. Pero la evolución histórica nos ha mostrado que, en cada momento determinado, entre todas las posibles construcciones, una sola se ha demostrado absolutamente superior a todas las demás. Quien haya profundizado verdaderamente en la materia no podrá negar que, en la práctica, el mundo de los fenómenos determina en modo unívoco el sistema teórico, aun cuando no exista ningún puente lógico entre los fenómenos y sus principios teóricos".⁴⁸

En este sentido Einstein supera a Kant y se aproxima a una forma de realismo "pitagórico-platónico": mediante la simplicidad del pensamiento matemático, en tanto que ligado a la experiencia, captamos intuitivamente una armonía legal de la misma naturaleza. Las ecuaciones fundamentales de la teoría física no son meras definiciones disfrazadas, sino auténticas leyes de la naturaleza o "afirmaciones acerca de la realidad" no deducibles de las definiciones conceptuales del sistema.⁴⁹ "Nuestra experiencia hasta ahora nos conforta para creer —declaraba en Oxford en 1933— que la naturaleza es la realización de las ideas matemáticas más simples que puedan concebirse. Estoy convencido de que, por medio de construcciones puramente matemáticas, pueden descubrirse los conceptos y las leyes que los relacionan unos con otros, que constituyen la clave para la comprensión de los fenómenos naturales. La experiencia puede sugerir los conceptos matemáticos apropiados, los cuales sin embargo no pueden deducirse de ella con toda certeza. La experiencia queda, naturalmente, como el único criterio de la utilidad física de una construcción matemática. Pero los principios creativos residen en la matemática. En cierto sentido, tengo por verdadero que el pensamiento puro puede aferrar la realidad, como soñaban los antiguos".⁵⁰

La trayectoria científica de Einstein está marcada por este ascenso a una siempre más pura simplicidad matemática, que le fue revelando los secretos de la naturaleza. El paso de la teoría clásica a la relatividad restringida fue una generalización de ecuaciones, aún mucho más ampliada en la relatividad general. El proyecto de Einstein

⁴⁸ *Monde*, p. 155 (del discurso para el cumpleaños de Planck).

⁴⁹ Cfr. *Pensieri*, pp. 40 ss., donde se explica con más detalle la estructura noética de la teoría científica.

⁵⁰ *Monde*, p. 169. En 1918 aludía a una forma de armonía preestablecida leibniziana entre el pensamiento y la realidad (cfr. *Monde*, p. 155).

(en el que por otra parte está embarcada la física teórica de nuestros días), era la unificación y así la creciente simplificación de la física. En el último período de su carrera científica él intentó unificar las teorías gravitatoria y electromagnética, introduciéndose en un callejón sin salida y cometiendo el error de no seguir las investigaciones de las fuerzas nucleares. Pero aquí empezamos a tocar los límites de los ideales filosófico-científicos de Einstein.⁵¹

6. *La naturaleza absoluta*

La comprensión de la naturaleza a la que Einstein aspiraba —manifestada a veces con sus vivas imágenes acerca de las sutilezas del buen Dios— era sin duda absoluta. La ciencia no quiere saber sólo cómo es la naturaleza, sino por qué es así y no de otro modo.⁵²

Einstein tendría a ver en la naturaleza, como vimos en una cita más arriba, la realización de una purísima simplicidad matemática. Dejemos de lado si esto contiene un ultrarrealismo al estilo pitagórico. El personalmente consideraba a Spinoza, con su concepción determinista de la naturaleza, como el genio que había llegado a esta intuición. Una causalidad limitada “ya no es una causalidad, como nuestro maravilloso Spinoza fue el primero en reconocer con toda precisión”.⁵³ La idea de una causalidad completa se conecta con el monismo filosófico, aunque esto suponga una extrapolación de los proyectos unificadores del plano estrictamente científico. La causa completa se extiende a todo, sin dejar ningún cabo suelto, al modo en que todo está unificado en un sistema axiomático. Los dualismos onda-corpúsculo, o cuerpo-espíritu, son contrarios a esta exigencia de unidad.

Einstein tendía a ver en la naturaleza, como vimos en una cita de la realidad que dependiera de las condiciones de observación. Esto era incompleto, para él, porque estaba asociado a una visión sólo estadística, y en último término implicaría un inmanentismo filosófico. El programa irrenunciable de la física es “la descripción completa de

⁵¹ Cfr. sobre este punto, *Pensieri*, pp. 114-127 (texto de 1940).

⁵² Cfr. “Über den gegenwärtigen Stand der Feld-Theorie”, en *Festschrift für A. Stodola*, Füssli, Zurich 1929, pp. 126-132.

