El legado filosófico de la relatividad

Alberto Ibort

Pero, ¿hay un legado filosófico de la Relatividad?

Seguramente no ha habido una teoría científica más publicitada, más mistificada y al mismo tiempo tan mal comprendida y malinterpretada como la teoría de la relatividad, tanto especial como general, de Einstein. Esto ha sido así hasta el punto de transcender el debate intelectual frío y desapasionado y levantar encendidas pasiones congregando en torno, como una luz en la noche, a nubes de detractores que se han aprestado a atacarla utilizando todo tipo de argumentos. Estos detractores pertenecen a todos los géneros, desde el lunático en todas sus variantes: pseudocientífico, religioso, etc., hasta filósofos más o menos reconocidos.

Razones hay para ello. El descubrimiento y las predicciones de la teoría de la relatividad especial por A. Einstein en 1905 y de la relatividad general en 1916, causaron un impacto fenomenal no solamente en la clase científica y en el mundo intelectual, sino también en las clases populares. El abandono del espacio-tiempo absoluto soporte de la mecánica newtoniana y el cartesianismo euclídeo, suponía en parte cuestionar y remover los fundamentos del orden establecido. En el orden filosófico el abandono del espacio-tiempo absoluto de la mecánica newtoniana suponía desmontar una parte sustancial del edificio cognitivo construido por Kant. La supuesta dificultad para comprender la ideas ideas subyacentes a la teoría de la relatividad añadía un toque adicional de exotismo a la cuestión.

Fenómenos paradójicos como la contracción del espacio y del tiempo, la paradoja de los gemelos y otras predicciones de la teoría, contribuyeron todavía más a rarificar el entorno de esta teoría física. Finalmente la equivalencia entre masa y energía derivada de los postulados de la teoría de la relatividad especial y el desarrollo de la tecnología nuclear que eventualmente hizo brutalmente realidad a los ojos de gran público la ecuación

$$E = mc^2$$

acabaron cerrando un círculo de malentendidos y graves errores que desgraciadamente todavía hoy continúa. Es relativamente frecuente seguir encontrando entre los titulares de los medios de comunicación informaciones supuestamente sensacionales "ratificando" la teoría de la relatividad. Todos los periodistas, incluso todos los intelectuales, han oido hablar de la teoría de la relatividad y son capaces de reconocer la fórmula anterior. Pero, ¿cuánto del pensamiento que subyace detrás de este nombre clave ha sido incorporado al pensamiento actual tanto en su vertiente culta, digamos escuelas de pensamiento filosófico, como al común?

La respuesta a la segunda parte de la pregunta es clara y no requiere de mayores análisis o comentarios: nada. Ni siquiera una componente divulgativa ha transcendido al gran público. En los libros de texto escolares, en el lenguage coloquial, en los medios de comunicación, en los espectáculos de consumo de masas, en todos ellos se halla totalmente ausente mientras siguen vigentes los viejos conceptos científicos newtonianos o incluso los precientíficos aristotélicos. Se podrá argumentar que no solo la relatividad está ausente de los grandes generadores de información y cultura de nuestros días; que la ciencia en general se halla ausente y que el pensamiento filosófico en gran medida también. Es cierto que a grandes rasgos así sucede, pero la producción de información necesita, aún en su degradación actual, utilizar referentes anclados en el tejido social de conocimiento, y así es común encontrar un lenguage cartesiano o newtoniano al citar marcos de referencia, con sus "absolutos", etc., referentes escolásticos (especialmente en nuestra clase política), incluso a los clásicos griegos (es de buen tono estar "familiarizado" con el mito de la caverna por ejemplo). En fin, la única traslación que de la relatividad se ha producido al acervo cultural común consiste en la máxima "todo es relativo" que en muchas ocasiones se esgrime con la gran solemnidad y rotundidad que da el estar hablando en "científico" y que por razones distintas se ha convertido en el lema de un grupo de corrientes filosóficas contemporáneas, englobadas con el nombre de post-modernismo.

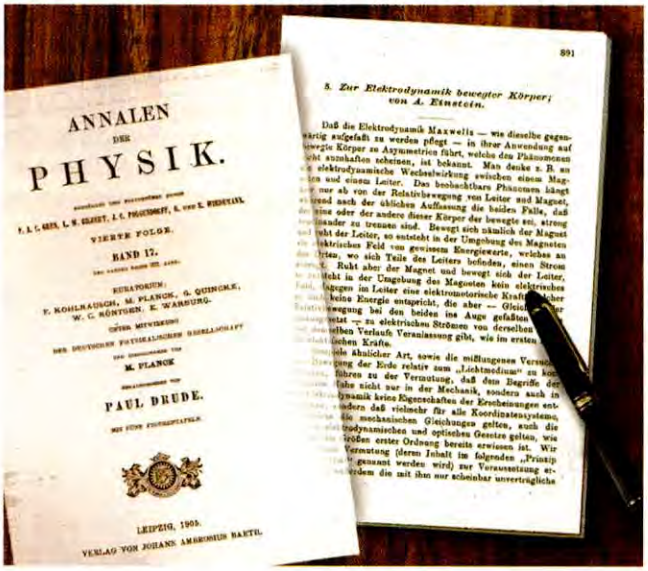

ANNALEN
DER
PHYSIK.
VIERTE FOLGE.
BAND 17.
PAUL DRUDE.
LEIPZIG, 1905.
VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.
5. Zur Elektrodynamik bewegter Körper; von A. Einstein.

Figura 1. Artículo de Einstein en *Ann. der Physik*, 1905

El problema se complica cuando estudiamos el impacto de la relatividad y mejor aún del pensamiento einsteniano en los fundamentos del pensamiento filosófico contemporáneo. Es difícil encontrar un pensador que desconozca los esfuerzos realizados en los inicios del siglo XX para establecer unos fundamentos sólidos del pensamiento científico y la gran frustración derivada de la dificultad para alcanzar tal objetivo. Los trabajos de Russell, Frege, Wittgenstein, etc. culminaron en una mirada escéptica sobre el lenguaje y la actividad cognitiva humana. El teorema de incompletitud de Gödel marcó un punto de no retorno en el afán de funda-

mentación lógico-matemática del pensamiento filosófico y de las propias matemáticas. Si bien estos hechos han sido determinantes en la formación del pensamiento filosófico del siglo XX, no lo fue menos el extraordinario clamor que produjo el anuncio en la reunión conjunta de la Royal Society of London y la Royal Astonomical Society el 6 de Noviembre de 1919, que las observaciones astronómicas durante el eclipse solar del mes del 29 de mayo del mismo año mostraban el desplazamiento de la luz de las estrellas al pasar por las proximidades del Sol predicha por la teoría de la gravitación de Einstein. Inmediatamente la teoría general de la relatividad se convirtió en un foco de interés filosófico. Cada una de las distintas interpretaciones filosóficas de la teoría de la relatividad general perseguían reafirmar su propio sistema filosófico. Como Bertrand Russell comentaba [Ru26]:

"Ha habido una tendencia, no extraña en el caso de una nueva teoría científica, por la que cada filósofo trata de interpretar el trabajo de Einstein de acuerdo con su propio sistema metafísico, y sugerir que ésta contribuye decisivamente a fortalecer la visión previamente establecida por éste. Esto no puede ser cierto en todos los casos; y puede ciertamente ocurrir que no sea cierto en ninguno. Sería verdaderamente triste que un cambio tan fundamental como el introducido por Einstein no implicara ninguna novedad filosófica".

