

Conclusiones

En el capítulo III hemos hablado del **realismo filosófico**, y establecido *la existencia de un mundo aparte de la conciencia*. En el capítulo IV hemos introducido la posibilidad de un **realismo epistemológico** en el que establecimos que esa realidad, ese mundo independiente, *puede ser conocido*. A continuación argumentaremos a favor de un **realismo científico**, al que consideramos el más conveniente para una interpretación adecuada de la teoría cuántica y para una *filosofía de la ciencia*. Ofrecemos tres argumentos conclusivos: **i)** que la teoría cuántica **no es una teoría completa ni final**, **ii)** que el **realismo científico** es la **filosofía de la ciencia** más **conveniente** para interpretar la teoría cuántica y acercarnos a la ciencia en general; y **iii)**, que i) y ii) se entrelazan sin dificultad en favor de una **actitud conveniente a la ciencia**.

i) Como hemos podido ver, la segunda revolución en física está lejos de la cómoda unidad del sistema newtoniano, no sólo por la mecánica cuántica –por supuesto- sino también por sus diferencias con la **teoría de la relatividad**. El reino de la teoría cuántica es lo más pequeño –hasta cierto punto, pues no podemos olvidar la teoría de los quarks- mientras la relatividad se refiere a lo más grande y lo más veloz. Su unión aún no logra una armonía satisfactoria.

Ya que la mecánica cuántica se basa en conceptos newtonianos tales como energía y momento, y la relatividad general se basa primordialmente en el principio matemático de covarianza, ningún *método general* que relacione la relatividad general y la mecánica cuántica ha sido desarrollado. Las dificultades de unir estas dos teorías se deben a que la

mecánica clásica y como consecuencia la mecánica cuántica no- relativista, se formuló en los límites de la *geometría tridimensional euclidiana*. Sin embargo ha habido intentos bastante exitosos y muy recientes como el del Profesor Savickas quien ha demostrado - usando longitudes métricas físicamente medibles en lugar de coordenadas de distancia- cómo ecuaciones de movimiento de relatividad general pueden ser entendidos en términos de conceptos físicos en los que se basa la mecánica cuántica. El uso de estas longitudes métricas hace posible introducir cantidades mecánico- cuánticas en una *geometría curva*, en una forma basada en mecánica newtoniana.¹ A pesar de ello aún no podemos descansar completamente en una unión armoniosa de las dos grandes teorías del universo que tenemos. Esto demuestra que aún falta mucho por recorrer.

Recordemos que otra de las fuentes de la crisis en física que apunta Popper, es la persistencia en la creencia de que la mecánica cuántica es **final** y está **completa**. En efecto, la interpretación de Copenhague suponía que la mecánica cuántica era la última y final revolución en física y que jamás sería superada. Después de todos los nuevos avances en la teoría cuántica y el desarrollo de la teoría de los quarks, este juicio nos parece evidentemente apresurado. Para empezar, la historia de la ciencia nos ha demostrado que no debemos ver una verdad científica del momento como final. Además, consideramos que la filosofía del positivismo lógico es un verdadero *obstáculo* al *avance científico*. La historia de la teoría cuántica es una prueba de esto: la existencia de los átomos fue asumida por los químicos antes de que los físicos tomaran el concepto y comprobaran su existencia experimentalmente; la física atómica se construyó a pesar de las prohibiciones positivistas de Comte, Mach y otros. Yukawa supuso que los mesones existían antes de que se encontraran en la radiación cósmica, y no debemos olvidar que la

¹ Savickas. *Relations between Newtonian mechanics, general relativity, and quantum mechanics*. P. 798

mecánica cuántica tiene cantidades como ψ que no son operacionalmente definidas. El empirismo lógico no sólo es *inconveniente* para la ciencia, sino hasta *contradictorio*.

