

LA TEORÍA DE LA RELATIVIDAD Y EL IDEAL DE LA CIENCIA EMPÍRICA

Xavier García-Raffi¹
Universidad de Valencia

Resumen: Este artículo expone el impacto que tuvo la teoría de la relatividad sobre el concepto de ciencia empírica, un ideal epistemológico y científico al que las teorías científicas debían ajustarse. Bajo la perspectiva de la ciencia empírica, la actividad científica no era sino la muestra más sofisticada del conocimiento humano y su validez reposaba sobre la percepción sensorial a la que debían conectarse todos los conceptos teóricos. Aquellos conceptos que no demostrasen esta conexión debían ser eliminados porque eran metafísicos. El fenomenalismo, un programa filosófico que tenía a la ciencia empírica como su núcleo, justificaba la posibilidad de este ideal construyendo lógicamente la realidad y los conceptos de la ciencia desde una misma base sensorial. El proceso fue modificado esencialmente por la teoría de la relatividad y la complejidad de su estructura espacio-temporal. El fenomenalismo intentó ajustar esta teoría revolucionaria al ideal de ciencia empírica pese a la abstracción de su entramado conceptual. Filósofos de primera línea como Ernst Mach, Bertrand Russell, A.N. Whitehead y Rudolf Carnap participaron de este esfuerzo. El debate con la teoría de la relatividad generó gran parte del marco epistemológico del Círculo de Viena.

Descriptor: Teoría de la relatividad · Ciencia empírica · Positivismo Lógico · Fenomenalismo.

Abstract: This article puts forward the impact that the theory of the relativity had on the concept of empirical science, an epistemological and scientific ideal to which the scientific theories had to be adjusted. From the point of view of the empirical science, the scientific activity was not but the most sophisticated sample of the human knowledge and its validity was resting on the sensory perception to which all the theoretical concepts had to be linked. Those concepts that did not prove this connection had to be rejected, because they were metaphysical, meaningless. The phenomenalism was one of most important philosophical programs of the twentieth century. It adopted as its core the empirical science concept. For its validation, the phenomenalism must justify the possibility of this ideal by constructing the reality and the concepts of science from the same sensory base with the help of mathematical logic. The process was modified essentially by the theory of the relativity and the complexity of its space-time structure. The phenomenalism tried to adjust this revolutionary theory to the ideal of empirical science despite the abstraction of its concepts. Frontline philosophers as Ernst Mach, Bertrand Russell, A.N. Whitehead and Rudolf Carnap took part of this effort. The debate on the theory of relativity generated the essential part of the epistemological worries of the Logical Positivism.

Keywords: Theory of relativity · Empirical science · Logical Positivism · Phenomenalism.

Recibido: 04/04/2012. Aceptado: 08/05/2012

¹Departamento de Filosofía. F.Javier.Garcia@uv.es



A finales del siglo XIX apareció en filosofía una posición epistemológica que tendría un largo recorrido: el fenomenalismo. Su principal paladín será el científico y filósofo Ernst Mach, responsable de la definición de la ciencia empírica, un ideal cuya influencia todavía hoy no ha desaparecido. Las teorías debían justificar la base empírica de sus conceptos y eliminar los conceptos que carecieran de ella, es decir, los conceptos metafísicos. La teoría de la relatividad provocó un intenso debate para tratar de ajustarla a este ideal, un debate tanto más intenso cuanto más abstracta y alejada de la experiencia iba mostrándose la física relativista. La relatividad era una teoría revolucionaria que nadie podía ignorar y menos unos filósofos que pretendían, de una vez, comenzar a hacer una filosofía científica.

El Programa Fenomenalista y el ideal de la ciencia empírica.

Ernst Mach fue un científico notable, con aportaciones sobresalientes en los campos de la fisiología y de la física. En fisiología fue uno de los pioneros de la psicofisiología. Descubrió el papel de los canales semicirculares del oído en la percepción del movimiento y la modificación de la luminosidad en la retina por la distribución de los conos y bastones en bandas a las que se daría su nombre. En física, estudió la propagación de las ondas y su hallazgo de la existencia de un ‘muro sónico’ explica que su nombre sea el de la medida de la velocidad de los aviones a reacción. Muy preocupado por la enseñanza de las ciencias, fue un importante autor de libros de texto en los que introducía, entre otros elementos didácticos, una explicación del desarrollo histórico de los conceptos científicos, con el objeto de aclarar su significado a través de su génesis. El éxito de sus libros no sólo le proporcionó prestigio: su influencia moldeó las mentes de toda una generación de científicos centroeuropeos. Su historia de la Mecánica (Mach, 1883) fue una obra admirada en toda Europa y elevó el interés por la historia de la ciencia a la categoría de disciplina.

Mach estaba decidido a continuar la lucha del empirismo inglés contra las aberraciones metafísicas. El idealismo era el principal enemigo a combatir, pues sus generalizaciones absolutas carecían de contenido empírico, eran fantasmas vacuos que ejercían un efecto retrógrado sobre el progreso científico y condenaban a la esterilidad a la filosofía. Acabar con este estado de cosas suponía volver a aplicar el criterio de Hume que condenaba a la destrucción todos aquellos conceptos que carecieran de base en la experiencia sensorial (incluyendo también el materialismo que presupone innecesariamente la existencia de entidades materiales tras las sensaciones).

Hacia 1880, Mach tenía perfilado el elemento esencial del fenomenalismo: se trataba del concepto de ciencia fenoménica o empírica, una ciencia en la que todos los conceptos científicos debían justificar su legitimidad, demostrando su origen

desde la experiencia sensible. Para Mach, el concepto era un medio de descripción económica de la realidad que tiene como referente conjuntos de fenómenos. A partir de las sensaciones que experimentamos, se inicia un proceso de formación del concepto con una constante adaptación y reelaboración de sucesivas y cada vez más refinadas versiones hasta obtener una reproducción fidedigna de los nexos y vínculos existentes entre los fenómenos.² En contrapartida, la ciencia debía proceder a una labor de simplificación teórica y de depuración eliminando todos aquellos conceptos que no justificasen esa conexión, pero que se habían depositado en ella a través de su historia.

Los conceptos científicos no aparecen aislados, sino que forman redes conceptuales interrelacionadas gracias a la actividad e investigación científica. El progreso científico consiste en la búsqueda de juicios y leyes cada vez más precisas y generales mediante una mejor utilización y formulación de los sistemas conceptuales. La ciencia fenoménica se caracteriza por rechazar cualquier especulación metafísica y limitarse a lo que hay, al entramado de sensaciones que debe correlacionar funcionalmente. El resultado era un modelo de teoría al que las nuevas teorías científicas habían de ajustarse lo más posible y en el que todas las teorías existentes podían ser lógicamente reconstruidas. La norma no admitía excepciones: de cualquier teoría y para cualquier concepto debe ser posible mostrar el camino que le vincula a la experiencia.

