

EINSTEIN Y LA FILOSOFÍA DEL SIGLO XX

ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura
CLXXXIII 728 noviembre-diciembre (2007) 833-853 ISSN: 0210-1963

José Manuel Sánchez Ron

ABSTRACT: *The philosophical influences that helped Albert Einstein to build the special relativity theory are studied as his philosophical opinions changed as time passed to adapt to the content of his physics: this characteristic was particularly notorious in connection with the general theory of the relativity. The reception of Einstein's relativity in the Philosophy World is studied too, first of all in the German-speaking world (Schlick, Cassirer, Reichenbach, Carnap y Popper), next in the British one (Russell, idealism versus realism), then in the US (Bridgman, operationalism) and also in the Spanish world (Ortega y Gasset).*

KEY WORDS: *Einstein, Relativity, Philosophy.*

No siempre las grandes contribuciones científicas tienen dimensiones filosóficas; esto es, utilizan a la filosofía en su génesis, o influyen en la filosofía una vez instaladas en el *corpus* científico. Con Einstein y sus dos teorías de la relatividad –la especial y la general– nos encontramos con que ambas dimensiones se cumplen: Einstein se benefició de influencias o consideraciones filosóficas para establecer sus teorías de la relatividad, especialmente la primera, la especial, y esas mismas teorías influyeron en el desarrollo de la filosofía del siglo XX, sobre todo durante la primera mitad del siglo. Y la relación de Einstein con la filosofía no se detiene ahí; existe, asimismo, otro apartado de esa relación extremadamente interesante: cómo fueron variando las creencias filosóficas de Einstein a lo largo de su vida. De todas estas cosas trataré en este artículo.

EINSTEIN, FILOSOFÍA Y RELATIVIDAD ESPECIAL

Una de las grandes aportaciones de Albert Einstein a la física, una que continuará siendo recordada en un futuro muy dilatado, es la teoría de la relatividad especial. Todavía, cuando ya se ha cumplido el centenario de la publica-

RESUMEN: Se analizan las influencias filosóficas que ayudaron a Albert Einstein en la construcción de la teoría de la relatividad especial, y cómo sus opiniones filosóficas cambiaron con el tiempo para adecuarlas al contenido de su física, un rasgo que es especialmente notorio con relación a la teoría general de la relatividad. Asimismo, se considera la recepción de la relatividad einsteiniana en el mundo filosófico; primero en el de habla alemana (los casos, especialmente, de Schlick, Cassirer, Reichenbach, Carnap y Popper), británico (Russell, idealismo *versus* realismo), estadounidense (operacionalismo, Bridgman) y español (Ortega y Gasset).

PALABRAS CLAVE: Einstein, relatividad, filosofía.

ción del artículo ("Sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento") en el que Einstein presentó su teoría, es difícil sustraerse a la profunda impresión que produce su lectura. A, por ejemplo, que su autor se atreviese a basar su teoría en un principio tan contraintuitivo como suponer que existe una velocidad, la de la luz, cuya magnitud es independiente de la velocidad con que se mueve el foco que la emite. Maravilla, asimismo, la forma (basada en procedimientos operacionales) como el joven Albert definía las medidas de tiempo y espacio de cualquier observador instalado en un sistema inercial, y cómo de tales procedimientos extraía consecuencias que mostraban la relatividad de espacio y tiempo (las "transformaciones de Lorentz"), o que energía y masa son equivalentes ($E = mc^2$). Relatividades –contracciones y dilataciones de longitudes y tiempos– y equivalencias a las que desde hace mucho nos hemos acostumbrado, y que se verifican constantemente en numerosas instalaciones y fenómenos, desde los grandes aceleradores de partículas hasta los diminutos GPS que instalamos en nuestros automóviles.

Enfrentados con semejante maravilla, es inevitable plantearse la pregunta de cómo llegó Einstein a ella. ¿Podemos identificar algún hecho, alguna circunstancia que le

ayudase a dar un paso absolutamente radical? Y aunque el estudio de la génesis de la teoría einsteniana de la relatividad especial es complejo, la respuesta es que sí podemos identificar una influencia especialmente poderosa. Una influencia que provenía de la filosofía. Veamos, primero, qué es lo que sucedió; esto es, los hechos.

Dejemos que sea el propio Einstein quien explique cuál fue el papel que la filosofía desempeñó en la creación de la teoría de la relatividad especial. Habitualmente, la fuente que se utiliza para tal fin es las *Notas autobiográficas* que escribió para el volumen que se le dedicó en la serie dirigida por Paul Schilpp, *The Library of Living Philosophers*. Yo también seguiré este camino enseguida, pero como la obra en cuestión apareció en 1949 y Einstein compuso su perfil autobiográfico muy poco antes, cuando contaba sesenta y siete años, surge la duda de si lo que entonces escribió es fiable o bien una deformación producida por el paso de los años. Más cercano al momento en el que creó la teoría relativista especial es lo que escribió a Moritz Schlick, el filósofo que fundó el célebre Círculo de Viena, y con el que volveremos a encontrarnos. En una carta que Einstein dirigió a Schlick –entonces *Privatdozent* de Filosofía en la Universidad de Rostock– desde Berlín el 14 de diciembre de 1915, y en la que comentaba un artículo que éste había publicado sobre el significado filosófico de la teoría de la relatividad, leemos¹: “Su presentación de que la teoría de la relatividad se sugiere en el positivismo, aunque sin que la requiera [necesariamente], es... muy correcta. En esto también vio usted correctamente que esta línea de pensamiento tuvo una gran influencia en mis esfuerzos, y más concretamente, E. Mach, e incluso más Hume, cuyo *Tratado sobre la naturaleza humana* había estudiado con avidez y con admiración poco antes de descubrir la teoría de la relatividad”.

David Hume (1711-1776), el filósofo escocés que llevó a su culminación el denominado “empirismo británico”, realizando aportaciones fundamentales a la teoría del conocimiento y a la filosofía moral y cuya obra más conocida es *A Treatise of Human Nature* (1739-1740), y el físico austriaco Ernst Mach (1838-1916), al que muchos consideran (erróneamente) más un filósofo que un científico, fueron, como vemos, las principales fuentes filosóficas de las que bebió el joven Albert. Y no debe sorprendernos semejante reunión, ya que ambos pensadores compartieron muchos puntos filosóficos en común;

significativo en este sentido es el que Mach dedicase uno de sus libros, *Erkenntnis und Irrtum* (*Conocimiento y error*), “A la memoria de David Hume, Richard Avenarius y Wilhelm Schuppe”.

En sus *Notas autobiográficas*, Einstein detalló en qué consistió la influencia que recibió de Hume y Mach. Y lo hizo inmediatamente después de referirse al famoso experimento mental sobre qué vería si corriese detrás de un rayo de luz con la velocidad de la luz en el vacío. A Einstein la conclusión que se seguía de la física newtoniana, que se vería algo así como una onda estática, le parecía errónea, y así manifestaba que “en esta paradoja se contiene ya el germen de la teoría especial de la relatividad”, tras lo cual añadía²:

“Naturalmente, hoy nadie ignora que todos los intentos de aclarar satisfactoriamente esa paradoja estaban condenados al fracaso mientras el axioma del carácter absoluto del tiempo, o de la simultaneidad, siguiera anclado inadvertidamente en el inconsciente. El identificar claramente este axioma y su arbitrariedad representa ya en realidad la solución del problema. En mi caso, el pensamiento crítico que hacía falta para descubrir este punto central lo fomentó especial y decisivamente la lectura de los escritos filosóficos de David Hume y Ernst Mach”.

Comprender cual es la auténtica naturaleza del tiempo, y no la del espacio, en la física fue, efectivamente, uno de los grandes problemas con los que tuvo que enfrentarse Einstein para resolver el problema con que se enfrentó cuando el siglo XX no hacía sino comenzar su andadura, un problema que se puede caracterizar de varias formas, aunque la más común sea decir, simplemente, que se trataba de cómo armonizar la mecánica cuyos fundamentos había establecido en 1687 Isaac Newton en su inmortal libro *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (*Principios Matemáticos de la Filosofía Natural*) y la electrodinámica de Maxwell. Ahora bien, en lo que al tiempo se refiere la posición de Newton no ofrecía dudas: “El tiempo absoluto, verdadero y matemático en sí y por su naturaleza y sin relación a algo externo, fluye uniformemente, y por otro nombre se llama duración”, se lee entre las primeras definiciones de los *Principia*³. Está claro, en consecuencia, que revisar la naturaleza del tiempo era una cuestión íntimamente vinculada a la de analizar la validez de la mecánica newtoniana.

Un libro de Mach fue especialmente importante para Einstein en el sentido de comprender que era necesario ir más allá del tiempo absoluto y de la mecánica newtoniana: *Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch-kritisch dargestellt* (*Desarrollo histórico-crítico de la mecánica*; 1883). Que así fue queda claro también en las notas autobiográficas einsteinianas, en las que se lee⁴: "No debe... extrañarnos que prácticamente todos los físicos del siglo pasado [el XIX] vieran en la mecánica clásica una base firme y definitiva de toda la física e inclusive de toda la ciencia natural, ni tampoco que intentaran una y otra vez basar también en la mecánica la teoría de Maxwell del electromagnetismo, que poco a poco iba imponiéndose. Incluso Maxwell y H. Hertz, que en retrospectiva son justamente reconocidos como aquellos que quebrantaron la fe en la mecánica como base definitiva de todo el pensamiento físico, se atuvieron en el plano del pensamiento consciente a la mecánica como fundamento seguro de la física. Fue Ernst Mach quien, en su *Historia de la mecánica*, conmovió esta fe dogmática; y precisamente en este contexto fue un libro que ejerció sobre mí honda influencia durante mi época de estudiante. La verdadera grandeza de Mach la veo yo en su incorruptible escepticismo e independencia; pero de joven también me impresionó mucho su postura epistemológica..."⁵.

Einstein, por consiguiente, se sintió deudor de Hume y de Mach. Sucede, sin embargo, que muchas veces nuestras propias percepciones son engañosas; que nuestros ojos –del intelecto, para lo que ahora me estoy refiriendo– nos muestran cosas que sólo están en nuestras mentes. ¿Ocurrió así en el caso de Einstein con respecto a Hume y Mach?

No, no parece que se diese tal deformación en este caso, como se puede comprobar sin más que leer esos dos clásicos de la filosofía que Einstein mencionó: el *Tratado de la naturaleza humana* y el *Desarrollo histórico-crítico de la mecánica*. Así, en el libro de Hume, en la Sección III ("De las demás cualidades de nuestras ideas de espacio y tiempo") de la Parte II ("De las ideas de espacio y tiempo"), leemos⁶: "De igual modo que de la disposición de los objetos visibles y tangibles recibimos la idea de espacio, formamos la del tiempo en base a la sucesión de ideas e impresiones; el tiempo, por sí solo, no puede manifestarse ante la mente ni ser conocido por ella... Allí donde no tengamos percepciones sucesivas no tendremos

noción del tiempo, aunque haya una sucesión real en los objetos. A partir de estos fenómenos, así como de otros muchos, podemos concluir que el tiempo no puede aparecer ante la mente, ni aislado, ni acompañado por un objeto constantemente inmutable, sino que se presenta siempre mediante una sucesión *perceptible* de objetos mudables". Y algo más adelante, en la Sección V ("Continuación del mismo tema") añadía⁷: "*la idea de espacio o extensión no es otra cosa que la idea de puntos visibles o tangibles dispuestos en cierto orden*".

Por su parte, en el *Desarrollo histórico-crítico de la mecánica* y comentando las ideas que Newton había desarrollado en los *Principia*, sobre "el tiempo *absoluto, verdadero y matemático*, [que] en sí y debido a su naturaleza, fluye uniformemente y sin referencia a ningún objeto exterior", Mach declaraba:⁸ "Ante estas consideraciones pareciera como si Newton se encontrara aún bajo la influencia de la filosofía medieval y que *no fuera leal* a su idea de atenerse a los *hechos*. Decir que una cosa A varía con el tiempo, sólo significa que las circunstancias de una cosa A dependen de las circunstancias de otra cosa B... Nos encontramos totalmente impedidos de *medir* la variación de las cosas *por el tiempo*. El tiempo es más bien una abstracción a la cual llegamos por la variación de las cosas, debido a que no está señalada ninguna medida *determinada*, por estar todas las cosas vinculadas entre sí".