La física clásica tardó tres siglos en cuajar por completo, la física moderna apenas lleva un siglo y su futuro sigue siendo prometedor. La teoría cuántica no es una teoría completa ni final; y no debemos ver esto como un defecto, sino como una **virtud**. *Las ciencias fácticas no necesitan teorías completas*, sino teorías que se puedan enriquecer con hipótesis y datos, teorías *abiertas* a la *investigación científica*. El experimento científico es una rica forma de experiencia humana. El conocimiento científico, resultado de la investigación científica, consiste en hallar, formular problemas y combatirlos. Ya lo dice el Profesor Bunge, “sólo los problemas triviales tienen soluciones definitivas.”²

ii) El realismo es aquella posición epistemológica según la cual *hay cosas reales, independientes de la conciencia*. Y admite diversas modalidades ya que es en realidad una familia de doctrinas que tiene tres variantes: *ingenuo, crítico y científico*. El primero supone que el mundo es lo que aparenta ser. Es decir, aún no está influido por ninguna reflexión crítica acerca del conocimiento. El problema del sujeto y el objeto no existe aún para él. Las cosas son según él, tales como las percibimos.³ Es claro que esta posición está superada. El realismo crítico, por su parte, sostiene que el mundo real difiere a veces de lo que aparenta, es decir, se basa en un escepticismo metodológico de corte cartesiano: si no basta la experiencia debemos recurrir a la razón.

El **realismo científico** es la variedad del realismo crítico según la cual la *ciencia* proporciona *el mejor conocimiento de la realidad*, aún cuando sea *imperfecto*. Según esta

² Bunge. *Racionalidad y realismo*. P. 125

³ Hessen. *Teoría del Conocimiento*. P. 73

posición, *experiencia y razón*, lejos de bastarse a sí mismas cuando intentan conocer la realidad, se necesitan mutuamente. El *modelo de razón* de esta epistemología es la *teoría científica* dotada de *formalismo matemático* y su *modelo de experiencia* es el *experimento diseñado, controlado e interpretado con ayuda de teorías científicas*. Siguiendo a Bunge: “el realismo científico no conoce dogmas: más que crítico es supercrítico. Ni reconoce límites a la investigación científica.”⁴ El realismo científico implica que “la ciencia puede darnos la mejor representación de la realidad, así como la mejor base para modificarla”. También que es necesario “inventar abstracciones y adoptar convenciones, así como [...] sujetar la experiencia y la acción al control teórico”.⁵

La posición contraria al realismo es el *subjetivismo*, según el cual las cosas existen en virtud de ser percibidas o concebidas por alguien. Es decir, es una especie de *antropologismo*. Su variante, el *fenomenismo*, sostiene que sólo podemos conocer los *fenómenos o apariencias*, o sea, aquello que se nos presenta a los sentidos. Sabemos que este fenomenismo ha sido abrazado por Mach, los círculos de Copenhague y Gotinga y con ellos la interpretación oficial de la teoría cuántica. Según la cual los sucesos microfísicos (tales como los choques atómicos) son efectos de mediciones y para comprobar su existencia, hace falta el testimonio de los sentidos, es decir, infiere que las percepciones *crean las cosas*. A nosotros nos parece muy ingenua la imagen del científico como prestidigitador.

Podemos asociar al positivismo con el origen de la filosofía de la ciencia. En efecto, su génesis fue una respuesta a avances dramáticos y se dedicó a problemas centrales de la ciencia física. Sin embargo, consideramos que perdió rastro de la ciencia

⁴ *Ibid.*

⁵ *Op. Cit. P. 10*

mientras desarrollaba teorías sobre la ciencia de poca relevancia para lo que las ramas de ésta hacían; y que terminó por volverse no sólo filosofía de la ciencia *irrelevante*, sino hasta un *atentado contra el desarrollo de la ciencia tal como la practica nuestra tradición*.

