

La primordialidad de la materia y la mecánica cuántica

Luis de la Peña*

I

Antes de entrar en materia, quisiera tejer algunos comentarios en torno a temas tratados por Brody en su intervención en esta misma mesa. Permítanme iniciar mi exposición con el señalamiento de algunos lugares comunes; creo que ello es conveniente, pese al riesgo de cansarlos, pues habré de emplear el lenguaje del físico, con toda su deformación profesional y temo que ello pudiera generar algunas confusiones que vale la pena tratar de evitar en lo posible.

Brody insistía en que la ontología materialista debe basarse en el postulado de la primordialidad de la materia, abstrayendo de toda concepción específica de orden metafísico —uso su lenguaje— acerca de qué es, cómo es, la materia; sin embargo, señalaba con tediosa regularidad: la ontología materialista se ha confundido con presupuestos metafísicos.

Esta tesis encierra, temo, el riesgo de un malentendido que vale la pena prevenir. Si consideramos que los presupuestos metafísicos a que hacemos referencia se originan a partir de las ciencias particulares —de hecho, son extrapolaciones no garantizadas del conocimiento científico— y se demanda prescindir de ellos al construir la ontología materialista, podría parecer en una primera impresión que ello es equivalente a declarar que el materialismo filosófico tiene un carácter precientífico si no es que acientífico. Esta es una conclusión esencialmente errónea, como un breve razonar permite ver. En efecto,

* Instituto de Física, UNAM.



bastaría analizar someramente, por ejemplo, los tres postulados que el mismo Brody utilizó para definir la ontología materialista,¹ para percibir de inmediato que ellos no son sino el producto de la experiencia colectiva y reiterada del hombre, es decir, producto de la observación del mundo, críticamente analizada y, en consecuencia, tienen un carácter eminentemente científico, independiente de su elementalidad intrínseca.

De no contar el materialismo filosófico con un soporte científico, no podría resistir la prueba a la que sistemáticamente lo somete el propio desarrollo científico. Y es éste precisamente el origen de la gran atracción que el materialismo ejerce sobre el científico: su perseverante consecuencia con el conocimiento científico.

Por ejemplo, la hipótesis básica y central del materialismo, que establece que el mundo existe en forma independiente, objetiva y anterior a toda observación, no es en forma alguna un principio dado *a priori*; por lo contrario, se ha requerido dar un largo camino y hacer un serio esfuerzo de abstracción recogiendo la experiencia colectiva para llegar a él.

Vemos así que debemos entender el materialismo filosófico como una doctrina derivada del análisis crítico de nuestro interactuar con el mundo y aceptarlo como una concepción racional del mundo, consistente con nuestra expresión y que no es ni acientífico ni precientífico. En consecuencia, debemos admitir —y esto lo comprueba la historia de la filosofía— que la ontología materialista se desarrolla junto con el conocimiento humano. Podríamos precisar esto: el materialismo filosófico es científico pero no es el resultado de ninguna ciencia en particular, sino de la suma total de conocimiento científico. Para ser objetiva, cada ciencia debe conformarse a él; para ser moderno, el materialismo filosófico debe a su vez conformarse a lo mejor de cada ciencia.

La noción de ontología ma-

rialista que estoy defendiendo obviamente está en contradicción con la noción más tradicional del materialismo extremo que proclama que todo lo que existe es materia. Existen el círculo y el número 2; existen las teorías científicas y las filosóficas; existe el poder político y existen las ideologías y ninguno de estos es antes materia. Pero no tengo que remontarme al terreno de lo conceptual para mostrar algo que existe y no es materia; permítame recordar un ejemplo tomado de la física, la ciencia natural por excelencia: el sonido. El sonido con que les hablo y ustedes me escuchan no es materia: es un proceso vibratorio que se da en la materia.

Vemos que lo que existe y constituye el mundo es materia y procesos materiales. Estos últimos, los procesos materiales, pueden ser externos (como lo es el sonido que se propaga en el aire) o internos (como son los conceptos, las ideas, los colores). En consecuencia, el materialismo contiene al mundo subjetivo como parte del mundo material, como conjunto de procesos materiales que se dan en la mente humana, y en la sociedad.