Armado con este ideal Mach había procedido a una crítica de los conceptos newtonianos de masa, espacio y tiempo absolutos, presentándolos como conceptos metafísicos. Mach creía imprescindible limpiar el terreno de impedimentos ante la crisis del modelo científico newtoniano, incapaz de explicar los nuevos fenómenos electromagnéticos. Implantar el ideal de la ciencia empírica no sólo depuraría la física, sino que la prepararía para los nuevos desarrollos futuros.³

La filosofía debía respaldar este ideal, procediendo a una construcción lógica del mundo desde las bases de la percepción. El conocimiento humano debía organizarse tomando como modelo a la ciencia y arrojando fuera de él todos los conceptos metafísicos. Había que aceptar taxativamente que todo lo que podía ser conocido debía ser deducido de la experiencia. La realidad tal y como la conocemos no es sino producto de una construcción que tiene como base la información sensorial. La justificación de que el mundo no es más que una elaboración desde los datos sensoriales dignificaría el papel de la experiencia sensorial y justificaría su papel de ser

² Mach (1900), cap. XIV, par.6-9, pp.260-4.

³ “Nuestra consideración aporta a la filosofía muy poca cosa o nada. No se propone resolver uno o siete o nueve enigmas del universo. Solamente conduce al investigador de la naturaleza a apartar los pseudoproblemas que lo perturban y deja el resto a la investigación positiva” Mach (1905), cap. I, par. 11, p.15). Las traducciones de Mach son nuestras.



la única base del conocimiento humano. Filosofía y ciencia, librados de las cadenas del idealismo, compartirían una misma imagen del mundo y podrían avanzar juntas en un progreso continuado como había predicho la Ilustración.

Aunque la construcción lógica de la realidad desde la percepción no tenía por qué ser exhaustiva, para garantizar la continuidad entre el mundo de la percepción y el mundo de la ciencia (en el que la física es el modelo explicativo central) había que construir los principales tipos de entidades (los objetos físicos, mi cuerpo, la mente, etc.) y las estructuras teóricas esenciales (en especial, la estructura clave para la ciencia, la estructura espacial y temporal) a partir de los datos sensoriales de la experiencia. De esta forma, la identidad estructural entre el mundo de la física y de la percepción quedaría justificada y podríamos garantizar que todo el conocimiento humano reposa sobre un mismo conjunto de datos sensoriales. Con el éxito de la construcción no sólo se afianzaba el ideal de la ciencia empírica, también al mismo tiempo se obtenía la unidad de la ciencia al suprimir las falsas divisiones creadas por la metafísica como la existencia de unas supuestas ‘ciencias del espíritu’.

Nació así el programa fenomenalista, un esfuerzo filosófico continuado –desde 1880 hasta 1930, ya en el Círculo de Viena– por reconstruir el mundo desde la percepción con ayuda de la nueva lógica matemática creada en los *Principia Mathematica* (1910), que implicó a filósofos tan brillantes como Russell, Whitehead, Frege y Carnap. El fenomenalismo constituyó un verdadero programa de investigación⁴ filosófico en el que sus componentes se propusieron cumplimentar unos objetivos comunes, el principal de los cuales fue justificar la identidad estructural entre el mundo de la física y el de la percepción. Por muy matematizados que aparecieran, los conceptos físicos no eran sino cuantificaciones de estructuras de relaciones a las que accedíamos desde la percepción. De entre ellas, la estructura de relaciones espaciales y temporales era la decisiva: había que justificar que el orden espacial y temporal que establecemos en la percepción es idéntico con el que la física utiliza. Será éste el punto decisivo en el que impactará la teoría de la relatividad con su nueva concepción del espacio y el tiempo.

La teoría de la relatividad

Como todas las revoluciones científicas, la relatividad produjo un cambio en todas las formas de pensamiento y también, naturalmente, en la filosofía, en especial en el programa fenomenalista. La relación entre el fenomenalismo y la relatividad no fue una mera influencia histórica, un cambio en el marco científico en el que se

⁴ Hemos adaptado el concepto de programa de investigación del filósofo de la ciencia Lakatos. Entre sus elementos definitorios nos interesa especialmente la persistencia de unos objetivos en el tiempo y un acuerdo básico sobre cómo deben ser investigados.

desarrollaba la actividad filosófica: fue una relación esencial que condicionó todo el desarrollo del programa fenomenalista.

El fenomenalismo quería ser una filosofía científica y no podía ignorar una teoría que había revolucionado la ciencia pero que, además, aparecía como una consecuencia de las críticas ejercidas sobre el sistema newtoniano por su carácter metafísico. La relatividad no era sino una continuación del impulso de simplificación de la estructura teórica de la física por la eliminación de los conceptos sin base empírica llevada a cabo por Mach. Un ejemplo de ciencia fenoménica que había sustituido las nociones calificadas por Mach de monstruosidades metafísicas del espacio y el tiempo absolutos por elementos concretos y mensurables como relojes y varas de medir. La relatividad especial (formulada por Einstein en 1905 en la búsqueda de un principio de relatividad que englobase al newtoniano y también las enormes velocidades de la electrodinámica) había eliminado el estatus metafísico del espacio y el tiempo absolutos newtonianos e identificado la masa con la energía. Más aún, ese proceso de simplificación se había producido por la falta de correlación entre los conceptos y las observaciones del espacio, tiempo y masa medidos. La teoría parecía la prolongación rigurosa del trabajo de Mach en física, rechazando todos aquellos conceptos que no tuvieran efectos observables.⁵ Era un ejemplo de ciencia fenoménica al rechazar cualquier adherencia metafísica que intentase dar a los conceptos un estatus por encima de los fenómenos observados. Mach aceptó orgulloso su papel de precursor de la teoría y el fenomenalismo se aprestó a defender la relatividad de los intentos de la filosofía idealista de apropiársela.

El idealismo –en la línea del subjetivismo extremo de Berkeley– presentaba a la teoría como un refuerzo de su posición filosófica: ‘relatividad’ significaba trasladar al terreno de la ciencia la importancia decisiva del sujeto y su derecho a mantener la validez de su punto de vista. Se justificaba, en definitiva, la legitimidad del solipsismo y se ponía en duda la intersubjetividad de las leyes científicas. La interpretación idealista, muy popular, era justo el contrario de lo que justificaba la teoría, que garantizaba la conversión de cualquier observación realizada en un sistema a su equivalente en otro diferente manteniendo la universalidad de las leyes físicas. Un nombre equívoco y una mala interpretación del concepto de *sistema de referencia* había dado alas a la interpretación idealista y la supuesta destrucción de la objetividad por la teoría de la relatividad. La defensa correrá a cargo fundamentalmente de Russell y Whitehead, que consideraban la interpretación idealista un ejemplo de la manipulación de la ciencia por la filosofía. Una vez más los filósofos habían extrapolado unos conceptos científicos

⁵ Mach (1883), pp. 283ss. Cf. también Russell (1924a), p. 287: “The first to tackle the problem seriously was Mach. He considered that only observable phenomena should enter into the laws of an empirical science such as physics (...). This philosophical principle (...) has inspired a good deal of the work on relativity”.



de su uso para intentar englobarlos abusivamente en su peculiar visión filosófica del mundo.⁶

El subjetivismo extremo del idealismo radicaba, más que en su insistencia, en las posibles perspectivas en que puede percibirse la Naturaleza, en la relación privilegiada establecida entre la Naturaleza y una mente. Al identificar al observador con una mente y alegar su condición espiritual, se desgajaba al sujeto de cualquier entramado estructural que le uniese a otras perspectivas, transformando su punto de vista en único y el patrón para juzgar el Universo entero.⁷ Como señalará Russell, en la mayoría de los sistemas de referencia que utiliza la física no hay observadores. Si bien es cierto que para la física todo observador es un sistema de referencia, no lo es que todo sistema de referencia sea un observador. En la mayoría de los sistemas de referencia que utiliza la física, tales como los sistemas solares, no existen observadores que perciban el mundo exterior. La existencia o no de un observador real resulta indiferente a la física, la cual no puede supeditar sus leyes a que se produzca o no una percepción en un determinado punto. Basta con desligar al observador de su cualidad mental para que la abusiva interpretación idealista desaparezca: es suficiente que el sujeto sea un aparato registrador. Los resultados bastarán para fundamentar las leyes científicas y garantizar la intersubjetividad. Aceptar esta neutralización del sujeto es imprescindible, si queremos realizar una filosofía científica. Russell comenzará en este punto el largo proceso de razonamiento que le llevará a la exposición del monismo neutral en su *The Analysis of Mind* (1921).

