

LA FILOSOFÍA DE LA FÍSICA

Lic. Blithz Y. Lozada Pereira, M.Sc.¹

“Pediremos a los filósofos que abandonen la ambición de encontrar un único punto de vista y un punto de vista fijo para juzgar el conjunto de una ciencia tan amplia y cambiante como la física... Definiremos la filosofía de las ciencias como una filosofía dispersada”.
Gastón Bachelard

INTRODUCCIÓN

Hablarles a los físicos sobre filosofía crea, por lo general, una actitud escéptica cuando no una irónica o desdeñosa. Desde el positivismo decimonónico y el empirismo lógico desplegado con fertilidad en el siglo XX, los físicos presuponen que efectuar consideraciones filosóficas en el sentido tradicional, “contamina” su conocimiento, demeritándolo. Por consiguiente, es un imperativo abstenerse de pensar "filosóficamente".

Aparte de que esta actitud incluye irrecusablemente una posición “filosófica”, es curioso que quienes piensan contenidos tan abstractos como los “mesones”, los “agujeros de gusano”, la “inercia”, la “velocidad de la luz” o los “universos múltiples”, renuncien a pensar de un modo *abstracto*, por ser sospechosamente, una reflexión *filosófica* que conduce a la especulación. Es curioso que quienes estudian las reacciones termonucleares en el interior de las estrellas, que quienes se representan intelectualmente los contenidos de tales objetos de estudio, a veces sin experiencia directa y sin una contrapartida real que promueva certidumbre, renuncien a reflexionar sobre el estilo, el sentido, los fundamentos y los problemas que aparecen cuando intelectualmente “hacen” física teórica: es decir, renuncien a elaborar una *filosofía de la física*.

Por otra parte, hablarles a los filósofos de física genera, por lo general, una reacción de advertencia cuando no una actitud de aprehensión o de rechazo. En este caso, posiblemente debido a la multiplicidad de los sistemas filosóficos existentes, las reacciones son también variadas. Hay filósofos que consideran la ocupación de la filosofía ajena a los temas “exactos” de los que trata la física, en aquélla prevalecen temas como la axiología y la ética, los problemas de la vida y la existencia, mientras que en ésta sólo hay frías fórmulas y valores matemáticos.

Otros filósofos expresan actitudes de renuencia por distintos motivos. Algunos piensan que la física calcula, no piensa: se trata de una ciencia algorítmica, no teórica. Otros presuponen que en la física no existen márgenes para la creatividad ni para la libertad, y que, a lo sumo, genera un pensamiento encuadrado a resultados cuantificados. Finalmente, los que tienen una mejor noción –y respeto, de la física creen que su campo de trabajo es *la realidad*, pero sólo en un sentido natural o cósmico. Es decir, su objeto de estudio estaría orientado a explicitar leyes y fórmulas en esferas restringidas de validez.

¹ Blithz Lozada estudió Filosofía, Economía y Ciencias Sociales. Ha obtenido títulos de maestría en Filosofía, Ciencias Políticas y Gestión de la Investigación Científica. Es docente e investigador de postgrado y pregrado en las Facultades de Humanidades y Derecho de la Universidad Mayor de San Andrés. Tiene 13 libros y ha publicado en revistas especializadas o presentado a congresos o eventos científicos, 37 artículos.

Así, esta ciencia estaría privada de buscar nociones fundamentales de orden ontológico –es decir, *filosófico*, que den cuenta de la “totalidad” del mundo.

Sin embargo, los filósofos renuentes olvidan que desde el origen mismo de la filosofía, la consideración de los temas de la naturaleza y el cosmos ha estado en la base de la cosmología, la metafísica y la ontología. Olvidan que las grandes revoluciones de la física, las concernientes a la *observación* –el surgimiento de la ciencia moderna-, la *interpretación* –la construcción teórica de la representación-, y la *aplicación* –el desarrollo tecnológico-, han sido procesos revolucionarios con una influencia epistemológica extraordinaria, extendida también sobre el quehacer filosófico. No se trata de establecer ámbitos de competencia ajenos y propios, no se trata de alejar a unos de otros: los filósofos deben conocer de física y los físicos percatarse que también *hacen* filosofía.

Probablemente, si en el auditorio existen filósofos neopositivistas que realizaron estudios físicos o físicos que se interesan por temas filosóficos abrazando contenidos del empirismo lógico, al hablarles de *filosofía de la física* expresen actitudes diferentes a las generalizadas que se han mencionado. Sin embargo, aunque ellos sean receptivos a un discurso epistemológico especial, aunque tengan predisposición anuente para discutir temas de ambas disciplinas, resulta paradójico que estos gestos interdisciplinarios estén teñidos por una intolerancia encubierta: la presunción de la existencia de *una* sola epistemología, la que ostenta un carácter dogmático y unívoco.

En efecto, uno de los casos intelectuales más notables, Mario Bunge, filósofo y físico argentino, concibe la epistemología de la física de un modo excluyente. Para él, el rol de la filosofía con relación a la física, es de *servicio* estrictamente: la filosofía debe “servir” a la física para dar claridad y rigor a sus nociones teóricas. La filosofía debe suministrar a la física los recursos lógicos, el análisis semántico y los instrumentos que le permitan descubrir los referentes genuinos de sus teorías, dando lugar a que la física se *axiomatice*². Este servicio filosófico posibilitaría, además, que la física aborde los problemas profundos que les son propios, gracias a que contaría con grandes esquemas y debido a que tendría seguridad para encarar programas de investigación a largo plazo, rechazando “brincar” de un pequeño problema a otro, sólo porque estén de moda³.

En cambio, filósofos como Gastón Bachelard, por ejemplo, considera que cualquier epistemología relativamente ecléctica u original, no sólo es una construcción teórica legítima para abordar los problemas de la ciencia, sino que, seguro, ha de constituir una elaboración filosófica adecuada, conveniente y bien recibida porque el desarrollo del conocimiento científico actual así lo exige. En este sentido, constituye un imperativo teórico contemporáneo asumir que la epistemología es un campo de pluralismo filosófico, un campo disperso y distribuido, donde toda univocidad y pretensión reduccionista

² Mario Bunge entiende que la “axiomatización” de la física implica hacer explícito lo que era tácito. Es luchar contra la ambigüedad y la oscuridad. Supone indicar qué conceptos son básicos y cuáles se infieren de éstos según su contenido y de acuerdo a los referentes que señalan. La axiomatización más conveniente está en el punto medio entre el extremo del “concretismo” –creer que los conceptos se refieren a objetos inmediatos acotados en sus determinaciones- y el extremo del “formalismo” –asumir que las teorías son modelos deductivos sin referentes reales-. Véase al respecto, *Filosofía de la física*, p. 34.

³ *Idem*, p. 27.

suenan a una pulsión dogmática y cerrada, no sólo inhábil para el diálogo, sino inútil para ofrecer nuevas luces sobre los problemas de la física⁴.

En esta exposición presentaré algunas de las relaciones diversas que se han establecido entre la filosofía y la física. Mi propósito no es reivindicar una disciplina en detrimento de la otra, sino, mostrar su cercanía, poner en claro que la actividad de *pensar*, la capacidad de concebir pensamientos, de depurarlos con rigor y detenimiento, de inferir consecuencias y de cotejarlas con evidencias empíricas; en fin, la posibilidad de uso de la razón ha sido desde los albores de la historia, una tarea que los hombres emprendimos y que seguimos realizándola, una labor que nos humaniza y nos engrandece. Aquí radica, en mi opinión, la posibilidad de que filósofos y físicos aprendamos unos de otros, nos enseñemos mutuamente y de que compartamos este vínculo tan fuerte, descubriendo nuestras fortalezas propias y ajenas, advirtiendo nuestras limitaciones propias y ajenas en la más alta función de la cultura: *pensar la realidad*.

