

## FISICA Y FILOSOFIA

---

ROBERTO ROJO

Tras un ligero recorrido histórico tendiente a esclarecer las relaciones entre el conocimiento propio de la física y los supuestos o principios filosóficos subyacentes a él, puede comprobarse una compleja interrelación, resuelta unas veces a favor de la filosofía, otras veces a favor de la física y no pocas en forma concordante. En ocasiones una es la determinante, y las hay en que la determinante es la otra. Uso aquí "determinante" en el sentido de que hay que atender a lo que ella dice, no siendo lícito a la otra soslayar el contenido y el sentido de ese discurso a riesgo de quedar teóricamente matrecha. Dejando de lado el momento auroral en que ciencia y filosofía son el apelativo del mismo, identidad mantenida incólume hasta la modernidad, digamos que la etapa que hoy vive la física ofrece a la mirada filosófica un paisaje fascinante: los celajes que dibuja en el horizonte del saber evocan los trazos que ya en sus inicios pergeñó la filosofía en el ámbito de la especulación. El mecanismo, el determinismo, el tiempo, el espacio, la índole de lo real, el papel del sujeto en la constitución del conocimiento, el sentido de la percepción y los límites del saber físico son problemas que en nuestros días hermanan los afanes inquisitivos de la física y la filosofía. Algunos de los antiguos y venerables temas filosóficos cobran así una especial resonancia a la luz de los logros de la ciencia física.

La historia de las grandes cuestiones de la física hace resaltar el hecho de que cuanto más profundamente penetra ésta en las reconditeces de los fenómenos tanto más se acerca a la perspectiva filosófica. Es como si la verdad usara dos discursos disímiles para transmitir los mismos contenidos ontológicos. Y hay que reconocer, por otro lado, que a veces son indiscernibles los enfoques, y que las cuestiones fundamentales, básicas, no resueltas por la física son susceptibles—al igual que los grandes problemas filosóficos—de opuestos enfoques, alimentados por convicciones y supuestos realistas o idealistas. De entre los varios y complejos problemas a que da lugar un planteamiento tal, sólo atenderé en este trabajo a un par de ellos, vinculado uno a la índole del fenómeno físico y el otro, a la del tiempo.

## **1. El fenómeno cuántico**

Un caso paradigmático está representado por la exploración cuántica que ofrece una imagen de la materia con el pertinente acceso cognoscitivo palmariamente diferente de la que brindaba la física clásica. Las dos imágenes antitéticas se nutren de distintos supuestos filosóficos, dando lugar a disputas científicas no acalladas aún. Por ello, los resultados de la física cuántica han dado lugar a interpretaciones filosóficas antagónicas.

¿Cómo responder, por ejemplo, a la pregunta de si el fenómeno cuántico está definido independientemente de la intervención del sujeto experimentador? ¿No será que sólo se determina gracias al proceso de la medición? De ser así estaríamos frente a imponderables consecuencias científicas y filosóficas porque la medida adquiriría un valor y una significación sin par en la medición corriente o

macroscópica, pues mientras ésta deja intacta la realidad medida, en el proceso de la medición cuántica la medida y lo medido se funden inextricablemente.

De este modo, es interesante recalcar que el planteamiento de los propios físicos conlleva la idea del vínculo estrecho que enlaza la imagen de la realidad con el pertinente proceso cognoscitivo, la índole de las partículas con el proceso de medir. Esto implica remozar con elementos nuevos el viejo problema filosófico tendiente a esclarecer las relaciones entre lo ontológico y lo gnoseológico en que se han enzarzado las teorías realistas e idealistas. Este debate continúa hoy a la luz de los nuevos logros de la física cuántica, como lo revelan los textos y las ideas a que aludo a continuación. El problema podría rotularse: "Lo real y la medida".

John Borgan ("Quantum Philosophy", *Scientific American*, July 1992) trae a colación el hecho de que para Wheeler el fenómeno cuántico no es partícula ni onda, esto es, que el fenómeno cuántico no está definido hasta el momento de medirlo. En este sentido, dice, el filósofo inglés Berkeley tenía razón cuando afirmaba hace dos siglos que "ser es ser percibido". Como vemos, esta evocación de Berkeley sitúa abiertamente a los físicos de la Escuela de Copenhague en la senda del idealismo, en aquella perspectiva filosófica para la cual no tiene sentido plantearse el problema de lo que sea la realidad independientemente de la medida, porque está definida por las preguntas que le hacemos. Una realidad en sí, un átomo en sí protegido por una mudez impenetrable es para estos físicos pura especulación. Una partícula sólo cobra existencia cuando responde a la inquisición de la experiencia física. Bohr expresa esta idea con claridad:

"No hay mundo cuántico. No hay más que una descripción abstracta de la mecánica cuántica y es un error pensar que la tarea de la física consiste en averiguar cómo es la naturaleza. Atañe a la física lo que podemos decir acerca de la naturaleza". (Citado por J. Bell: *Speakable and Unspeakable in quantum Mechanics*, Cambridge University Press, 1987, p. 142).