Y es que la problemática que viene con la mecánica cuántica surge y sólo es posible dentro de una *tradición*. Es la tradición la que plantea los problemas y es ella misma la que determina los elementos para resolverlos, esto es lo que nos enseña la historia de la teoría cuántica. Nos dirigimos de la observación al hecho haciendo uso de ciertos conceptos. En este sentido comulgamos con Einstein cuando le escribía a Heisenberg que es imposible introducir sólo cantidades observables en una teoría y que más bien es la teoría la que decide lo que puede ser observado.⁶

Se da por sentado que la ciencia es empírica y que producimos nuestros conceptos y nuestras construcciones matemáticas de datos empíricos. La prueba de que nos dirigimos de la observación al fenómeno haciendo uso de la teoría y sus conceptos. No es posible separar el proceso empírico de observación del formalismo matemático y sus conceptos. Las relaciones de incertidumbre y la dualidad onda- partícula son un claro ejemplo de este problema. La situación de la teoría cuántica no necesariamente cuestiona la tradición del método científico; cuestiona la suposición de que los conceptos y el formalismo matemático puedan simplemente ser sacados de la experiencia. No es posible separar el proceso empírico de observación de la construcción matemática y sus conceptos.

La ciencia es un combate teórico que se desarrolla en el campo de la tradición. El método estándar de la física subatómica es una extensión natural del método tradicional,

⁶ Heisenberg. *Encounters with Einstein*. P. 10

pero debemos evitar dirigir nuestra vista de la teoría a los hechos y caer en una red conceptual que nos lleve a ahogarnos de forma grotesca. Teoría y empiria se deben entrelazar armoniosamente para dirigir la investigación científica, que proporciona conocimiento. En última instancia, la ciencia *presupone y confirma* la hipótesis de que cuanto existe es, sea natural, sea obra del hombre. También presupone y confirma que cuanto ocurre sucede *conforme a leyes* (algunas de las cuales son probabilistas) y que la repetición de experimentos nos puede llevar a proposiciones objetivas. Como escribía Einstein a Schrödinger en una carta: “*physics is a kind of metaphysics; physics describes reality; we know it only through its physical description*”.⁷

Compartimos el juicio de Popper⁸ de que lo que la ciencia busca son teorías verdaderas, descripciones de ciertas propiedades estructurales del mundo. Aunque estas teorías tienen un uso instrumental, lo que buscamos no es utilidad sino una *aproximación a la realidad, poder explicativo y la solución de problemas*: en una palabra: *conocimiento*.

iii) Las 5 tesis fundamentales del realismo crítico son las siguientes:

1.- Que hay cosas en sí mismas *independientemente de una mente* (nótese que el cuantificador es existencial, no universal: los artefactos, aunque no metales, dependen de mentes para su diseño y operación).

2.- Que tales cosas *son cognoscibles*, aunque *parcialmente y por aproximaciones sucesivas*, más que exhaustivas y de un solo golpe.

⁷ Moore. P. 304

⁸ Popper. Quantum Theory and the Schism in Physics. P. 42

3.- Todo conocimiento de una cosa se debe al conjunto de *la experiencia* (en particular el experimento) y por la *razón* (particularmente teorizar). Sin embargo, ninguna de las dos puede dictar veredicto final.

4.- El conocimiento factual es *hipotético más que apodíctico*, por lo que es *corregible y no final*.

5.- El conocimiento científico de una cosa, lejos de ser directo y pictórico, es *indirecto y simbólico*.⁹

Como podemos ver, **1** es de carácter ontológico o metafísico, mientras **2 a 5** son epistemológicos. **4** hace compatible la incompletitud de la teoría cuántica con el realismo crítico. El realismo crítico mantiene la distinción del siglo XVII, expresada por Kant y negada por el empirismo entre la cosa en sí (tal como es) y la cosa para nosotros (como la conocemos). Sin embargo, desecha la tesis kantiana de que la primera es *incognoscible* y que la cosa para nosotros es idéntica al fenómeno, o sea, la *apariencia*. Mantiene, por el contrario que: **a)** la cosa en sí se puede conocer (de forma gradual) y **b)** que la cosa para nosotros no es la presentada a los sentidos, sino aquella caracterizada por las teorías científicas. La cosa en sí es cognoscible, sin introducir distorsión (como remover y/o aumentar). Lo que distingue al realismo crítico de otras variedades del realismo es precisamente la aceptación de que tal distorsión *es inevitable*, ya que las ideas no se encuentran *hechas o dadas*, sino que las pensamos *laboriosamente* y las *corregimos* sin cesar o las *desechamos*. No tendría sentido recorrer este proceso si pudiéramos afanar los objetos, como los electrones y las sociedades, exactamente como son, y mucho menos si fuéramos capaces de crear tales objetos en el acto de pensar en ellos.¹⁰