RELACIONES ENTRE LA FILOSOFÍA Y LA FÍSICA

Para Mario Bunge, la *filosofía de la física* establece a fines del siglo XX, un camino inequívoco que, según él, la física debe seguir: los físicos tienen que axiomatizarla. Taxativamente, el filósofo argentino afirma que esta conclusión epistemológica es el resultado de poner a la filosofía al *servicio* de la ciencia⁵. En efecto, se trata de combinar, por una parte, la afirmación de una actitud deleznable de ciertas tendencias y, por otra, de desarrollar posteriormente, una voluntad constructiva.

Respecto de la primera actitud, la posición de Bunge es provocadora: los científicos, después de que la teoría de la relatividad fuera formulada, después del despliegue de la mecánica cuántica y a la altura del desarrollo teórico de la física actual, no pueden equivocarse asumiendo sin crítica un *fenomenismo* ramplón. No es admisible que todavía hoy supongan que las mediciones son la base del conocimiento físico, deben desechar las limitaciones del operacionalismo y negar cualquier oportunidad a las interpretaciones erradas de la Escuela de Copenhague.

De esta manera, considerar las fórmulas de la mecánica cuántica como referencias simbólicas de entes físicos y no de observadores, asumir las mediciones como casos particulares de las interacciones que se dan entre el nivel macroscópico y el microscópico, esforzarse en formalizar el conocimiento físico incluyendo a la totalidad de las fórmulas de la teoría en un sistema general y concluyente, es decir, *axiomatizar* a la física, implica señalar el camino que ahora *debe* recorrer esta ciencia.

Para Bunge, la filosofía sirve a la física porque le permite exponer a la luz de la razón con la ayuda de la semántica, los referentes fácticos auténticos de la teoría. La filosofía que hoy *sirve* a la física es la que le permitiría tener conciencia clara de su próxima labor, es la filosofía que le impulsará para que la física se critique a sí misma y para que explore nuevos problemas y métodos⁶.

⁴ Véase de Gastón Bachelard, *Epistemología (selección de textos)*, p. 26.

⁵ Véase de Mario Bunge, *Epistemología: Curso de actualización*, p. 96.

⁶ *Filosofía de la física*, p. 23.

La relación de la filosofía con la física adquiere sin embargo, en otros autores que cultivan ambas disciplinas, connotaciones diferentes. Hans Reichenbach, por ejemplo, piensa que a tal punto ha influido la ciencia del siglo XX sobre la filosofía, que a ésta no le cabe otra opción que convertirse en una disciplina “científica”: la *filosofía científica*. Uno de los aspectos sobre los cuales se erigiría dicho conocimiento consiste en que se rehúse a aceptar cualquier teoría del mundo físico como absolutamente segura⁷. Pero, esto no significa que la filosofía renuncie a la verdad.

Al contrario, la ciencia del siglo XX marcaría, según Reichenbach, un nuevo estilo de pensamiento filosófico: aquél que desecha todo relativismo gnoseológico, que rechaza tolerar cualquier opinión aceptándola como legítima y que renuncia a pretender alcanzar la verdad. Así, la física en particular, y las ciencias en general, permitirían a la filosofía construir un nuevo método, el método *científico* para que la filosofía debería desarrollar y aplicar auspiciosamente. Se trata de llegar a la verdad por medio del análisis lógico, se trata de alcanzar conclusiones precisas, sutiles y seguras, tan sólidas como las que se dan en la ciencia contemporánea.

Más aún, la ciencia indica cuáles son los problemas que la filosofía debe tratar, sin especulación, con rigor lógico y siguiendo un método científico. Algunos de tales problemas filosóficos serían los siguientes: ¿Cuál es el principio rector de la evolución: la selección estadística o el análisis causal? ¿El conocimiento predictivo es resultado de la probabilidad o de la inducción? ¿Es posible predecir el porvenir inclusive refiriéndolo sólo con supuestos probables? ¿Cómo existen y se relacionan el mundo externo y la mente humana? ¿Qué es posible esperar de un uso riguroso del lenguaje absteniéndose de hacer referencia a contenidos "trascendentales"? ¿Cuál es la naturaleza de la ética? ¿Qué fines y que implicaciones se pueden postular en la ética? ¿Cuál es el componente cognitivo en la ética y cuál el volitivo? ¿Qué sentido tiene la lógica como sistema de leyes del lenguaje? ¿Cómo se puede emplear la lógica para el conocimiento si no expresa ninguna propiedad del mundo físico?⁸.

Al parecer, la comparación de posiciones tan diferentes como las que se han mencionado, puntos de vista sobre la relación de la *filosofía* con la *física*, permite afirmar que es posible encontrar fácilmente al respecto, posiciones extremas. Por una parte, Bunge reduce la filosofía a una disciplina de servicio a la física, en tanto que Reichenbach considera que la física es el modelo para que la filosofía se convierta en ciencia. Entre ambas concepciones caben muchas otras que establecen diversos tipos de relación de la física respecto de la filosofía y viceversa. La constatación que cabe hacer de principio, por consiguiente, debe enfatizar que la filosofía de la física no se reduce a la epistemología y menos aún a una determinada teoría de la ciencia. Como se advierte en el presente trabajo, la multiplicidad de relaciones entre ambas disciplinas constituye más bien, un estímulo para pensar la diversidad, dispersión y relatividad de las teorías, promoviendo una auspiciosa y fértil interacción que enriquezca a ambos quehaceres.

LOS PROBLEMAS FILOSÓFICOS DE LA FÍSICA

La axiomatización no es, según Mario Bunge, la única tarea científica que la filosofía ayuda a esclarecer a la física. Si bien la reconstrucción axiomática de las teorías físicas

⁷ Véase de Reichenbach, *La filosofía científica*, pp. 312-3.

⁸ *Ídem*, p. 316.

es el campo de cooperación que se daría entre físicos teóricos, matemáticos, matemáticos aplicados, lógicos y filósofos de la física; para el pensador argentino, en el espíritu de la nueva reflexión filosófica, aparece una lista larga y atractiva de problemas sobre los fundamentos de la física, problemas que la reflexión epistemológica tendría que resolver con rigor⁹:

¿La teoría física sistematiza los datos, calcula las predicciones, guía investigaciones posteriores o explica los hechos? ¿Es posible experimentar sin teorías y coleccionar teorías sin datos? ¿Los conceptos de la física son observacionales? ¿Y los de la mecánica cuántica y la teoría general de la relatividad? ¿Es posible explicar o entender la mecánica cuántica y la teoría general de la relatividad sin recurrir a imágenes familiares o modelos pictóricos? ¿Al cambiarse las coordenadas, la invariancia garantiza el significado y la objetividad? ¿La teoría de la relatividad instituye una dependencia del observador que sustantiva la subjetividad? ¿La teoría cuántica habla de objetos físicos autónomos o de bloques de micro-objetos, instrumentos de medida y observadores? ¿Son concebibles los acaecimientos cuánticos sin un observador?