Y otro tanto venía a decir acerca del espacio, que para Newton era, escribía, "absoluto, [y que] debido a su naturaleza, permanece siempre igual e inmóvil y sin relación con ningún objeto exterior"⁹. "Nadie puede decir algo sobre el espacio absoluto o sobre el movimiento absoluto", manifestaba, "que no sean meras abstracciones sin manifestación posible en la experiencia. Todos nuestros enunciados fundamentales de la mecánica, como lo hemos mostrado detalladamente, son experiencias sobre posiciones y movimientos *relativos* de los cuerpos"¹⁰.

Para aquellos familiarizados con las ideas de Gottfried Wilhelm Leibniz, las tesis de Mach les resultarán familiares. Recuérdese en este sentido, la carta que el 25 de febrero de 1716 Leibniz dirigió a Samuel Clarke (que representaba a Newton en el intercambio epistolar que, a instancias de la princesa Carolina de Ansbach, esposa del príncipe de Gales y elector de Hannover, que reinó en Gran Bretaña con el nombre de Jorge II, mantuvieron entre 1715 y 1716)¹¹:

“Estos señores [los seguidores de Newton] sostienen que el espacio es un ser real absoluto, pero eso los lleva a grandes dificultades. Pues parece que esta entidad debe ser eterna e infinita. Por esto hay quienes han creído que era el mismo Dios, o bien un atributo suyo, su inmensidad. Pero como tiene partes, no es una cosa que pueda convenir a Dios.

En cuanto a mí, he señalado más de una vez que consideraba el espacio como una cosa puramente relativa, al igual que el tiempo; como un orden de coexistencias, mientras que el tiempo es un orden de sucesiones. Pues el espacio señala en términos de posibilidad un orden de las cosas que existen al mismo tiempo, en tanto que existen conjuntamente, sin entrar en sus peculiares maneras de existir; y en cuanto vemos varias cosas juntas, nos damos cuenta de este orden de cosas entre ellas.

Para refutar la imaginación de los que tengan el espacio por una sustancia, o al menos por algún ser absoluto, dispongo de varias demostraciones. Pero no quiero utilizar por el momento sino aquella de la que se me ofrece aquí la ocasión. Digo entonces que si el espacio es un ser absoluto, entonces se daría alguna cosa de la cual sería imposible que hubiera una razón suficiente, lo que va contra nuestro axioma. He aquí cómo lo pruebo. El espacio es una cosa absolutamente uniforme y, sin las cosas en él colocadas, un punto del espacio no difiere absolutamente en nada de otro punto del espacio. De lo que se sigue, suponiendo que el espacio en sí mismo sea algo distinto del orden de los cuerpos entre sí, que es imposible que haya una razón por la que Dios, conservando las mismas situaciones de los cuerpos entre ellos, haya colocado los cuerpos en el espacio así y no de otra manera, y por la que no haya sido todo puesto al revés (por ejemplo) por un cambio de oriente y de occidente. Pero si el espacio no es otra cosa que ese orden o producto, y no es nada sin los cuerpos más que la posibilidad de colocar en él esos dos estados, uno tal como es, el otro supuesto al revés, éstos no diferirían entre sí: su diferencia no se encuentra más que en nuestra suposición quimérica de la realidad del espacio en sí mismo. Pero, en la realidad, uno sería justamente la misma cosa que el otro, ya que son absolutamente indiscernibles y, por consiguiente, no hay lugar para preguntar la razón de la preferencia del uno sobre el otro.

Esto mismo pasa con el tiempo. Suponiendo que alguien pregunte por qué Dios no ha creado todo un año antes, y que ese mismo personaje quiera deducir de ahí que Dios ha hecho algo de lo cual no es posible que haya una razón de por qué lo ha hecho así más bien que de otra manera, se

le respondería que su razonamiento sería verdadero si el tiempo fuera algo fuera de las cosas temporales, pues sería imposible que hubiera razones por las que las cosas hubieran sido aplicadas más bien tales instantes que a otros, mientras permanece idéntica su sucesión. Pero esto mismo demuestra que los instantes fuera de las cosas no son nada, y que no consisten más que en su orden sucesivo y, si éste permanece el mismo, entonces uno de los dos estados, como, por ejemplo, el de la anticipación imaginada, no diferiría en nada y no podría ser discernido del que está ocurriendo.”

Pero volvamos al texto de Mach, para antes de abandonarlo citar las primeras líneas del “Prólogo” a la primera edición, en la que su autor dejaba claro cuál era el propósito que le guiaba¹²: “El presente libro no es ningún tratado para adiestrarse en los teoremas de la mecánica. Su tendencia es más bien explicativa o, para decirlo mejor, antimetafísica”. Es, asimismo, interesante lo que Mach señalaba inmediatamente: “En este libro la matemática es totalmente accesoria. Pero quien se interesa por conocer en qué consiste el contenido de la mecánica como ciencia natural, cómo hemos llegado a él, de qué fuentes ha manado y hasta dónde podemos considerarlo como una conquista asegurada, espero que encontrará en él algunas explicaciones.”

Como veremos más adelante, en su búsqueda de una teoría del campo unificado Einstein llegó a verse sumergido en un programa de investigación en el que las matemáticas constituían la principal guía heurística. Por entonces, como también tendremos ocasión de comprobar, Einstein había abandonado su fe en las tesis machianas; en este sentido era bastante coherente en su oposición a un Mach para quien (al menos en el *Desarrollo histórico-crítico de la mecánica*), “la matemática es completamente accesoria”.

EINSTEIN, FILOSOFÍA Y RELATIVIDAD GENERAL

Considerada la cuestión del papel de la filosofía en la génesis de la relatividad especial, ¿qué se puede decir con respecto a la relación de la filosofía y la relatividad general?

En este sentido, tenemos en primer lugar que durante bastante tiempo Einstein argumentó que la idea (a ca-

ballo entre la física y la filosofía) que Mach empleó para combatir el espacio absoluto newtoniano, la idea de que "una teoría razonable [de] la inercia... debería descansar en la interacción de las masas" –idea que vino en denominarse (hasta la fecha), "principio de Mach"–, desempeñó un cierto papel en la secuencia de razonamientos que le condujeron a la relatividad general.¹³ De hecho, por la época en que Einstein llegó a la conclusión de que la teoría relativista de la gravitación que buscaba debía utilizar una geometría riemanniana, todavía respetaba los planteamientos filosóficos machianos. Debemos recordar, en este sentido, que Einstein fue uno de los firmantes de un manifiesto (*Aufruf*) que se hizo público entre finales de 1911 y el verano de 1912 en apoyo a una organización de clara inspiración machiana: la Sociedad de Filosofía Positivista (*Gesellschaft für positivistische Philosophie*). Mach era, de hecho, otro de los firmantes, junto a otros científicos, como los matemáticos David Hilbert y Felix Klein, y el padre del psicoanálisis, Sigmund Freud.

"La elaboración de una cosmovisión global [*Weltanschauung*], basada en los hechos que han ido recopilando las distintas ciencias", se lee en ese manifiesto, "es una necesidad cada vez más imperiosa... Pero sólo el esfuerzo común de muchos podrá hacer realidad esta pretensión. Por tanto, hacemos un llamamiento a todos los investigadores que tengan inquietudes filosóficas –independientemente del campo de la ciencia en el que desarrollen su trabajo– y a todos los filósofos *strictu sensu* que pretendan alcanzar por sí mismos, y con la sola ayuda del estudio intensivo de los hechos de la experiencia, un conocimiento válido, para que se unan a la Sociedad de Filosofía Positivista. Esta Sociedad tiene como objetivos establecer vínculos activos entre todas las ciencias, desarrollar en todas partes las ideas unificadoras [*vereinheitlichende Begriffe*] y, así, promover una concepción unitaria [*Gesamtauffassung*] libre de contradicciones"¹⁴.

Más aún, el 25 de junio de 1913, Einstein, que acababa de publicar con Marcel Grossmann un trabajo en el que, además de proponer una ecuación del campo gravitacional (errónea), se establecía la base matemática de la teoría relativista de la gravitación que estaba buscando, escribía al propio Mach¹⁵: "Probablemente haya recibido usted recientemente mi nueva publicación sobre relatividad y gravitación, que por fin terminé después de un trabajo inacabable y penosas dudas. El próximo año se verá en el

eclipse solar si los rayos de luz son curvados por el Sol, o, en otras palabras, si la suposición básica y fundamental de la equivalencia entre la aceleración de un sistema de referencia y un campo gravitacional es realmente válida. Si es así, sus inspiradas investigaciones sobre los fundamentos de la mecánica recibirán –a pesar de las injustas críticas de Planck– una espléndida confirmación. Ya que es una consecuencia necesaria [de mi teoría] el que la inercia tiene su origen en una especie de interacción mutua entre cuerpos, totalmente en el sentido de su crítica al experimento del cubo de Newton"¹⁶.

El entusiasmo de Einstein por Mach todavía duraba en 1916, esto es, después de que hubiese llegado a la formulación final de la relatividad general. El 19 de febrero de 1916, Mach fallecía, y en el obituario que Einstein preparó sobre él, escribía¹⁷: "No es improbable que Mach hubiera llegado a la teoría de la relatividad si, cuando su mente estaba todavía joven y fresca, la cuestión de la constancia de la velocidad hubiese atraído a los físicos... Sus pensamientos relativos al experimento del cubo de Newton demuestran lo cerca que estuvo su espíritu de exigir la relatividad en general (relatividad de aceleraciones)".

Pronto, no obstante, ese entusiasmo desapareció, como demuestran las cartas que se intercambiaron Einstein y Besso por aquella época:

Besso a Einstein (5 de mayo de 1917)¹⁸: "En lo que se refiere al caballito de Mach, no deberíamos insultarlo, puesto que ¿no hizo él posible la infernal jornada a través de las relatividades?"

Y Einstein a Besso (13 de mayo de 1917)¹⁹: "Yo no prorrumo en invectivas contra el caballito de Mach, pero sabes lo que pienso de él. No puede engendrar nada viviente, sólo puede exterminar parásitos dañinos".

A partir de entonces, Einstein no dejó, siempre que la oportunidad se lo permitía, de mostrar la distancia que le separaba de la filosofía machiana; esto es, de hacer explícito cómo habían cambiado su filosofía de la ciencia, epistemología y metodología científicas. Así, en una carta que dirigió desde Princeton el 10 de abril de 1938 a Maurice Solovine, manifestaba²⁰: "En tiempos de Mach, un punto de vista materialista dogmático ejercía una dañina influencia sobre todo; de la misma forma, en la actualidad el punto

de vista subjetivo y positivista ejerce una influencia demasiado fuerte. Se dice que la necesidad de concebir la naturaleza como una realidad objetiva constituye un prejuicio superado, mientras los teóricos cuánticos se vanaglorian. Los hombres son más susceptibles a las influencias que los caballos, y cada período está dominado por una moda, con el resultado de que la mayoría de las personas no son capaces de ver al tirano que les dirige".

No se trataba, sin embargo, de que también él hubiese sucumbido a una moda filosófica imperante cuando era un joven e inexperto estudiante y científico primerizo. No. Hume y Mach realmente ayudaron a Einstein en la elaboración de la teoría especial de la relatividad así como en algunos apartados de la general. Lo que sucede es que tras haber completado la relatividad general, un logro que le fascinó (con razón) mucho más que cualquier otro de los que llevó a cabo a lo largo de su carrera científica, Einstein se dio cuenta de que esta construcción teórica se armonizaba mal con los principios machianos, ya que un ente fundamental de la teoría era el concepto de campo, que no se puede reducir a las sensaciones machianas. Para la teoría de la relatividad especial valían las ideas de Mach, pero no obstante tratarse de una "teoría de principios" esa teoría no constituía sino un primer paso en la explicación científica del mundo. Y cuando se continuaba avanzando era preciso distanciarse, cada vez más, de los datos empíricos –de las "sensaciones"– que nos suministra la naturaleza. Era, es, necesario, en definitiva, *inventar* –una palabra maldita para Mach– conceptos, que introducimos en nuestras teorías.