⁵³ Carta a E. B. Gutkind del 3-1-1954, citada en la obra colectiva *Spinoza and the Sciences*, ed. M. Grene y D. Nails, Reidel, Dordrecht, 1986, p. 272.

cada situación real (individual) que se supone pueda existir independientemente de todo acto de observación o de verificación".⁵⁴ La teoría cuántica indeterminista le parecía válida, pero incompleta e insatisfactoria, porque no cumplía ese ideal, recayendo en "la actitud positivista fundamental, que desde mi punto de vista es insostenible, y que a mi parecer acaba por identificarse con el principio de Berkeley, esse est percipi".⁵⁵

La acusación, en su gravedad, significa que una forma peculiar de realismo filosófico —extremamente objetivista— apartó a Einstein de la física cuántica, que él sin embargo había contribuido a fundar. Normalmente este apartamiento se suele explicar con el apego de Einstein al determinismo de la física clásica, pero aquí deseamos llamar la atención sobre el condicionamiento filosófico que está detrás de este hecho. Einstein notaba que la física estaba tomando un rumbo distinto del que a él le había llevado a sus éxitos científicos y que en él estaba perfectamente amalgamado con sus convicciones metafísicas. Identificando la objetividad científica, con la que a sus ojos se comprometía el realismo filosófico, con su programa de investigación (la descripción clásica del objeto físico), terminó por recusar otros posibles programas, no reconociéndoles un alcance realista.

Su programa científico concreto, semejante al de Maxwell, era conseguir una descripción de la realidad física mediante campos que fueran capaces de satisfacer, sin singularidades, una serie de ecuaciones diferenciales con derivadas parciales.⁵⁶ Con esto esperaba unificar la gravitación y el electromagnetismo, "esperaba que las partículas de la física surgieran como soluciones particulares de las ecuaciones generales de campo, y que los postulados cuántísticos resultaran como consecuencia de las ecuaciones generales de campo. Einstein tenía en la mente todo estos criterios cuando escribió en 1949: 'Nuestro problema es encontrar las ecuaciones de campo para el campo total'".⁵⁷

El realismo objetivista de Einstein le exigía poder llegar matemáticamente, de modo cierto y definido, a los elementos físicos descritos por la teoría. No le satisfacía la descripción cuántica mediante funciones de estado que valían probabilísticamente (función psi). "Yo todavía creo en la posibilidad de un modelo de la realidad, es decir,

⁵⁴ *Scenziato*, p. 611.

⁵⁵ *Scenziato*, p. 613.

⁵⁶ Cfr. A. PAIS, *Sottile è il Signore*, cit., pp. 491-493.

⁵⁷ *Ibid.*, p. 494.

de una teoría que presente las cosas en sí mismas y no solamente la probabilidad de su aparición”.⁵⁸ Sólo previendo con certeza el valor de una cantidad física, sabemos que en la realidad existe algo físico que corresponde a esa cantidad. Al ver que la descripción de partículas se abocaba al probabilismo, optó por el continuismo maxwelliano, en donde el objeto físico no es ya el punto material, sino el campo matemáticamente regulado por las ecuaciones diferenciales con derivadas parciales, donde cada punto del continuo es portador de ciertas cualidades permanentes.⁵⁹

Una de las ideas de S. Jaki es que la concepción necessitarista del universo clásico (pre cristiano) motivó el estancamiento final de la ciencia griega y antigua en general.⁶⁰ Un necessitarismo semejante —la concepción espinoziana de la naturaleza, en definitiva— quizá no es del todo ajeno a las causas que explican la infructuosidad del trabajo de Einstein durante sus años en Princeton.

7. *La religiosidad cósmica*

Al principio habíamos dicho que el afán especulativo de Einstein, clave de su peculiar realismo objetivista, tiene dos facetas íntimamente unidas, una científica y otra religiosa. En ambas está operante la contemplación matemática de una naturaleza espinozianamente absolutizada.

En su infancia Einstein había vivido, primero en la religión y después en su entrega a la ciencia, el olvido de la pequeñez de su yo y la apertura a algo grandioso y trascendente. Para él hay religiosidad cuando la persona se libera de sus sentimientos egoístas y se trasciende a sí misma.⁶¹ La valía de un hombre se determina en la medida en que se ha liberado de su yo.⁶² La ciencia y la religión nacen juntamente del deseo de escapar de las cadenas individuales siempre cambiadas, abriéndose a la contemplación de lo eterno en

⁵⁸ *Monde*, p. 172.

⁵⁹ Cfr. H. MARGENAU, *La concezione di Einstein della realtà*, en *Scenziato*, pp. 210 ss.

⁶⁰ Cfr. S. JAKI, *The Road of Science and the Ways to God*, The Univ. of. Chicago Press, Chicago, 1978; trad. italiana, *La strada della scienza e le vie verso Dio*, Jaca Book, Milán, 1988.