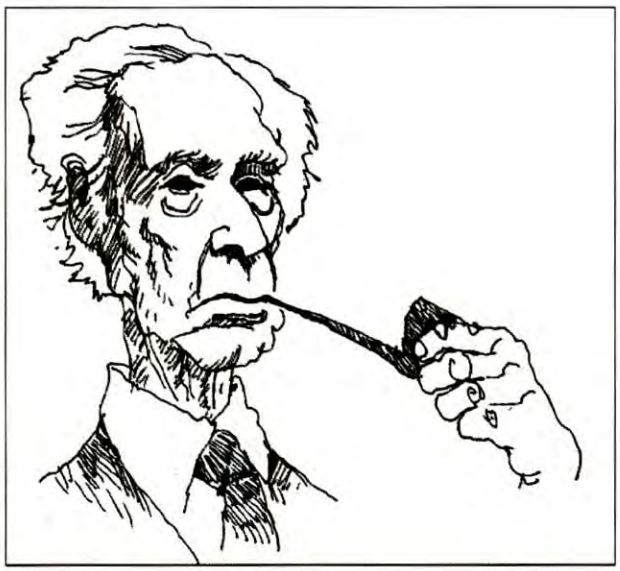


Figura 2. B. Russell (1872-1970)

Así los seguidores de Mach se encontraban particularmente a gusto con el tratamiento operacionalista de Einstein, los kantianos y neo-kantianos, ya liberados de una interpretación estricta de la metafísica transcendental, resaltaban la importancia fundamental de ciertas formas intelectuales sintéticas en la relatividad general tales como el principio de covariancia. Para los positivistas lógicos, el significado principal de la teoría de la relatividad es metodológico. Quizás lo que se desprende de las diversas aproximaciones filosóficas a la obra de Einstein es el convencimiento de que debido a la evolución y profunda interrelación entre física, matemáticas y filosofía, las interpretaciones filosóficas solo constituyen un "trabajo en preparación".

Un aspecto no menos importante en el análisis del legado filosófico de la obra de Einstein es el análisis, no ya de como este pensamiento fue recogido por las distintas escuelas filosóficas, sino cuales fueron realmente las posiciones mantenidas por el propio Einstein. Recientes análisis de su pensamiento [Ho98] muestran la filosofía de la ciencia de Einstein como una síntesis original de múltiples elementos diversos con orígenes tan diversos como el positivismo lógico, el convencionalismo de Poincaré, el operacionalismo de Mach, ideas neo-kantianas, etc. hasta el punto poder ser calificado como una epistemología "oportunista". Además de un cierto análisis sobre este punto de vista, ofreceremos en este artículo unas reflexiones de Einstein al respecto expresadas explícitamente en un artículo poco conocido (ver apéndice). En ellas se refleja un punto de vista sobre la filosofía de la ciencia original y que preludia en muchos sentidos al programa más tarde emprendido por Karl Popper [Ad00].

Emprenderemos así nuestro recorrido a través de las implicaciones filosóficas del pensamiento einsteniano, remontándonos en el tiempo al momento de la consolidación de la epistemología y ontología apoyadas en la física newtoniana y la matemática preformalista recogida en la colosal obra Kantiana. Posteriormente revisaremos la crítica positivista a este sistema y daremos la palabra a Einstein para resumir en sus propias palabras el contenido de su pensamiento filosófico-científico. Conectaremos estas ideas con el programa popperiano y nos dirigiremos en la parte final de este recorrido a discernir el último ingrediente de su legado en relación con la crisis del realismo científico causado por la física cuántica. Terminaremos nuestra excursión con unos breves párrafos sobre el "relativismo cultural" como indeseada consecuencia del positivismo lógico.

2. A la búsqueda del "conocimiento": Kant y la física newtoniana

En el frontispicio de la obra cumbre del pensamiento filosófico clásico se lee (Crítica de la Razón Pura, Introduc-ción 1.1 [Ka81]).:

No puede haber ninguna duda que todo nuestro conocimiento comienza con la experiencia.

Aunque un poco más adelante se puntualiza:

Pero aunque todo nuestro conocimiento comienza con la experiencia, esto no quiere decir que todo surja de ella.

Comienza así un magno intento de aglutinar 25 siglos de pensamiento filosófico ofreciendo una solución al problema ontológico del "ser" y al epistemológico del "conocer". En el sistema elaborado por Kant las ciencias naturales y las matemáticas juegan un papel especial. En efecto, no era extraño en los pensadores de siglos anteriores tener un buen conocimiento de filosofía natural y, aun sin pretender suplantar a los científicos de la época, gozar de una opinión de primera mano sobre los desarrollos científicos. La creación de la física newtoniana fue seguida muy de cerca por los filósofos del momento, que no solo conocían su existencia sino que la estudiaban con detalle e incluso la divulgaban (por ejemplo tanto el Descartes prenewtoniano como el Voltaire ya admirador de la "nueva" mecánica). El siguiente párrafo extraído

Figura 3. E. Kant (1724-1804)

de la "Monadología física" de 1756 de Kant es ilustrativo de la percepción dominante en aquel momento del papel relativo jugado por la ciencia y la filosofía (1, 475.2-19) [Ka81].

Los filósofos de mente más clara han coincidido de manera unánime en que aquellos que quieran estudiar seriamente la naturaleza deben guardarse de que ninguna hipótesis ligera y no razonada halle su lugar en las ciencias naturales, y menos todavía deben hallar su lugar en ellas sin el amparo de la experiencia y sin interpretación geométrica. Nada ciertamente puede pensarse más útil a la filosofía, y más importante, que este consejo... aquellos que han obedecido este principio en sus investigaciones de la verdad no se han atrevido a embarcarse en alta mar y han considerado más provechoso permanecer en las proximidades de la costa, y no admitir nada excepto lo que sea inmediatamente percibido a través del testimonio de los sentidos. Aceptando este sólido punto de vista, podremos exponer las leyes de la naturaleza pero no su origen y sus causas. Así aquellos que solo persiguen describir los fenómenos naturales pero no su origen y sus causas se encuentran tan alejados de la comprensión abstracta de las causas primeras y de alcanzar una ciencia de la verdadera naturaleza de los cuerpos, como aquellos que se creen que al ascender las cimas de montañas cada vez más altas se encuentran por fin a punto de tocar el cielo con sus manos. Por tanto la metafísica, que muchos creen que puede ser evitada en Física, es de hecho su único apoyo y lo que le confiere sentido.

Las construcciones filosóficas kantianas se entienden con claridad sobre el transfondo filosófico contra el que reaccionaban: empiricismo y racionalismo. El problema central epistemológico que los filósofos de ambos movimientos pretendían resolver es como resulta posible que podamos escapar a los confines de nuestra propia mente y de nuestros pensamientos inmediatos y conocer el mundo alrededor de nosotros. En este sentido la obra de Kant se articula fundamentalmente alrededor de la pregunta: ¿Qué podemos conocer?, rechaza las tesis planteadas tanto por los empiricistas, Hume, Berkeley, Locke (el único conocimiento posible proviene de la experiencia directa) como por los racionalistas, Leibniz, Spinoza, Descartes (la razón nos permite conocer incluso sin referencia fenomenológica inmediata). Sin pretender entrar en un análisis del pensamiento kantiano, fuera de lugar en este breve espacio, podemos decir que su respuesta, de manera groseramente simplificada, es que nuestro conocimiento está limitado a las ciencias naturales como descripción empírica del mundo y a las matemáticas. No es posible extender nuestro conocimiento al terreno de la metafísica ya que la propia mente es el sujeto de la construcción de la experiencia y por tanto el acceso de ésta está limitado al marco empírico del espacio y el tiempo. El conocimiento así adquirido es cierto y se fundamenta en los denominados juicios sintéticos a priori proporcionados por la geometría euclídea y la física newtoniana del espacio-tiempo absolutos.