Veamos cómo expresó estas mismas ideas el propio Einstein en un artículo que publicó en 1936²¹:

"La ciencia utiliza la totalidad de los conceptos primarios, o sea conceptos conectados en forma directa con las experiencias sensoriales, y las proposiciones que los relacionan. En su primera etapa de desarrollo, la ciencia no contiene nada más. Nuestro pensamiento diario se contenta, en términos generales, con este nivel. No obstante, una situación así no puede resultar satisfactoria para quien posea una verdadera mentalidad científica, porque la totalidad de los conceptos y las relaciones obtenidas de esta manera carece por completo de unidad lógica. Con la finalidad de cubrir esta deficiencia, se inventa un sistema más pobre en conceptos y relaciones, un sistema que considera que los

conceptos y relaciones del 'primer estrato' son conceptos y relaciones derivados lógicamente. En bien de su más elevada unidad lógica, este nuevo 'sistema secundario' paga el precio de operar con conceptos elementales (conceptos de segundo estrato) que ya no están conectados de modo directo con las experiencias sensoriales. Una búsqueda posterior de la unidad lógica nos conduce a un sistema terciario, más pobre aún en conceptos y relaciones, mediante la deducción de los conceptos y relaciones del estrato secundario (y de modo indirecto de los del primario). Y el proceso continúa en estos términos, hasta el momento en que hemos llegado a un sistema dueño de la mayor unidad concebible y de la mayor pobreza de conceptos en materia de fundamentos lógicos, que todavía es compatible con las observaciones realizadas por nuestros sentidos. No sabemos si esta ambición será o no capaz de forjar alguna vez un sistema definitivo. Si se recabara una opinión al respecto, lo más probable sería obtener una respuesta negativa. No obstante, mientras se lucha con los problemas, jamás se pierde la esperanza de acercarse a ese objetivo".

En el cambio que experimentaron las ideas filosóficas de Einstein tuvo también mucho que ver el que durante su larga, y a la postre fallida, búsqueda de una teoría que unificase, geometrizando, gravitación y electromagnetismo (esto es, la búsqueda de una teoría del campo unificado), Einstein fuese dependiendo cada vez más de la matemática, que se convirtió en su principal guía heurística, aunque, bien es cierto, nunca olvidó que el juez último de una teoría física es siempre la experiencia. De hecho, se puede decir que Einstein recuperó entonces sensaciones que ya había experimentado cuando tenía doce años, momento en que, como recordó en sus *Notas autobiográficas*, cayó en sus manos un librito sobre geometría euclídea. "Había allí asertos", recordaba entonces, "como la intersección de las tres alturas de un triángulo en un punto, por ejemplo, que –aunque en modo alguno evidentes– podían probarse con tanta seguridad que parecían estar a salvo de toda duda. Esta claridad, esta certeza, ejerció sobre mí una impresión indescriptible"²². Y enseguida añadía: "Si bien parecía que a través del pensamiento puro era posible lograr un conocimiento seguro sobre los objetos de la experiencia, el 'milagro' descansaba en un error. Mas, para quien lo vive por primera vez, no deja de ser maravilloso que el hombre sea siquiera capaz de lograr, con el pensamiento puro, un grado de certidumbre y pureza como el que los griegos nos mostraron por primera vez en la geometría".

Lo de "si bien parecía que a través del pensamiento puro era posible lograr un conocimiento seguro sobre los objetos de la experiencia, el 'milagro' descansaba en un error", es, a todas luces, un anacronismo: esto es lo que Einstein había terminado creyendo (con razón), no lo que, más que probablemente, pensó cuando descubrió los resultados de la geometría de Euclides²³. De hecho, como estoy argumentando, el redescubrimiento del poder de las matemáticas que llevó a cabo de la mano de la teoría de la relatividad general, el que a partir de un cierto momento, en torno a 1920, no encontrase más guía heurística para proseguir su búsqueda de una teoría del campo unificado, que tan importante era para él (creía que podía conducir a una alternativa causal para la mecánica cuántica, a la que se oponía firmemente); ese redescubrimiento del poder de la matemática, digo, le condujo a defender opiniones como la que expuso durante la conferencia Herbert Spencer que pronunció en Oxford el 10 de junio de 1933²⁴:

"Si es verdad... que la base axiomática de la física teórica no puede ser extraída de la experiencia y debe ser inventada con libertad, ¿podemos esperar que alguna vez halleemos el camino correcto?... Sin ninguna vacilación responderé que, según mi opinión, existe un camino correcto y que nosotros somos capaces de hallarlo.

Hasta el momento presente nuestra experiencia nos autoriza a creer que la naturaleza es la realización de las ideas matemáticas más simples que se pueda concebir. *Estoy convencido de que, por medio de construcciones matemáticas, podemos descubrir los conceptos y las leyes que los conectan entre sí, que son los elementos que proporcionan la clave para la comprensión de los fenómenos naturales.* La experiencia puede sugerir los conceptos matemáticos apropiados, pero éstos, sin duda ninguna, no pueden ser deducidos de ella. Por supuesto que la experiencia retiene su cualidad de criterio último de la utilidad física de una construcción matemática. Pero *el principio creativo reside en la matemática.* Por tanto, *en cierto sentido, considero que el pensamiento puro puede captar la realidad, tal como los antiguos habían soñado*".

Fue, por consiguiente, la teoría de la relatividad general la que hizo que Einstein modificase sus planteamientos filosóficos con el fin de acomodar éstos a los contenidos de su nueva teoría. Y es que la coherencia filosófica no es una virtud científica, como el propio Einstein señaló en las contestaciones a las críticas que le habían hecho los

distintos autores que habían contribuido al volumen *Albert Einstein: Philosopher-Scientist*. El científico, escribió allí, "debe aparecer al epistemólogo sistemático como un tipo de oportunista poco escrupuloso: aparece como *realista* en tanto que busca describir un mundo independiente de los actos de percepción; como un *idealista* en tanto que considera los conceptos y teorías como invenciones libres del espíritu humano (no derivables lógicamente de lo que es dado empíricamente); como *positivista* en tanto que considera a sus conceptos y teorías justificadas *solamente* en la medida en que suministran una representación lógica de relaciones entre experiencias sensoriales. Puede aparecer incluso como un *platonista* o un *pitagórico* en tanto que considera el punto de vista de la simplicidad lógica como una herramienta efectiva e indispensable de su investigación"²⁵.

El científico es, efectivamente, o lo es la mayoría de las veces, un oportunista poco escrupuloso desde el punto de vista de la filosofía. Esto, sin embargo, no significa que su relación con ella, con la filosofía, sea siempre innecesaria, improductiva o superficial. En absoluto. Lo que ocurre es que tal relación es cambiante. A veces es el científico el que se beneficia de las reflexiones y enseñanzas de los filósofos (el caso de Einstein en la relatividad especial), pero en otras sucede lo recíproco: la filosofía se beneficia de los logros del científico. Es en este sentido que debemos leer otras líneas debidas a Einstein²⁶:

"A menudo se ha dicho, y no sin cierta justificación por cierto, que el hombre de ciencia es un filósofo de mala calidad. ¿Por qué el físico no deja pues que el filósofo se entregue a la tarea de filosofar? Esto bien puede ser lo correcto en momentos en que el físico cree tener a su disposición un sistema rígido de conceptos y leyes fundamentales, tan bien establecidos que ninguna duda puede tocarlos. Pero puede no serlo en un momento en que las bases mismas de la física se han vuelto tan problemáticas como lo son hoy. En tiempos como el presente, cuando la experiencia nos compele a buscar una nueva y más sólida fundamentación, el físico no puede simplemente entregar al filósofo la contemplación crítica de los fundamentos teóricos, porque nadie mejor que él puede explicar con mayor acierto dónde le aprieta el zapato. En su búsqueda de un nuevo fundamento, el físico se verá obligado a poner bien en claro hasta qué punto están justificados y constituyen verdaderas necesidades los conceptos que utiliza".

Establecidos todos estos puntos, pasaré a la influencia de las teorías de la relatividad einsteinianas en la filosofía del siglo XX.

LA RECEPCIÓN DE LA RELATIVIDAD EN EL MUNDO FILOSÓFICO GERMANO

Una forma de apreciar la reacción que la relatividad einsteiniana produjo entre los filósofos es la correspondencia de Einstein. A través de ella vemos cómo éstos empezaron a aparecer entre los corresponsales de Einstein especialmente a partir de 1919, el año de la expedición británica que comprobó la predicción de la curvatura de los rayos de luz en presencia de un campo gravitacional a través de un eclipse de Sol, y que convirtió al autor de la relatividad en una celebridad mundial. Y fueron sobre todo filósofos de habla alemana los primeros en entablar relación con Einstein. Así, el 3 de mayo de 1919, éste escribía al filósofo Hans Vaihinger, un defensor del relativismo filosófico²⁷:

"Compruebo que Study no le hace justicia. Le di el libro únicamente porque está escrito inteligentemente y es divertido, no porque quisiese defender su punto de vista. Pienso que su 'realismo' es filosóficamente bastante oscuro... Encuentro el libro *Allgemeine Erkenntnislehre* [Teoría general del conocimiento] de M. Schlick, que adopta un punto de vista algo similar, mucho más penetrante...

La suposición de que voy a escribir un artículo para los *Kant-Studien* se basa en un error. Estoy muy poco versado en la filosofía para tomar parte activa en ella. A lo más a que puedo aspirar es a ser pasivamente receptivo del trabajo de alguien en este campo. He prometido suministrar información, verbalmente al igual que por escrito, sobre asuntos relativos a mi especialidad que puedan ser de interés para la filosofía. Ésta es la única forma en que acaso pueda ser útil a la filosofía. ¡Zapatero a tus zapatos!"

El mencionado Moritz Schlick (1882-1936) fue uno de los primeros y más activos "misionarios" de la relatividad de Einstein en el mundo filosófico. Estudiante de Max Planck, bajo cuya dirección obtuvo un doctorado en física en 1904 con una tesis sobre la reflexión de la luz en un medio inhomogéneo, Schlick se dedicó después a la filosofía viéndose pronto atraído por las muchas posibilidades filosóficas de la relatividad, como se puede

ver, por ejemplo, en un artículo que publicó en 1915: "Die philosophische Bedeutung des Relativitätsprinzip" ("El significado filosófico de la teoría de la relatividad"²⁸). Dos años más tarde, Schlick publicaba un pequeño libro titulado *Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik* (*Espacio y tiempo en la física actual*), que apareció inicialmente en dos partes en el semanario científico *Die Naturwissenschaften*.

Einstein se sintió particularmente atraído por las ideas de Schlick. Así, el 19 de abril de 1920 le escribía²⁹: "Su epistemología ha hecho mucho amigos. Incluso Cassirer ha pronunciado algunas palabras en su favor... El joven Reichenbach ha escrito un artículo muy interesante sobre Kant y la relatividad general, en el que también utiliza su comparación con una máquina de calcular".

Antes de decir algo sobre Cassirer y Reichenbach, es inevitable recordar una de las actividades por las que Schlick es más recordado. Hacia 1922, y con él como cabeza visible, se agruparon, bajo la denominación "Círculo de Viena", filósofos y científicos con preocupaciones filosóficas como Herbert Feigl, Hans Hahn, Philipp Frank, Kurt Gödel, Victor Kraft, Otto Neurath y Friedrich Waismann. En realidad, la influencia del Círculo no se limitaba a Viena, extendiéndose más lejos; por ejemplo, a Berlín, en donde entonces se encontraba Reichenbach (existieron también conexiones entre el Círculo, Karl Popper y Ludwig Wittgenstein)³⁰. Que el Círculo de Viena, y el positivismo lógico, con el que está íntimamente ligado (aunque no haya que reducir completamente éste a aquél), ha sido una parte importante de la filosofía del siglo XX, es algo que pocos negarán. Pues bien, ocurre que la filosofía del Círculo de Viena tomó buena nota de las enseñanzas epistemológicas y metodológicas que se derivan de la relatividad. Si se prefiere, basta con decir que muchos de los miembros del Círculo de Viena se vieron muy influidos por las nuevas teorías de Einstein.

Pasemos, ahora ya sí, a Ernst Cassirer (1874-1945) y Hans Reichenbach (1891-1953). Aunque ambos se iniciaron y establecieron sus credenciales filosóficas en Alemania, terminarían abandonándola estableciéndose en los Estados Unidos, los dos como catedráticos de filosofía: Cassirer en la Universidad de Yale University desde 1932, y Reichenbach en la Universidad de California, Los Ángeles, a partir de 1938.