⁹ Bunge. *Scientific Realismo*. P.28

¹⁰ *Ibid.*

Hemos de admitir que cuando menos **1** y **2** (la existencia de objetos externos y la posibilidad de su conocimiento respectivamente) son *presuposiciones necesarias* de la investigación científica. Como dice Mario Bunge, sería absurdo investigar cosas cuando las podemos inventar o si no se pudieran conocer. Tampoco tendría sentido buscar nuevas teorías y nuevos métodos si las cosas se pudieran conocer de golpe.¹¹ Tanto **1** como **2** son la *base* de la *tradición científica* y su investigación, igual que la *lógica* y las *matemáticas* (recordemos el capítulo I).

En cuanto a **3**, **4** y **5** (que no son presuposiciones de la actividad científica) tendremos que aceptar que le son *inherentes a la metodología* de la ciencia moderna. La *experiencia* y la *razón* son fundamentales para la actividad científica como es evidente en toda nuestra tesis y como hemos demostrado en el capítulo IV. Si cada una fuera suficiente y no fueran co-dependientes, no tendríamos que invertir tiempo en la experimentación y caeríamos en un idealismo insostenible. Si la experiencia científica no necesitara de la teoría, el empirismo ganaría y la tradición no daría nada (cosa que no ocurre como demostró el capítulo II). El conocimiento factual de la actividad científica producto de nuestra tradición, consiste en un conjunto de teorías y un conjunto de datos de tal forma que las primeras tienen que ser necesariamente compatibles con cuando menos algunos datos; mientras éstos deben ser dirigidos y procesados con la ayuda de algunas teorías. Y ambos son en principio *corregibles* a la luz de otros datos y teorías. Una buena teoría no es una copia de datos, sino un modelo teórico o conceptual, una reconstrucción hipotética que se aproxima a una verdad.

Por eso pude haber una *relación armoniosa* entre el **realismo** y la **incompletitud** de la teoría cuántica. No tendría sentido investigar si no quisiéramos corregir y remplazar

¹¹ Bunge. *Racionalidad y Realismo*. P. 29

asunciones. Sería innecesario si no esperáramos que nuestras ideas correspondieran a una realidad. Además, *sólo el realismo puede explicar porqué las teorías científicas pueden fallar*. En síntesis, *el realismo científico es inherente a la actividad científica y es la interpretación conveniente a la teoría cuántica, además de ser una filosofía de la ciencia adecuada*.

Debemos alejarnos de *filosofías extravagantes e inconvenientes* a la práctica científica. Usando una imagen de Bunge, advertiremos que “sólo los bibliófagos aislados en sus torres de marfil son capaces de ignorar las duras realidades de la vida y de imaginar gnoseologías escapistas, es decir, antirrealistas.”¹² Arraigada firmemente en la teoría de los cuantos de Planck, la teoría de la llamada Radiación Cósmica de Fondo (RCF), la huella ancestral de que disponen los cosmólogos hoy en día sobre la evolución del universo, es una muestra de la *realidad* y el *éxito* de la teoría cuántica. El hecho de que su observación haya sido un mero accidente¹³ (igual que el cuanto de energía) y el haber sido al mismo tiempo un eslabón bien ubicado en la evolución de la cosmología, confirma las cinco tesis del realismo crítico.