⁶¹ Cfr. *Pensieri*, pp. 38-39 y 133-134.

⁶² Cfr. *Pensieri*, p. 16.

la naturaleza.⁶³ Esto le lleva a admirar las maravillas del orden natural cantadas en los Salmos, el olvido del yo del budismo, y a figuras como Schopenhauer o San Francisco de Asís.⁶⁴

Así se entiende que Einstein valore positivamente las religiones históricas —aun sin creer en ellas— porque con su componente contemplativa ennoblecen el espíritu humano y lo elevan por encima de la existencia física.⁶⁵ La religión, no la racionalidad limitada del hombre, responde al problema del sentido de la existencia⁶⁶ y da un fin último a la vida humana, pues “el puro pensamiento no puede darnos el significado de los fines humanos y fundamentales”.⁶⁷ Su autoridad procede, en una sociedad sana, de potentes tradiciones, de una revelación y no de una prueba (por eso no necesitan justificarse), gracias a la mediación de fuertes personalidades.⁶⁸ Pero, sobre todo, él ve en la religión una fuerza que hace nacer a la misma ciencia. No por casualidad las universidades más antiguas se desarrollaron en un contexto religioso, afirma, mientras se lamenta de que en el siglo XIX se haya perdido la unidad entre las instituciones culturales eclesiales y laicas, con una hostilidad sin sentido.⁶⁹

La religión lleva a la ciencia porque “la ciencia puede ser creada sólo por los que están íntegramente convencidos de las aspiraciones hacia la verdad y hacia la comprensión. Pero esta fuente de sentimientos nace en la esfera de la religión, a la que pertenece también la fe en la posibilidad de que las reglas válidas para el mundo de la existencia sean racionales, esto es, comprensibles a la razón. No alcanzo a comprender un verdadero científico sin una fe profunda. La situación puede expresarse con una imagen: la ciencia sin la religión es coja; la religión sin la ciencia es ciega”.⁷⁰

Sin embargo, la religión en la que verdaderamente cree Einstein es la que él llama religiosidad cósmica, y que coincide con el estupor y maravilla ante la armonía de la naturaleza y ante la presencia de una razón o de un espíritu, inmanente a ella, frente a la cual el hom-

63 Cfr. *Monde*, pp. 152-53.

64 Cfr. *Monde*, pp. 35-36.

65 Cfr. *Pensieri*, p. 85.

66 Cfr. *Monde*, p. 7.

67 *Pensieri*, p. 109.

68 Cfr. *Pensieri*, pp. 109-110. En estos puntos Einstein supera el espinosismo de que adolece en otros sitios. A continuación dice que los principios religiosos más altos proceden de la tradición hebreo-cristiana (*Pensieri*, p. 110).

69 Cfr. *Pensieri*, pp. 85-86.

70 *Pensieri*, p. 135.

bre se siente pequeño y poca cosa. "Mi religiosidad consiste en una humilde admiración ante un espíritu infinitamente superior que se revela en lo poco que, con nuestro entendimiento débil y transitorio, podemos comprender de la realidad".⁷¹ Para él esta religiosidad es el resorte más poderoso de la investigación científica: es lo único que sostiene al científico en sus esfuerzos, ayudándole a superar los obstáculos de la vida práctica inmediata, los frecuentes fracasos, y es en concreto el fuego interior que explica la perseverancia increíble de los grandes genios de la ciencia, como Kepler o Newton.⁷²

La absolutización espinoziana de la naturaleza fue, al parecer, el motivo que le impidió reconocer en Dios a un ser personal. A una niña de escuela primaria de Nueva York que le escribió preguntándole si los científicos rezaban, Einstein —a quien le gustaba contestar a este tipo de cartas— le respondió el 24-1-1936: "la investigación científica se basa en la idea de que todo lo que sucede está determinado por las leyes de la naturaleza, y por tanto esto vale también para las acciones de la gente. Por este motivo, un investigador difícilmente se verá inclinado a creer que los sucesos pueden ser influidos por una oración, es decir, por un deseo dirigido a un ser sobrenatural".⁷³ El credo religioso de Einstein se compendia en su declaración al "New York Times" el 25-4-1929: "Creo en el Dios de Spinoza, que se revela en la armonía ordenada de lo que existe, no en un Dios que se preocupa por el destino y las acciones de los seres humanos".⁷⁴

La misma causa que, como dijimos, pudo contribuir a su estancamiento científico (el absoluto determinismo espinoziano), le condujo a una religiosidad apersonal. Jaki estima que hay en Einstein una incoherencia entre su aprecio por la religión histórica y su fe espinoziana.⁷⁵ La hay, también, entre sus manifestaciones en favor de la libertad social y política, sus temores ante una ciencia descontrolada y su idea de que "objetivamente, después de todo, no existe la voluntad libre".⁷⁶ La hay cuando Einstein observa que los grandes progresos de la humanidad han venido sobre todo gracias a la obra de fuertes personalidades creadoras, que la clave de la civilización

⁷¹ *Human Side*, p. 66.