Cassirer, que se había formado en la escuela neokantiana de Marburgo, fue uno de los filósofos que reconocieron que tenían que revisar sus puntos de vista filosóficos de manera que fuesen consistentes con las teorías relativistas de Einstein. En su caso, se interesó especialmente por comprobar su la visión filosófica del mundo que había presentado en su *Substanzbegriff und Funktionsbegriff* (*Sustancia y función*; 1910), que estaba dominada por las concepciones newtonianas de espacio y tiempo, eran consistentes con el nuevo universo relativista. Fruto de sus esfuerzos en este sentido es un manuscrito que preparó y envió a Einstein para que le dijese su opinión.

El 5 de junio de 1920, Einstein respondía a su petición con una carta en la que escribía³¹:

"He estudiado su tratado con cuidado y con mucho interés, y admirado, sobre todo, la seguridad con que domina la esencia de la teoría de la relatividad. He realizado breves anotaciones al margen cuando no estaba completamente de acuerdo. Por ejemplo, no puedo aceptar su opinión sobre la relación Kant-Newton con relación al espacio y al tiempo. La teoría de Newton exige de un espacio absoluto (objetivo) para poder atribuir un significado real a la aceleración, algo de lo que Kant parece que no se dio cuenta. Puedo comprender su manera idealista de pensar sobre el espacio y el tiempo y también creo que con ella se puede llegar a un punto de vista consistente. No siendo filósofo, las antítesis filosóficas me parecen más conflictos de énfasis que contradicciones fundamentales. Lo que Mach llama *conexiones* [*Verknüpfung*], son para usted los nombres ideales que hacen que la experiencia sea de entrada posible. Sin embargo, usted hace hincapié en este aspecto del conocimiento, mientras que Mach pretende hacerlo lo más insignificante posible. Estoy de acuerdo en que uno debe aproximarse a las experiencias con algún tipo de instrumento conceptual para que la ciencia sea posible; pero no creo que nuestra elección de estos instrumentos esté limitada *en virtud de la naturaleza de nuestro intelecto*. Los sistemas de conceptos me parecen vacíos, si no se determina la forma en que se relacionan con la experiencia. Me parece que esto es absolutamente esencial, incluso aunque a menudo encontramos ventajoso en la física teórica aislar relaciones puramente conceptuales, para que así aparezcan más fácilmente las interdependencias lógicamente establecidas. Con la interpretación de *ds* como el resultado de una

medida que se puede obtener de una manera muy específica por medio de reglas y relojes para medir, la teoría de la relatividad se establece y cae como una teoría *física*. Creo que su tratado es muy adecuado para clarificar las ideas de los filósofos y el conocimiento sobre los problemas físicos de la relatividad".

El 10 de mayo de 1920, Cassirer agradecía a Einstein su ayuda con las siguientes palabras³²: "Por favor acepte mi cordial agradecimiento por su amable disposición a echar un rápido vistazo ahora a mi manuscrito... En lo que se refiere al contenido de mi texto, evidentemente no pretende presentar todos los problemas filosóficos contenidos en la teoría de la relatividad, y menos aún resolverlos. Simplemente quería intentar estimular la discusión filosófica general y abrir el flujo de argumentos y, si es posible, definir una dirección metodológica concreta. Sobre todo, quería, por decirlo de alguna manera, enfrentar a los físicos y filósofos con los problemas de la teoría de la relatividad y ponerlos de acuerdo..."

El manuscrito en cuestión fue publicado, como un libro, el año siguiente, 1921. Se tituló *Zur Einstein'schen Relativitätstheorie* (*Sobre la teoría de la relatividad de Einstein*).

"El siguiente ensayo", escribía Cassirer en el Prefacio de esta obra, "no pretende ofrecer una descripción completa de los problemas filosóficos suscitados por la teoría de la relatividad. Soy consciente de que los nuevos problemas que esta teoría presenta a la crítica general del conocimiento sólo se pueden resolver mediante el trabajo paciente de físicos y filósofos; aquí me he limitado a comenzar este trabajo, estimulando la discusión y, allí donde ha sido posible, guiándolo hacia direcciones metódicas, que contrastan con la incertidumbre de los juicios que todavía predomina"³³.

Pasando ahora a Hans Reichenbach, tenemos que había estudiado ingeniería en la Technische Hochschule de Stuttgart entre 1910 y 1911, pero dándose cuenta de que sus intereses eran sobre todo teóricos se dedicó a estudiar matemáticas, física y filosofía en las universidades de Berlín, Múnich y Gotinga, donde tuvo como profesores a científicos como Planck, Sommerfeld, Hilbert y Born, y filósofos como Ernst von Aster and Ernst Cassirer. Él mismo recordó los comienzos de su carrera en un esbozo autobiográfico publicado en 1932³⁴:

"Debido a mi trabajo en el cuerpo de radio del ejército", escribió en un esbozo autobiográfico, "me vi implicado en la radio-tecnología, y durante el último año de la guerra [la Primera Guerra Mundial], tras haber dejado el servicio activo a causa de una grave enfermedad que había contraído en el frente ruso, comencé a trabajar como ingeniero para una compañía de Berlín especializada en la radio-tecnología (desde 1917 hasta 1920). Durante este período, y como físico que era, dirigí el laboratorio de altavoces de esta compañía. También me casé. Poco después murió mi padre y durante algún tiempo no pude dejar mi puesto de ingeniero puesto que tenía que ganar un salario para que mi esposa y yo pudiésemos vivir. Sin embargo, en mi tiempo libre estudié la teoría de la relatividad; asistí a las clases de Einstein en la universidad de Berlín... La teoría de la relatividad me impresionó inmensamente y me llevó a un conflicto con la filosofía de Kant. La crítica de Einstein al problema del espacio-tiempo me hizo darme cuenta de que el concepto de *a priori* de Kant no se puede mantener. Presenté el resultado de este profundo cambio en un librito titulado *Relativitätstheorie und Erkenntnis Apriori* [1920]."

Da una idea de las intenciones de Reichenbach lo que escribió a Einstein el 15 de junio de 1920, cuando le pedía permiso para dedicarle su libro *Relativitätstheorie und Erkenntnis Apriori* (*La teoría de la relatividad y el conocimiento a priori*)³⁵: "Sabe usted que con este trabajo mi intención ha sido exponer las consecuencias filosóficas de su teoría y presentar los grandes descubrimientos que su teoría física ha provocado en la epistemología... Sé muy bien que muy pocos de los filósofos establecidos tienen la menor idea de que su teoría es un logro filosófico y que sus concepciones físicas contienen más filosofía que todos los trabajos de muchos volúmenes producidos por los epígonos del gran Kant. Permítame, por consiguiente, expresar el agradecimiento que le debo con este intento de liberar a las profundas percepciones de la filosofía kantiana de sus ataduras contemporáneas reuniéndola con sus descubrimiento en un solo sistema".

A esta carta, Einstein respondió el 30 de junio de 1920³⁶: "Para mí, el valor de la teoría de la relatividad es que muestra lo dudoso de ciertos conceptos que incluso en filosofía fueron reconocidos como pequeños cambios. Los conceptos son simplemente vacíos cuando dejan de estar firmemente ligados a la experiencia".

Reichenbach respetó la obra de Einstein toda su vida. Fue, por ejemplo, uno de los que contribuyó al ya mencionado volumen *Albert Einstein: Philosopher-Scientist*. En su artículo en esta obra, Reichenbach resumió espléndidamente las (implicaciones filosóficas de la relatividad³⁷:

"constituiría una equivocación creer que la teoría de Einstein no es una teoría filosófica. Este descubrimiento de un físico tiene consecuencias radicales para la teoría del conocimiento. Nos obliga a revisar ciertas concepciones filosóficas que han desempeñado un papel importante en la historia de la filosofía, y ofrece soluciones a ciertas cuestiones que son tan viejas como la propia historia de la filosofía y que no pudieron ser contestadas antes. El intento de Platón de resolver el problema de la geometría como una teoría de ideas, y el de Kant de describir la naturaleza del espacio y el tiempo mediante un '*reine Anschauung*' y una filosofía trascendental, constituyen respuestas a las mismas cuestiones a las que la teoría de Einstein ha dado una contestación diferente posteriormente. Si las doctrinas de Platón y Kant son teorías filosóficas, entonces la teoría de la relatividad de Einstein es filosófica y no meramente un asunto físico. Y las cuestiones a las que se hace referencia no son secundarias, sino de importancia primaria para la filosofía; algo que es evidente sin más que ver la posición central que ocupan en los sistemas de Platón y Kant. Estos sistemas son insostenibles si se coloca la respuesta de Einstein en el lugar de las respuestas que dieron a las mismas cuestiones sus autores; sus fundamentos se ven socavados cuando el espacio y el tiempo no son las revelaciones de una visión que se produce en el mundo de las ideas, o de una visión que surge de la razón pura, que un apriorismo filosófico pretende haber establecido. El análisis del conocimiento ha sido siempre el tema básico de la filosofía; y si el conocimiento en un dominio tan fundamental como el del espacio y el tiempo se ve sujeto a revisión, las implicaciones de tal crítica afectarán a toda la filosofía".

Otra referencia incuestionable al hablar de la relatividad y la filosofía germana en la década de 1920 es Rudolf Carnap (1891-1971), cuya tesis doctoral, *Der Raum* (*Sobre el espacio*, 1921), también tuvo que ver con los "temas einsteinianos". En la "Autobiografía intelectual" que preparó para el volumen que Paul Schilpp le dedicó en la serie *The Library of Living Philosophers*, Carnap explicó tanto el origen de su tesis como el contenido de ésta. Hacia 1919, explicaba, había estudiado los *Principia Mathematica* de Alfred North

Whitehead y Bertrand Russell, al que Gottlob Frege, cuyos cursos "Begriffsschrift I y II" (*Notación conceptual, ideografía*) había seguido (en Jena) en 1910 y 1913, respectivamente, a veces mencionaba. En particular, le impresionó el desarrollo de la teoría de relaciones que se incluía en esta magna obra. "En particular", señalaba Carnap, "comencé la construcción de un *sistema de axiomas* para una teoría física del *espacio y el tiempo*, utilizando como primitivas dos relaciones, la coincidencia C de los puntos de universo de dos elementos físicos, y la relación temporal T entre los puntos de universo del mismo elemento físico. Escribí un breve esbozo de él, llamado 'Fundamentos axiomáticos de la cinemática' y se lo mostré al profesor Max Wien, el director del Instituto de Física de la Universidad de Jena. Después de que le diese algunas explicaciones, dijo que podía ser un proyecto interesante pero ciertamente no en física. Sugirió que podía enseñar el esbozo al profesor Bruno Bauch con el que yo había estudiado filosofía. Bauch se mostró más interesado, pero su veredicto final fue que este proyecto pertenecía a la física más que a la filosofía. Me aconsejó que lo presentase al profesor Wien. Pero al final llegamos al acuerdo de que escogería otro proyecto en filosofía, a saber los fundamentos filosóficos de la geometría"³⁸. "Esta experiencia con mi proyecto de tesis", añadía en un comentario que será familiar para muchos de aquellos que han buscado moverse por territorios parecidos, "que parecía no pertenecer ni a la física ni a la filosofía, me hizo ver con claridad por primera vez las dificultades con que continuamente tendría que enfrentarme en el futuro. Si uno está interesado en las relaciones entre campos que, según las divisiones académicas habituales, pertenecen a departamentos diferentes, entonces uno no se bienvenido como un constructor de puentes, como habría podido esperar, sino que será considerado por ambos lados más bien como un extraño y un problemático intruso"³⁹.