El entusiasmo con que el fenomenalismo acogió la relatividad especial disminuyó cuando fue descubriendo poco a poco que su apresurada valoración de la relatividad como un ejemplo de ciencia empírica era erróneo y la teoría se alejaba de la percepción mucho más que el criticado paradigma newtoniano. Más aún, algunos de los conceptos esenciales de la relatividad infringían el criterio empirista y no podían ser enlazados a un conjunto de experiencias sensoriales definidas.

La primera señal la daría la constancia de la velocidad de la luz en el vacío. Era una velocidad que no podía ser superada y que debía ser constante en todos los sistemas inerciales. Para el fenomenalismo la velocidad de la luz era un resultado experimental y Einstein no había hecho sino extraer las consecuencias del experimento de Michelson-

⁶ Russell (1923), p. 260.

⁷ Cf. Whitehead (1925), p. 112: “The subjectivist position has been popular among those who have been engaged in giving a philosophical interpretation to the recent theories of relativity in physical science. The dependence of the world of sense on the individual percipient seems an easy mode of expressing the meanings involved. Of course, with the exception of those who are content with themselves as forming the entire universe, solitary amid nothing, everyone wants to struggle back to some sort of objectivist position. I do not understand how a common world of thought can be established in the absence of a common world of sense”.

Morley, eliminando la existencia del éter como un buen científico empirista. Para Einstein la velocidad de la luz era, por el contrario, un elemento clave que evidenciaba el carácter cinemático de la teoría: establecía un principio de relatividad que señalaba los requisitos que debía cumplir cualquier sistema. La teoría de la relatividad era una teoría de principios y no tenía sentido presuponer que pudiera encontrarse en el futuro experimentalmente una velocidad superior.

La construcción lógica de un mundo relativista

La relatividad incrementó notablemente las dificultades de la construcción lógica del mundo efectuada por el fenomenalismo al alterar de forma sustancial la estructura espacial y temporal, alejándola del espacio de geometría euclidiana y de la serie temporal única e independiente propios de la percepción. El primer escollo fue la unión del espacio y el tiempo en el espacio-tiempo.

La relatividad especial hablaba del espacio-tiempo, una única estructura espacio-temporal que dificultaba enormemente el proceso de construcción lógica del mundo desde la percepción. La estrategia habitual del fenomenalismo había sido demostrar que, como cualquier otro concepto científico, la estructura de relaciones espaciales y temporales podía ser construida desde la percepción. Teniendo en cuenta que el espacio y el tiempo newtonianos eran elementos separados, se establecía en la percepción una estructura de relaciones de orden espacial y otra temporal que no había más que metrifcar para convertirlas en las estructuras matematizadas usadas por la física. Ese fue básicamente el procedimiento utilizado por Russell en su primer intento de construcción fenoménica de la realidad en *Our Knowledge of the External World as a Field for Scientific Method in Philosophy* (1914).

La unión del espacio y el tiempo era imposible de obviar, pues era el elemento más llamativo y revolucionario de la teoría. El encargado de establecer la geometría del espacio-tiempo fue el matemático Hermann Minkowski. Junto con los matemáticos David Klein y David Hilbert habían elaborado el 'programa de Erlangen' (1887) con la finalidad de mantener la vinculación entre física y geometría ante los nuevos avances que se avecinaban en física en el campo de la electrodinámica. Al aparecer la relatividad especial, inmediatamente se interesaron en ella. Minkowski en 1905, sin conocer el trabajo de Einstein, propuso para la electrodinámica un espacio de cuatro dimensiones o espacio-tiempo presentándolo en 1908, una vez conocida la relatividad especial, como la representación geométrica adecuada a la teoría. A diferencia del matemático Henri Poincaré, para quien la elección de la geometría era una cuestión convencional guiada por motivos de simplicidad (y para quien, además, el espacio-tiempo era sólo una forma convencional de representar las ecuaciones de Lorentz), Minkowski creía en la realidad ontológica del espacio-tiempo. Einstein mantuvo en principio ciertas reticencias para



aceptar la conveniencia del espacio-tiempo como el espacio adecuado para la relatividad especial, temeroso de que el entramado matemático ocultara la importancia física de la teoría, pero cuando empezó a estudiar la extensión de la teoría a la explicación de la gravitación, comprendió que el espacio-tiempo era el marco adecuado.⁸

Conseguir elaborar, desde la percepción, la estructura del espacio-tiempo para mantener la identidad estructural entre percepción y física aparecía como una tarea hercúlea. La percepción muestra un espacio euclidiano o tridimensional y un tiempo independiente del espacio. La geometría de Minkowski, no obstante, permitía constituir una geometría pseudoeuclidiana en el espacio-tiempo. Era suficiente para mantener la ilusión de un vínculo con el espacio de la percepción a condición de tener un método lógico suficientemente sofisticado que ofreciera una precisión máxima en la construcción. Ese método estaba siendo puesto a punto por Whitehead, quien lo denominará el método *abstractivo*: formaba parte del volumen de los *Principia* que debía consagrarse a la geometría. Las desavenencias entre Whitehead y Russell –por motivos de valoración y prestigio intelectual: Whitehead se sentía utilizado por Russell, que se apropiaba de la fama del trabajo compartido– impidieron a Russell utilizarlo en *Our Knowledge*.

Las dificultades no iban a disminuir con la relatividad general. La formulación de la relatividad general comenzó con el principio de equivalencia entre un sistema acelerado y un campo gravitatorio (1911), que permitía incluir a la gravitación dentro de un principio de relatividad único. La teoría completa fue publicada por Einstein en 1916 y comprobada experimentalmente en 1919.

En la relatividad general, la geometría quedaba supeditada a la física, que era la que debía señalar cuál de las geometrías formalmente posibles era la geometría de la realidad. La geometría es una ciencia pura pero su aplicación a la realidad está determinada por las condiciones físicas: son las mediciones las que nos dirán si el universo es euclidiano o no euclidiano. Y para que fuera euclidiano y encajara con el mundo perceptivo, la trayectoria de una partícula debía ser una línea recta infinita, algo que sólo ocurriría si la distribución de la materia fuese prácticamente nula. En la relatividad especial podía imaginarse el espacio-tiempo como una estructura al margen de la materia, pero en la relatividad general el espacio-tiempo y su geometría aparecen como resultado de la distribución de las masas de los campos gravitatorios. El espacio-tiempo no era sino la estructura del campo gravitatorio siendo la relatividad especial un caso particular correspondiente a un espacio-tiempo libre de campo. La consecuencia inevitable era que la homogeneidad del espacio-tiempo desaparecía al estar sometido a las deformaciones introducidas por los campos gravitatorios: las órbitas planetarias no son sino uno de los resultados de esta deformación.