Más aún, para Bunge, en la medida en que estas reflexiones epistemológicas se realicen con claridad y rigor, quedarán allanadas en parte, las dificultades que se presentan a fines del siglo XX: se trata de los desafíos contemporáneos de la física. Una lista de tales desafíos, expresados como problemas disciplinares, es la siguiente¹⁰:

¿En el mapa de la física, qué relaciones existen entre las teorías? ¿Los principios de covariancia y los enunciados de simetría son axiomas de teorías físicas? ¿Qué relación existe entre unidades y patrones? ¿Qué son las cantidades físicas y en que difieren de las constantes dimensionales o los factores escalares? ¿Cuál es el álgebra de las unidades y dimensiones que subyacen a las reglas estándar? ¿La explicación mecánica, como el índice de refracción, reduce un macro-nivel a un micro-nivel? ¿La probabilidad física es intensidad de creencias, frecuencia relativa de valores medidos o tendencia? ¿La dispersión en la indeterminación es desviación estándar, indeterminación objetiva o incertidumbre? ¿El azar se deduce de una teoría estocástica basada en una teoría determinista más profunda? ¿Una teoría estocástica clásica permite desarrollar la teoría cuántica? ¿Son imprescindibles las coordenadas en teorías espacio-temporales? ¿Qué límites tiene la localización espacio-temporal? ¿Equivale el tiempo a una dimensión espacial? ¿El “sentido del tiempo” implica procesos irreversibles, en tanto que el “tiempo” no puede definirse como un proceso irreversible? ¿Requiere la teoría cuántica de una lógica propia sin la conjunción de variables dinámicas? ¿Qué es el principio de correspondencia en la teoría cuántica? ¿Es posible la mecánica y la electrodinámica cuántica sin observador? ¿La mecánica cuántica trata de micro-sistemas, conjuntos estadísticos o pares “conjunto/aparato”? ¿Se deduce la mecánica del continuo y la termodinámica de la mecánica de partículas?

CRÍTICA AL OPERACIONALISMO

Asumiendo un auspicioso servicio que la filosofía podría prestar a la física, Mario Bunge, sin ambages, indica que al *operacionalismo* le ha correspondido jugar el rol de ser una filosofía anodina para la física. En efecto, al suponer con un gesto inmaduro e in-

⁹ *Filosofía de la física*, pp. 24-5.

¹⁰ *Ídem*, pp. 31-2.

controlado, como lo hace el sentido común, que la física está exenta de cualquier consideración *filosófica*, el operacionalismo cae en nociones vulgares que minimizan a la física al “cálculo”¹¹. Esto implica reducirla a mediciones centradas en un protagonismo antropológico que renuncia a la comprensión del mundo externo. Implica negar lo que Bunge afirma como objeto de la física inclusive a fines del siglo XX: que la totalidad de esta ciencia se ocupa tanto en nuestros días como en los tiempos de Galileo, de estudiar *la naturaleza*¹².

El operacionalismo ha contaminado a la física de una actitud renuente: persistir en abstenerse de efectuar cualquier reflexión filosófica. Sin embargo, tal renuencia pronto se ha convertido en un credo dogmático que también ha impuesto sus preceptos para los científicos: se trata de los diez mandamientos que todo buen físico *operacionalista* debe cumplir al pie de la letra:

PRIMERO, haz que la observación sea fuente y objeto de conocimiento físico. SEGUNDO, cree que sólo la experiencia humana constituye lo real. TERCERO, construye hipótesis físicas como experiencias condensadas. CUARTO, descubre teorías físicas partiendo de datos empíricos obtenidos en laboratorio. QUINTO, formula hipótesis sistematizando tus experiencias. SEXTO, cuando hables sobre conceptos que no lograste observar, por ejemplo, electrones o campos, tómalos sólo como puentes matemáticos hacia posibles experiencias nuevas, mientras tanto no son reales. SÉPTIMO, no intentes construir una imagen verdadera del mundo, todo es sólo “experiencia” más o menos simple. OCTAVO, define los conceptos que emplees. NOVENO, no pretendas asignar significado alguno a los símbolos no definidos, son sólo auxiliares matemáticos. DÉCIMO, honra a las definiciones operacionales¹³.

Pero estos nuevos dogmas, nada menos que en la física del siglo XX, olvidan que jamás teoría física alguna ha surgido de la contemplación de las cosas o de los datos empíricos. Todas las teorías de la física fueron la culminación de un proceso creador que, según Bunge, se erigió siempre gracias a la poderosa e inequívoca arma de la *deducción*. Los operacionalistas deben comprender de una vez y para siempre, que la física no es una colección de fotografías, sino construcciones simbólicas con conceptos disponibles. En efecto, ni las fórmulas más duras de la física teórica como son las del estado sólido, son resultado inductivo de la experiencia. Es un mito creer que mientras todos los experimentos son “importantes”, ninguna teoría es indispensable, lo mismo que suponer que el sentido de la física radica en aplicar la experiencia renunciando a la labor de explicar los fenómenos de la naturaleza¹⁴.

Por otra parte, es absurdo esperar que la física defina todos los conceptos con los que trabaja. Al axiomatizarla precisamente se encuentra que existen conceptos primitivos de los que se deducen otros, constituyéndose en el sistema respectivo, un conjunto de contenidos indefinibles. Tal es el caso, por ejemplo, en la mecánica newtoniana, de los conceptos de “masa” y “fuerza”. Pero lo más grave es la forma cómo el operacionalismo asume una definición. No considera que todo concepto sea una construcción teórica elaborada dentro de un sistema. Cree que los símbolos físicos tienen significados nece-

¹¹ *Filosofía de la física*, pp. 11-2.

¹² *Ídem*, p. 40.

¹³ *Ídem*, pp. 12-3.

¹⁴ *Ídem*, pp. 16-7.

sarios, universales y unívocos para fines de cálculo, sin reconocer su valor de verdad como parcial, temporal y solamente “aproximado”.

Los operacionalistas no tienen en cuenta que para que un símbolo físico tenga significado, se requiere de tres tipos de suposición: las matemáticas, las semánticas y las físicas. Por ejemplo, la tensión interna –representada con T –, sólo en la mecánica del continuo tiene la forma matemática de un campo tensorial sobre cuatro dimensiones (suposición matemática) con un referente determinado: la propiedad de un cuerpo. Así, gracias a la teoría de la mecánica del continuo, el concepto “tensión interna” (suposición semántica), da lugar a aceptar que los cuerpos sean asumidos como continuos (suposición física). Por otra parte, las definiciones “operacionales” que banalizan las teorías, a lo sumo, motivan a efectuar cálculos y obtener resultados restringiendo el sentido de la física: pensar la realidad. Por ejemplo, para trabajar con el concepto de “campo eléctrico” en la teoría de Maxwell, no se trata de hacer cálculos con E inspeccionando sus valores, sino de pensar su significado.

En lo concerniente a la *verdad*, asumiendo el operacionalismo, se reduce la teoría física a procedimientos de cálculo que muestran valores necesarios y universales. Así, se matematiza a la física perdiendo de vista el objeto de estudio de esta ciencia: referirse a sistemas físicos reales. Pero, tampoco se trata de impugnar al operacionalismo con un realismo ingenuo, no se trata de suponer que la física ofrece un retrato *verdadero* de la realidad, es decir, un reflejo fidedigno y correspondiente.

Las teorías físicas son simplificaciones “brutales” que conducen a esquemas ideales o a objetos que se asumen como modelos, teorías que pueden constituirse dentro de sistemas profundos y ricos. Por ejemplo, son objetos-modelo el “campo homogéneo” y la “partícula libre”, en tanto que la teoría general de la relatividad y la mecánica cuántica aparecen como teorías físicas profundas sumamente ricas, sin que se pueda medir su valor por la simplicidad o complejidad que impliquen, por su eficacia o ineficacia para dar lugar a cálculos, o porque sirvan a aplicaciones tecnológicas. Tales teorías *valen* tanto y en cuanto son más o menos verdaderas, es decir, en la medida en que sus simplificaciones ideales permiten *pensar* la realidad.