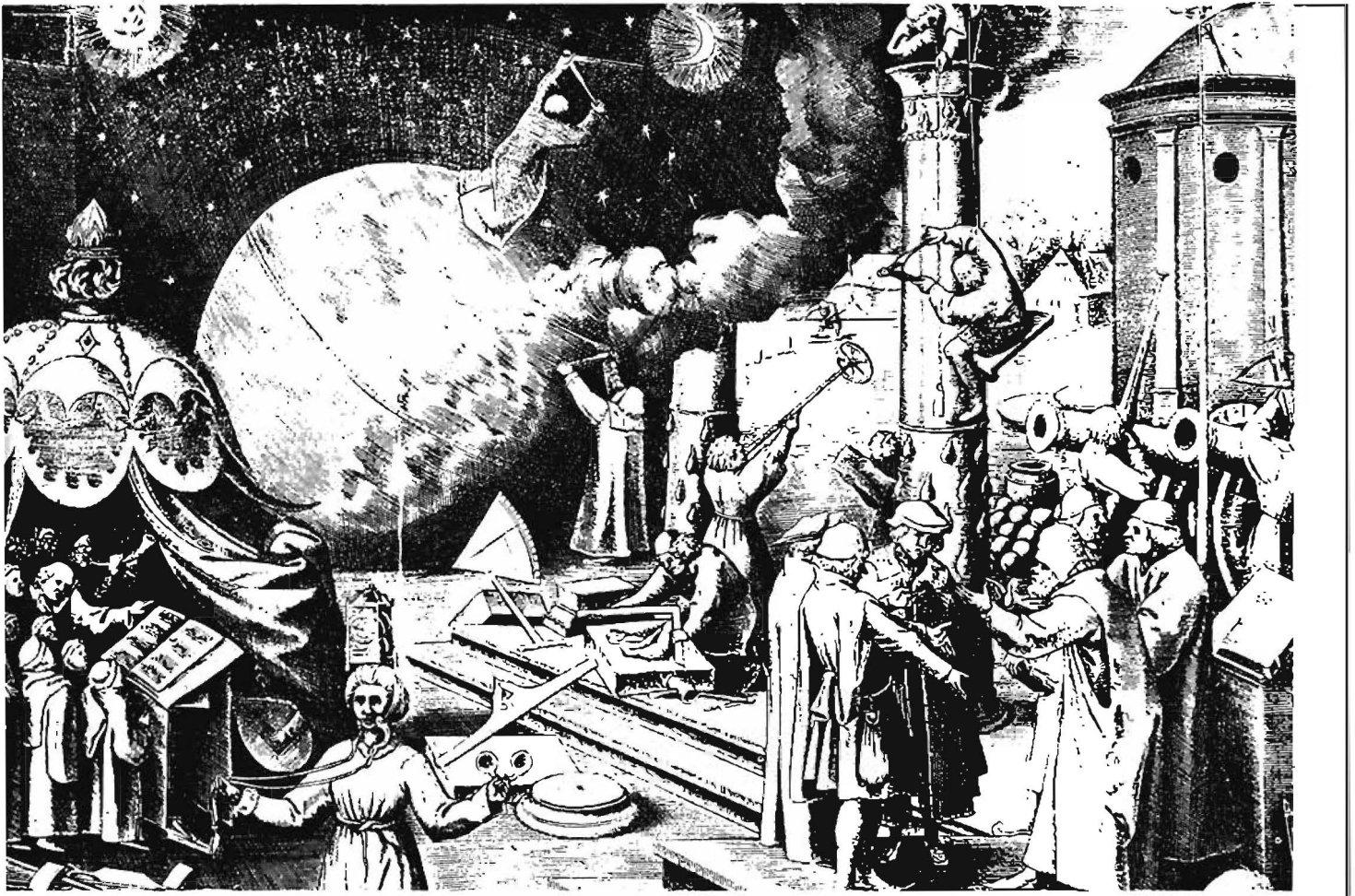
Así pues, el materialismo, para ser completo y congruente consigo mismo, debe incluir como parte de él al sujeto, con su bagaje de ideas, concepciones, prejuicios y filosofías, incluyendo las idealistas: todo ello forma parte del mundo material y de sus procesos y fenómenos.

Si aceptamos que el materialismo filosófico se desarrolla con el desarrollo genérico del conocimiento científico, tenemos que aceptar que el hecho de que se vea obligado a postular la existencia objetiva de la materia sin estar en condiciones de dar una definición precisa y definitiva de ella, no hace de ésta, la materia, sino una dificultad que, lejos de invalidarlo como doctrina filosófica, sólo muestra que la ciencia misma y, muy en particular, los físicos, no han hecho posible tal definición.