Sobre su tesis doctoral, Carnap escribía: "En mi tesis doctoral, *Der Raum* [1921], intenté demostrar que las teorías contradictorias relativas a la naturaleza del espacio, sostenidas por matemáticos, filósofos y físicos se debían al hecho de que estos escritores hablaban sobre temas completamente diferentes aunque utilizaban el mismo término, 'espacio'. Distinguí tres significados de este término, a saber, espacio formal, espacio intuitivo y espacio físico. El espacio formal es un sistema abstracto, construido en matemáticas, y más precisamente en la lógica de relaciones; por consiguiente, nuestro conocimiento del espacio

formal es de una naturaleza lógica. Al conocimiento del espacio intuitivo lo consideraba entonces, bajo la influencia de Kant y de los neokantianos, especialmente Natorp y Cassirer, como basado en 'pura intuición' e independiente de la experiencia contingente. Pero, al contrario que Kant, limitaba los rasgos del espacio intuitivo percibidos por la intuición pura a ciertas propiedades topológicas; a la estructura métrica (en opinión de Kant, la estructura euclídea) y la tridimensionalidad las consideraba no como puramente intuitivas, sino como empíricas. Al conocimiento del espacio físico ya lo consideraba como completamente empírico, de acuerdo con empiristas como Helmholtz y Schlick. En particular, traté del papel de la geometría no euclídea en la teoría de Einstein"⁴⁰.

Lo que Carnap decía en su autobiografía nos ayuda a matizar la influencia que las teorías especial y general de la relatividad de Einstein en la filosofía y filósofos de las, al menos, dos primeras décadas del siglo XX. Es cierto que la aparición de esas dos teorías, con sus novedosos, profundos y radicales análisis de los conceptos de espacio y tiempo, atrajeron la atención de muchos filósofos que de otra forma acaso hubiesen dedicado sus esfuerzos a otras cuestiones filosóficas. Ahora bien, no es menos cierto, como la cita de Carnap muestra con claridad, que antes incluso de 1903, el año en que Einstein presentó públicamente su teoría de la relatividad especial, existía una cierta, en modo alguno desdeñable, tradición de análisis (o investigación) filosófica que tenía al concepto de espacio como protagonista. Es obligado mencionar en este punto los ensayos de Hermann von Helmholtz titulados "Über die Tatsachen, die der Geometrie zu Grunde liegen" ("Sobre los hechos que subyacen en la geometría"; 1858) y "Über den Ursprung die Bedeutung der geometrische Axiome" ("Sobre el origen y significado de los axiomas de la geometría"; 1870)⁴¹; de hecho, y esto es relevante para la presente discusión, estos dos artículos fueron dos de los elegidos por Paul Hertz y Moritz Schlick en la selección de textos de Helmholtz sobre los fundamentos filosóficos de la ciencia que ambos publicaron en 1921 (Julius Springer, Berlín) bajo el título *Schriften zur Erkenntnistheorie*, y que incluía anotaciones de ambos⁴².

Igualmente obligado es recordar los tres artículos que Ernst Mach publicó en los números de abril de 1901, julio de 1902 y octubre de 1902 de *The Monist*: "On physiological, as distinguished from geometrical, space" ("Sobre

el espacio fisiológico, como distinto del geométrico"), "On the psychology and natural development of geometry" ("Sobre la fisiología y desarrollo natural de la geometría") y "Space and geometry from the point of view of physical inquiry" ("Espacio y geometría desde el punto de vista de la investigación física")⁴³.

Otra muestra, la siguiente en el orden temporal, de lo extendida que se encontraba a primeros de siglo, antes de que Einstein publicase su teoría de la relatividad especial, las reflexiones sobre la naturaleza del espacio y el tiempo la encontramos en el matemático francés Henri Poincaré. Basta, en efecto, leer esa serie maravillosa de sus libros de carácter general (constituidos por la reunión de artículos que había publicado antes en revistas), *La science et l'hypothèse* (*La ciencia y la hipótesis*; 1902), *Le valeur de la science* (*El valor de la ciencia*; 1905), *Science et méthode* (*Ciencia y método*; 1908) o el póstumo *Dernières pensées* (*Últimos pensamientos*; 1913), para comprobarlo. En algunos de esos artículos Poincaré, es verdad, utilizaba argumentos no demasiado alejados a los que utilizó Einstein, pero en otros no. Así, por ejemplo, en *El valor de la ciencia* se ocupaba con cierta extensión no sólo del espacio desde el punto de vista de la matemática o de la física, sino también, al igual que Mach, del "espacio visual", o del "espacio táctil". De hecho, podemos leer frases que encajan más en la tradición, digamos, helmholtziana que en la einsteiniana⁴⁴: "¿De dónde proviene el carácter cuantitativo del espacio? Del papel que desempeñan en su génesis las series de sensaciones musculares. Son series que pueden repetirse, y de esa repetición proviene el número; porque pueden repetirse indefinidamente, el espacio es infinito. En fin, hemos visto, al final del párrafo 3, que también por eso el espacio es relativo. Así, la repetición es la que ha dado al espacio sus caracteres esenciales; ahora bien, la repetición supone el tiempo; es suficiente decir que el tiempo es lógicamente anterior al espacio".

Bertrand Russell (1872-1970), al que volveré más adelante, nos proporciona un apoyo suplementario, e importante, al argumento que estoy intentando presentar: que el análisis de los conceptos de espacio y tiempo llevaban ya tiempo instalados en la investigación fisiológica, matemática y física, antes de que Einstein desarrollase sus teorías de la relatividad, y que mucha de esa huella se borró una vez que, en noviembre de 1919, Einstein y su ciencia se convirtieron en mundialmente famosos.

El apoyo de Russell al que me refiero tiene que ver con uno de sus libros, *Our Knowledge of the External World as a Field for Scientific Method in Philosophy* (*Nuestro conocimiento del mundo exterior como campo para el método científico en filosofía*; 1914). En este libro, que Russell completó en el otoño de 1913, se trataba con bastante extensión, entre otras cuestiones, por supuesto, de la naturaleza del espacio y el tiempo, en un capítulo (el IV) cuyo título ya es significativo para los argumentos que estoy defendiendo: "El mundo de la física y el mundo de los sentidos". Veamos algo de lo que escribió allí Russell⁴⁵:

"El espacio-tiempo de la Física no tiene una relación estrecha con el espacio y el tiempo del mundo experimental de una persona... El espacio de, v. Gr., mis percepciones visuales está *correlacionado* con el espacio físico solo de una forma más o menos aproximada; desde el punto de vista físico todo lo que veo está dentro de mi cabeza. No veo objetos físicos; veo los efectos que producen en la región en que está mi cerebro. La correlación del espacio visual y el físico llega a ser aproximada por el hecho de que cada una de mis sensaciones visuales no se debe *enteramente* a un objeto físico determinado, sino también, en parte, al medio interpuesto. Además, la relación entre la sensación visual y el objeto físico es de uno a muchos y no biunívoca, porque nuestros sentidos son algo vagos: cosas que parecen diferentes bajo el microscopio resultan discernibles a simple vista...

Respecto al tiempo, la relación entre Psicología y Física es sorprendentemente simple. El tiempo de nuestra experiencia es el tiempo que resulta, en Física, de tomar nuestro propio cuerpo como el origen. Para la Física todos los acontecimientos de mi experiencia están en mi propio cuerpo, y el intervalo temporal entre ellos es lo que la teoría de la relatividad llama 'intervalo' (en el espacio-tiempo). Así, el intervalo temporal entre dos acontecimientos en la experiencia de una persona conserva una significación física directa en la teoría de la relatividad. Pero la fusión del espacio y el tiempo físicos en el espacio-tiempo no corresponde a nada en Psicología. Dos acontecimientos que son simultáneos en mi experiencia pueden estar espacialmente separados en el espacio psíquico (por ejemplo, cuando veo a la vez dos estrellas). Pero en el espacio físico estos dos acontecimientos no están separados y ocurren en verdad en el mismo lugar del espacio-tiempo. En este sentido la teoría de la relatividad ha complicado la relación entre la percepción y la física.

La importancia e incluso la existencia del problema que pretendían dilucidar las anteriores consideraciones ha quedado

velada por la lamentable separación de las investigaciones que impera en el mundo civilizado. Los físicos, ignorantes y despreciadores de la Filosofía, se han contentado con presuponer sus partículas, puntos e instantes en la práctica, concediendo, con irónica cortesía, que sus conceptos no reivindicaban validez metafísica. Los metafísicos, obsesionados por la opinión idealista de que solo la mente es real y por la creencia parmenídea de que lo real es inmutable, repitieron una y otra vez las supuestas contradicciones inherentes a las nociones de materia, espacio y tiempo y, por consiguiente, no intentaron hallar una teoría sostenible sobre las partículas, puntos e instantes. Los psicólogos, que han hecho un inapreciable trabajo sacando a luz la caótica naturaleza de los materiales suministrados por la sanción, han ignorado las matemáticas y la moderna lógica, limitándose a decir que la materia, el espacio y el tiempo son 'construcciones intelectuales', sin intentar nunca explicar en detalle cómo lo construye el intelecto, ni cómo se justifica la validez práctica que, según muestra la Física, poseen. Hemos de esperar que los filósofos llegarán a reconocer que ni pueden alcanzar ningún triunfo sólido en estas cuestiones sin ciertos conocimientos de lógica, matemáticas y física; entre tanto, por falta de estudiosos con suficiente preparación, este problema vital sigue sin ser abordado siendo desconocido".

Y en este punto señalaba: "Hay, es cierto, dos autores, ambos físicos, que han hecho algo, aunque no mucho, para presentar el problema como pendiente de estudio. Estos dos autores son Poincaré y Mach; Poincaré especialmente en su *Ciencia e hipótesis* y Mach en su *Análisis de las sensaciones*. Por admirable que sea su trabajo parecen sufrir ambos el influjo de una orientación filosófica general. Poincaré es kantiano mientras que Mach es ultra-empirista; en Poincaré casi toda la parte matemática de la Física es convencional; en Mach la sensación como acontecimiento mental se identifica con su objeto como parte del mundo físico. Sin embargo, los dos autores, Mach sobre todo, merecen ser citados por haber hecho importantes contribuciones al planteamiento de nuestro problema".

Russell, como vemos, únicamente mencionaba a Poincaré y Mach, y ello en 1913. Un comentario que incluyó en un artículo que publicó en 1922 ("Physics and perception") parece indicar que cuando escribió *Nuestro conocimiento del mundo exterior* ya conocía la relatividad einsteiniana, aunque no la daba la importancia que merecía: "Como expliqué en mi libro", escribió entonces, "sobre el *Mundo*

externo (que, sin embargo, prestó muy poca atención a la relatividad), tenemos que comenzar con un espacio-tiempo privado para cada preceptor, y en general para cada trozo de materia"⁴⁶. Fue en la primavera de 1919 cuando su interés por la relatividad einsteiniana se despertó realmente, y ello gracias a la ayuda de su amigo el matemático de Cambridge John E. Littlewood, con quien aquel año estudió, parece, intensamente la relatividad. Inmediatamente después de que Arthur Eddington efectuase las comprobaciones preliminares después del, ya mencionado, eclipse de Sol del 29 de mayo de 1919, comprobaciones que indicaban que la predicción sobre la curvatura de la luz que se deducía de la teoría de la relatividad general de Einstein era correcta, Eddington telegrafió la noticia a Littlewood, quien comunicó el resultado a Russell⁴⁷. Está claro que los resultados de la expedición británica del eclipse anunciados en 1919 significaron un momento crucial para Russell, que el 27 de noviembre de 1919 escribía a su amiga americana Lucy Donnelly⁴⁸: "Estoy fascinado por Einstein, el mayor suceso científico desde hace mucho, probablemente desde Newton. Sólo es la ciencia lo que brilla realmente en nuestra época. Moralmente y artísticamente está degenerada". A partir de entonces, como veremos más adelante, Russell se convirtió en uno de los grandes divulgadores de las ideas de Einstein en el Reino Unido.

Volviendo al mundo filosófico centroeuropeo, tenemos que otro ejemplo destacado de filósofo que reaccionó ante las teorías de Einstein es el de Karl Popper (1902-1994), que aunque no fue un miembro del Círculo de Viena, sí que mantuvo, como ya apunté, lazos con él. Con Popper, especialmente después de la publicación, en 1934, de su *Logik der forschung (Lógica de la investigación científica)*, cobró fuerza una de las ramas de la filosofía de la ciencia que más popularidad alcanzó en el siglo XX, tanto entre los filósofos como entre científicos y público en general: la metodología de la ciencia. Pues bien, las ideas de Popper en esta área surgieron en buena medida como una reflexión filosófica ante los trabajos de Einstein. Dejemos que sea el propio Popper, quien, en su autobiografía, lo explique⁴⁹:

"Volviendo la vista hacia aquel año [1919] me maravilla el que, en un período tan corto, le pueda ocurrir tanto al desarrollo intelectual de uno. Puesto que fue en aquella época cuando supe acerca de Einstein; y esto llegó a ser una influencia dominante en mi pensamiento, a la larga tal vez la influencia más importante de todas..."