Para Mario Bunge, es un imperativo que los físicos operacionalistas entiendan de una vez que sólo las teorías profundas y no las fenomenológicas pueden dar cuenta de problemas científicos que escapan a la percepción. Más aún, la percepción apenas puede explicar procesos macro-físicos y mecánicos; siendo imprescindible en la física inventar teorías profundas que trasciendan la experiencia y superen la noción vulgar de “caja negra”. Respecto de esto último, es necesario eliminar la reducción de la física al suministro (*input*) de datos que, invariablemente, son procesados por la fórmula respectiva, dando lugar a resultados (*output*) con valores cuantitativos y expresiones matemáticas.

LA FILOSOFÍA DE LA ESCUELA DE COPENHAGUE

Durante la segunda década del siglo XX, Niels Bohr, aparte de explicar la física nuclear y la estructura atómica, desarrolló una interpretación positivista de la mecánica cuántica que se llama la “interpretación de Copenhague”. Ésta se basa en una tesis *fenomenista*.

Mario Bunge indica que la tesis *fenomenista* establece que ningún objeto físico existe independientemente del sujeto que lo observa o conoce. Así, las cosas serían meras apariciones o fenómenos que desaparecerían si se cambia el observador o su técnica de conocimiento. Aparte de que aquí resuenen ecos del solipsismo de Berkeley, el fenomenalismo mezclaría, según Bunge, el instrumental con el que el observador conoce al objeto con el objeto mismo y la observación realizada. Así, el conocimiento quedaría al arbitrio del sujeto, quien puede asumir al aparato como una prolongación de sí mismo o subsumir el objeto al aparato¹⁵.

En contra de esta interpretación, Bunge afirma que tanto el físico experimental como el teórico se ocupan de estudiar cosas que existen en sí mismas, objetos que no dependen de los científicos para ser así o de otra forma. Arguye que los átomos de hidrógeno del sol y las estrellas emiten luz sin pedir permiso a observador alguno y sin que sea un requisito que dicha luz se registre por los espectrógrafos terrestres. Además, en contra de la suposición que afirma que todo micro-objeto debe referir el modo de observarlo, en contra de la interpretación de la mecánica cuántica haciendo referencia a una “situación experimental”, Bunge contrapone el formalismo matemático que rechaza toda intromisión de observadores o de aparatos en el desarrollo deductivo del conocimiento.

La interpretación de Copenhague sobre la experiencia, según Mario Bunge, es falsa debido a que los resultados de toda medición dependen del método que se haya aplicado subsistiendo siempre la duda acerca de la exactitud de los datos. Para el filósofo argentino, tampoco es admisible que las fórmulas cuánticas excluyan variables dinámicas. Que sea necesario efectuar constantes mediciones para establecer valores que cambian, significa que la medida es necesaria para el desarrollo de la física, pero esto no implica que el observador constituya al objeto al medirlo.

Para Bunge, el objeto de conocimiento existe en sí mismo. Si se trata de micro-objetos estudiados por la mecánica cuántica cabe señalar lo siguiente: No son puntos materiales ni ondas. Existen en un estado que se denomina “campo” sólo en sentido matemático; es decir, existen como probabilidad de presencia del micro-objeto en una región situada en la punta del vector. Dicho de otra forma, los micro-objetos de la mecánica cuántica no son partículas ni campos clásicos, se trata de un género nuevo de objetos que la física clásica no es capaz de describir ni de explicar, mereciendo un nuevo nombre: *cuantones*. Que el vector sirva para medirlos no implica que existan cuando el sujeto los mide o que la medición reconstituya su existencia.

Sin embargo, existen también opiniones contrarias. De manera radical, Gastón Bachelard, por ejemplo, indica que sostener una tesis realista en física, a fines del siglo XX, es incurrir en una “involución del pensamiento filosófico”. Así, cuando Emile Meyerson atribuye al físico un carácter *cosista* —esto es, concebir a los átomos como pequeños sólidos, como “cosas pequeñas”—, cuando Meyerson afirma que el átomo debe pensarse como “un trozo de espacio”, aparte de precipitarnos en el atomismo clásico y mecánico-doctrina por excelencia, de lo pequeño-, provoca una inaceptable *regresión* filosófica.

Para Bachelard, la palabra *cosa* es una palabra pobre. Considerando los “objetos” de la microfísica, se descubre que los electrones, protones, nucleones, neutrones y fotones

¹⁵ *Epistemología: Curso de actualización*, pp. 86-9.

entre otros, no pueden ser una *cosa*: no tienen la singularidad de propiedades que caracterizan a las cosas comunes. Peor aún, la pobreza filosófica del *cosismo* —o la presunción de lo que la realidad física *es* “en sí”-, se convierte en paupérrima al incluir los gravitones de Tonnelat, los limitones de Kwal, los excitones de Bowen y los demás proyectiles de la física nuclear. En resumen, sostener tesis realistas asignando a la física la tarea de conocer las *cosas en sí mismas*, implicaría reducir la epistemología, nada menos que de la física relativista y la física cuántica, a nociones de sentido común.

Por lo demás, la física cuántica para Bachelard, ha introducido una gran novedad filosófica. En tanto el corpúsculo no es un cuerpo pequeño, no es un fragmento con cualidades substanciales, en cuanto no se le puede atribuir una forma, una geometría y ni siquiera un lugar preciso de existencia, la física cuántica rompe con la física clásica, aplasta la filosofía del *cosismo* e inaugura una nueva ontología¹⁶.

En efecto, la filosofía corpuscular moderna superaría, según Bachelard, esa observación incisiva de Henry Bergson de que la inteligencia humana estaría específicamente “adaptada” al conocimiento de los *sólidos*. Tal filosofía corpuscular motivaría a pensar que la interacción de partículas de naturaleza distinta, partículas como el fotón y el electrón, debe ser estudiada a partir de nociones ontológicas diferentes a las que han prevalecido en el realismo vulgar y en la concepción substancial de la materia. Se trata de incorporar contenidos aparentemente tan ajenos como la velocidad de la luz, pensada en cuanto velocidad límite en la ciencia relativista, estableciendo paralela y correlativamente, la pequeñez límite del corpúsculo¹⁷.

Pero la teoría de la relatividad no es una explicación necesaria y unívoca, según Bachelard, aparece como una teoría “verdadera” antes que una teoría de lo real. Los físicos relativistas, con prudencia, pretenden aprender solamente ciertos caracteres asimilables a sus métodos de referencia. No buscan explicar la realidad, sólo quieren relacionar los fenómenos con razonamientos suficientes, prevaleciendo la objetivación antes que la objetividad. Así, la relatividad inaugura un nuevo método de descubrimiento progresivo, una continua y cada vez más compleja objetivación del pensamiento científico¹⁸.

Reafirmando la crítica al operacionalismo, la teoría de la relatividad ofrece claros ejemplos de que lo sustantivo en la física es el *pensamiento*. En el caso de la fusión matemática del espacio y del tiempo se evidencia de que se trata de dos conceptos que sólo pueden reunirse por un esfuerzo intelectual ya que nuestra imaginación, vida sensorial y representaciones, espontáneamente los conciben como separados, distintos e independientes uno del otro.

Sin embargo, aquí también surgen posiciones polémicas. Bertrand Russell, por ejemplo, en congruencia con la concepción de Bunge, dice que, contrariamente a la suposición de que la teoría de Einstein afirme de que “todo es relativo” —lo cual es, además, absurdo-, el propósito del físico alemán fue llegar a establecer *leyes* de los fenómenos, aquellas leyes que sean siempre las mismas, independientemente de uno u otro observador¹⁹.

¹⁶ Véase de Gastón Bachelard, *Epistemología (selección de textos)*, pp. 62-4.