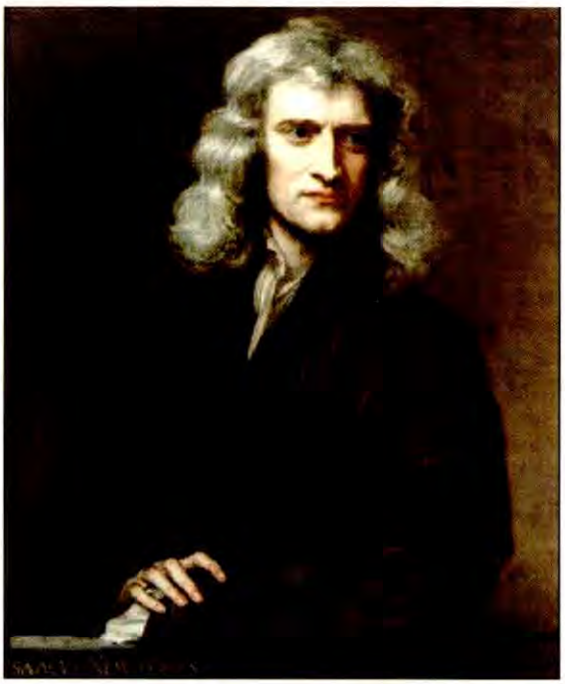
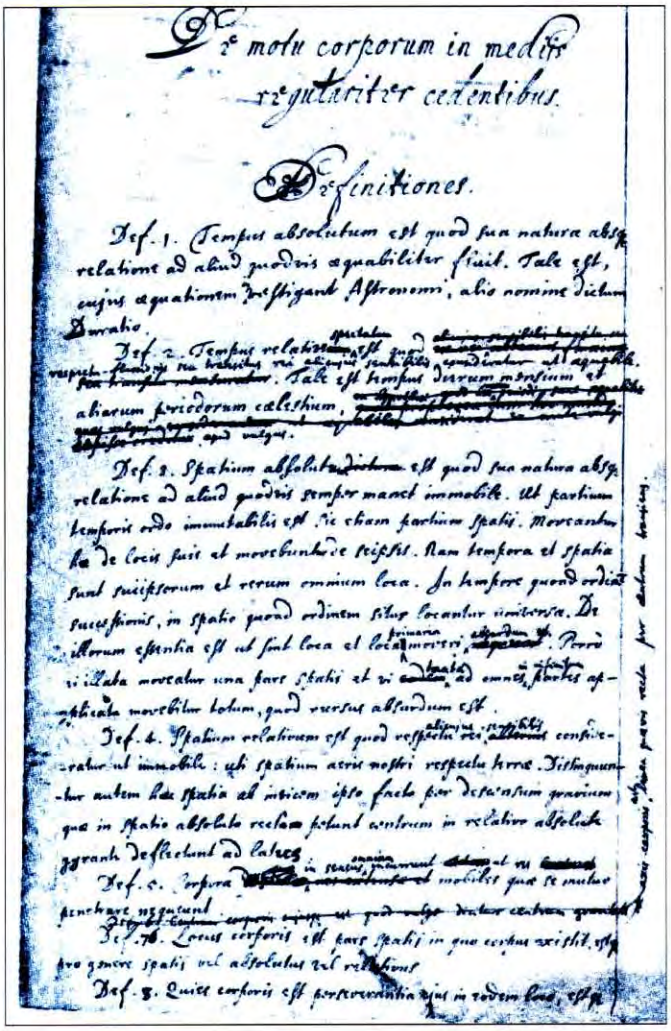


Figura 4. I. Newton (1642-1727)

A pesar de la gran aceptación por la comunidad científica y filosófica del espacio-tiempo absolutos newtonianos, se levantaron críticas más o menos fundadas contra estas concepciones. Las más significativas desde el punto de vista que estamos abordando en este trabajo fueron las críticas presentadas por Ernst Mach de carácter estrictamente empiricista y que influyeron grandemente en el joven Einstein. En su obra "La Ciencia de la Mecánica" [Ma93], Mach realiza una crítica feroz de la definición de espacio y tiempo newtonianos (op. cit. Cap. II, VI, 271 y ss.). Reproducimos a continuación la definición de tiempo absoluto de Newton. Ver la reproducción adjunta, Fig. 5, del manuscrito de los "Principia" [Ne86] donde se perciben claramente las dudas y titubeos del propio Newton con respecto a la definición de tiempo relativo, *def. 2* (ver también el artículo [Ga05]):

Def. 1. El tiempo verdadero y matemático, absoluto en sí mismo, por su propia naturalez, fluye uniformemente sin referencia a nada externo. Se llama también duración.

Def. 2. El tiempo común, aparente, relativo, es una medida tangible y externa del tiempo absoluto, estimado por el movimiento de los cuerpos, bien preciso o desigual, es usado habitualmente en lugar del tiempo verdadero; una hora, un dia, un mes, un año...


De motu corporum in mediis regulariter cedentibus.

Definitiones.

Def. 1. Tempus absolutum est quod sua natura absq; relatione ad aliud quodvis æquabiliter fluit. Tale est, cujus æquationem Astronomi, alio nomine dictum Durationem.

Def. 2. Tempus relativum, quod ...

Def. 3. Spatium absolutum ... quod sua natura absq; relatione ad aliud quodvis semper manet immobile. Ut partium temporis ordo immutabilis est ...

Def. 4. Spatium relativum est quod respectu ... consideratur immobile: ...

Def. 5. Locus corporis ...

Def. 6. Quies corporis ...

Figura 5. Definición de espacio y tiempo absoluto en el manuscrito de los Principia

Argumenta Mach: "parecería que Newton en estos párrafos estuviera todavía bajo la influencia de la filosofía medieval y que traicionara sus intenciones de investigar únicamente hechos reales". Continua: "cuando decimos que una cosa *A* cambia con el tiempo, queremos decir simplemente que las condiciones que determinan *A* dependen de las condiciones que determinan otra cosa *B*... la noción ilusoria aparece fácilmente al considerar que *todas* las cosas con las que comparamos [el moviento de un péndulo] no son esenciales... El tiempo por tanto, aparece así como algo particular e independiente, y de cuyo desarrollo la posición del péndulo depende, mientras que las cosas sobre las que apoyamos nuestra comparación aparecen jugando un papel totalmente colateral". Mach remata su argumento: "Resulta completamente inaccesible para nosotros *medir* el cambio de las cosas con el *tiempo*. Muy al contrario el tiempo es una abstracción a la que llegamos por medio de la observación de las cosas". En una prolongación de sus argumentos que habría de resultar particularmente sugerente para Einstein, aduce: "Un movimiento se dirá uniforme si incrementos iguales del espacio recorrido corresponden con incrementos iguales del espacio descrito por algún otro movimiento con respecto al que lo queramos comparar, por ejemplo la rotación de la Tierra. Un movimiento puede, con respecto a otro movimiento, ser uniforme. Pero la cuestión de si un movimiento es *en sí mismo* uniforme no tiene sentido". Finalmente Mach termina su alegato diciendo: "Haciendo un poco de justicia, también podríamos hablar de un `tiempo absoluto', de un tiempo independiente del cambio. Este tiempo absoluto no puede ser medido con respecto a ningún movimiento, no tiene por tanto ningún valor práctico o científico; y nadie está cualificado para decir que conoce nada de el. Es solamente una concepción metafísica inútil".

Es famosa la crítica, que no reproduciremos aquí y que puede seguirse en [Ma93], pp. 279 y ss., realizada por Mach sobre la noción de espacio absoluto y movimiento absoluto introducida por Newton.

Figura 5. E. Mach (1836-1919)

Def. 3. El espacio absoluto, en su propia naturaleza y sin referencia a nada externo, siempre permanece similar e inamovible.

El espacio relativo es alguna dimensión o medida movible del espacio absoluto, que nuestros sentidos determinan por su posición con respecto a otros cuerpos, y que es comúnmente tomado por inamovible...

Def. 4. El movimiento absoluto es la traslación de un cuerpo desde un lugar absoluto a otro lugar absoluto; y movimiento relativo, la traslación de un lugar relativo a otro lugar relativo...

La demolición por la teoría de la relatividad especial de Einstein (y todavía más por la teoría de la relatividad general) del universo conceptual newtoniano supusieron, por tanto, un serio mazazo a la epistemología kantiana. Las ideas sintéticas a priori de espacio-tiempo resultaban ser falsas y una parte importante de la justificación de la naturaleza verdadera de nuestro conocimiento comprometida. ¿Donde apoyarse ahora para justificar la verdad de nuestro conocimiento? Podrían utilizarse otras categorías sintéticas como la covarianza general (punto de vista neokantiano) aunque al resultar tan distantes de la percepción inmediata pierden una parte importante de su convicción.