[Max Elstein] me llamó la atención ante el hecho de que el mismo Einstein consideraba como uno de los principales argumentos en favor de su teoría [de la relatividad general] el que condujese a la de Newton como una aproximación muy buena; también, el que Einstein, aunque convencido de que su teoría era una aproximación mejor que la de Newton, la considerase como meramente un paso hacia una teoría todavía más general...⁵⁰

Sin duda alguna, Einstein tenía todo esto, y especialmente su propia teoría, en mente cuando, en otro contexto, escribió: 'No podría existir mejor destino para una teoría física que el que señalase el camino hacia una teoría más amplia, en la que continuase viviendo como un caso límite'. Pero lo que más me impresionó fue la clara afirmación de Einstein en el sentido de que consideraría su teoría insostenible si no pasase ciertas pruebas. Así escribió, por ejemplo: 'si el desplazamiento hacia el rojo de las líneas espectrales debido al potencial gravitatorio no existiese, entonces no se podría seguir manteniendo la teoría de la relatividad general'.

Aquí teníamos una actitud radicalmente diferente de la dogmática de Marx, Freud y Adler, y aún más de la de los seguidores de éstos. Einstein estaba buscando experimentos cruciales.

Ésta, sentí entonces, era la verdadera actitud científica. Radicalmente diferente de la actitud dogmática que constantemente anunciaba el hallazgo de 'verificaciones' para sus teorías favoritas.

Así es como llegué, hacia finales de 1919, a la conclusión de que la actitud científica era la actitud crítica, que no buscaba verificaciones sino pruebas cruciales; pruebas que podrían *refutar* la teoría que se está cuestionando, pero que nunca la podrían establecer."

LA TEORÍA DE LA RELATIVIDAD Y LOS FILÓSOFOS BRITÁNICOS

Hasta ahora, mis anteriores comentarios relativos a la influencia de la relatividad en la filosofía del presente siglo se han referido a líneas de pensamiento filosófico que se desarrollaron en el mundo filosófico de habla alemana, en los que la relación ciencia-filosofía era, por lo que sabemos, más fuerte que en otros lugares. A continuación, voy a mencionar, aunque superficialmente, algunos rasgos de la recepción dada a las ideas relativistas de Einstein entre los filósofos de una nación bastante diferente, Gran

Bretaña⁵¹. El motivo de hacer esto es que el caso de los filósofos británicos muestra con claridad un aspecto más del impacto que las teorías de Einstein causaron a raíz del anuncio de los resultados del eclipse de 1919. El determinar si se pueden extrapolar las conclusiones que se extraen del ejemplo británico a otras comunidades nacionales es algo que debe esperar a estudios específicos, aunque los resultados de investigaciones referentes a Francia o a Alemania parecen sugerir que en alguna medida, y desde luego con diferencias que nacen de las propias peculiaridades del país en cuestión, sí que es posible.

Cuando se estudia la filosofía británica del primer cuarto del siglo (dos elementos importantes para tal estudio son las revistas *Mind* y *Proceedings of the Aristotelian Society*), uno se encuentra con que con anterioridad a 1920 las referencias a la relatividad einsteiniana son muy pocas y prácticamente limitadas a la teoría especial, a la que en general se veía como un apartado del electromagnetismo, que, en manos de Hermann Minkowski, podía conducir a ciertas implicaciones acerca de la estructura, euclidiana o no, del espacio (un caso diferente es el de Alfred North Whitehead, quien desarrolló su propia teoría de la relatividad)⁵². A partir de 1919 la situación cambió sustancialmente, aunque no se pueda decir que el número de filósofos involucrados fuese muy grande. Fue especialmente entre 1920 y 1925 cuando los filósofos británicos comentaron más la relatividad; se escribieron libros y artículos, y la Aristotelian Society y la Mind Association organizaron debates. Entre los filósofos más activos durante aquel período se encuentran Whitehead, H. Wildon Carr, C. D. Broad, Richard B. Haldane, Dorothy Wrinch y Bertrand Russell. Pero no fueron los únicos. Un hecho digno de destacar es que aunque ciertamente existieron filósofos que se oponían a la relatividad, obstinándose en no abandonar un mundo, el newtoniano, en el que las certidumbres (lo absoluto) eran –pensaban– más firmes, la mayor parte de los filósofos británicos que participaron en la discusión de las implicaciones filosóficas de la relatividad no sólo la aceptaban, sino que también argumentaban que los planteamientos einsteinianos favorecían sus propios puntos de vista filosóficos. Idealistas y realistas, en particular (recuérdese que la polémica idealismo *versus* realismo se había sentido con bastante crudeza en la filosofía británica), defendían sus propios esquemas ayudándose de la relatividad. Al repasar los libros y artículos de aquellos años, uno se llega a perder en una auténtica maraña de argumentos y

contraargumentos relativos a qué es lo que implicaba la relatividad o qué era lo que Einstein había querido decir. Unos ejemplos tomados de la discusión organizada por la Aristotelian Society y que tuvo lugar el 20 de febrero de 1922, con la participación de Wildon Carr, Percy Nunn, Whitehead y Wrinch, servirán para ilustrar este punto. Para el idealista Wildon Carr la teoría de Einstein era "una interpretación científica de la experiencia basada en el principio de relatividad. Este principio está en completo acuerdo con la doctrina neo-idealista en filosofía, y en total desacuerdo con el punto de vista fundamental de toda forma de neo-realismo". Por contra, el realista Nunn argumentaba que, *al igual que Einstein*, los neo-realistas "habían enseñado explícitamente que las varias apariencias de la 'misma cosa' para diferentes observadores no son reacciones mentales diversas ante una idéntica causa material, sino que son datos de los sentidos o 'sucesos' que pertenecen a una única secuencia histórica". Finalmente, Dorothy Wrinch —una graduada en matemáticas y filosofía por el Girton College de Cambridge y que durante un tiempo fue pupila de Russell— pensaba que la teoría de la relatividad no tenía nada que ver ni con idealismo ni con realismo (de hecho, Wrinch utilizó las teorías de Einstein para apoyar sus propios planteamientos, muy influidos por un logicismo *à la* Whitehead y Russell)⁵³.

En cuanto a Bertrand Russell, que ya nos apareció, conviene detenerse un poco más en él, puesto que fue uno de los filósofos británicos que más se ocuparon de las teorías de la relatividad de Einstein, aunque con frecuencia más como divulgador que como filósofo realmente preocupado por las consecuencias que para su disciplina tenían las nuevas teorías⁵⁴. De hecho, con bastante agudeza percibió el oportunismo filosófico que mostraron muchos de sus colegas filósofos cuando extraían consecuencias filosóficas de la relatividad. Así, en un artículo titulado "Consecuencias filosóficas de la relatividad", que publicó en 1926 escribía⁵⁵: "Ha existido una tendencia, no rara en el caso de una nueva teoría científica, de que todo filósofo interprete el trabajo de Einstein de acuerdo con su propio sistema metafísico, y que sugiera que el resultado es un gran fortalecimiento de las opiniones que el filósofo en cuestión mantenía previamente. Esto no puede ser cierto en todos los casos; y puede esperarse que no sea cierto en ninguno. Sería decepcionante si un cambio tan fundamental como el que ha introducido Einstein no implicase ninguna novedad filosófica". En el mismo sentido, en su libro *Análisis*

de la materia, Russell escribía⁵⁶: "La teoría general de la relatividad tiene un alcance mucho mayor que la especial y un interés filosófico también mayor... su importancia en filosofía es probablemente mayor que en la física. Se ha pretendido, desde luego, por filósofos de distintas escuelas que la teoría aportaba una afirmación de sus respectivos sistemas. Se ha recabado para Santo Tomás, Kant y Hegel el haberse anticipado a ella. Pero no creo que ninguno de los filósofos que hacen tales sugerencias se hayan tomado el trabajo de tratar de comprender la teoría. Por mi parte confieso ignorar de quién podrán ser las consecuencias filosóficas a que la teoría llega, pero estoy convencido de que ellas son de mucho mayor alcance y completamente diferentes de las que se figuran los filósofos que carecen de conocimientos matemáticos".

Philipp Frank, que ya nos apareció como uno de los miembros del Círculo de Viena y sucesor de Einstein en Praga, escribió en 1949 algo no demasiado diferente a lo que sostenía Russell⁵⁷: "Es justo decir que incluso prominentes hombres de entre los seguidores y los que reconstruían la filosofía tradicional, no eran capaces de reconocer correctamente los cambios que debían de realizar para integrar el trabajo de Einstein en los esquemas tradicionales. Hombres de gran intelecto e imaginación como Henri Bergson, Ernst Cassirer o A. N. Whitehead intentaron en vano realizar contribuciones para una mejor comprensión y asimilación de las nuevas teorías de Einstein. Omito mencionar aquí aquellos filósofos que simplemente afirmaron de una manera superficial que la teoría de Einstein impulsaba su filosofía favorita. Según algunas interpretaciones, la teoría de Einstein muestra, por ejemplo, que la física tiene que ver con la mente y no con la materia, o, contrariamente, que los conceptos de espacio y tiempo no se refieren a algunas entidades abstractas sino a cuerpos materiales".

Un año antes de que escribiese las críticas palabras que acabo de citar, en 1925, Russell publicaba un magnífico libro de divulgación sobre la relatividad einsteiniana: *The ABC of Relativity*. En el último capítulo, titulado "Consecuencias filosóficas", volvía a la carga, aunque con matices diferentes que muestran que, después de todo, no estaba demasiado convencido de la importancia que para la filosofía tenía la relatividad⁵⁸:

"Las consecuencias filosóficas de la relatividad no son tan grandes ni tan desconcertantes como se ha pensado a veces.

Arrojan poca luz sobre controversias un tiempo famosas, tales como entre realismo e idealismo. Algunos creen que apoyan la idea de Kant de que el espacio y el tiempo son 'subjetivos' y que son formas de la intuición. Pienso que tales personas se han desorientado por la forma en que los escritores de la relatividad hablan del 'observador'. Es natural suponer que el observador es un ser humano, o al menos un espíritu. Pero es probable que sea también una cámara fotográfica o un reloj. Es decir, los extraños resultados relativos a la diferencia entre un 'punto de vista' y otro están en relación con el punto de vista en un sentido aplicable tanto a los instrumentos físicos como a las personas con percepciones. La 'subjetividad' aplicada a la teoría de la relatividad es una subjetividad *física*, que existiría igualmente caso de que no hubiera en el mundo cosas como la inteligencia o los sentidos.

Es, además, una subjetividad estrictamente limitada. La teoría no dice que *todo es relativo*. Por el contrario, da una técnica para distinguir lo que es relativo de lo que pertenece al hecho físico. Si dijéramos que la teoría apoya a Kant en su concepción del espacio y del tiempo, tendríamos también que decir que le rechaza en la de espacio-tiempo. Desde mi punto de vista, ninguna de las dos afirmaciones es correcta. No veo la razón de por qué, en tales cuestiones, los filósofos no hayan de mantener las ideas que mantenían anteriormente. Ni antes había argumentos concluyentes en ambos bandos, ni los hay ahora. Aferrarse a una de las dos ideas demuestra un talante dogmático más que científico.

No obstante, cuando las ideas que integran la obra de Einstein se hayan hecho familiares, como sucederá cuando se enseñen en las escuelas, reportarán probablemente ciertos cambios en nuestros hábitos mentales y tendrán una gran importancia a largo plazo".

A pesar de todo, el propio Russell no se libró completamente de entrar en el terreno que él mismo criticó en 1926. Así, durante un debate que mantuvo en las páginas de *Mind* en 1922 con el filósofo y psicólogo estadounidense Charles A. Strong (1862-1940), Russell no dudó en utilizar la teoría general de la relatividad para apoyar su teoría de la percepción⁵⁹.

Ante reacciones como las que acabamos de ver, uno no puede evitar preguntarse el cómo es posible que se viese un mismo objeto, la relatividad, de maneras tan diferentes. Tal vez fuese porque los análisis filosóficos a los que se sometió a la teoría no fueron correctos, o porque no se la

entendió realmente, pero también existe la posibilidad de que el problema residiese –resida– en una indefinición, en una cierta maleabilidad, de la propia filosofía.