¹⁷ *Ídem*, pp. 65-71.

¹⁸ *Ídem*, pp. 39--41.

¹⁹ Véase, *ABC de la relatividad*, pp. 16, 25.

PROBLEMAS FILOSÓFICOS DE LA MECÁNICA CUÁNTICA

Mario Bunge piensa que la mecánica cuántica se desarrolló, en parte, gracias a la influencia del empirismo lógico. La epistemología de esta tendencia sostiene una noción fenomenista y un claro operacionalismo, por lo que dio lugar a que se interpretara la microfísica enfatizando la observación y la medida, priorizando el fenómeno y no las *cosas en sí* mismas, otorgando centralidad al observador en el conocimiento y pretendiendo definir en términos de operaciones concretas, todo concepto científico.

Aparte de la crítica que Bunge desarrolló en contra del empirismo lógico, el fenomenismo y el operacionalismo, considera que la epistemología subyacente se ha constituido en una excrescencia filosófica que se debe extirpar con presteza. Otra expresión de dicha epistemología es la interpretación errada del llamado “principio de indeterminación” o “principio de incertidumbre” de Heisenberg, error evidenciado no sólo entre los filósofos desde el Círculo de Viena, sino entre varios físicos y, particularmente, en la Escuela de Copenhague.

En primer lugar, es impropio llamar “principio” de Heisenberg. Se trata, según Bunge, de las “desigualdades” señaladas por Werner Heisenberg que relacionan entre sí los anchos de distribución de la probabilidad de posición y de impulso lineal. Asumiendo la mecánica cuántica, se ha establecido que los entes materiales poseen en cada instante una distribución probabilística de su posición y de su impulso lineal. Lo que Heisenberg estableció no se trata, entonces, de la subjetividad del observador –sus estados mentales-, o de la dudosa certidumbre de los resultados que se generan a partir de la medición, sea por los medios que emplea o sea por el sistema de referencia que usa. Su teorema se refiere a una *propiedad* de los objetos micro-físicos²⁰.

Pero, en lugar de esto, varios físicos, siguiendo la interpretación de Copenhague, asumen las “desigualdades de Heisenberg” como si se tratara de una tesis *subjetivista* que termina convirtiéndose en una tesis *indeterminista*. Así, los hechos físicos que se pueden observar y sobre los cuales la física habla, se convierten en el blanco del observador quien los altera al acercarse a ellos para medirlos. De este modo termina desapareciendo la objetividad en la física y la posibilidad de que establezca leyes que permitan explicar el mundo real. Peor aún, en su discusión con Einstein en 1949 sobre problemas epistemológicos, Niels Bohr alegó que el tiempo y la energía satisfacían una relación de “incertidumbre” en los términos como habría sido planteada la *tesis* de Heisenberg.

Bunge aboga porque los hechos físicos de los que trata la ciencia física no dependen del experimentador, no dependen de las decisiones y acciones humanas regidas por la subjetividad. En su opinión, dependen de leyes físicas que la ciencia construye, siendo, por lo tanto, legales y objetivos. En este sentido, es un grave error de interpretación de la mecánica cuántica confundir el objeto medido, identificándolo con el aparato que sirve para medirlo, y mezclar ambos con la interacción que pueda darse entre el objeto que se conoce y el aparato empleado para conocerlo. Para allanar estas ambigüedades lo primero que es necesario efectuar, según Bunge, es describir explícitamente las características del modelo de aparato que se emplea, cómo funciona y qué mide.

²⁰ Epistemología: Curso de actualización, pp. 92-4.

Sin embargo, aquí también surgen posiciones polémicas que cuestionan la taxativa epistemología de Bunge respecto del “principio de indeterminación” de Heisenberg. Gastón Bachelard, por ejemplo, indica que no se puede trasladar sin más, el involucionado y cómodo *cosismo* que cree disponer a la mano de objetos estáticos, a lo que concierne a los experimentos de la microfísica. Es absurdo preguntarse ¿qué es un fotón inmóvil?, puesto que el fotón es inseparable del rayo de luz, sólo se puede describirlo *en acción*. En la física cuántica la noción de energía enlaza con un fructífero giro epistemológico, la cosa y su movimiento, la energía mide la eficacia de una cosa que se mueve y, recíprocamente, permite apreciar cómo el *movimiento se convierte en cosa*²¹.

Agrega Bachelard que a nivel atómico el movimiento pierde las características del sentido común. En efecto, si la trayectoria de dos corpúsculos individualizados atraviesa una zona estrecha que impide que se les distinga, entonces a la salida de esta zona ya no se tratará de dos corpúsculos: el *movimiento altera a las cosas*. Asumiendo el “principio de indeterminación” de Heisenberg como tal y no como desigualdades, Bachelard piensa que en microfísica, desaparece la noción de *existencia situada*, que la localización del corpúsculo no tiene sentido y que la física cuántica obliga a reflexionar sobre información esencialmente dinámica y micro-lógica. Así se habría abierto un nuevo continente epistemológico en el que los objetos se confunden con el movimiento, la energía los constituye, se transforman ante la progresiva cercanía del observador, y *existen* de forma tan *sui generis* que “están” y “no-están” en el espacio²².

¿LA FILOSOFÍA AL SERVICIO DE LA CIENCIA?

Si bien la epistemología es el campo de reflexión teórica y de conocimiento científico que relaciona la filosofía con la física, autores como Bunge, rechazan ciertas tendencias epistemológicas por considerarlas *erradas*. Convencionalmente, por ejemplo, los científicos asumen que las teorías que se desarrollan en la física o en cualquier otra ciencia, son sólo instrumentos convenientes, útiles para incorporar datos experimentales en procedimientos algorítmicos. Sin embargo, el análisis de referentes refuta tal epistemología convencionalista. Para Bunge, en la medida en que las teorías físicas se refieren a *entes físicos*, se dan como construcciones que permiten entender y explicar *la realidad* y no como meros instrumentos simbólicos²³.

Por otra parte, tampoco la epistemología positivista del siglo XX debe ser aceptada por la filosofía de la física que Bunge defiende. Para él, no es admisible suponer que las teorías científicas conciernen a operaciones que se realizan a partir de la observación y la medida; es decir, las teorías físicas no dependen del sujeto que las formula basándose en su propia experiencia o en la experiencia de otros científicos. Al contrario, dichas teorías se refieren a cosas en sí mismas, sus contenidos existen independientemente del sujeto que las conoce y se refieren –por ejemplo, en el caso de mecánica cuántica de modo exclusivo-, a *entes físicos*.

Siguiendo este razonamiento epistemológico, la teoría de la elasticidad por ejemplo, no se refiere a las observaciones humanas dadas o posibles, con relación a los cuerpos elásticos. Su objeto de estudio es tales cuerpos medidos según un *sistema de referencia*.

²¹ *Epistemología (selección de textos)*, pp. 73-4.

²² *Ídem*, pp. 66-7.

²³ Cfr. de Mario Bunge, *Epistemología: Curso de actualización*, p. 84.

Más aún, al establecerse un sistema de referencia no hay que pensar que se está sustantivando el rol del observador. Al respecto, basta considerar que tales sistemas carecen de especificaciones que refieran propiedades humanas. Es decir, su objeto de estudio son *entes físicos* dotados de ciertas propiedades mensurables. De esta manera, que en la teoría especial de la relatividad abunden los observadores con reglas y relojes, no implica que existan distancias, duraciones o masas “relativas” a un observador, sino que dichas distancias, duraciones o masas son “relativas” a un determinado sistema de referencia, sea que dicho sistema esté en reposo o en movimiento²⁴.