3. Einstein y el positivismo lógico

Pero no fue solo la teoría de la relatividad el único factor que socavó el sistema kantiano. De manera casi simúltanea con la crisis de la física clásica, la matemática se enfrentaba a su propia crisis. La necesidad de fundamentar las matemáticas y solventar las dificultades causadas por la teoría ingenua de conjuntos produjeron sus propias dificultades a las que se enfrentaron con diversa fortuna Cantor, Hilbert, etc. Los esfuerzos para proporcionar una base sólida, indisputable a la matemática, pasó por el reconocimiento y la elimi-

Figura 5. D. Hilbert (1862-1943)

nación de toda metafísica lo que fue conseguido parcialmente por la formalización de la geometría llevada a cabo por David Hilbert y el establecimiento de la lógica formal de Frege. Tras el éxitos de los formalistas, Wittgenstein declaró que el único papel de la filosofía consistía eventualmente en clarificar el contenido de las proposiciones y abandonar toda metafísica. Así se reconoce que los juicios analíticos a posteriori no ofrecen conocimiento. Asistimos al nacimiento del positivismo lógico.

El positivismo lógico (también conocido como empiricismo lógico, neopositivismo lógico o simplemente neopositivismo) consituye una de las escuelas de filosofía moderna que se reclama heredera, parcialmente, de las teorías einstenianas y del pensamiento de Wittgenstein. El positivismo lógico nació en Austria y en Alemania siendo uno de sus objetivos fundamentales el análisis lógico del conocimiento científico. Sus inicios se remontan al grupo bautizado como Círculo de Viena, formado alrededor de Moritz Schilck cuando éste ocupó la cátedra de filosofía de la Universidad de Viena en 1920. Formaron parte de este grupo filosófos como Otto Neurath, Rudolf Carnap, matemáticos como Hans Hahn, Carl Menger, Kurt Gödel, además de otros pensadores como Hans Reichenbach fundador del círculo de Berlín, y otros muchos filósofos y pensadores de todas las disciplinas que fueron propagando la influencia y significado de este pensamiento. Las ideas del círculo de Viena fueron adquiriendo reconocimiento en el resto de Europa y en Estados Unidos y numerosos filósofos anglosajones como A. J. Ayer y Gilbert Ryle se sumaron rápidamente a ellas. El positivismo lógico tuvo una gran influencia en filosofía de la ciencia, la lógica y filosofía del lenguaje y fue el sistema filosófico de la ciencia dominante en el periodo que abarca desde la primera guerra mundial hasta prácticamente el final de la guerra fría. La posición de los primeros positivistas lógicos constituía una mezcla del empiricismo de Ernst Mach, la lógica de Gottlob Frege y Bertrand Russell y la inspiración del primer Wittgenstein. Como hemos indicado el círculo de Viena suscribe el dictum de Wittgentstein manifestado en el Tractatus Logico-Filo-soficus [Wi18] de que el objeto de la filosofía es la clarificación lógica del pensamiento. Los positivistas lógicos hicieron un gran esfuerzo por clarificar el lenguaje de la ciencia y mostrar que el contenido de las teorías científicas puede ser reducido a verdades lógicas y matemáticas junto con proposiciones que se refieren directamente a la experiencia, eliminando así la posibilidad del conocimiento sintético a priori [Ha29]. Así, para el positivismo lógico, hay únicamente dos fuentes de conocimiento: el razonamiento lógico y la experiencia empírica. El primero es analítico a priori mientras que el segundo es sintético a posteriori y por tanto los juicios sintéticos a priori no existen. Aunque la crítica al espacio-tiempo absolutos había sido realizada con anterioridad por Mach, no es hasta la construcción einsteniana donde el operacionalismo en la definición de los fundamentos teóricos junto con la deducción formal, matemática, rigurosa de Einstein, producen los resultados definitivos que constituyeron un importante espaldarazo para el positivismo lógico como sistema de pensamiento.

Sin embargo el análisis de las teorías científicas llevado a cabo por los positivistas lógicos va más allá de estas afirmaciones pues eran plenamente conscientes de la profundidad y sutileza del problema al que se enfrentaban. Una teoría científica de acuerdo con esta filosofía es un sistema axiomático que obtiene una interpretación empírica a través de unas reglas adecuadas llamadas reglas de correspondencia. éstas permiten establecer una relación precisa entre los objetos reales y los conceptos abstractos de la teoría. El lenguaje de una teoría incluye así dos tipos de términos: observacionales y teóricos. Por otro lado las proposiciones de una teoría se dividirán en dos grupos reminiscentes de las viejas categorías kantianas: analíticos y sintéticos. Los términos observacionales denotan los objetos o propiedades que pueden ser observados o medidos directamente. Por el contrario, los teóricos denotan objetos o propiedades que no podemos medir u observar y que solo se pueden analizar a partir de observaciones indirectas. Las proposiciones analíticas son así a priori y su verdad está basada en las reglas de la Lógica (incluyendo aquí las Matemáticas). Las proposiciones sintéticas en

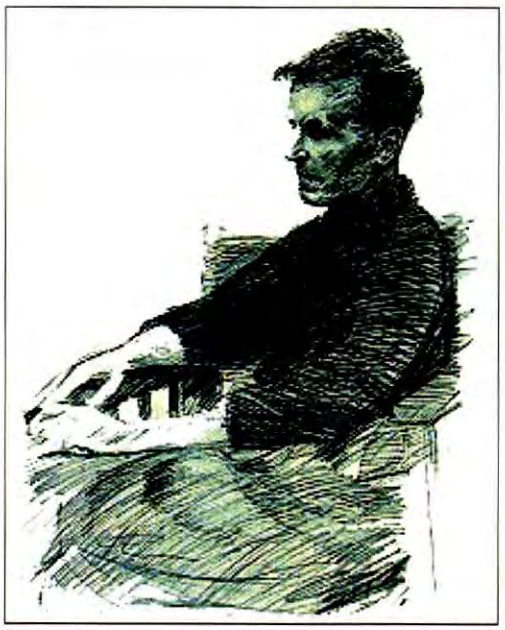


Figura 8. L. Wittgenstein (1889-1951)

cambio, dependen de la experiencia y su verdad solo puede establecerse por medio de la experimentación. Esta concepción de la estructura de las teorías científicas constituye quizás la aportación más duradera del positivismo lógico tal como fue expuesta por H. Reichenbach y R. Carnap [Ca36, Re28]. En este contexto es perfectamente claro que una afirmación tiene sentido si y solo si puede probarse que es verdadera o falsa, bien como consecuencia lógica de otras proposiciones que lo son (los axiomas de la teoría) o por medio de la experiencia. Este enunciado constituye el principio de verificabilidad, eje epistemológico del positivismo lógico. El significado de una proposición no es así otra cosa que su método de verificación. Las preguntas metafísicas resultan prohibidas pues no tienen sentido al no ser verificables. Una parte importante de la filosofía tradicional carecerá de sentido y el único papel de la filosofía habrá de consistir, como ya dijimos, en la clarificación del significado de las afirmaciones verificables (M. Schlick, `Die Wende der Philosophie', Erkenntnis 1, 1930):

La filosofía es la actividad por la cual el significado de las proposiciones es clarificado y definido.