Al modo como el principio de la incertidumbre entrafia la inevitable perturbación del fenómeno cuántico producida por el proceso de la experimentación, así también la teoría de la medida cuántica, al hacer inesquivable la conciencia del sujeto observador en el proceso de la medición, arrincona la idea clásica de la objetividad a la cual, sin embargo, siguen adheridos los físicos de inspiración realista. La teoría de la medida sustenta así la convicción de que, berkeleyanamente hablando, sólo existe lo observado, lo medido, todo lo cual confiere al sujeto observador un papel básico y determinante en la comprensión de la realidad. John Bell, en su libro *Lo que se puede decir y lo que no se puede decir en la Mecánica Cuántica*—título de claras reminiscencias wittgensteinianas— resume estas ideas expresando que la teoría de la medida cuántica basada en el observador dice que la elección de los estados posibles del sistema cuántico no tiene consistencia real hasta que la información llega a la conciencia del sujeto observador.

Ante esta profesión de fe idealista asoman las pretensiones nunca abandonadas de la visión realista, para la cual la realidad ostenta objetividad, independencia plena con relación al sujeto observador. Al menos, cabe insinuar la posibilidad de una realidad objetiva, oculta tras las puras apariencias cuánticas. Con relación a

esta conjetura, dice A. J. Legget (*The problems of Physics*, Oxford, University Press, 1987):

"¿No podría ser... que subyace un nivel más profundo de la realidad? ... Si este es el caso, entonces es perfectamente posible que a un nivel más profundo los sistemas tengan realmente propiedades objetivas, más o no". (160)

"Sea como sea, la idea predominante entre los físicos es que el menor de los posibles males es abandonar la primera suposición, y estar de acuerdo con Niels Bohr en que no puede ni siquiera concebirse que las entidades microscópicas como los fotones posean propiedades definidas en ausencia de los dispositivos de medición destinados a determinar estas propiedades". (167)

"Para esta interpretación, preguntar cómo se habría comportado un electrón con diferentes aparatos de medición carece completamente de sentido". (167)

Tras estas especulaciones de los físicos, de índole pareja a la de los grandes filósofos, resulta a todas luces llamativo el que se apele a la medida como eje en torno al cual giran aquéllas de modo similar a la apelación que a la medida hace Protágoras en su famosa frase: "El hombre es la medida (métron) de todas las cosas". Con el valor de símbolo de una fuerte solidaridad teórica, hoy como entonces la medida exhibe la condición de piedra de toque de grandes cuestiones de la física y la filosofía. En un contexto semejante, el gran físico Heisenberg, de inspiración metafísica y religiosa, sostiene la vitalidad del pensamiento filosófico antiguo por lo que hace a

la condición de la materia y reivindica, concretamente, para la física más las ideas de Platón que las del atomismo griego. Dice:

"... la física moderna se ha decantado definitivamente en favor de Platón. Porque las mínimas porciones de materia no son de hecho objetos físicos en el sentido ordinario de la palabra; son formas, estructuras o —en el sentido que les da Platón— ideas, que pueden ser descritas sin ambigüedad en un lenguaje matemático". (Heisenberg y otros: *Cuestiones Cuánticas*, ed. por Ken Wilber, Barcelona, Cairós, 1991, p. 85).

## 2. Reversibilidad o irreversibilidad del tiempo

De entre los diversos y difíciles temas que suscita la idea del tiempo y cuyo tratamiento por la física arroja no poca luz sobre el enfoque propiamente filosófico se halla la de los procesos reversibles e irreversibles, a lo cual me restringiré aquí. Una vez más, la física y la filosofía emprenden solidariamente la misma aventura intelectual. Los mismos interrogantes, las mismas dudas, las mismas perplejidades. ¿Es el tiempo relativo o absoluto? Homogéneo o heterogéneo? ¿Simétrico o asimétrico? ¿Reversible o irreversible? ¿Objetivo o subjetivo? ¿Lineal o cíclico?

Centrándome en la discusión en torno a la índole de los procesos físicos —reversibles o irreversibles— quiero destacar que según se sustenta una u otra idea —*reversibilidad* o *irreversibilidad*— así será la idea que se sustente acerca del tiempo, del determinismo e indeterminismo, del azar y de las leyes físicas. Para algunos físicos la irreversibilidad es una ilusión porque todos los fenómenos son a la larga reversibles. Poincaré está alineado en esto con la teoría

ergódica o de la recurrencia o reversibilidad microscópica, según la cual todo proceso después de un tiempo vuelve a su estado primitivo. No es imposible con tiempo suficiente que vuelvan a ordenarse por sí mismas las partículas desordenadas de un gas expandido o que la baraja recupere el orden perdido al mezclar las cartas antes de repartirlas. La irreversibilidad aparece con la máscara de una ilusión y es achacable a nuestra imposibilidad de hacer observaciones a escalas enormes de tiempo. En suma, los procesos físicos son constitutivamente reversibles.