La labor de *servicio* que Mario Bunge asigna a la filosofía, de modo que le permita a la física, realizar una clara y rigurosa axiomatización, implica varios niveles de influencia:

En **primer lugar**, la filosofía serviría a la física para evitar sostener, inclusive inconscientemente, posiciones groseras a título de mantener coincidencia con el sentido común y las nociones populares y espontáneas. La filosofía enseña a los físicos a ser críticos de sí mismos y a estar conscientes de los problemas epistemológicos de su disciplina, motiva a ordenar el conjunto teórico de la ciencia y a organizarlo con rigor, diferenciando cuáles son proposiciones *físicas* propiamente dichas –*fácticas*–; cuáles, proposiciones matemáticas y cuáles constituyen proposiciones *semánticas*²⁵.

En el siglo XX, Bunge piensa que se han desarrollado cuatro revoluciones en la organización de la física. En primer lugar, su aritmetización, después, su ordenamiento gracias a la teoría de conjuntos; en tercer lugar, su disposición según la topología y, finalmente, su organización gracias a la *categorización*. Esta última implica establecer familias enteras de teorías como categorías, es decir, contenidos que permitan organizar explícita y conscientemente un campo determinado de la física, influyendo tanto en la disposición de los elementos teóricos de dicho campo como en la reorganización global del conocimiento físico²⁶. A esto, la filosofía contribuye notablemente.

Y no se trata de establecer el “principio” de que todo concepto de la física debe ser definido. Bunge piensa que éste es un error operacionalista, aunque la tesis opuesta también estaría equivocada. Si bien hay conceptos primitivos e indefinibles, su análisis y definición es una ocupación legítima que deben realizar algunos físicos con el propósito de explicitar en orden, el cuerpo teórico de una enorme y compleja disciplina. Así, el físico está obligado a recurrir a la filosofía, más aun cuando emplea conceptos epistemológicos como “teoría”, “forma”, “contenido”, “verdad” y otros. En esto la filosofía es imprescindible para la física.

En **segundo lugar** la filosofía enseñaría a la física a enriquecer su reflexión epistemológica, tratando los temas concernientes a las principales ideas y métodos desarrollados en la teoría física. Recíprocamente, en cuanto *filosofía de la física*, estas consideraciones teóricas y metodológicas de carácter disciplinar contribuirían a desarrollar contenidos epistemológicos más amplios, expandiendo y renovando tanto la “filosofía de la ciencia” en particular, como la “filosofía”, en general. Consecuentemente, aunque esto no sea destacado por Bunge, el “servicio” filosófico proclamado por él, se convertiría en

²⁴ *Epistemología: Curso de actualización*, p. 83.

²⁵ *Filosofía de la física*, p. 27.

²⁶ *Ídem*, p. 30.

una relación interdisciplinaria fértil que daría lugar al crecimiento de ambas ocupaciones: de la filosofía y de la física.

Esta mutua y fértil influencia cuestiona la noción de “servicio” que Bunge proclama. Tanto cuanto la filosofía sirve a la física, otro tanto ésta sirve a aquélla. Tanto cuanto los fundamentos de la física no son filosóficamente neutrales y no son absolutamente previos a cualquier filosofía de la física; asimismo, los fundamentos de la física *sirven* a la filosofía para efectuar elaboraciones epistemológicas con bases sólidas y relevantes en lo concerniente a las nociones teóricas del conocimiento científico.

Relacionado con la reflexión epistemológica está el inacabable proceso de aclarar ideas y procedimientos. Al respecto, si bien existen, en un extremo, *físicos* que se ocupan de diseñar y construir instrumentos, si bien en el otro extremo existen los “físicos matemáticos” encargados de las inferencias deductivas de las teorías físicas, el físico con formación *filosófica* se ubicaría en medio de ambos. Se trata de quien elucidaría los *conceptos básicos*, las *hipótesis*, las *teorías* y los *procedimientos* de la ciencia física; aunque no logre descubrimientos sobre la realidad, esclarece *qué* es la física y *cómo* se alcanza en ella nuevos conocimientos científicos. Así, el orden, el rigor y la claridad de las teorías físicas permitirían su axiomatización disciplinar.

La axiomatización de la física es una labor que sólo pueden llevarla a cabo los físicos con herramientas filosóficas. Por ejemplo, por mucha filosofía que alguien conozca si no sabe si en mecánica el concepto de masa es definible, poco va a avanzar en la formalización disciplinar. Todo concepto sólo se puede pensar –y definir-, con relación a otros conceptos que son parte de sistemas simples, articulando sistemas complejos. Más aun, la noción de sistema, -inclusive uno *simple*-, sólo se da relacionada con algún contexto teórico determinado, reconstituyéndose notablemente cada concepto o, inclusive, desapareciendo si se cambia el contexto teórico.

Sólo los físicos pueden erradicar creencias erradas estableciendo las bases para la axiomatización correcta de la disciplina, por ejemplo, de la teoría de la relatividad o de la mecánica cuántica. Ejemplos de tales errores son los siguientes: la masa y la energía son idénticas²⁷, la probabilidad es un conocimiento incompleto, las teorías estocásticas destruyen el determinismo, lo no-aleatorio es causal, los valores teóricos –una variable dinámica cuántica por ejemplo- son valores medidos.

La axiomatización, para Bunge, fuerza al rigor conceptual diferenciando y ubicando el lugar teórico de los axiomas y los teoremas respectivos. Además, hace que se diluya la centralidad del observador y de su estado mental, permite entender que la ciencia física se refiere a sistemas físicos autónomos, visualizando, por ejemplo, a la teoría especial de la relatividad como un sistema conexo de nociones teóricas sobre ondas electromagnéticas y a la mecánica cuántica como un conjunto de teorías referidas a micro-sistemas, eventualmente influidos por macro-sistemas²⁸.

²⁷ Mario Bunge pone el ejemplo del supuesto “concepto” *masa del fotón*. La fórmula $E^2/c^2 = m_0c^2 + p^2$ no se refiere a la masa del fotón porque no es parte de los conceptos básicos de la teoría electromagnética. La fórmula pertenece a la mecánica de partículas relativistas, la mecánica que es competente para dar cuenta de los fotones. Por consiguiente, es errado creer en la equivalencia universal de la masa y la energía o que es posible convertir una en otra. Véase, *Filosofía de la física*, p. 34.

²⁸ *Ídem*, pp. 39-40.

En **tercer lugar**, la filosofía serviría para efectuar cierto *control de calidad* de la investigación física. Por ejemplo, la filosofía permite confrontar y evaluar los resultados experimentales y teóricos, ofrece luces sobre la naturaleza de la verdad, coteja y relaciona la experiencia con la razón y articula los conocimientos dentro de una estructura determinada de las teorías científicas. Además, la filosofía permite evaluar con pertinencia y propiedad los alegatos experimentales y teóricos que la física esgrime constituyendo elaboraciones articuladas y coherentes, independientemente de que sirvan para efectuar cálculos o sean útiles para aplicaciones tecnológicas.

En **cuarto lugar**, la filosofía coadyuva a desarrollar una planeación conveniente del trabajo científico. Esto se refiere a la gestión de la investigación. En la medida en que la filosofía establece prioridades respecto de los programas de investigación, en cuanto orienta la explícita enunciación de políticas científicas configurando las metas a mediano y largo plazo, influye sobre el desarrollo de la física. Por ejemplo, si prevalece una estrategia de desarrollo de la investigación pura, la formación y patrocinio del trabajo teórico de los físicos es lo principal, en cambio, si urgen los resultados de investigaciones aplicadas, se requerirá aunar esfuerzos concernientes a la formación y trabajo de experimentadores que con ingenio, encuentren nuevas leyes y las contrasten.