En cualquier caso, el propio Einstein, al igual que Wittgenstein, no participó de este sistema de pensamiento e incluso podemos constatar que a pesar de su empiricismo inicial, muy pronto su filosofía de la ciencia giró en una dirección muy diferente. El positivismo lógico no se halló libre de crítica enfrentándose a argumentos muy poderosos. Por ejemplo, las dificultades que encontramos al aplicar el principio de verificabilidad son grandes ya que en las teorías científicas hay muchas proposiciones que no son verificables, por ejemplo pensemos en algunos axiomas de la mecánica cuántica de un electrón o de la teoría del campo gravitatorio en la vecindad de un agujero negro. En su "Philosophical foundations of physics" (1966) Carnap propuso una aproximación ligeramente distinta a la distinción entre observación y teoría. El punto de partida en esta nueva concepción es la diferencia entre leyes empíricas y leyes teóricas. Es posible confirmar o rechazar directamente una ley empírica, mientras que una ley teórica puede testarse solamente a través de las leyes empíricas que se encuentran entre sus consecuencias. Por tanto, una ley empírica explicará hechos mientras que una ley teórica explicará leyes empíricas. Tendríamos por tanto tres niveles: hechos empíricos; generalizaciones que podemos testar directamente, esto es leyes empíricas, y principios generales que usamos para explicar leyes empíricas, las llamadas leyes teóricas.

4. Einstein, ¿un filósofo oportunista?

Einstein no era desde luego un filósofo profesional. A pesar de la profundidad de su pensamiento y de su formación clásica, su investigación estaba guiada por problemas físicos y por tanto no estaba condicionada más que por los prejuicios de su propia generación. El propio Einstein escribió en su correspondencia (Einstein a Thornton, 7/12/44, EA 61-574):

Estoy totalmente de acuerdo con usted sobre el significado y el valor educativo de la metodología y la historia y filosofía de la ciencia. Vemos mucha gente hoy en día –incluso científicos profesionales– que parecen haber visto miles de árboles pero nunca han visto un bosque. El conocimiento de los fundamentos históricos y filosóficos proporciona una independencia con respecto a los prejuicios de su generación que sufren muchos científicos. Esta independencia creada por el pensamiento filosófico es, en mi opinión, la marca que distingue al mero artesano o especialista de un verdadero buscador de la verdad.

En el discurrir de su trabajo de investigación como ya comentaremos, partiendo de posiciones próximas al empiricismo machiano, no dudó en mantener posiciones racionalistas en sus disputas con los teóricos de la escuela de Copenhague. Diversos estudiosos de su pensamiento han podido calificar el pensamiento filósofico de Einstein como oportunista [Ho98] a falta de una mayor precisión en sus posiciones filosóficas fundamentales. Coincidimos respecto al eclecticismo del pensamiento einsteniano y suscribimos la opinión de A. de Azcárraga sobre este punto: "...se comprende que no sea posible encuadrar globalmente a Einstein dentro de ninguna de las tendencias típicas –positivismo, empirismo, idealismo, racionalismo o cualquier otro `ismo'– en las que podrían ser incluidos otros científicos. Los grandes creadores no encajan en parcelaciones simplistas" [Az05]. Si escuchamos las propias palabras de Einstein al respecto sobre su lugar en el conjunto de los esquemas filosóficos obtenemos una declaración que en si mismo es un programa de pensamiento (en "Albert Einstein: Philosopher-Scientist" 1949).

La relación recíproca entre epistemología y ciencia merece destacarse. La una depende de la otra. La epistemología sin contacto con la ciencia se convierte en un esquema vacío. La ciencia sin epistemología es –si fuera posible concebirla– primitiva y grosera. Sin embargo, tan pronto como un epistemólogo que busca un sistema claro, encuentra un tal sistema, se inclina a interpretar el contenido conceptual de la ciencia en el sentido ofrecido por este sistema y rechazar todo lo que no encaje en el. El científico, sin embargo, no puede permitirse desarrollar su compromiso epistemológico tan lejos. Aceptará agradecido el análisis conceptual epistemológico; pero las condiciones externas, impuestas por los hechos experimentales, no le permitirán restringirse demasiado en la construcción de su mundo conceptual por la adhesión a un sistema epistemológico. Por tanto aparecerá a los ojos del epistemólogo sistemático como un oportunista sin escrúpulos: parecerá un realista en tanto busque describir un mundo independiente de los actos de percepción; como un idealista en tanto conciba los conceptos y teorías como invenciones libres del espíritu humano (no derivables lógicamente de lo dado empíricamente); como un positivista en tanto que considere sus teorías y conceptos justificados solamente en tanto que proporcionan una representación lógica de las relaciones entre experiencias sensoriales. Puede incluso aparecer como un platonista o un pitagórico si considera la simplicidad lógica como una herraminta indispensable y eficaz en su investigación.

En cualquier caso el propósito de Einstein no fue nunca construir un sistema filosófico de la naturaleza, sino resolver o contribuir a la solución de problemas surgidos en el discurrir de la física de su tiempo. Si en este proceso fue adoptando diversas posiciones filosóficas no tenemos nada que objetar. Más aún cuando sus posiciones no fueron nunca gratuitas y contribuyeron de manera importante a configurar el pensamiento filosósofico contemporáneo.

Un aspecto del pensamiento einsteniano sobre las teorías científicas que no ha sido suficientemente resaltado por los analistas y estudiosos y que consideramos significativo en este contexto, está descrito en un breve artículo aparecido en 1919 y cuya traducción recogemos integra en un apéndice al final de este artículo. Como vemos en este trabajo se apuntan en sentencias escuetas varias ideas de una importancia transcendental con respecto al punto de vista filosófico del positivismo lógico sobre las teorías científicas que discutíamos anteriormente. La primera de ellas es que las teorías científicas no se construyen inductivamente a partir de los fenómenos. Tal actitud choca frontalmente con el positivismo cuya prima facie es la experiencia. Más todavía, en este artículo Einstein afirma que una teoría científica no puede ser nunca completamente demostrada:

... la verdad de una teoría no puede probarse nunca. Ya que uno nunca puede saber si en el futuro se encontrarán experiencias que contradigan sus consecuencias.

Lo que si es posible es la refutación de una teoría:

Una teoría puede por tanto probarse errónea si hay un error lógico en sus deducciones o como incorrecta si un hecho no está de acuerdo con sus consecuencias.

Estas ideas sencillas presentadas de manera tan escueta y a la vez precisa nos muestran a un Einstein cuya posición filosófica está muy alejada del positivismo lógico y que preludia un "realismo" que habrá de acompañarle hasta el fin de sus días. Antes de dedicar un poco de tiempo al estudio del realismo en Einstein y en la filosofía contemporánea, observemos que las ideas descritas por Einstein en "Inducción y deducción en Física" son un preludio cuando menos de las ideas centrales elaboradas por Popper en su análisis de la estructura de las teorías cientícas.

5. Vuelta al racionalismo: Popper y Einstein

Karl Popper es universalmente reconocido como uno de los más grandes filósofos de la ciencia del siglo XX. Inició sus estudios en la Universidad de Viena en 1918 y se involucró en los movimientos políticos de izquierda. Formó parte de la asociación de estudiantes socialistas y abrazó el marxismo, aunque muy pronto se desilusionó y lo abandonó debido a su carácter doctrinario. También descubrió las teorías psicoanáliticas de Freud y Adler, que de nuevo posteriormente habría de criticar profundamente y le servirían como ejemplo de no falsabilidad y por tanto de teorías no-científicas. En 1919 asistió "en trance" a una conferencia de Einstein sobre teoría de la relatividad en Viena en la que su espíritu crítico, en contraposición con su ausencia en Marx, Freud, etc., le impresionó fuertemente. El hecho de que la teoría de Einstein condujera de manera crucial a implicaciones testables que si hubieran resultado falsas, hubieran conducido al abandono de la teoría le pareció una característica fundamental que habría de desarrollar en su principio de falsabilidad de las teorías científicas. Una teoría es científica en tanto que es incompatible con posibles observaciones empíricas que sirven para falsificarla, mientras que una teoría que es compatible con todas las posibles observaciones bien porque como en el caso del marxismo es modificada para acomodar todos aquellos casos, o bien como el psicoanálisis que es consistente con todas las posibles observaciones, no es científica. Esto no quiere decir que para Popper el que una teoría no sea científica la haga irrelevante o inútil, mucho menos que no tenga sentido, ya que una teoría no científica en un momento dado puede ser falsificada en un futuro al desarrollarse la tecnología necesaria o al producirse nuevos desarrollos y refinamientos de ésta.