Las teorías atribuyen realidad a los mundos que describen en el sentido de que, aunque hipotética y conjeturalmente, suponen que describen algo real. El realismo científico es una filosofía de la ciencia *físicamente adecuada y conveniente*. Como hemos visto, la física experimental es la evidencia más fuerte del realismo científico. Ya lo dice Popper: “las leyes que encontramos son siempre hipotéticas, lo cual quiere decir que pueden quedar siempre superadas.” Además, hemos de admitir con el Dr. Suppe que la ciencia está *comprometida* con un realismo metafísico y epistemológico y aceptarla como

¹² *Op. Cit.* P. 44

¹³ García- Colín. *Max Planck y la Radiación Cósmica de Fondo*. Bol.Soc.Mex.Fis. Pp. 145- 148

un paradigma que trae conocimiento, nos compromete a un análisis realista del conocimiento científico. Si aceptamos esto, entonces estaremos comprometidos con un análisis realista del conocimiento compatible con la práctica científica actual.¹⁴

De modo que el realismo científico, lejos de ser una doctrina puramente epistemológica, asume un compromiso *ontológico*, por lo que la consideramos, no sólo la interpretación correcta de la teoría cuántica, sino la filosofía de la ciencia *conveniente* a la práctica científica. Como realistas, naturalmente nos inclinamos a sostener que la física cuántica tiene alcance ontológico, esto es, que arroja luz sobre un mundo independiente de la conciencia. *El realismo en el conocimiento es un punto de partida, no una conclusión.*

Tal vez el mejor argumento en favor del realismo que se haya dado dentro de la discusión sobre las interpretaciones de la teoría cuántica, sean las profundas palabras de Sir Karl Popper: “*any argument against realism which is based on modern atomic theory –on quantum mechanics- ought to be silenced by the memory of the reality of the events of Hiroshima and Nagasaki.*”¹⁵

Hacemos investigación porque sabemos que hay más que conocer, porque procuramos una concepción adecuada y exitosa, *pero no queremos una verdad final*. Hacer filosofía también es trabajar sobre *la propia concepción*, esta tesis es una reflexión crítica sobre la ciencia, pero también tiene como objeto la reflexión crítica sobre una filosofía, en particular, *la propia*. En términos de Bas van Fraassen, cada teoría científica, admite muchas distintas interpretaciones posibles. ¿Cuál es el mundo dibujado por la ciencia?

¹⁴ Suppe. *The Structure of Scientific Theories*. P. 716

¹⁵ Popper. *Quantum Theory and the Schism in Physics*. P. 2

Esa es la pregunta que respondemos con una interpretación, y la respuesta no es única. A caso ninguna interpretación logre responder todas las preguntas sobre el mundo ofrecido por el contenido de una teoría. Tener cuando menos un bosquejo de una interpretación tiene valor y trae entendimiento. Apremiar, aunque sea parcialmente, el horizonte de una interpretación posible trae introspección. No pueden haber en principio, y sólo como accidente histórico, convergencia en una sola historia sobre nuestro mundo.¹⁶

La multiplicidad de interpretaciones en la mecánica cuántica hace evidente una crisis. Llamamos a que esta situación sea vista como un aviso contra la adhesión dogmática a cualquiera de ellas y con ello, a la exclusión de nuevas posibilidades. Nosotros hasta ahora, hemos podido pasar de la epistemología a una filosofía de la ciencia, que de ninguna manera suponemos definitiva, aunque sí *conveniente* a la práctica científica. Por último recordaremos la conclusión de la extensa obra (casi 1000 páginas en la versión castellana) de Mario Bunge *La investigación científica*:

... los ‘ismos’ filosóficos son el cementerio de la investigación, porque ellos tienen ya todas las respuestas, mientras que la investigación, científica o filosófica, consiste en luchar con problemas rechazando las constricciones dogmáticas. Y demos la bienvenida a toda otra opinión que facilite una exposición más cuidadosa de la investigación científica ‘in vivo’ o que la promueva más eficazmente, porque tales son las contrastaciones últimas que debe superar toda filosofía de la ciencia.¹⁷

¹⁶ van Fraassen. *Quantum Mechanics: An Empiricist View*. Pp. 481- 482

¹⁷ Bunge. *La Investigación Científica*. P. 930