BRIDGMAN, LA RELATIVIDAD Y EL OPERACIONALISMO

Naturalmente, la relatividad einsteiniana tuvo repercusiones filosóficas más allá de Alemania, Austria y Gran Bretaña. Un ejemplo muy notorio en este sentido tiene como protagonistas al operacionalismo y su máximo exponente, el físico estadounidense (y premio Nobel de Física) Percy Bridgman (1882-1961).

El operacionalismo, que desempeñó un cierto papel en las discusiones filosóficas, especialmente entre físicos, durante la primera mitad del siglo XX, surgió cuando Bridgman se dio cuenta de que lo que hizo Einstein en su teoría de la relatividad especial fue "llevar a cabo, con más detalle que lo hecho hasta entonces, un análisis de las operaciones físicas que se utilizan en la medida de longitud y tiempo"⁶⁰. En particular, Bridgman, en el artículo del que procede la última cita, al igual que en su clásica obra, *The Logic of Modern Physics (La lógica de la física moderna, 1927)*, o en otros trabajos, hacía notar que el concepto de "simultaneidad absoluta" no tiene ningún significado empírico, que es preciso incorporar a nuestras teorías –como hizo Einstein– el conjunto de operaciones que nos permiten medir, en diferentes sistemas inerciales, el parámetro tiempo. De todo esto, que está ligado a una teoría específica como es la relatividad especial, Bridgman extrajo el *principio general* de que todo concepto que no esté asociado a un proceso de medida debe de ser excluido de la física.

FILOSOFÍA Y RELATIVIDAD EN ESPAÑA: JOSÉ ORTEGA Y GASSET

En España también hubo una conexión "relatividad-filosofía". José Ortega y Gasset (1883-1955), el mejor filósofo hispano de entonces, y acaso de siempre, fue el responsable de tal conexión.

Es bien sabido que Ortega fue uno de los más y mejor se relacionaron con Einstein cuando éste visitó Madrid del 1

al 11 de marzo de 1923: fue uno de sus guías en el viaje que el gran físico hizo el día 6 a Toledo y presentó y tradujo la conferencia que dictó en la Residencia de Estudiantes el día 9. Pero Ortega ya había mostrado su interés por la relatividad antes. En 1922 (una fecha temprana ciertamente), había acogido en una colección de libros que dirigía un magnífico texto de divulgación escrito por Max Born, *La teoría de la relatividad de Einstein y sus fundamentos físicos*, para el que compuso un prólogo en el que se lee⁶¹: "Las ideas de Einstein llegan a nosotros unidas por esa recomendación estelar. Con un radicalismo intelectual tan característico del tiempo nuevo, como el deseo de no ser radical en la práctica, rompe el genial hebreo con la forma milenaria de nuestras intuiciones cósmicas. Nada podía garantizarnos mejor que entramos en una nueva época. Muy pronto una generación aprenderá desde la escuela que el mundo tiene cuatro dimensiones, que el espacio es curvilíneo y el orbe, finito".

Sin embargo, según el propio Ortega su conocimiento de la obra de Einstein era anterior. Así, a menos, lo indicó en un artículo titulado "Con Einstein en Toledo", que publicó en *La Nación*, de Argentina, el 15 de abril de 1923, esto es, poco después del viaje de Einstein a España. "En 1916", señalaba allí, "pronuncié algunas conferencias en la Facultad de Letras de Buenos Aires. Me había propuesto en ellas dibujar someramente la fisonomía de un nuevo espíritu que sobre Europa alborea. Ante todo me interesaba fijar los caracteres de la nueva manera de pensar que desde el friso secular actúa en las ciencias y las va renovando radicalmente. Con alguna reiteración aludí a la teoría de la relatividad de Einstein, ejemplo admirable del nuevo sesgo intelectual. Era entonces muy poco conocida, en rigor se hallaba todavía en período de desarrollo. Aquel mismo año 1916 publicó Einstein la exposición de su sistema generalizado. Al concluir mis conferencias decía yo al auditorio: 'No tengo prisa alguna de que me deis la razón. Sólo pido que cuando en tiempo nada lejano algunas de las cosas que habéis oído por vez primera en estas conferencias resuenen por todo el mundo y celebren su consagración pública, recordéis que en esta aula y en esta fecha oísteis ya hablar de ellas'⁶².

Aquel mismo año de 1923, Ortega publicó un libro, *El tema de nuestro tiempo*, que muestra también lo interesado que estaba en la física einsteiniana, y a través de ella en la ciencia en general, como revela el que escribiese allí:

"Nuestra generación, si no quiere quedar a espaldas de su propio destino, tiene que orientarse en los caracteres generales de la ciencia que hoy se hace, en vez de fijarse en la política del presente, que es toda ella anacrónica y mera resonancia de una sensibilidad fenecida. De lo que hoy se empieza a pensar depende lo que mañana se vivirá en las plazuelas"⁶³.

En uno de los apéndices de ese libro, titulado "El sentido histórico de la teoría de Einstein", Ortega presentó, como él mismo señalaba en la "Advertencia al lector", "una interpretación filosófica del sentido general latente en la teoría física de Einstein". "Creo", añadía, "que, por vez primera, se subraya aquí cierto carácter ideológico que lleva en sí esta teoría y contradice las interpretaciones que hasta ahora solían darse de ella"⁶⁴.

Como el título del apéndice sugiere, la interpretación de Ortega se basaba en identificar en la relatividad einsteiniana algunas tendencias generales que creía ver en la época en la que surgió. La teoría de la relatividad, señalaba, "es un cuerpo de pensamientos que nace en un alma, en un espíritu, en una conciencia, lo mismo que el fruto en el árbol... sus peculiaridades acusan ciertas tendencias específicas en el alma que la ha creado. Y como un edificio científico de esta importancia no es obra de un solo hombre, sino el resultado de la colaboración indeliberada de muchos, precisamente de los mejores, la orientación que revelen esas tendencias marcará el rumbo de la historia occidental"⁶⁵. En cuando a las características que identificaba en la teoría eran las siguientes:

Absolutismo. Correcta y muy perspicazmente (recorremos cuántas deformaciones había sufrido en este punto la teoría de la relatividad, que su creador se afanó en mostrarla como "una teoría de principios"), el filósofo español señalaba que la física de Einstein "no es relativa, sino relativista, y merced a su relativismo consigue una identificación absoluta"⁶⁶.

Perspectivismo. No menos correctamente que en el apartado anterior, Ortega escribía que la relatividad no representaba "una interpretación subjetivista del conocimiento, según la cual la verdad sólo es verdad para un determinado sujeto... De ninguna manera... Lo que ocurre es que una de las cualidades propias a la realidad consiste en tener una perspectiva, esto es, en organizarse de diverso modo para

ser vista desde uno u otro lugar. Espacio y tiempo son los ingredientes objetivos de la perspectiva física, y es natural que varíen según el punto de vista⁶⁷. Y aquí Ortega añadía algo que es especialmente importante:

"En la introducción al primer *Espectador*, aparecido en enero de 1916, cuando aún no se había publicado nada sobre la teoría general de la relatividad, exponía yo brevemente esta doctrina perspectivista, dándole una amplitud que trasciende de la física y abarca toda realidad. Hago esta advertencia

para mostrar hasta qué punto es un signo de los tiempos pareja manera de pensar".

"Signo de los tiempos", decía, y esto es, efectivamente, lo que a Ortega le interesaba, tanto en lo que se refiere a las teorías relativistas de Einstein como en cualquier otro dominio científico: situarlo en un contexto histórico, mostrarlo como una rama más del espíritu del tiempo. Y para semejante empresa, la relatividad representaba un magnífico instrumento.

NOTAS

- 1 Reproducida en Robert Schulmann, A. J. Kox, Michel Janssen y József Illy, eds., *The Collected Papers of Albert Einstein*, vol. 8 (*The Berlin Years: Correspondence, 1914-1917*), Parte A (Princeton University Press, Princeton 1998), p. 220. El artículo de Schlick al que se refería Einstein es: Moritz Schlick, "Die philosophische Bedeutung des Relativitätsprinzips", *Zeitschrift für Philosophie und philosophische Kritik* 159, 129-175 (1915).
- 2 Albert Einstein, "Autobiographical Notes/Autobiographisches", en Paul Arthur Schilpp, ed., *Albert Einstein: Philosopher-Scientist* (Open Court, La Salle, Illinois 1949), pp. 2-94. Yo he utilizado la versión al español: Albert Einstein, *Notas autobiográficas* (Alianza Editorial, Madrid 1984), pp. 52-53.
- 3 Ver la página 127 de la versión en castellano: Isaac Newton, *Principios matemáticos de la filosofía natural* (Alianza Editorial, Madrid 1987). Inmediatamente después de la definición de tiempo absoluto aparece la de espacio absoluto: "El espacio absoluto, por su naturaleza y sin relación a cualquier cosa externa, siempre permanece igual e inmóvil".
- 4 A. Einstein, *Notas autobiográficas*, *op. cit.*, pp. 24-25.
- 5 En la misma época en la que compuso su autobiografía, Einstein escribió (el 6 de enero de 1948) en un sentido muy parecido a Michele Besso: "En lo que se refiere a la influencia de Mach sobre mi pensamiento, ciertamente que ha sido muy grande. Me acuerdo muy bien que fuiste tú quien me llamó la atención sobre su tratado de mecánica y su teoría del calor, durante mis primeros años de estudio, y estas dos obras me produjeron una gran impresión. Hasta qué punto han actuado sobre mi propio trabajo, es algo que, francamente, no veo claro. Por lo que recuerdo, D. Hume ejerció sobre mí una influencia directa más grande. Lo leí en Berna en compañía de Conrad Habicht y de [Maurice] Solovine". Ver Albert Einstein, *Correspondencia con Michele Besso* (Tusquets, Barcelona 1994), p. 354. Nótese que aquí Einstein era menos firme en su defensa de la influencia del libro de Mach en la génesis de su teoría de la relatividad especial. El tratado sobre la teoría del calor de Mach al que se refería Einstein es: Ernst Mach, *Die Principien der Wärmelehre. Historisch-kritisch entwickelt* (Leipzig 1896).