Más aún. La etapa alcanzada de nuestros conocimientos nos permite afirmar que la pretensión



de una tal definición carece de sentido. El concepto de materia, como cualquier otro concepto suficientemente general de la física —y con mayor razón en este caso, cuando tratamos de un concepto que pertenece a *todas* las ciencias— es plurívoco no podemos pretender definirlo en forma unívoca, de tal manera que una noción universal fuera válida en toda circunstancia. Si este no es el caso para nociones tan simples como la de longitud o la de masa, ¿qué derecho *tendrían* a demandar *a priori* la posibilidad de una definición universal y final de materia? La materia para un astrónomo no es lo mismo que la materia para un físico de partículas elementales o para un zoólogo: ellos estudian diferentes niveles de organización de la materia y, por lo tanto, diferentes formas de manifestación de ellos; cada uno se interesa sólo en algún o algunos aspectos de la materia, mientras que la materia es el conjunto de todos sus aspectos, observados o no, entendidos o no.



Me atrevería a ir más lejos y decir que en el momento en que el materialismo filosófico pretenda poseer una definición universal y definitiva de materia, en ese momento habría dejado de ser materialismo.

Lo anterior, naturalmente, no implica en forma alguna que no sea necesario y posible formular criterios que permitan distinguir lo que es material de lo que no lo es; estos criterios deben de hecho emerger de las ciencias particulares y de sus métodos. Pero esta observación de inmediato refuerza lo anterior: como estamos absolutamente seguros que aún no conocemos todas las ciencias que el hombre habrá de conocer —en mi optimismo descarto la eventualidad de una guerra genocida— estamos en consecuencia también seguros de que aún no conocemos todos los criterios válidos de materialidad.

II

Después de estas breves consideraciones tan generales, permítan-

me tocar algunos puntos sugeridos por la mecánica cuántica, esta moderna teoría de la estructura de la materia, de la que tantas técnicas y tanta filosofía han emergido.

La mecánica cuántica —nos enseñan los textos— ha mostrado que el electrón, ese corpúsculo fundamental constitutivo del átomo, no es precisamente eso, sino algo más activo, que ora se manifiesta como corpúsculo, ora lo hace como onda. Esto se dice fácilmente y tanto lo hemos oído que como cualquier otro slogan comercial, lo hemos ya tomado como cierto. Pero si se piensa en lo que realmente significa, descubriremos que no es cosa tan simple e inocente el aceptarlo; de hecho, si este es el caso, fácilmente podemos concluir que su hallazgo constituye el descubrimiento filosófico —ya no sólo científico— mayor en lo que va del siglo. Vale pues la pena detenerse a analizar un poco más profundamente el asunto.

En primer lugar, aclaremos la idea. Concebir al electrón como

un corpúsculo no creo que conduzca a mayores problemas conceptuales y doy por hecho que todos lo podemos hacer sin mayor dificultad. Pero piénsese ahora que lanzamos uno de estos electrones (dentro de una cámara de vacío, etc., etc., para no perturbar indebidamente su movimiento) contra algo así como una coladera y nos preguntamos por cuál de todos los agujeros de la coladera pasa el electrón. Pues bien, la sorprendente respuesta que da la mecánica cuántica es ésta: pasa por todos. Sí, exacto, por todos a la vez. ¿Que cómo lo hace? Bien, encontrándose de pronto frente a la necesidad de tomar una decisión, con un espíritu envidiamente democrático, el electrón decide trasmutarse en onda, llenar todo el espacio y así, esponjadito, estar en condiciones de tratar a todos los agujeros con la misma atención. Este ejemplo, que no es una exageración, muestra ya el terreno en que nos estamos moviendo. Sorprendente es el hecho de que el electrón posee propie-

dades ondulatorias, lo que, por ejemplo, nos obliga a asignarle dimensiones y estructura arbitrarias e incluso macroscópicas: un electrón podría por sí solo llenar este salón según esta concepción —que junto con otras son *sui generis*, por ejemplo. La velocidad de propagación de la onda electrónica depende, no del medio en que se propaga, sino de la energía del electrón puntual que la genera. Pero aun más sorprendente es el hecho de que el pasaje de la manifestación corpuscular a la manifestación ondulatoria se realiza cuando el electrón se enfrenta a una alternativa como la de tener que decidir por cuál agujero pasar.

Estoy empleando un lenguaje subjetivo para narrar el resultado de un experimento con electrones; cualquiera que haya tenido la oportunidad de curiosear por algún texto de mecánica cuántica aceptará que éste es precisamente el tipo de lenguaje que se emplea en ellos. Para justificarlo como científico, no ha faltado quién llegue al extremo de dotar al electrón de una subjetividad propia —algo así como el germen, el ladrillo, de la subjetividad *macroscópica*.