Veamos, para empezar, algunos ejemplos de procesos microscópicos irreversibles: el vaso roto no puede por sí recomponerse, el hielo-cuerpo-ordenado, se desordena irreversiblemente al colocarlo en agua caliente, el leño ardiendo, convertido en brasa o cenizas, no recobra su forma originaria, los naipes, desordenados al barajarlos, no se ordenan espontáneamente. Un ejemplo de proceso microscópico irreversible es el hecho de que las moléculas de un gas no vuelven a su estado primitivo una vez producida su expansión. Como ejemplos de procesos reversibles se suele señalar los movimientos del péndulo y el movimiento orbital de los planetas. Pero he aquí que estos procesos, en apariencia reversibles, son en definitiva irreversibles porque los movimientos del péndulo están sometidos a influencia externa en su condición de sistema no aislado, y el movimiento planetario tampoco es estrictamente reversible como lo revela el hecho de que la distancia de la Tierra a la Luna aumenta unos milímetros por año.

El pronunciarse por cualquiera de los términos de la alternativa conlleva consecuencias filosóficas estrechamente vinculadas a los resultados de la ciencia física, como las referentes a una visión de la estructura de la realidad, de la simetría o asimimetría del tiem-

po, del determinismo o indeterminismo de los procesos físicos.

### 3. Irreversibilidad y entropía

La irreversibilidad cobra especial significación en la física a partir del momento –fines del siglo pasado– en que el físico alemán Clausius enuncia la Segunda Ley de la termodinámica y con ello hace su presencia la ley de la *entropía*, según la cual un sistema aislado tiende siempre a un estado de mayor desorden, esto es, la entropía o el desorden de un sistema aislado no decrece nunca. La entropía se convierte entonces en el eje de una nueva visión de la realidad física. Queda, por ejemplo, arrinconada la *simetría* del tiempo de la física clásica que no distingue el pasado del futuro en la formulación de las leyes, mientras que por obra de la entropía la *flecha del tiempo* pone al descubierto una diferencia intrínseca entre el pasado y el futuro, y como *flecha termodinámica* expresa la dirección en que aumenta la entropía. La *flecha termodinámica* expresa la dirección en que aumenta la entropía. La flecha termodinámica se explica, según Hawking (*Historia del Tiempo*, Barcelona, Crítica, 1988) porque hay más estados desordenados que ordenados. Un rompecabezas o un mazo de naipes tienen un orden, pero enormes posibilidades de desorden.

Atendiendo a las consecuencias que trae consigo la entropía, juzga Prigogine que la irreversibilidad tiene alcance universal porque todos los fenómenos, macroscópicos y microscópicos, físicos, químicos y biológicos tienen la irreversibilidad como propiedad inherente a su estructura. Dice

"Es conveniente subrayar que la irreversibilidad es una propiedad común a todo el universo: todos envejecemos

en la misma dirección". (*El nacimiento del Tiempo*, Barcelona, Tusquets, 1991, p. 45).

"Si la experiencia confirma nuestras predicciones no existe un sistema cuántico reversible. Las leyes reversibles se muestran, a partir de ahora, relativas a casos límites. (Prigogine e Isabelle Stenger, *Entre el tiempo y la Eternidad*, Madrid, Alianza, 1990, p. 158).

Así vistas las cosas, la reversibilidad que da pie para una concepción determinista, es para este físico una ilusión y queda, como tal, fuera de las posibilidades de un tratamiento científico. Según se advierte, es palmario el contraste con Pincaré: para éste la reversibilidad es una ley fundamental y la irreversibilidad un caso límite; para Prigogine, en cambio, la irreversibilidad es una ley fundamental y la reversibilidad es apenas un caso límite.

Hay más aún en conexión con el singular papel asignado a la irreversibilidad: la *irreversibilidad*, la *probabilidad* y la *coherencia* son las condiciones que hacen posible la existencia de nuevas estructuras físicas. Vale decir que al romper la simetría los procesos irreversibles muestran su papel creador, que no es otra cosa que el papel creador del tiempo, y esto al punto de que sin irreversibilidad no sería posible nuestro conocimiento y ni siquiera nuestra existencia misma. Esto significa, en última instancia, que la irreversibilidad no es el nombre de nuestra ignorancia ni el guiño falaz de una ilusión sino un rasgo objetivo del universo mismo. En palabras de Prigogine:

"La estructura del espacio-tiempo está ligada a la irreversibilidad o la irreversibilidad expresa también una estructura del espacio-tiempo. El mensaje del segundo

principio de la termodinámica es un mensaje sobre la estructura del universo". (*El nacimiento ...*, p. 97)

Este examen tocante al sentido y alcance de la irreversibilidad brinda apoyo suficiente a la convicción de Prigogine en torno al indeterminismo, al azar y a la imposibilidad de predecir los acontecimientos; con la exaltación de la irreversibilidad a ley fundamental queda hecho trizas el sueño de predecir el futuro. Una vez más, como en otros momentos gloriosos de la historia de la ciencia, la física entrelaza su problemática con los sempiternos problemas de la filosofía, y confirma que, como dije al comienzo, el ahondamiento científico en los niveles o estructura de lo real conduce inevitablemente al ámbito de las reflexiones filosóficas. Son esas ocasiones memorables en que celébrase, con entusiasmo, el feliz connubio de esas dos elevadas expresiones del pensamiento teórico: la física y la filosofía.