- 6 David Hume, *Tratado de la naturaleza humana*; edición de Félix Duque (Orbis, Barcelona 1984; versión original en inglés de 1739-1740), pp. 128-129.
- 7 *Ibíd.*, p. 152.
- 8 Ernst Mach, *Desarrollo histórico-crítico de la mecánica* (Espasa-Calpe Argentina, Buenos Aires 1949), p. 189.
- 9 *Ibíd.*, p. 192.
- 10 *Ibíd.*, p. 194.
- 11 Reproducida en *La polémica Leibniz-Clarke*, Eloy Rada, ed. (Taurus, Madrid 1908), pp. 67-69.
- 12 *Ibíd.*, p. 9.
- 13 Ver A. Einstein, *Notas autobiográficas op. cit.*, p. 31. La cita completa, que arroja más luz que el extracto que yo he utilizado, es: "Mach conjetura que en una teoría realmente razonable la inercia, al igual que en Newton las demás fuerzas, debería descansar en la interacción de las masas, concepción que durante mucho tiempo tuve yo por teóricamente correcta. Sin embargo, presupone implícitamente que la teoría básica debería ser del tipo general del de la mecánica de Newton: las masas y sus interrelaciones como conceptos primitivos. Semejante intento de solución no encaja en una teoría de campos consistente..."
- 14 El texto de este manifiesto se cita en el capítulo 1 ("Ernst Mach y los avatares del positivismo") de Gerald Holton, *Ciencia y anticiencia* (Nivola, Madrid 2001; versión original en inglés de 2000), pp. 29-30.
- 15 Reproducida en Martin J. Klein, A. J. Kox y Robert Schulmann, eds., *The Collected Papers of Albert Einstein*, vol. 5 (*The Swiss Years: Correspondence, 1902-1914*) (Princeton University Press, Princeton 1993), pp. 531-532. El trabajo en cuestión era: Albert Einstein y Marcelo Grossmann, *Entwurf einer verallgemeinerten Relativitätstheorie und einer Theorie der Gravitation* (Teubner, Leipzig 1913).
- 16 Newton introdujo el experimento del cubo (un cubo colgado del techo y lleno de agua, al que se le hace girar), del que extraía argumentos a favor de un espacio absoluto, en el "Escolio" que sigue a la "Definición VIII" de los *Principia* (ver pp. 131-132 de la versión española citada anteriormente). Mach comentó el experimento del cubo de Newton en su *Desarrollo histórico-crítico de la mecánica, op. cit.*, pp. 192-194.
- 17 Albert Einstein, "Ernst Mach", *Physikalische Zeitschrift* 17, 101-104 (1916); p. 103. Versión al español en J. M. Sánchez Ron, ed., *Einstein esencial* (Crítica, Barcelona 2005).
- 18 R. Schulmann, A. J. Kox, M. Janssen y J. Illy, eds., *The Collected Papers of Albert Einstein*, vol. 8, *op. cit.*, p. 444.
- 19 *Ibíd.*, p. 451.
- 20 Albert Einstein, *Letters to Solovine* (Philosophical Library, Nueva York 1987), pp. 84-85.
- 21 Albert Einstein, "Physik und Realität", *Journal of the Franklin Institute* 221, 313-347 y (versión en inglés) 349-382 (1936). Traducción al español ("Física y realidad") en Albert Einstein, *Mis ideas y opiniones* (Bon Ton, Barcelona 2000), pp. 261-291; cita en pp. 264-265.
- 22 A. Einstein, *Notas autobiográficas, op. cit.*, pp. 15-17.
- 23 Al igual que hizo con Einstein, la geometría de Euclides ha fascinado a lo largo de los tiempos a innumerables personas. Como a Bertrand Russell, quien en el primer volumen de su autobiografía recordó: "A la edad de once años comencé Euclides, con mi hermano como tutor. Éste fue uno de los grandes sucesos de mi vida, tan deslumbrante como el primer amor. No había imaginado que existiese en el mundo algo tan delicioso. Después de haber aprendido la quinta proposición, mi hermano me dijo que ésta era considerada generalmente difícil, pero yo no encontré ningún tipo de dificultad. Fue la primera vez que se me ocurrió la idea de que acaso tuviese alguna inteligencia". *The Autobiography of Bertrand Russell*, vol. I (1872-1914) (George Allen and Unwin LTD, Londres 1967), p. 36.
- 24 Albert Einstein, *On the Method of Theoretical Physics* (Clarendon Press, Oxford 1933); versión al español: "Sobre el método de la física teórica", en *Ideas y Opiniones, op. cit.*, pp. 242-247; cita en pp. 245-246. Las cursivas son mías.
- 25 Albert Einstein, "Remarks concerning the essays brought together in this co-operative volume", en *Albert Einstein: Philosopher-Scientist, op. cit.*, pp. 665-688; cita en p. 684.
- 26 A. Einstein, "Física y realidad", *op. cit.*; *Mis ideas y opiniones*, p. 261.
- 27 Diana Kormos Buchwald, Robert Schulmann, József Illy, Daniel Kennefick y Tilman Sauer, eds., *The Collected Papers of Albert Einstein*, vol. 9 (*The Berlin Years: Correspondence, May - December 1920, and Supplementary Correspondence, January 1919-April 1920*) (Princeton University Press, Princeton 2004), p. 51. Vaihinger (1852-1933) era catedrático emérito de Filosofía en la Universidad de Halle y editor fundador de la revista *Kant-Studien*.
- 28 Moritz Schlick, "Die philosophische Bedeutung des Relativitätsprinzips", *Zeitschrift für Philosophie und philosophische Kritik* 159, 129-175 (1915).
- 29 D. Kormos Buchwald, R. Schulmann, J. Illy, D. Kennefick y T. Sauer, eds., *The*

- Collected Papers of Albert Einstein*, vol. 9, *op. cit.*, p. 510.
- 30 Schlick había llegado a Viena en 1922, para ocupar la cátedra de Filosofía de las Ciencias Inductivas que anteriormente habían desempeñado Ernst Mach y otro físico con intereses filosóficos, el gran Ludwig Boltzmann.
- 31 Diana Kormos Buchwald, Tilman Sauer, Ze'ev Rosenkranz, József Illy y Virginia Iris Holmes, eds., *The Collected Papers of Albert Einstein*, vol. 10 (*The Berlin Years: Correspondence, May - December 1920, and Supplementary Correspondence, 1919-1920*) (Princeton University Press, Princeton 2006), pp. 293-294.
- 32 *Ibid.*, p. 255.
- 33 He utilizado la versión inglesa: Ernst Cassirer, *Substance and Function & Einstein's Theory of Relativity* (Dover, New York 1953), p. 349.
- 34 Hans Reichenbach, "Autobiographical sketches for academic purposes", reproducido en Hans Reichenbach, *Selected Writings, 1909-1953*, Maria Reichenbach y Robert S. Cohen, eds. (Reidel, Dordrecht 1978), vol. I, pp. 1-86; cita en p. 2.
- 35 D. Kormos Buchwald, T. Sauer, Z. Rosenkranz, József Illy y V. Iris Holmes, eds., *The Collected Papers of Albert Einstein*, vol. 10, *op. cit.*, pp. 313-314.
- 36 *Ibid.*, p. 323.
- 37 Hans Reichenbach, "The philosophical significance of the theory of relativity," in P. A. Schilpp, ed., *Albert Einstein: Philosopher-Scientist*, *op. cit.*, pp. 287-311; cita en p. 290.
- 38 Rudolf Carnap, "Intellectual autobiography", en Paul Arthur Schilpp, ed., *The Philosophy of Rudolf Carnap* (Open Court, La Salle, Ill. 1963), pp. 1-84; p. 11. Existe traducción al español: Rudolf Carnap, *Autobiografía intelectual* (Ediciones Paidós, Barcelona 1992).
- 39 *Ibid.*
- 40 *Ibid.*, pp. 11-12.
- 41 Hermann von Helmholtz, "Über die Tatsachen, die der Geometrie zu Grunde liegen", *Nachrichten der königlichen Gesellschaft der Wissenschaft zu Göttingen*, n.º 9 (3 de junio de 1868), reimpreso Hermann von Helmholtz, *Wissenschaftliche Abhandlungen*, 3 vols. (Leipzig 1882, 1883 y 1895), vol. 2, pp. 618-639; "Über den Ursprung die Bedeutung der geometrische Axiome", *Vorträge und Reden* (Braunschweig 1884), 5.ª edición, vol. II, pp. 1-3, este artículo reproduce el texto de una conferencia que Helmholtz pronunció en Heidelberg en 1870.
- 42 Existe una edición inglesa de esta obra: Hermann von Helmholtz, *Epistemological Writings*, R. S. Cohen y Y. Elkana, eds. (Reidel, Dordrecht 1977).
- 43 En 1906 la editorial Open Court (la editora de *The Monist*) publicó un libro que recogía estos tres artículos, bajo el título *Space & Geometry*. A señalar, asimismo, que en 1905 (Johann Ambrosius Barth, Leipzig) los originales en alemán de estos artículos fueron incorporados en parte en el último libro publicado por Mach (los capítulos XX, XXI y XXII): *Erkenntniss und Irrthum. Skizzen zur Psychologie der Forschung* (Conocimiento y error. Apuntes para una psicología de la investigación).
- 44 He utilizado la versión al español: Henri Poincaré, *El valor de la ciencia* (Espasa-Calpe, Madrid 1964), p. 86.
- 45 He utilizado la traducción al español incluida en Bertrand Russell, *Obras completas*, tomo II (*Ciencia y filosofía, 1897-1919*) (Aguilar, Madrid 1973): *Nuestro conocimiento del mundo exterior*, pp. 1145-162; cita en pp. 1205-1207.
- 46 Bertrand Russell, "Physics and perception", *Mind* 31, 478-485 (1922); reimpreso en Bertrand Russell, *Essays on Language, Mind and Matter, 1919-26*, John G. Slater, ed. (Unwin Hyman, Londres 1988), volumen 9 de *The Collected Papers of Bertrand Russell*, pp. 125-133; p. 132.
- 47 La nota que Littlewood envió a Russell se reproduce en *The Autobiography of Bertrand Russell*, vol. II (1914-1944) (George Allen and Unwin, Londres 1968), p. 111. Dice así: "Querido Russell, La teoría de Einstein completamente confirmada. El desplazamiento previsto era $1''.72$ y el observado $1''.75 \pm -06$ ". Desafortunadamente, no está fechada.
- 48 *The Selected Letters of Bertrand Russell. The Public Years, 1914-1970*, Nicholas Griffin, ed. (Routledge, Londres 2001), p. 196.
- 49 Karl R. Popper, "Autobiography", en *The Philosophy of Karl Popper*, Paul A. Schilpp, ed. (The Open Court, La Salle, Ill. 1976), pp. 1-181; pp. 28-29.
- 50 Einstein era una judía sefardita de Jerusalén, un año mayor que Popper, aparentemente muy dotado, que pacientemente enseñó los fundamentos de la teoría de la relatividad a éste. Véase Malachi Haim Hacohen, *Karl Popper. The Formative Years, 1902-1945* (Cambridge University Press, Cambridge 2000), p. 95.
- 51 He tratado este caso con mucho mayor detenimiento en José M. Sánchez Ron, "The early reception of Einstein's relativity among British philosophers", en *Einstein and the Changing World View of Physics, 1905-2005, Einstein Studies*, vol. 12 (Birkhäuser, Boston en prensa).
- 52 Alfred N. Whitehead, *An Enquiry Concerning the Principles of Natural Knowledge*

- (Cambridge University Press, Cambridge 1919); *The Concept of Nature* (Cambridge University Press, Cambridge 1920), y *The Principle of Relativity* (Cambridge University Press, Cambridge, 1922).
- 53 H. Wildon Carr, T. P. Nunn, A. N. Whitehead y Dorothy Wrinch, "Discussion: The idealistic interpretation of Einstein's theory", *Proceedings of the Aristotelian Society* 22, 123-138 (1922).
- 54 El primer artículo que Russell dedicó a la relatividad es: "Einstein's theory of relativity", *The Athenaeum*, n.º 4.672 (14 de noviembre de 1919); reproducido en B. Russell, *Essays on Language, Mind and Matter, 1916-26*, *op. cit.*, pp. 207-209.
- 55 Bertrand Russell, "Philosophical consequences of relativity", en *The Collected Papers of Bertrand Russell*, vol. 9, *op. cit.*, pp. 228-232; este artículo apareció en la 13 edición (1926) de *The Encyclopedia Britannica*, vol. 13, pp. 331-332.
- 56 Bertrand Russell, *Análisis de la materia* (Revista de Occidente, Madrid s. f.; versión original en inglés de 1927), pp. 65-66.
- 57 Philipp Frank, "Einstein's philosophy of science", *Reviews of Modern Physics* 21, 349-355 (1949); p. 352.
- 58 Bertrand Russell, *The ABC of Relativity* (Kegan Paul, Londres, 1925). He utilizado una edición en español (de la tercera edición en inglés): Bertrand Russell, *ABC de la relatividad* Ariel, Barcelona 1989), pp. 177-178.
- 59 C. A. Strong, "Mr. Russell's theory of the external world", *Mind* 31, 307-320 (1922); B. Russell, "Physics and perception", *Mind* 31, 478-485 (1922); C. A. Strong, "Rejoinder", *Mind* 31, 486-488 (1922).
- 60 Percy W. Bridgman, "Einstein's theories and the operational point of view", en *Albert Einstein: Philosopher-scientist*, Arthur Schilpp, ed. (Open Court, La Salle, Ill. 1949), pp. 333-354; p. 336.
- 61 Reproducido en José Ortega y Gasset, *Obras completas*, tomo III (1917/1925) (Taurus, Madrid 2005), p. 414.
- 62 J. Ortega y Gasset, "Con Einstein en Toledo", reproducido en *Obras completas*, tomo III, *op. cit.*, pp. 521-525; p. 521.
- 63 J. Ortega y Gasset, *El tema de nuestro tiempo*; reproducida en *Obras completas*, tomo III, pp. 557-652; p. 571.
- 64 *Ibíd.*, p. 559.
- 65 *Ibíd.*, p. 642.
- 66 *Ibíd.*, p. 644.
- 67 *Ibíd.*, p. 646.