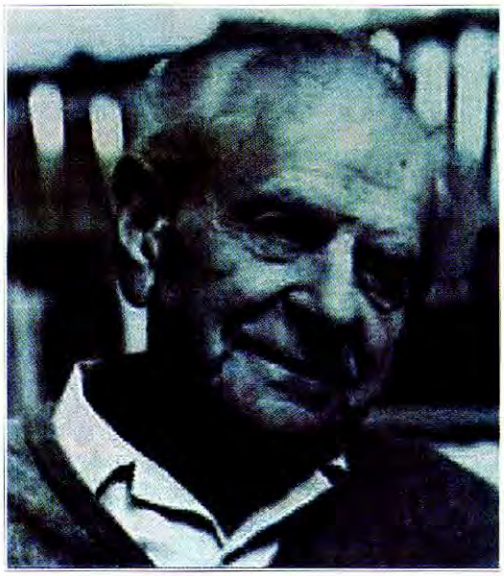


Figura 9. K. Popper (1902-1994).

Así Popper se separa definitivamente del positivismo lógico al aceptar la crítica a la inducción de Hume e incluso va más allá al argumentar que la inducción no es realmente usada nunca por los científicos. Insiste en que la primacia de la observación es errónea y que la selección de hechos depende de la propia teoría. No hay observaciones puras independientes de las propias teorías tal y como ya argumentaba Einstein (ver de nuevo el apéndice). De esta manera Popper rompe con la noción de la diferenciación entre ciencia y no-ciencia a partir del método inductivo y en completa contradicción mantiene que no hay una única metodología propia de la ciencia. La ciencia, según Popper comienza con problemas, mejor que con observaciones, y es en el proceso de resolver o entender el problema cuando el científico realiza observaciones, observaciones selectivamente escogidas para testar una teoría o avanzar en la solución de un problema dado.

La falsabilidad de una teoría, eje central de la idea Popperiana de ciencia, hace que las teorías no puedan ser demostradas. La corroboración de las pruebas de falsabilidad dan más verosimilitud a una teoría aunque no la determinan. En este sentido Popper mantiene un elemento de empiricismo aunque se separa radicalmente de él al mantener que la experiencia delimita las teorías pero no la determinan. La experiencia nos muestra así que teorías son falsas, no cuales son verdaderas. Todo el conocimiento es provisional, conjetural, hipotético, nunca podemos probar nuestras teorías científicias (una idea que ya hemos encontrado antes en Einstein), podemos solamente confirmarlas provisionalmente o refutarlas definitivamente. Al enfrentarnos con esta posi-

bilidad solamente podemos eliminar las teorías que se muestran falsas y elegir racionalmente entre el cúmulo de teorías que no estén falsificadas. De aquí la enorme importancia del espíritu crítico en ciencia, auténtica esencia de la racionalidad en Popper. Vemos por tanto que algunas ideas claves en el pensamiento Popperiano están presentes de manera explícita en Einstein con mucha anterioridad sin que sepamos se haya concedido crédito a esta relación, aunque seguramente, el propio Popper no era totalmente consciente de ella.

Figura 10. Un chiste cuántico

6. Einstein y el realismo científico

Interesante como resulta el estudio de las posiciones filosóficas de Einstein y la influencia que la teoría de la relatividad ha ejercido en los sistemas filosóficos del siglo XX, ésta resulta empañada por el debate abierto en los cimientos de la filosofía entre positivismo y realismo como consecuencia del descubrimiento y desarrollo de la mecánica cuántica. Como ya vimos con anterioridad las posiciones filosóficas de Einstein se ajustan mejor a un cierto realismo científico. Esta posición se fue perfilando con más claridad a raíz de la disputa con Niels Bohr en torno a la interpretación de la mecánica cuántica. Como sabemos, aparentemente Einstein perdió esta batalla, y sus posiciones realistas han sido refutadas por la tozuda evidencia experimental. La disputa con Niels Bohr se centró en un primer momento en el principio de complementaridad, durante el cual Einstein elaboró diversos experimentos "pensados" que probaran la posibilidad de medir simultaneamente observables complementarios (ver por ejemplo Fig. 11). Más adelante Einstein se concentró en identificar "elementos de realidad física" en sistemas cuánticos que mostraran la incompletitud de la mecánica cuántica, entendiendo por elementos de realidad física aquellas propiedades que pueden medirse sin perturbar en absoluto el sistema. Aunque la argumentación y forma del artículo publicado en 1935 junto a Podolski y Rosen [Ei35] no resultó del agrado de Einstein (el artículo fue escrito por Podolski y Einstein no lo leyó previamente a su publicación) las ideas contenidas en él fueron destiladas y presentadas con claridad por David Bohm en posteriores trabajos. Sin embargo la existencia de elementos de realidad física, sobre la base de la separabilidad de los sistemas cuánticos y la localidad relativista, implica que ciertas relaciones entre las correlaciones de las medidas de los observables se verifican a priori como genialmente observó J. Bell. Estas desigualdades no se verifican si las computamos con la interpretación ortodoxa de la mecánica cuántica. La evidencia experimental acumulada hasta el momento ratifica esta interpretación [Gr05]. Así la experiencia nos indica que debemos sacrificar alguno de nuestros más preciados principios realistas al adentrarnos en la comprensión mecáno-cuántica del mundo. En cualquier caso la concepción realista de las teorías físicas resulta profundamente alterada por estos resultados. Dedicamos los siguientes párrafos a comentar algunos aspectos de la confrontación realismo/positivismo y donde nos deja esta confrontación.

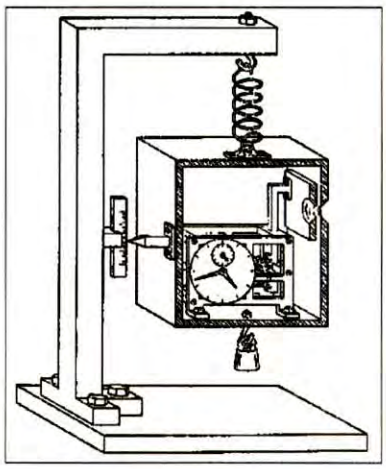


Figura 11. Dispositivo ideado por Einstein para medir simultaneamente posición y momento que mantuvo durante años preocupado a Bohr.

El realismo científico podría caracterizarse crudamente afirmando que la realidad física existe independientemente de nosotros. Sin embargo este punto de vista profundamente enraizado en la mente de muchos científicos y personas, choca frontalmente con los fundamentos del positivismo lógico, que como vimos, considera que una proposición tiene sentido solamente si puede ser verificada por seres humanos utilizando una serie de operaciones y observaciones bien determinadas. Por tanto desde el punto de vista del positivismo lógico es imposible asignar ningún sentido a un predicado realista del tipo: "La realidad física existiría incluso si no hubiera ningún observador humano". Ciertamente el positivismo desde este punto de vista radical conduce necesariamente a alguna forma de idealismo. La acción humana, lo humano, es entonces la única fuente de realidad, lo que puede conducirnos al solipsismo: "mi pensamiento es la única realidad". La filosofía tradicional ha abordado esta cuestión de varias maneras (que no repetiremos aquí), pero volviendo a la formulación más dura de este profundo debate (seguramente esta pregunta es una de las más antiguas y difíciles cuestiones filosóficas que el hombre se ha planteado jamás) podemos establecer que o bien no tiene sentido atribuir ningún significado al concepto de una realidad primigenia existente independiente del ser humano o bien consideramos que este concepto tiene sentido. En el primer caso nada puede concebirse que sea más fundamental que el ser humano y el hombre sería "la medida de todas las cosas"

Figura 12. N. Bohr y A. Einstein.