⁷² Cfr. *Monde*, pp. 37-38. Einstein juzga que vive en una época materialista y de decadencia moral, en la que las únicas personas verdaderamente religiosas son los sabios que se entregan a ese ideal contemplativo.

⁷³ *Human Side*, p. 32.

⁷⁴ En p. 60, col. 4. La convicción del orden inteligible del universo, "ligada a un sentimiento profundo de una razón superior, constituye para mí la idea de Dios; en lenguaje corriente, se la puede llamar 'panteísmo' (Spinoza)" (*Monde*, p. 162).

⁷⁵ Cfr. *La strada della scienza...*, cit., p. 281.

⁷⁶ *Human Side*, p. 81: carta del 11-4-1946, en la que, aunque parezca increíble, se descarga a Hitler de la responsabilidad personal por sus actos.

greco-europeo-americana es la libertad individual,⁷⁷ y que el valor más alto de la tradición hebreo-cristiana está en el potenciamiento que dio al “desarrollo libre y responsable del individuo, de modo que pudiera libre y voluntariamente poner todas sus facultades al servicio de la humanidad”,⁷⁸ entre todo esto y su desconsoladora afirmación: “no creo en la libertad del hombre, en el sentido filosófico del término (...) Las palabras de Schopenhauer, ‘sin duda un hombre puede hacer lo que quiere, pero no puede querer lo que quiere’, me han penetrado profundamente desde mi juventud”.⁷⁹ Por consiguiente, la religión cósmica no tiene nada que ver con la moral, que es un asunto puramente humano.⁸⁰

A Michele Besso, que le hablaba del amor que debemos a los enemigos, Einstein le escribió (6-1-1948): “Para mí, sin embargo, la base intelectual es la creencia en la causalidad ilimitada. ‘No puedo odiarle, porque él debe hacer lo que hace’. Por consiguiente, estoy más cercano a Spinoza que a los profetas. Esta es la razón por la que, para mí, no existe el pecado”.⁸¹

Con su granítica dureza, estos textos ponen de relieve hasta qué punto la convicción filosófica determinista, llevada a cierto extremo, puede condicionar la pureza de la gran vocación especulativa de Einstein. El realismo implicaba la existencia de un mundo “independiente del yo”, y la tarea científica una entrega apasionada y un cierto “olvido del yo”, de lo puramente personal. Pero el objetivismo puro es una forma muy unilateral del realismo. En la contemplación de la verdad el yo no desaparece. Un ultrarrealismo que termina por absorber el yo en la naturaleza acaba por afirmar la existencia de un Dios que ya no es el *Ego sum qui sum* de la Biblia, y por minimizar el yo de la creatura que gime ante su Creador, que adora y reza, se arrepiente y ama. Estos aspectos existenciales, inherentes a la religión, se desdibujan en la religión cósmica de Einstein y en último término, no encajan siquiera con la fuerza personalísima que anima al investigador de la naturaleza.

⁷⁷ Cfr. *Monde*, pp. 16-18.

⁷⁸ *Pensieri*, p. 110 (texto de 1939).

⁷⁹ *Monde*, p. 8. La raíz de esta convicción está, sin duda, en el espinosismo einsteiniano: “todo lo que pienso de ese hombre extraordinario puedo expresarlo como sigue: Spinoza fue el primero en aplicar con verdadera consistencia al pensamiento, sentimiento y acción del hombre la idea de la construcción determinista de todo cuanto ocurre” (carta del 6-9-1932, cit. en la obra colectiva *Spinoza and the Sciences*, cit., p. 272).

⁸⁰ Cfr. *ibid.*, pp. 38-39. “No creo en la inmortalidad del individuo, y considero que la ética es un asunto exclusivamente humano sin ninguna autoridad sobrehumana por detrás” (*Human Side*, carta del 17-7-1953, p. 39).

⁸¹ En *Spinoza and the Sciences*, cit., p. 272 (cfr. *Correspondence avec Michele Besso, 1903-1955*, Hermann, París, 1972).

La trayectoria científica de Einstein, su vida misma, confirma en nuestra opinión la ya mencionada tesis de Jaki sobre las causas del progreso y estancamiento de la ciencia. Pero esto en nada empaña la grandeza intelectual de la figura de Einstein. Solamente nos lleva a reflexionar un poco más sobre las lecciones de la historia de la ciencia.

JUAN JOSÉ SANGUINETI

Ateneo Romano della Santa Croce - Roma