⁸ Minkowski (1923), pp.79-80. Trad. de la conferencia de Minkowski a la 80 Asamblea de Físicos Alemanes, 21 de Septiembre de 1908.

La pérdida de la homogeneidad originada por la curvatura del espacio-tiempo suponía la ruptura definitiva con el mundo de la percepción. La curvatura del espacio-tiempo únicamente tiene efectos en caso de existencia de grandes masas, cosa que no ocurre en el mundo cotidiano. Desgraciadamente sus efectos desde el punto de vista teórico eran cruciales para el fenomenalismo. La construcción desde la percepción de los conceptos teóricos de la física quedaba truncada al no ser capaz ni siquiera de conseguir una interpretación sensorial factible de la estructura espacio-temporal.

Russell y Whitehead eran, además de expertos en lógica, especialistas en geometría y específicamente en geometría proyectiva, una geometría nacida en el siglo XVII en la pintura y en la óptica. La geometría proyectiva consideraba que el objeto de la geometría era las propiedades que se conservan invariantes en cualquier transformación de una figura por un cambio de perspectiva o por la proyección de un punto del espacio en otro. Ambos habían trabajado en su axiomatización para demostrar que todas las geometrías posibles eran geometrías de un área proyectiva restringida y que todas las métricas se justificaban a partir de su definición de distancia, convirtiendo la geometría proyectiva en un sistema formal capaz de servir de base a la totalidad de la geometría.⁹ La geometría proyectiva funcionaba con relaciones de orden, unas relaciones no cuantificadas capaces de aceptar cualquier métrica. Parecía razonable que fuera posible utilizar la geometría proyectiva para solucionar la existencia de distintas métricas en los diferentes sistemas de referencia que aceptaba la relatividad. Ese parecía el camino más sencillo para operar con la lógica desde la percepción y construir la estructura espacio-temporal de la relatividad y garantizar, al tiempo, la continuidad entre el mundo de la percepción y el mundo de la ciencia. Pero para funcionar la geometría proyectiva tenía que garantizarse la homogeneidad, justo lo que desaparecía con la relatividad general.

No parecía posible garantizar el ideal de la ciencia empírica si nos resulta imposible desde la percepción alcanzar la estructura física básica del mundo que la relatividad ponía al descubierto. Peor aún, como rápidamente se daría cuenta Russell, la curvatura se produce porque sólo así el principio de relatividad engloba la gravitación a costa de unas ecuaciones de campo que no garantizaban más que rasgos estructurales. Su justificación estaba en su capacidad deductiva y no en el enlace con la percepción sensorial. La relatividad respaldaba exclusivamente condiciones estructurales, fueran significativas sensorialmente o no.

La teoría de la relatividad aparecía así tan matematizada que parecía imposible conectar su estructura con alguna percepción sensorial. Era quimérico un

⁹ Whitehead era el experto con varias publicaciones sobre el área (como *The Axioms of projective Geometry*, 1906). Guió la parte matemática de *An Essay on the Foundations of Geometry* (1897), la disertación de Russell elaborada para su entrada como profesor del Trinity en Cambridge, un intento de refundar el enfoque kantiano en geometría.



procedimiento que consiguiere llevarnos desde la percepción a la justificación de los conceptos relativistas. La simplificación propuesta por la teoría de la relatividad no se basaba, como creían los fenomenalistas, en la eliminación de los conceptos metafísicos newtonianos, sino más bien en una simplificación teórica que reducía el número de conceptos para ganar en capacidad predictiva a costa de hacer la conexión con la experiencia sensorial tan difícil y mediatizada por la teoría que transformaba la construcción lógica de los conceptos teóricos desde la percepción en imposible. Era la eficacia predictiva y no la legitimación empírica lo que preocupaba a Einstein.

Las reacciones a la crisis del programa provocadas por la relatividad

La comprensión de la situación generada por la relatividad en el fenomenalismo generó distintas reacciones en los diferentes protagonistas del programa, todas ellas marcadas por una gran honestidad intelectual. Ninguno de los protagonistas se planteó rechazar o falsear el significado de la teoría de la relatividad, pues todos ellos asumían como un presupuesto incontestable que la constitución de una filosofía científica no podía pasar bajo ningún concepto por discutir o manipular los resultados de la actividad científica: la ciencia nos dice lo que la realidad es y son sus resultados el punto de partida de cualquier filosofía que desea abandonar la inseguridad, vacilaciones y controversias que han sido moneda habitual de la filosofía en el pasado.

El primero de ellos fue Mach, considerado universalmente como el precursor de la teoría de la relatividad. Einstein realizó distintas valoraciones de la influencia que Mach había tenido en su obra y, en todas ellas, la característica que destaca es la actitud crítica del físico alemán, que le impulsó a plantearse la necesidad de una reformulación de los conceptos básicos de la física ante los problemas generados por los fenómenos electromagnéticos en la mecánica newtoniana. Para Einstein, la crítica de Mach a los conceptos de espacio y tiempo absolutos le abrió el camino que le conduciría a la formulación de la relatividad restringida. De igual forma, su crítica al experimento del cubo newtoniano y su idea de que la ley de la inercia debía ser resultado de la distribución de masas en el espacio, le orientaron a la formulación del principio de equivalencia, inicio de la relatividad general.¹⁰

Pero Mach estaba cada vez más descontento de cómo iban las cosas en la teoría. En la correspondencia mantenida con Einstein creyó que había adoptado su posición epistemológica y practicaba una física fenoménica con el

¹⁰ Mach (1883), pp. 227-229. Entre las múltiples referencias a Mach en la exposición del principio de equivalencia, una especialmente detallada se encuentra en A. Einstein (1921), pp. 120 y ss. Einstein también cita la influencia de Hume. Fue la lectura de este filósofo lo que le sugirió la unión entre el espacio y los objetos físicos, antecedente de la dependencia del espacio-tiempo de los campos gravitacionales en la teoría de la relatividad general.

objetivo de describir, de la forma más económica posible, las relaciones entre los fenómenos.¹¹ La primera nota discordante apareció con la constancia de la velocidad de la luz en el vacío, algo que Mach creyó era un simple resultado experimental y no un límite infranqueable. El aspecto estructural que tomaba la teoría, con su alejamiento progresivo de la percepción, alarmó a Mach y le hizo incorporar a la introducción de la edición de 1913 de su *Die Prinzipien der physikalischen Optik*, una refutación fulminante de cualquier lazo que pudiera haberse establecido entre su obra y la teoría de la relatividad.¹² A este rechazo contribuyó la adopción, por parte de la teoría de la relatividad especial, del espacio-tiempo que Mach veía como una ruptura injustificada con el espacio y el tiempo de la percepción. La unión del espacio y el tiempo no era accesible a la percepción y no podía tener otro origen que motivos matemáticos y formales. Mach no hacía sino repetir el argumento que había ya utilizado contra el uso de las geometrías no-euclidianas en física.¹³ Mach siempre se mantuvo intransigente ante cualquier desvío de los principios que debía seguir una ciencia empírica: se opuso, por ejemplo, a aceptar la realidad material de los átomos, algo que consideraba innecesario, pues bastaba con considerarlos meras formas económicas de representación de los fenómenos químicos.¹⁴ Algo que Einstein juzgaría muy duramente como una muestra de las limitaciones de la ciencia empírica: apta para la crítica, pero incapaz de la libertad teórica necesaria para generar nuevas teorías más potentes predictivamente.¹⁵

Einstein tuvo conocimiento del rechazo de Mach sólo en 1921, fecha en que fue publicada la edición preparada en 1913. Fue entonces cuando comprendió con toda claridad la independencia de criterio que había alcanzado y comenzó a

¹¹ Un análisis de la correspondencia entre Mach y Einstein en Holton (1982), pp.177 y ss.