(Protágoras) y nos encontraríamos abocados a alguna forma de idealismo quijotesca. En el segundo caso, el concepto de realidad primaria o primigenia tendría sentido y corresponderá a algo. Por tanto, si creemos que este es el camino correcto de pensamiento (esa "pequeña lucecita" en el interior de nuestra mente a que se refería Einstein) debemos concluir que el concepto de una realidad básica, primaria, efectiva, tiene sentido. Una cuestión diferente es si el punto de vista de la "física clásica" identificando esta realidad primitiva con la realidad empírica formada de materia, átomos, campos, etc. (nos referimos a "clásico" como todo aquel uso de las teorías físicas existentes que no requiere para la explicación de sus resultados y predicciones entrar en conflicto con los fundamentos no realistas de la mecáncia cuántica), es defendible por el epistemólogo. Creemos que la respuesta no puede ser otra que no. En realidad los fundamentos de la mecánica cuántica nos muestran que la realidad primaria tiene que ser muy remota y ajena a nuestros modos sensibles de conocimiento.

El realismo sencillo de Einstein no puede ser defendido y hay que dar la razón en su duelo intelectual a Bohr. Esta realidad en la que es posible creer aunque su aprehensión resulte extremadamente difícil es próxima a la noción de "natura naturans" del racionalista Espinoza, frente a la noción de "natura naturata" que semejaría la naturaleza empírica que construímos con nuestra propia acción.

Es importante en este sentido interrogarse sobre lo que la propia ciencia puede explicar sobre la formación de estructuras mentales en el hombre a partir de la experiencia, programa desarrollado por los epistemólogos genéticos, uno de cuyos mayores exponentes es la escuela de Piaget, quienes mostraron que alguna de las estructuras lógicas y espaciotemporales fundamentales del pensamiento se forman en la mente del niño como una manera conveniente de organizar las sensaciones y por tanto son adquiridas, lejos por tanto del a priorismo sintético kantiano. Estas estructuras resultan por tanto proyecciones de nuestra mente que se autoconstituye a partir de las leyes de una realidad siempre huidiza y profundamente desconocida. A pesar de ello estas nociones no están paradojicamente tan lejos de ser modos de sensibilidad del pensamiento como el propio Kant pensaba.

Figura 13. B. Espinoza (1632-1677).

7. Adversus relativitatem: Teoría de la relatividad vs. relativismo cultural

Antes de concluir debemos detenernos aunque sea brevemente, sobre una de las manifestaciones filosóficas recientes que contiene la palabra "relatividad" en su nombre o en sus principios. Debemos decir antes de nada que el relativismo cultural no está inspirado en la teoría de la relatividad de Einstein en ningún sentido. Debemos considerar a Paul Feyerabend el creador o inspirador de este punto de vista ¿filosófico? Su obra "Contra el método" [Fe75] es el manifiesto de una anti-ciencia que se ha propagado y extendido sustancialmente en amplios ambientes académicos norteamericanos y europeos. En cualquier caso constituiría un grave error pensar que Feyerabend realiza su crítica desde un desconocimiento de la ciencia. Feyerabend inicia su carrera como filósofo de la ciencia, incluso intentó, aunque fracasó, hacer su tesis doctoral en física. Inició sus trabajos en el terreno del empiricismo lógico, derivando posteriormente a posturas realistas influenciado por Popper, continuando su evolución hacia un realismo científico sui generis en el que se niega la necesidad de la experiencia, "Science without experience" (1969). A partir de este momento abandona el análisis de la metodología científica predicando un cierto "anarquismo" metodológico que posteriormente le llevaría a formular el principio de inconmesurabilidad del significado y la equivalencia de todos los puntos de vista y teorías. Se manifiesta como un "relativista" no solo en el terreno de las teorías científicas sino también en otros ámbitos convirtiendose en el adalid del relativismo cultural. A partir de los años 90 publica un gran número de artículos en la revista de nueva creación "Common Knwoledge" heraldo de los nuevos estudios sociales. Los siguientes párrafos de [Fe75], cap. 5, son significativos del punto de vista de Feyerabend sobre la estructura de las teorías científicas.

De acuerdo con Hume, las teorías no pueden derivarse de los hechos. El requisito de aceptar solo aquellas teorías que se sigan de los hechos nos deja sin ninguna teoría. De aquí que la ciencia, tal y como la conocemos, solo puede existir si abandonamos □este requisito y revisamos nuestra metodología.

De acuerdo con nuestros presentes resultados, casi ninguna teoría es consistente con los hechos. el requisito de aceptar sólo aquellas teorías que son consistentes con los hechos disponibles y aceptados nos deja también sin ninguna teoría. (Repito: sin ninguna teoría, pues no existe ni una sola teoría que no tenga una dificultad u otra). De aquí que una ciencia, tal y como la conocemos sólo puede existir si abandonamos este requisito también y revisamos de nuevo nuestra metodología, admitiendo ahora la contrainducción además de aceptar hipótesis no fundadas. El método correcto no debe contener reglas que nos obliguen a elegir entre teorías sobre la base de la falsación. Por el contrario, las reglas de dicho método deben hacer posible elegir entre teorías que ya fueron contrastadas y resultaron falsadas.

Hay que decir que los principios manifestados por Feyerabend fueron fuertemente criticados desde diversos puntos de vista (ver por ejemplo una crítica al relativismo cultural en [Va99]). En cualquier caso la desvergüenza "relativista" empleada por algunos autores no tiene límites. Esta y otras imposturas intelectuales han sido criticadas ácidamente por A. Sokal y J. Bricmont [So99].

A manera de epílogo

Concluimos esta necesariamente breve excursión por los ámbitos de la filosofía con un cierto desasosiego. La revolución científica que tuvo lugar en el inicio del siglo XX ha creado grandes ondas que se han propagado hasta hoy, pero su reflujo nos obliga a plantearnos importantes cuestiones que no podemos evitar abordar desde la propia ciencia: la validez de los experimentos en mecánica cuántica, la realidad y la física, la validez de la geometría y las matemáticas como guía epistemológica, etc., todas ellas centrales para el desarrollo de la Física en el siglo XXI. También observamos que una parte importante de los problemas mencionados se relacionan con el problema de la medida en las teorías físicas. Este problema planteado desde el desarrollo de la mecánica cuántica como una parte más de la propia teoría científica que se desee desarrollar, requiere para su comprensión una cierta recursividad de la propia ciencia, esto es, los observadores incluyendo los aparatos de medida han de ser explicados por la propia teoría que se pretende construir. Quizás exista algún principio de inconsistencia que impida construir teorías científicas con estas premisas y que posean las propiedades de realidad, localidad y separabilidad mencionadas en el texto, de manera semejante a la imposibilidad de construir esquemas formales lógicos completos que excedan una cierta complejidad como mostró Gödel al probar su célebre teorema de incompletitud de la aritmética.

Figura 14. K. Gödel (1906-1978) y A. Einstein, Princeton

La figura de Einstein como científico-filósofo se engrandece desde esta perspectiva ya que nunca se conformó con las respuestas que se le daban sobre lo que debemos esperar o no de la ciencia. Perturbador e inspirador para las escuelas de pensamiento filosófico, incómodo para los físicos contemporáneos nada proclives a enfangarse en análisis conceptuales del tipo del experimento del fotón y la caja propuesto por Einstein que estuvo dibujado en la pizarra de Bohr hasta su muerte, impulsor poderoso de las teorías constructivas locales, quizás la aportación a la filosofía de la ciencia más original y menos comprendida y analizada hasta el momento, y la estética (matemática) en las leyes fundamentales que sigue constituyendo un "principio" no explícito pero real en la conceptualización de las leyes de la física. Acabó desembarcando en un cierto platonismo cuestionable, pero su ejemplo es crucial para inspirar a las jóvenes generaciones de científicos. En su momento histórico que combinaba una crisis importante en la física, un desarrollo tecnológico espectacular, un soporte filosófico en transformación y una pujanza matemática, analizó con mirada limpia unos pocos conceptos fundamentales e inspirado posiblemente por hechos tecnológicos (quizás nunca hemos prestado suficiente importancia a la faceta experimental-tecnológica de Einstein) ofreció una definición de simultaneidad que combinada con leyes absolutas (velocidad de la luz) empujaban el pensamiento a la superación de las dificultades previas. Nuestra generación se encuentra en una situación profundamente distinta pero con algún trazo semejante a la que acabamos de mencionar. Alguno de los hechos mencionados, junto con otros muchos no indicados, nos hablan de una cierta crisis en la Física contemporánea. El desarrollo tecnológico sobre todo en el dominio de la computación es extraordinario. Este desarrollo esta proyectando bajo los focos de la atención científica el problema de la computación y la mente humana. Los esquemas filosóficos sobre los que se ha construido el pensamiento durante el siglo XX están claramente gastados. Así siguiendo la senda de pensamiento abierta por Einstein hace ya 100 años, podemos preguntarnos: ¿Qué otro concepto o presunción elemental y básico en la teoría de la medida hay que criticar desde el punto de vista de la teoría de la computación para que su respuesta simple, directa, práctica, nos coloque en el modus correcto de pensamiento para "comprender" la mecánica cuántica y la gravitación?