En resumen, es posible conceder a Bunge que el *servicio* que presta la filosofía a la física, no sólo es invaluable, sino imprescindible. Sin embargo, no se trata de un servicio instrumental por muy abstracto, racional y epistemológico que fuera; en verdad, se trata más que de un *servicio* de una a otra disciplina, de la interacción entre ambas y de la mutua relación de enriquecimiento. La física también sirve y enriquece a la filosofía, y lo ha hecho desde el nacimiento de la búsqueda de la verdad a través del empleo de la capacidad humana de pensar y de construir teorías racionales. En conclusión, no existe una sola *filosofía de la física*. Por el contrario, toda epistemología especial focalizada sobre la física como una disciplina científica constituye una reflexión válida y relativamente verdadera. Así, la filosofía de la física se dispersa, se hace multiforme y pluridimensional, relativa y consistente, se constituye, de-construye y reconstituye en un conjunto de legítimas reflexiones teóricas que permiten seguir pensando los problemas epistemológicos de la física, allí donde estos problemas surgen y retornan a la filosofía.

INCITACIONES FILOSÓFICAS MOTIVADAS POR LA FÍSICA

Si bien corresponde a la filosofía sostener una visión dispersa y distributiva de las ciencias y en especial con relación a la física, recíprocamente, ha correspondido a la física jugar a veces, un rol de incitación a la especulación filosófica. Aparte del neopositivismo expresado en sus múltiples variantes filosóficas que se han desarrollado en el siglo XX, en la historia de Occidente no es frecuente encontrar pensadores que conscientemente hayan basado sus teorías filosóficas en conocimientos físicos previos. Sin embargo, también es cierto que, de modo indirecto, el conocimiento de las *ciencias* que tuvieron los autores en sus respectivos contextos históricos y culturales, ha incitado y fundamentado la elaboración de sus ideas que se pueden asumir como *filosóficas*.

En este punto encontramos una flexibilidad desconcertante: pareciera que la utilidad y plausibilidad, por ejemplo de la física, para fundamentar cualquier concepción filosófica no tuviera límites. Para la totalidad de las tendencias y las variaciones materialistas, para teorías tan diversas como el existencialismo y el vitalismo, para concepciones tan

distantes como el evolucionismo y el funcionalismo, inclusive para enfoques metódicos como la fenomenología o la hermenéutica, para la amplísima diversidad de nociones idealistas en metafísica o para las distintas “ontologías”, para teorías tan *sui generis* como el “eterno retorno”, la visión cíclica del cosmos y en todo tipo de entelequias asignadas al mundo: en fin, para el desarrollo de las múltiples variantes de la metafísica, la cosmología, la ontología y la cosmovisión, la física ha incitado a la especulación y ha servido de justificación, más inclusive ahora cuando lo hace con notable fertilidad.

Veamos un ejemplo: la física cuántica y varias teorías matemáticas desarrolladas desde mediados del siglo XX permiten pensar como posibilidad, la existencia de universos paralelos o mundos múltiples y, por ende, justifican de modo indirecto, nociones tan especulativas como la *teoría del eterno retorno de lo mismo* sustentada por Friedrich Nietzsche y patente en la visión del mundo de varios pueblos llamados *primitivos*²⁹. Tal desarrollo físico da lugar a fundamentar como una posibilidad entre otras justificaciones latentes, la concepción cíclica del mundo, la idea de que prevalece una repetición en serie de los acontecimientos que se suceden en el mismo orden, e incluso da pie a sostener nociones circulares de la realidad: la idea de los giros de la historia, la vida y el cosmos que repiten series según redes de anillos enlazados unos con otros.

De este modo, la riqueza de la física actual permite justificar especulaciones diversas de carácter filosófico e incluso motivarlas, desarrollando sistemas, visiones del mundo y cosmologías que apuestan, por ejemplo, por el “eterno retorno”. Éste encuentra muy plausibles justificaciones en la teoría de los universos múltiples y en la consideración científica de los viajes a través del tiempo.

El físico Hugh Everett afirma la existencia teórica de universos múltiples como una posible solución al “problema de la medida” dentro de la mecánica cuántica. Si bien dentro de la física, la mecánica cuántica ha permitido hacer cálculos teóricos con importantes aplicaciones prácticas como las centrales nucleares, los relojes de precisión y los ordenadores, aún subsisten puntos de dificultad para comprender sus resultados y sus bases. El problema de la medida consiste en que un sistema físico cualquiera (por ejemplo, los electrones alrededor de un átomo o un *staff* ejecutivo que toma decisiones), puede representarse como una función de onda; es decir, un objeto matemático que incluye la máxima información posible: corresponde a un “estado puro”.

Según la mecánica cuántica, si nadie dentro o fuera del sistema observara cómo está constituido, éste seguiría un proceso determinista; es decir, se podría anticipar lo que podría suceder. La función de onda señala, de este modo, resultados posibles de una medida y las probabilidades relativas de que acontezca. Pero si existe un observador que trata de medir el sistema mismo, entonces la mecánica cuántica postula que la medición de la constitución destruye la “coherencia” de los estados inobservados precipitándose una mezcla aleatoria.

²⁹ Para Mircea Eliade, los “pueblos primitivos” y las “sociedades arcaicas” conciben los acontecimientos como reversibles, ejerciendo una acción corrosiva sobre la conciencia individual y colectiva. Los ritos reactualizan instantes intemporales que identifican el principio mítico de las identidades con la creación del mundo y con el inicio de periodos que retornan. Cfr. *El mito del eterno retorno: Arquetipos y repetición*. Alianza Emecé. Madrid, 1980, pp. 28 ss., 72 ss

Niels Bohr, que explicó la física nuclear y la estructura atómica permitiendo un gran desarrollo de la física teórica, pensaba que es preferible renunciar a entender cómo por la medición, la función de onda pierde el carácter determinista y se vuelve incoherente. Por su parte, John von Neumann, creador del formalismo matemático en la mecánica cuántica, señalaba que respecto del “problema de la medida”, es necesario considerar que existe la “conciencia”; es decir, un objeto no físico libre de las leyes de la mecánica cuántica y que altera los resultados. Para Hugh Everett, aunque se carezca de base empírica suficiente, es necesario desarrollar una teoría que explique el proceso de medición, y no sean las mediciones las que determinen la teoría.

Según Everett, cada medida "desdobla" el universo que conocemos en una serie de posibilidades. También dice que tal vez existen anticipadamente universos paralelos que no se observan entre sí, dándose en cada uno, una realización diferente de los resultados a partir de la medida. La idea de Everett es lógica y coherente y se conoce como la “interpretación de mundos múltiples” (IMM). Físicos contemporáneos del más alto nivel, han respondido a una encuesta sobre la IMM afirmando en casi el 60% de los encuestados que dicha teoría es correcta. Stephen Hawking se cuenta entre ellos, pero preferiría llamar a la teoría “interpretación de historias múltiples”.

¿Cómo sería posible pasar de este universo a otro paralelo? ¿Esto implicaría viajar en el tiempo? ¿Cómo estas concepciones justifican y motivan la teoría filosófica del *eterno retorno*? Según la mecánica cuántica, el espacio es curvo y, además, nuestro universo está "plegado" varias veces sobre sí mismo. Siendo así, es posible que se dé cierta conexión con otros universos paralelos. El viaje se realizaría en "túneles del tiempo" que se presentarían en los “agujeros negros” atravesando “agujeros de gusano”.