¹² Mach (1921), pp. viii-ix.

¹³ “¿No estaremos sometidos aquí a una ilusión en la que operamos con símbolos a los que nada real corresponde, o al menos nada representable a los sentidos por medio de los cuales podamos verificar y rectificar nuestras ideas?” Mach (1905), cap. XXII, par. 11, p. 399.

¹⁴ “La teoría atómica juega en física una función semejante a la de ciertos conceptos auxiliares de las matemáticas; esto es, un modelo matemático para facilitar la reproducción mental de los hechos”. Mach (1883), p.467.

Mach mantuvo una agria polémica sobre la realidad de los átomos con Planck a lo largo de 1910. Después del I Congreso de Solvay en 1911 dedicado a la problemática cuántica, la hipótesis atómica pareció definitivamente asentada, incrementándose su respaldo con los rastros de partículas detectados en la cámara de niebla.

¹⁵ Albert Einstein “Autobiographical Notes” (1949), p. 49 : “Mach’s system studies the relationships that exist among the data of experience; for Mach the ensemble of these relationships is science. This is an unsatisfactory way of looking at things; essentially what Mach has done is make a catalog, and not a system. As good as Mach was a physicist, he was every bit as deplorable as a philosopher... I must, however, agree with Mach on one point: concepts can change”. La cita es de Meyerson (1925), p. 261.



adoptar una actitud preventiva ante cualquier limitación de su actividad teórica por un credo epistemológico. Así, pese a sus contactos iniciales con Moritz Schlick –el aglutinante del Círculo de Viena– al que visitó en esta ciudad en diciembre de 1919,¹⁶ Einstein acabaría distanciándose del Positivismo Lógico temeroso de la interpretación positivista de la teoría de la relatividad y precisamente por el mismo motivo que le había hecho apartarse de Mach: la libertad teórica de invención de los conceptos sin necesidad de tener que justificarlos desde la experiencia. Una actitud que podía ser tildada de metafísica.¹⁷

Bertrand Russell fue el gran divulgador de la relatividad con decenas de artículos publicados en los periódicos de todo el mundo y que culminarían en su celeberrimo *The ABC of Relativity* (1925). Testigo directísimo de la confirmación de la relatividad general por su amistad con el astrónomo Littlewood, uno de los evaluadores del equipo de Eddington, encargado de examinar el material recogido en las expediciones de Sobral y de la isla de Príncipe para detectar la desviación de la luz por la masa del Sol, aprovechando el eclipse solar del 29 de Mayo de 1919. Russell había realizado un intento de construcción del mundo en 1914 (*Our knowledge*) en el que la influencia relativista es todavía reducida. Pertrechado de sus profundos conocimientos sobre la teoría, realizaría un nuevo intento mucho más elaborado en *The Analysis of Matter* (1927).

Russell creía que la teoría concuerda con las posiciones básicas del fenomenalismo y en especial de su definición del monismo neutral. La relatividad respalda tanto el rechazo del subjetivismo como la justificación de que sujeto y objeto no son más que construcciones a partir de los fenómenos. La teoría de la relatividad había señalado como elementos fundamentales de la física a los acontecimientos (*events*) y no a los cuerpos. Un acontecimiento es cualquier suceso que se produzca en el espacio-tiempo. Para la teoría de la relatividad, una unidad de materia no es más que el conjunto de los acontecimientos extendidos a lo largo de una determinada región espacio-temporal. Los acontecimientos son las únicas entidades realmente existentes, los particulares sobre los que construir el mundo exterior. A lo largo de 1922, Russell incorporó a su vocabulario filosófico los acontecimientos y aunque no utiliza este término en la exposición del monismo neutral de *The Analysis of Mind* (1921), los acontecimientos son ya el eje sobre el que realizar la construcción de sujeto y objeto en “Logical Atomism” (1924),

¹⁶ Moritz Schlick fue uno de los primeros autores en darse cuenta que la relatividad aplicaba el principio de economía a la totalidad de la estructura teórica, utilizando como criterio la simplicidad en la predicción de los hechos en “Die philosophische Bedeutung des Relativitätsprinzips” (1915), § V.

¹⁷ Así la calificará Russell en su recuerdo de las conversaciones que mantuvo con Einstein en Princeton en 1944. Russell (1967), p. 224. Las reticencias de Russell respecto a la libre creación de conceptos teóricos por Einstein en “Reply to Criticism” en P. A. Schilpp, (ed.), 1944, p. 697.

donde expone a grandes rasgos el proceso de construcción del mundo exterior que llevará a cabo en *The Analysis of Matter*.¹⁸

La identificación por la física de los acontecimientos como los verdaderos particulares, los auténticos sujetos lógicos, asociaba a la relatividad con el atomismo lógico de Russell. Los datos que se utilizan en física y en psicología son los mismos, en ambos casos estamos hablando de acontecimientos.¹⁹ Los acontecimientos son el material del mundo, extendiéndose por todas las regiones del espacio-tiempo. Sólo en aquellos puntos donde existe un cerebro, los acontecimientos son conocidos directamente con la percepción, pero no dependen de la existencia de un sujeto para que sucedan. De la misma manera que necesitamos agrupar cadenas de acontecimientos para construir un objeto físico, una mente no será sino un conjunto de acontecimientos.

No obtiene el mismo éxito Russell cuando intenta demostrar que el mapa del mundo de la física y de la percepción son estructuralmente el mismo. El meollo está en construir lógicamente la estructura espacio-temporal. Ahora, a diferencia de *Our Knowledge*, sabe que espacio y tiempo no pueden ser independientes y que la estructura debe cumplir los requisitos de la relatividad general: hay que demostrar que la estructura topológica a la que accedemos desde la percepción cumple con los requisitos métricos necesarios a la física relativista. Russell procede a la construcción: define puntos de espacio-tiempo, genera un espacio topológico basado en relaciones de orden, y, por último, introduce en ese espacio topológico la métrica. Pero el resultado no es el esperado y la métrica necesaria a la relatividad general no aparece desde la cuantificación de las relaciones de orden. Esta situación es decepcionante y sin vuelta atrás. El fin que había que obtener no se consigue porque para la física no es posible negociar con los resultados matemáticos.