El caso es claramente excepcional y lo podemos dejar de lado; pero al adoptar esta solución caemos de bruces en el idealismo. Ya en esta línea ¿por qué no ser consecuentes y concluir con Heisenberg que esta onda que asociamos al electrón, lo que realmente describe no es el electrón, sino nuestro conocimiento del comportamiento del electrón? Hemos empezado en el terreno de la física y el experimento nos ha transportado al de la psicología. Describíamos al principio un electrón corpuscular; pasamos luego a una onda que pasamos a identificar como una probabilidad; para terminar, considerando a esta probabilidad como una medida de nuestra ignorancia y descubrir entonces que la física nos permite escribir ecuaciones que describen nuestros procesos mentales acerca del electrón. Lo que más admiro de esta descripción es la claridad con que ella demuestra

cómo la onda de nuestra ignorancia puede propagarse hasta invadir todo el espacio.

Esa tendencia, tan característica de la mente humana cultivada, a dar carácter absoluto a resultados científicos particulares —responsable, en particular, de ese gusto para transformar el conocimiento científico en metafísica— ha actuado obviamente en el campo de la mecánica cuántica. Acabamos de ver la fertilidad del terreno; no es extraña pues la actitud de Bohr, de Heisenberg y tantos otros —incluso algunos que se autocalificarán de dialécticos— para hacer de la buena ciencia del electrón una mala metafísica.

Yo intentaría resumir la situación afirmando que la mecánica cuántica ha elevado nuestra ignorancia a la categoría de principio físico —absolutizándola— y de ahí ha partido para hacer filosofía.

Permítanme explicarme. Todo lo antes dicho del electrón —que es corpúsculo, que es onda, que se trata de una onda de probabilidad, etc.—, así como lo que se dice en los textos de mecánica cuántica de tenor similar no es conocimiento científico. Se trata, simple y llanamente de una interpretación, de una lectura filosóficamente prefigurada, del conocimiento científico. Lo que la física establece —con la solidez y maleabilidad de todo otro conocimiento físico fundamental— es la existencia de ciertas peculiaridades del comportamiento del electrón. Por ejemplo, que un electrón manifiesta un comportamiento aleatorio aun en ausencia de causas externas obvias, mientras que un conjunto estadístico de electrones dinámicamente equivalentes en algún sentido específico, manifiesta un comportamiento regular bien determinado. Es precisamente este comportamiento estadístico el que revela poseer caracteres asimilables a los de los fenómenos ondulatorios. El resto es interpretación. Y así como el positivismo vistió con un ropaje subjetivo toda esta fenomenología dando lugar a la interpretación de Copenhague referi-

da anteriormente, también es posible leer a la naturaleza en este caso con un lenguaje objetivo y materialista. Simplemente, basta con reconocer que estamos frente a una fenomenología nueva, que revela la existencia de causas externas no obvias y aún desconocidas, generadoras del comportamiento aleatorio del electrón individual, y a la vez, de su comportamiento estadístico ondulatorio. Esto no sólo es físicamente legítimo, sino filosóficamente sano: la física moderna no sólo no está reñida con el materialismo filosófico, sino que lo refrenda al constatar que la fenomenología de la materia es mucho más rica que lo que se deriva de la vieja física clásica.

Lo que nos ha inducido a generar el esquema ortodoxo ha sido suponer que el hecho de que el electrón manifiesta un comportamiento aleatorio sin causa externa aparente, implica en efecto un comportamiento esencialmente aleatorio del electrón *per se*. Esta hipótesis tiene su apoyo en un dogma absolutamente injustificado: la ausencia de causa aparente implica la inexistencia de causa real. He aquí otro ejemplo de absolutización del conocimiento factual, que desborda los marcos de la ciencia. Es nuestra ignorancia de las causas que generan el comportamiento *sui generis* del electrón lo que nos impide entender cabalmente la física del problema. Al postular gratuitamente la inexistencia de tales causas y elevar a categoría de principio el libre albedrío del electrón abrimos una puerta al idealismo y cerramos otra a una física riquísima: precisamente la que nos permitiría entender qué pasa con el electrón. El preguntarse sobre esta física constituye hoy en día una herejía que excede lo que cualquier físico disciplinado puede soportar sin perder la compostura. Pero en el fondo no hay en ello nada de singular: la física contemporánea posee los elementos teóricos necesarios para iniciar la exploración de esta región del mundo físico, por

lo que la pregunta no es sólo legítima, sino plausible y actual. Y urgente —me agrada- ría añadir.