Apéndice: *Inducción y deducción en Física*

Albert Einstein (25/12/1919), Berliner Tageblart.

"La noción más simple que nos formamos sobre la estructura de la ciencia empírica es que está sigue un método inductivo. Primeramente se seleccionan unos fenómenos y experiencias, agrupándolas de tal manera que las leyes de la naturaleza que las relacionan resultan evidentes. A su vez, agrupando estas leyes, se obtienen otras leyes más generales, y así sucesivamente

hasta que creamos un sistema teórico más o menos homogéneo abarcando este conjunto de hechos individuales. Así retrospectivamente, partiendo de estas generalizaciones teóricas, la mente analítica podrá entonces llegar a describir los hechos individuales de partida por puro razonamiento.

Incluso una somera ojeada al desarrollo real del conocimiento científico nos muestra que solamente una pequeña parte de éste aparece de esta manera. Si de hecho el investigador se aproximara a los hechos sin opiniones preconcebidas, ¿como podría seleccionar un conjunto de experiencias entre la inmensa abundancia y complejidad fenomenológica que se le presenta y que fuera además suficientemente sencilla como para que las leyes buscadas fueran aparentes? Galileo no podría nunca haber descubierto la ley de los cuerpos en caída libre si no hubiera mantenido la idea preconcebida de que las circunstancias que realmente se tratan de descubrir están oscurecidas por los efectos de la resistencia del aire; así que uno tiene que concentrarse en los casos para los que la resistencia del aire juega un papel tan marginal como sea posible.

El auténtico gran progreso de la ciencia natural aparece por tanto de manera diametralmente opuesta a la inducción. La comprensión intuitiva de lo esencial en torno a los grandes hechos complejos lleva al investigador a construir una o varias leyes fundamentales hipotéticas. A partir de las leyes fundamentales (sistema de axiomas) el investigador estudia de manera tan completa como sea posible sus consecuencias por un método lógico puramente deductivo. Estas consecuencias, que a menudo pueden ser derivadas de las leyes fundamentales a través de complejas elaboraciones y cálculos, pueden ser entonces comparadas con la experiencia produciendo entonces un criterio para contrastar la validez de la supuesta ley fundamental. Tanto las leyes fundamentales (axiomas) como las consecuencias forman lo que llamamos una "teoría". Cualquier persona educada sabe que los más grandes avances en ciencia, por ejemplo la teoría de la gravitación de Newton, la termodinámica, la teoría cinética de los gases, la electrodinámica moderna, y muchas más, todas ellas aparecieron de esta manera y sus fundamentos tienen todos ellos un carácter hipotético. Verdaderamente, el investigador siempre inicia su trabajo a partir de los hechos cuyas relaciones constituyen el objetivo de su esfuerzo. Pero él [el investigador] no llega a construir su sistema de pensamiento de una manera inductiva, metodológica; por el contrario rebusca y bucea entre los fenómenos que se le presentan escogiendo de manera intuitiva entre las posibles teorías axiomáticas posibles.

Una teoría puede por tanto probarse definitivamente errónea si hay un error lógico en sus deducciones, o declararse incorrecta si un hecho no está de acuerdo con sus consecuencias. Pero la verdad de una teoría no puede probarse nunca, ya que nunca podremos saber si en el futuro se encontrarán experiencias que contradigan sus consecuencias; y aún todavía que puedan concebirse otros sistemas de pensamiento capaces de unir y relacionar los mismos hechos. Si tenemos dos teorías tales que las dos sean compatibles con el mismo material factual, entonces no hay otro criterio para preferir una frente a la otra que la intuición del investigador. Así podemos comprender como, investigadores de gran agudeza e ingenio, que dominan teorías y hechos, pueden a pesar de ello apoyar de manera apasionada teorías contradictorias.

En estos tiempos tan inciertos, quiero presentar este pequeño ensayo al lector con ánimo desapasionado, porque creo que hoy puedo contribuir más eficientemente al bienestar político a través de la devoción silente a los problemas eternos, comunes a todas las personas cultivadas, que con manifestaciones y consideraciones políticas.

Bibliografía

[Ad00] A. M. Adam. "Farewell to certitude: Einstein's novelty on induction and deduction, fallibilism". J. *Gen. Phil. of Science* **31**, 19-37 (2000).

[Az05] A. de Azcárraga. "Albert Einstein (1879-1955) y su Ciencia". *Revista Iberoamericana de Sociedades de Física*, **1**, 35-53 (2005).

[Ca36] R. Carnap. "Testability and meaning". *Philosophy of Science*, **3**, 4 (1936).

[Ei35] A. Einstein, B. Podolsky, N. Rosen. "Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete?", *Phys. Rev.*, ser. 2, **47**, 777-780 (1935).

[Fe75] P. Feyerabend. "Against Method". NLB, London (1975).

[Gr05] G. García-Alcaine, G. Álvarez Galindo. "Localidad Einsteniana y mecánica cuántica", *Revista Española de Física*, **19**, 43-50 (2005).

[Ma93] E. Mach. "The Science of Mechanics: A critical and Hilstorial account of its development". Sexta edición. The Open Court Publ. Co. La Salle, Illinois (1960). Primera edición inglesa (1893).

[Ne86] I. Newton. "Plilosophia Naturalis Principia Mathematica". London (1686).

[Ga05] A. Galindo. "Einstein y el tiempo", *Revista Española de Física*, **19** 64-73 (2005).

[Ha29] H. Hahn, O. Neurath, R. "Wissenschaftliche Weltauffassung". Der Wiener Kreis (1929).

[Ho98] D. Howard. "Astride the divided line: Platonism, empiricism, and Einstein's epistemological opportunism". En "Idealization in Contemporary Physics". Niall Shanks, ed. Poznan Studies in the *Philosophy of the Sciences and the Humanities*, vol. **63**, Amsterdam and Atlanta, 143-163 (1998).

[Ka81] E. Kant. Todas las referencias a los escritos de Kant excepto las referencias a la *Crítica de la razón pura*, están indicadas por volumen, página, y número de línea de la edición de la Akademie de Kant gesammelte Schriften (Berlin 1902).

[Re28] H. Reichenbach. "The philosophy of space and time". (1958).

[Ru26] B. Russell. "Relativity: Philosophical Consequences". *Encyclopedia Britannica*, 13th ed., **31**, 331-332 (1926).

[So99] A. Sokal, J. Bricmont. "Imposturas intelectuales". Paidós (1999).

[Va99] A. Valdecantos. "Contra el relativismo". *La balsa de la Medusa* **103**, Intervenciones, Madrid (1999).

[Wi18] L. Wingetstein. "Tractatus Logico-filosoficus". Traducción española, Alianza Universidad (1973).

Alberto Ibort
está en el Dpto. de Matemáticas
Universidad Carlos III. Madrid