La estructura de la percepción no encaja con la estructura física señalada por la relatividad. Hay una incompatibilidad radical y no queda más remedio que aceptar que la estructura topológica del espacio y el tiempo de la percepción y el espacio-tiempo físico son totalmente diferentes. No es posible conseguir que las relaciones de orden estructurales del espacio y del tiempo sensorial se acomoden a las condiciones matemáticas del espacio-tiempo relativista. “Recordemos –dice Russell– que no queremos construir un espacio topológico cualquiera: queremos construir el espacio-

¹⁸ Utiliza filosóficamente el término dentro de un contexto de construcción del mundo exterior en *The ABC of Atoms* (1923a) y “Logical Atomism” (1924), confeccionados ambos entre Marzo y Mayo de 1923. “The importance of this principle... is impossible to exaggerate. It means, in the first place, that the ultimate facts in physics must be events [...] we have therefore to deal with events”. Russell (1923), pp.162-163. “I suggest the following as an outline of a possible structure of the world (...). The world consists of a number, perhaps finite, perhaps infinite, of entities, which have various relations to each other, and perhaps also various qualities. Each of these entities may be called an ‘event’(...)”. Russell (1924), p. 341.

¹⁹ Russell (1924b), p. 294.



tiempo cuadrimensional de la teoría general de la relatividad”.²⁰ Y la relatividad general ha introducido una métrica compleja, la de Riemann, para poder calcular el grado de deformación producido por los campos gravitacionales. Una métrica no puede ser falsificada o corregida por conveniencias filosóficas. Russell confía que quizás en el futuro pueda conseguirse con nuevos métodos lógicos. Puede ser que Whitehead lo consiga con su método abstractivo que permite una precisión infinitesimal y que el fracaso no sea definitivo.

Pero mientras se realice este futuro intento, la ciencia empírica está en una posición imposible. Russell consideró siempre como modelo de la explicación de la relatividad y fuente de sus conocimientos sobre la teoría a la obra de Eddington.²¹ La autoridad indiscutible de que gozaba quien había venido a confirmar la teoría de la relatividad general, respaldaba una exposición que subrayaba la estructura matemática de la teoría. Los conceptos teóricos esenciales aparecían definidos de forma deductiva y al margen de su correspondencia con un determinado conjunto de acontecimientos del mundo exterior. Russell tropezó así con una consecuencia inesperada de la teoría de la relatividad: no era posible una interpretación sensorial de un concepto y, por tanto, la experiencia no verificaba sino en forma global a la teoría. El proceso de verificación en el que tradicionalmente había confiado el empirismo se venía abajo con la teoría de la relatividad general.

Eddington consideraba que las leyes físicas eran esencialmente identidades que definen las características físicas invariantes para cualquier sistema. La contrapartida a la generalización del principio de relatividad había sido el establecimiento de un núcleo reducido de grandes leyes tan generales y universales que formulan meras igualdades matemáticas y tan carentes de contenido sensorial específico que, como todas las tautologías, no pueden ser infringidas.²² Si esto es así, piensa Russell, la física está a un paso de transformarse en una ciencia formal, una estructura analítica que ha alcanzado una seguridad total a costa de no decir nada específico del mundo.²³ El resultado era especialmente deprimente para Russell que había siempre entendido la lucha contra el solipsismo y la defensa de la intersubjetividad del conocimiento como un asunto personal. La ciencia le había garantizado un mundo seguro a costa

²⁰ Russell (1927), p. 298.

²¹ Las referencias a la obra de Eddington son constantes. Esencialmente, Russell cita *Space, Time and Gravitation* (1920) y *The Mathematical Theory of Relativity* (1923). Ambas obras son complementarias, siendo la segunda una exposición exclusivamente matemática de lo que a modo de introducción afirmaba la primera.

²² Russell utiliza el concepto de tautología de Wittgenstein para plantear el problema de la creciente analiticidad de las leyes físicas. Cf. Russell (1927), p.171. Sobre este punto, *vide* también Russell (1926), pp. 228ss.

²³ Russell (1925), p. 190.

de transformarlo en una estructura matemática definitivamente alejado del mundo de la percepción en el que viven los seres humanos.

Será Whitehead el que realice el intento más sofisticado y completo de elaborar una reconstrucción lógica del mundo desde la percepción que trate de satisfacer las exigencias de la teoría de la relatividad. Whitehead poseía una sólida formación científica y era un experto en matemática aplicada y electromagnetismo. Su entusiasmo por la relatividad fue sincero pero nunca incondicionado: recordaba las falsas ilusiones generadas en el mundo científico cuando se pensaba que se estaba a punto de conocer definitivamente las leyes esenciales del universo, justo cuando las dificultades del sistema newtoniano empezaron a emerger. Un proceso igual podía experimentar la relatividad, que no tenía por qué considerarse el punto final sobre las verdades de la realidad.

La relatividad era para Whitehead una gran oportunidad que no debía desaprovecharse. Había que evitar caer en los mismos errores que el sistema newtoniano, el primero de los cuales era la “bifurcación de la naturaleza” producida al separar la realidad física y percibida, realidad material y sensorial. El resultado fue el materialismo, una “filosofía de una época”, un tipo de pensamiento que impregna todas las actividades humanas. El materialismo fue producto de las técnicas matemáticas aplicadas al estudio de la realidad que generaron dos elementos absurdos desde la perspectiva de la percepción: los instantes o fracciones de tiempo sin duración y las partículas materiales que les corresponden cuando se analiza un cuerpo desde los instantes. La carga metafísica del sistema newtoniano cristalizó en el desprecio de la percepción y su valoración como algo secundario y accesorio para el conocimiento de la realidad. La relatividad no debía caer en una equivocación igual y la nueva teoría no debía volver a reproducir el viejo prejuicio. Había que conseguir justificar los avances de la física relativista con la percepción y no contra la percepción, porque el conocimiento perceptivo es nuestra forma de acceder al conocimiento de la Naturaleza. Los acontecimientos, los elementos básicos que constituyen la realidad para la relatividad, deben enraizarse en la percepción y sobre ellos justificar la estructura conceptual de la teoría de la relatividad como construcciones lógicas desde la percepción. Así se conseguirá evitar la caída en la bifurcación de la Naturaleza.

Para Whitehead el conocimiento perceptivo no modifica los rasgos estructurales de la Naturaleza y por ello es la base fundamental del conocimiento y de la ciencia. Accedemos al conocimiento de la realidad bien directamente (conocimiento por adjetivación) o mediante las conexiones entre los acontecimientos percibidos directamente y otros que se encuentran más allá de nuestro campo de percepción (conocimiento por relación). En la Naturaleza no hay elementos aislados y la conectividad entre los acontecimientos garantiza que siempre podemos conocer más allá de lo conocido directamente desde nuestro punto de vista. La percepción nos



muestra la Naturaleza como un flujo o corriente de acontecimientos, una totalidad en la que hay que discernir ‘complejos de entidades relacionadas’. La tarea del conocimiento es esencialmente fracturar la experiencia perceptiva en sus ‘aspectos’ o ‘elementos naturales’.

Las deformaciones gravitacionales de la relatividad general arruinaban este esquema: al tener que saber la situación física de una región del espacio, se impedía la conexión entre los acontecimientos y se cortaba el ‘conocimiento por relación’ con lo que el conocimiento perceptivo quedaba reducido a la región directamente percibida por el observador. El fantasma de la bifurcación de la Naturaleza resucitaba porque, además, estas deformaciones eran efectos de masas materiales. En consecuencia, aceptamos que las relaciones espacio-temporales se producen como consecuencia de las relaciones entre cuerpos y no entre acontecimientos con lo que son de nuevo los objetos como objetos materiales, y no los objetos como construcciones lógicas sobre los acontecimientos, los que determinan el curso de las cosas. El materialismo pasaba a ser de nuevo el elemento esencial a costa de una percepción devaluada.