La Tierra barre una elipse alrededor del Sol. Es como si viajara sobre una superficie curvada e invisible, una superficie que muestra una fuerza de atracción que mantiene a nuestro planeta en su órbita, pero que también refiere la curvatura del espacio. Un objeto con una masa y una velocidad determinadas, sigue una trayectoria casi recta; pero si se acerca a otra masa, la trayectoria se convierte progresivamente cada vez más, en un recorrido curvo. Así, la masa curva el espacio. Y cuanto mayor es la masa, más acentuada es la curvatura y la curvatura da lugar a la relación de un mundo con otro, incluso a la interacción de un universo con otro.

Existirían dos tipos de universo: por una parte, el que conocemos y observamos, en el que todo está en contacto con nosotros y, por otra parte, el universo en su totalidad, el que estuvo, estará o podría estar en contacto causal con cada uno de nosotros. Al parecer, desde la Gran Explosión (el *big bang*), o el Universo Total desacelera o acelera su expansión. Si desacelerara su expansión, se puede prever que más y más galaxias serán observadas en el futuro pudiendo acceder a universos paralelos; pero si la acelerara, entonces existirán galaxias tan lejanas que su luz no llegará a nosotros. Son *otros* universos, a los que no tendremos acceso de ninguna manera. El límite absoluto con relación a lo que se puede observar es el horizonte fijado por la distancia en la que, cualquier señal viaja moviéndose a la velocidad de la luz. Asimismo, lo que puede entrar en contacto causal con nosotros, también está limitado por la velocidad de la luz.

Pero algunos físicos teóricos especulan con múltiples “big bangs”, zonas de espacio y de tiempo desvinculadas unas de otras con dominios inaccesibles. Incluso, algunos uni-

versos podrían crearse desde el interior de los “agujeros negros”. La teoría de los universos múltiples explica cómo el cosmos da lugar, pese a la fracción muy pequeña de probabilidades para que existan seres como nosotros, a la posibilidad de que en infinitos universos, se produzcan todas las variaciones, por ejemplo, de nuestras leyes físicas, dando lugar a la sucesión de acontecimientos como los que nos suceden.

Si se define a un universo como “el dominio de espacio y tiempo que alguien puede observar”, es plausible pensar que existen otros universos al que normalmente vemos. Universos diferentes en tamaño, contenido, dimensiones e inclusive leyes de la física que los gobiernan. La física teórica actual ha dado algunos pasos en esa dirección. Por ejemplo, dando solución a la “ecuación del campo de Einstein” se asevera la existencia de universos en espejo respecto del nuestro, postulándose la existencia de dos universos asintóticamente planos unidos por un “agujero negro”.

Según la física cuántica, una estrella mantiene estabilidad gracias al equilibrio, por una parte, entre su alta temperatura central que tiende a expandir la sustancia estelar, y, por otra parte, la atracción gravitatoria que tiende a contraerla. La estabilidad se altera si la temperatura desciende o se incrementa. En el primer caso, la estrella se contrae y su estructura atómica se desintegra, se convierte en una "enana blanca". Ésta, al contraerse, incrementa su campo gravitatorio y los conos de luz que emite se inclinan hacia adentro, evitando que la luz escape. Cuando llega a un punto crítico, la gravedad es tan grande que nada, ni siquiera la luz escapa: ha nacido un "agujero negro".

Actualmente se acepta que existe evidencia bastante firme y suficiente para afirmar la existencia de los “agujeros negros”, inclusive gracias al telescopio Hubble, se ha establecido que había uno en el centro de nuestra galaxia. Según la teoría general de la relatividad, la gravitación modifica de modo significativo el espacio y el tiempo en la proximidad del “agujero negro”. De este modo, si se acercara un observador al horizonte de sucesos desde el exterior, el tiempo se retrasaría respecto de observadores a distancia deteniéndose completamente en el horizonte. El campo gravitatorio de los “agujeros negros” es tan grande que ni la radiación electromagnética puede escapar. Todo “agujero” estaría rodeado por una frontera esférica denominada “horizonte de sucesos”, adonde la luz podría entrar pero no salir. Los “agujeros negros” son campos de alta densidad con una masa relativamente pequeña, condensada en un volumen mucho menor, o cuerpos de baja densidad con una masa gigantesca formada por la colección de millones de estrellas en el centro de una galaxia.

Según el físico inglés Stephen Hawking, muchos “agujeros negros” se habrían formado en el comienzo del universo, siendo posible que constituyan una cantidad significativa de la masa total del universo, aunque muchos también se habrían “evaporado”, dando lugar a que permanezcan sólo los de mayor masa.

Por otra parte, algunas teorías de la física cuántica, establecen que la materia contraída en el “agujero negro” es como si la estrella se hubiese "comido a sí misma" hasta desaparecer en algo de lo que no puede salir. Pues bien, dicha materia, o ha "muerto" o “se ha ido a otra parte”. Según los teoremas que han dado lugar al concepto de “singularidad” elaborado por Hawking, en el interior de los “agujeros negros” existe un elemento que es el límite o la frontera del tiempo y del espacio, produciéndose que la materia alcance otra parte y otro momento del universo. Además, el físico inglés ha sugerido

que los “agujeros negros” no se colapsan, sino que forman “agujeros de gusano” posibilitando la comunicación entre universos diferentes.

La especulación teórica asevera que el objeto llamado "agujero de gusano" permite realizar viajes en el tiempo, pero no a la misma realidad de la que se partió, sino a universos paralelos. Además, cualquier viaje al pasado implicaría la imposibilidad de volver al presente de donde se inició el viaje.

Los universos paralelos serían, en teoría, realidades más o menos independientes, donde se sucederían eventos con ligeras variaciones respecto de otros universos más o menos similares, pero donde se desencadenarían profundas consecuencias dados los más ligeros cambios. En efecto, gracias a los planteamientos realizados por la *teoría cuántica de la gravedad* y el desarrollo de la *teoría de cuerdas*, se ha constatado la posibilidad de existencia teórica de universos paralelos en múltiples dimensiones, dándose lugar a que eventos similares se repitan infinitas veces: aquí radica la justificación de que todo *retorna* infinitas veces, tal la fundamentación científica, particularmente física, de la teoría filosófica de “eterno retorno de lo mismo”.

BIBLIOGRAFÍA

ASIMOV, Isaac.

Nueva guía de la ciencia. Trad. Lorenzo Cortina. Plaza y Janés Editores S.A. Colección Divulgación. 1ª ed. Barcelona, 1985.

BACHELARD, Gastón.

Epistemología (Textos escogidos por Dominique Lecourt). Trad. Elena Posa. Ed. Anagrama. 2ª ed. Barcelona, 1989.

BUNGE, Mario.

Filosofía de la física. Trad. José Luis García. Editorial Ariel. Colección Ciencia de la Ciencia. 2ª ed. Barcelona, 1982.

Epistemología: Curso de actualización. Editorial de Ciencias Sociales. La Habana, 1982.

FERNANDEZ NARANJO, Nicolás.

“Albert Einstein: Su *Weltanschauung* y su filosofía personal”. En *Nóesis: Revista de la Universidad Mayor de San Andrés*. Nº 3. La Paz, julio de 1964. 209-26.

GARCÍA BACCA, Juan David.

Filosofía de las ciencias: Teoría de la relatividad. Editorial Séneca. Colección Árbol. México D. F., 1941.

REINCHENBACH, Hans.

La filosofía científica. Trad. Horacio Flores Sánchez. Ed. Fondo de Cultura Económica. 2ª ed. Barcelona, 1967.

RUSSELL, Bertrand.

El ABC de la relatividad. Trad. Pedro Rodríguez Santidrián. Editorial Ariel Quinquenal. 2ª reimpresión. Barcelona, 1981.