La solución pasaba para Whitehead por una reconstrucción de la teoría de la relatividad desde la percepción y purgada de sus elementos indeseables. Esta reconstrucción sería exitosa si obtuviésemos leyes predictivamente poderosas y equivalentes a las enunciadas por Einstein.

Whitehead confiaba en su método abstractivo, cuyo corazón son las clases abstractivas formadas por una serie en la que el antecesor se extiende sobre el sucesor sin término final. Por tanto, el primer miembro tiene como parte a su sucesor y así indefinidamente.²⁴ Las clases abstractivas, en definitiva, permiten graduar una propiedad o relación presente en los acontecimientos tanto como se quiera, dando la precisión necesaria para la definición de conceptos científicos a partir del flujo de la percepción. Podríamos con él alcanzar la propiedad del acontecimiento más simple posible como, por ejemplo, un átomo. Con el método abstractivo y sin violentar el flujo de la percepción, Whitehead procede a definir momentos o instantes de tiempo como los utilizados en la física newtoniana. Pero con una gran diferencia: estos momentos surgen del flujo de la percepción, de una duración, una sección temporal de la totalidad de la Naturaleza. No están al margen de la percepción sino en la percepción misma.

Con los momentos, Whitehead reconstruye los sistemas temporales de la relatividad especial. Como Mach, Whitehead considera artificial la elección de la constancia de la velocidad de la luz que hace Einstein. Es una elección sin fundamento en la experiencia. Hay una constancia más básica que la de la luz y es la simetría y homogeneidad del flujo de los acontecimientos. Esta simetría básica no desaparece con la eliminación del espacio y el tiempo absolutos newtonianos. En la relatividad

²⁴ Whitehead (1919), p. 104.

debe continuar la uniformidad del flujo temporal.²⁵ Sin vulnerarla, suponiendo la conservación de la homogeneidad, y desde el diferente paralelismo de los momentos de cada sistema temporal que muestra su diferente percepción del fluir uniforme de los acontecimientos, sería posible explicar los efectos de la relatividad especial.²⁶

En la búsqueda de la conservación de la homogeneidad del espacio y tiempo y el rechazo de las deformaciones introducidas por la relatividad general trata Whitehead de ofrecer diversas soluciones técnicas que eviten contar con las deformaciones. Habla de la existencia de puntos ‘vagabundos’ que aceptarían el cambio de posición dentro de un área. Pero este intento de compromiso entre homogeneidad y heterogeneidad no funcionó. Whitehead intentó una segunda opción: una reformulación de la ley de gravedad einsteniana, —sustituyendo las deformaciones en el cálculo del ímpetus por un mecanismo estrictamente fenoménico—, una reformulación que confiesa ‘aproximada’ y que, desgraciadamente, no obtenía los mismos resultados que la ley de Einstein (como el ‘corrimiento al rojo’ del espectro).²⁷ Las ventajas filosóficas eran innegables y Whitehead confió toda su vida que el futuro le daría la razón con una formulación semejante a la suya que permitiera conservar la ciencia empírica tal y como había sido definida por el fenomenalismo. El fracaso de la reformulación de la relatividad en formato fenomenalista liberó a Whitehead del programa y le impulsó a formulaciones más ambiciosas en el terreno de una metafísica de nuevo cuño.²⁸

Epilogo: El Aufbau de Carnap

Der Logische Aufbau der Welt de Rudolf Carnap, un libro capital de la filosofía contemporánea junto con el *Tractatus* de Wittgenstein, supone la culminación del laborioso proceso de aproximación de la percepción a la física que hemos ido viendo desarrollarse en el fenomenalismo. El *Aufbau* fue el intento más riguroso de conseguir los objetivos del fenomenalismo, justificando que podía establecerse, sin fisura alguna, un orden completo que llevase desde las experiencias hasta los conceptos teóricos de

²⁵ Cf. Whitehead (1923).

²⁶ Esta supuesta simetría en el flujo temporal de los acontecimientos fue negada terminantemente por Einstein que ya había rechazado la propuesta de Bergson de la existencia de un tiempo percibido y psicológico distinto del físico. No había más tiempo que el físico. Michel Paty, “The Scientific Reception of Relativity in France”, en Glick (1987), p.148.

²⁷ Whitehead (1922), p.83.

²⁸ La exposición de la continuidad entre la obra lógica y la metafísica de Whitehead y cómo por este motivo Whitehead se eleva a la primera fila de la reflexión filosófica con una ontología digna sucesora de la de Aristóteles, Platón o Leibniz en mi libro: *Alfred North Whitehead: un metafísico atípico*, García-Raffi (2003).



cualquier nivel. El *Aufbau* fue el proyecto más ambicioso de construcción fenoménica del mundo porque Carnap no quería limitarse a una justificación más o menos general de que el proceso era posible, sino llevarlo a cabo de la forma más sistemática. Carnap quería que el libro fuera el primer ejemplo de una nueva forma de filosofar, la del Círculo de Viena, cimentada sobre la lógica matemática y capaz de operar de forma científica y sin concesiones a la metafísica, una valiosa contribución al avance de la humanidad. El *Aufbau* fue presentado al mundo, con más o menos justicia, como la primera obra indiscutible del nuevo movimiento filosófico.²⁹

Sin embargo, para su realización, Carnap se verá obligado a depender en el proceso de la física para garantizar la intersubjetividad y evitar el solipsismo hasta un punto tal que vaciaba de sentido el objetivo del fenomenalismo de acceder sin restricciones desde la percepción a la estructura conceptual de la física.

Buen conocedor de la relatividad, Carnap decidió renunciar a la construcción de la estructura espacio-temporal y optar por un procedimiento mucho más directo que hemos denominado “fenomenalización”: partiendo del espacio Minkowski o espacio-tiempo relativista como de una estructura lógica (una estructura axiomatizada que denominó sistema C-T),³⁰ procedió a “fenomenalizar” sus puntos adjudicándoles propiedades sensoriales (de color, táctiles, etc.) que le transformarían en el mundo tal y como es percibido.³¹

La renuncia a la construcción de la estructura espacio-temporal desde la percepción respondía a la convicción de Carnap de que la abstracción de la teoría de la relatividad no era algo que hay que tratar de vencer demostrando que puede ser alcanzado desde la percepción, sino algo que debe aceptarse como una condición que limita aquello que es perceptivamente significativo. El *Aufbau* resultaba así modélico del proyecto fenomenalista en más de un sentido: simbolizaba a la vez el rigor en la construcción de los objetos y del mundo desde los datos sensoriales y la paulatina supeditación a la física de un proyecto sometido a la presión de una revolución científica como la que había producido la relatividad.

La sustitución del fenomenalismo por el fisicalismo en el Círculo de Viena fue una decisión orientada a prescindir del costoso proceso de construcción fenoménica de la realidad, acercarse a la posición epistemológica básica del sentido común que considera el mundo compuesto de objetos físicos materiales y, sobre todo, mantener el ideal de la ciencia empírica: “unos años más tarde una base fisicalista me pareció más conveniente para un sistema de todos los conceptos científicos

²⁹ Blumberg; Feigl (1931), pp. 281-296.

³⁰ La idea inicial surgió en su tesis doctoral *Der Raum. Ein Beitrag zur Wissenschaftslehre* (1922).

³¹ Con una meticulosidad y precisión fantástica: como ejemplos la construcción del propio cuerpo como un objeto tacto-visual y cómo solucionar las partes de mi cuerpo invisibles desde mi punto de vista. Cf. Carnap (1928), §§128 y ss.

que una fenomenalista”.³² Era un cambio táctico para continuar en la búsqueda del objetivo estratégico de conseguir una ciencia unificada, con una única base empírica y claramente diferenciada de la siempre peligrosa metafísica.

La solución, sin embargo, fue provisional. El problema, tal como percibirán tanto Carnap como Neurath, pasaba de la base empírica de los conceptos científicos a la conexión de esos mismos conceptos con los enunciados protocolares con unas dificultades tan intensas en su justificación como las provocadas por la construcción fenoménica del mundo. La justificación de la ciencia como una estructura enraizada en la experiencia seguía siendo problemática y la verificación empírica de los conceptos científicos una tarea cada vez más imposible: la relatividad como teoría revolucionaria empujaba a la ciencia a niveles cada vez más superiores de universalidad y abstracción. El ideal de la ciencia empírica aparecía cada vez más como un *desideratum*. Pero no fue un ideal vano. En los esfuerzo por justificarlo se crearon las bases de la filosofía de la ciencia. El debate con la relatividad preparó la aparición de un cambio radical de perspectiva al verificacionismo y el tambaleante criterio empirista del significado: el falsacionismo de Popper.

BIBLIOGRAFÍA

Blumberg, Albert; Feigl, Herbert (1931), “Logical Positivism: a New Movement in European Philosophy”, *Journal of Philosophy*, 28, pp. 281-296.

Carnap, Rudolf (1928), *Der Logische Aufbau der Welt*, Berlin, 1928: Weltkreis-Verlag. Reimpreso en Frankfurt, 1979: Verlag Ullstein.

Carnap, Rudolf (1963), “Intellectual Autobiography”, en Paul Arthur Schilpp (ed) (1963).

Einstein, Albert (1921), *The Meaning of Relativity: including the relativistic theory of non-symmetric field*, New York 1921: Univ. Princeton. Citamos la traducción castellana: *El significado de la relatividad*, Madrid, 1948: Espasa-Calpe.

Einstein, Albert et alia (1923), *The Principle of Relativity*, London, 1923: Meuthen. Reimpresión en New York, 1953: Dover Public.

Einstein, Albert (1949), “Autobiographical Notes” en Schilpp, Paul Arthur (ed)(1949).

García-Raffi, Xavier (2003), *Alfred North Whitehead: Un metafísico atípico*, Valencia, 2003: Servei de Publicacions de la Universitat de València, Biblioteca Javier Coy d’estudis nordamericans.

Glick, T. F. (ed.) (1987), *The Comparative Reception of Relativity*, Dordrecht, 1987: D. Reidel.

Holton, Gerald (1982), *Ensayos sobre el pensamiento científico en la época de Einstein*, Madrid, 1982: Alianza Universidad.

³² Carnap (1963), p.19.



Mach, Ernst (1883), *Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch-kritisch dargestellt*, Leipzig 1883. Reimpresión de la de Leipzig 1912 en Frankfurt/Main, 1982: Minerva.

Mach, Ernst (1900), *Die Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Physischen zum Psychischen*, Jena, 1900. Reimpresión de la de Jena, 1922 en Darmstadt, 1987: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

Mach, Ernst (1905), *Erkenntnis und Irrtum: Skizzen zur Psychologie der Forschung*, Leipzig 1905. Reimpresión de la de Leipzig, 1926 en Darmstadt, 1980: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

Mach, Ernst (1921), *Die Prinzipien der physikalischen Optik*, Leipzig, 1921. Reimpresión en Frankfurt/Main, 1982: Minerva.

Meyerson, Emile (1925), *The Relativistic Deduction*, Dordrecht, 1985: D.Reidel, Boston Studies in the Philosophy of Science vol. LXXXIII. Trad. inglesa de: *Le Deduction Relativiste*, Paris, 1925: Les Editions Payot.

Minkowski, Hermann (1923), "Space and Time", en Albert Einstein (1923).

Russell, Bertrand (1923), "Review of C.D. Broad, *Scientific Thought*", en Russell (1988), pp. 260-265.

Russell, Bertrand (1923a), *The ABC of Atoms*, London, 1923: Kegan Paul, Trench, Trubner.

Russell, Bertrand (1924) "Logical Atomism", en Russell (1956).

Russell, Bertrand (1924a) "Introduction to Vasiliev's Space, Time and Motion: An Historical Introduction to the General Theory of Relativity", en Russell (1988), pp. 285-291.

Russell, Bertrand (1924b), "The Philosophical Analysis of Matter", en Russell (1988).

Russell, Bertrand (1925), *The ABC of Relativity*, London: Kegan Paul, Trench, Trubner.

Russell, Bertrand (1926), "Philosophical Consequences of Theory of Relativity", *The Encyclopaedia Britannica*, 13ª ed., London: The Encyclopaedia Britannica.

Russell, Bertrand (1927), *The Analysis of Matter*, London: Kegan Paul, Trench, Trubner.

Russell, Bertrand (1956), *Logic and Knowledge: Essays 1901-1950*. Robert Charles Marsh (ed.), London: George Allen and Unwin.

Russell, Bertrand (1967); *The Autobiography of Bertrand Russell*, 3 vol., London, 1967, 1968, 1969: George Allen and Unwin.

Russell, Bertrand (1988), *The Collected Papers of Bertrand Russell. Essays on Language, Mind and Matter (1919-1926)*. John G. Slater y Bernd Frohmann (eds), Londres y Boston: MacMaster University Edition.

Schilpp, Paul Arthur ed. (1944), *The Philosophy of Bertrand Russell*, 2 vol., The Library of Living Philosophers n° 5. New York: Harper Torchbooks.

Schilpp, Paul Arthur ed. (1949) *Albert Einstein: Philosopher-Scientist*, 2 vol., Northwestern Univ. and Southern Illinois Univ., Northwestern Univ. Press 1949. Reimpresión en La Salle (Illinois), 1969: The Open Court, The Library of Living Philosophers n° 7.

Schilpp, Paul Arthur ed. (1963), *The Philosophy of Rudolf Carnap*, La Salle (Illinois): The Open Court, The Library of Living Philosophers n° 11.

Whitehead, Alfred North (1919), *An Enquiry Concerning the Principles of Natural Knowledge*, Cambridge: Cambridge Univ. Se cita la 2ª ed. ampliada de 1925.

Whitehead, Alfred North (1922), *The Principle of Relativity, with Applications to Physical Science*, Cambridge: Cambridge University Press.

Whitehead, Alfred North (1923), “Symposium: The Problem of Simultaneity: Is there a Paradox in the Principle of Relativity in Regard to the Relation of Time Measured to Time Lived?” *Proceedings of the Aristotelian Society*, supl. 3, pp. 34-41. Contribución al Congreso del mismo título.

Whitehead, Alfred North (1925), *Science and the Modern World*, New York: MacMillan. (Reimpresión en Londres, 1985: Free Association Books).