Afortunadamente, algunos pa- sos se han dado ya, tratando de responder a estas inquietudes; la investigación respectiva —que recoge lo más sano y dinámico de la tradición materialista de la física— se encuentra aún en una etapa muy incipiente, debido en mucho a que el clima reinante de dogma y *autosatisfacción* ha inhibido no sólo esta clase de estudios, sino la expresión misma de la propia inquietud e insatis- facción, y, más aún la libre dis- cusión de los fundamentos mis- mos de la física cuántica. Como no nos es posible entrar aquí en detalles, además de que aún no está enteramente claro cuál de todas las posibles vías pro- puestas de salida habrá de con- solidarse en la práctica en el fu- turo, nos hemos de contentar aquí con referir al lector intere- sado a la literatura sobre el te- ma para ampliar su información.

Referencias

- 1 T. A. Brody, "Materialismo y avance científico".
- 2 Ver por ejemplo, E. E. Witmar, "Inter- pretation of quantum mechanics and the future of physics", *American Journal of Physics*, núm. 35, 1967, pp. 40-52.
- 3 M. Jammer, *The philosophy of quantum mechanics*, Wiley, 1974.
- 4 T. A. Brody, A. M. Cetto y L. de la Pe- ña, "Hacia una formulación causal de la mecánica cuántica", *Revista Mexicana de Física*, núm. 26, 1979, pp. 59-87.
- 5 L. de la Peña y A. M. Cetto, "Why Schrödinger's Equation?", *Int. Journal Quantum Chemical*, XII, suppl. 1, 1977, p. 23.

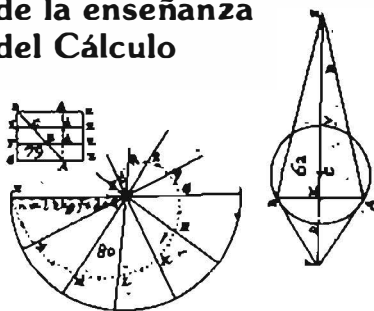
Los trabajos de Luis de la Peña y Thomas A. Brody, así como los de Ulises Moulines y Mario H. Otero ("Los conceptos de materia y sus dificultades" y "El concepto de materia y el materialismo", respectivamente; *Elementos*, núm. 10), fueron presentados en el Coloquio Nacional de Filosofía realizado en la UAP. La mesa sobre materialismo y filosofía fue coordinada por el doctor Mario H. Otero, quién publicó una antología sobre el tema en el Instituto de Investigaciones Filosóficas de la UNAM.

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN Cinvestav



Juan José Rivaud

Acerca de la enseñanza del Cálculo



José Antonio Robles

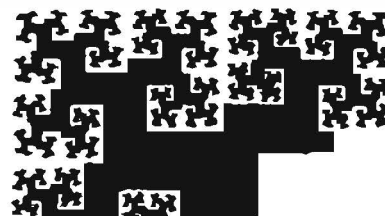
Ensoñación cosmológica o de los peligros que representa el dejarse atrapar por los misterios de los hoyos negros

Alicia García Bergua

Del conocimiento peligroso

Miguel Angel Pérez Angón

25 años de Física



Guillermo Massieu

La Universidad y las necesidades de la sociedad contemporánea



II Escuela Nacional Propedeútica y de Actualización

La Segunda Escuela Nacional Propedeútica y de Actualización se celebrará en las instalaciones del Departamento de Física del Instituto de Ciencias de la Universidad de Puebla, en la Ciudad de Puebla, del 22 de junio al 21 de agosto de 1987. En esta escuela se ofrecen cuatro cursos propedeúticos para ingresar a los programas de Maestría en Física de seis instituciones nacionales. Los cursos propedeúticos que se ofrecen son:

- Mecánica Clásica,
- Electromagnetismo,
- Termodinámica y
- Métodos Matemáticos.

Se tienen disponibles becas para estudiantes de Física o carreras afines que deseen participar en esta escuela. Para mayor información, dirigirse a cualquiera de las personas abajo indicadas o directamente a las instituciones participantes:



Instituto de Ciencias de la Universidad Autónoma de Puebla, Maestría en Física: Dr. Rafael Baquero, Depto. de Física, ICUAP, Apdo. Postal J-48, 72000 Puebla, Pue., Tel. (22) 45 7645.



Instituto de Física de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Maestría en Ciencias (Física): Dr. Rubén A. Rodríguez, IFUASLP, Manuel Nava 3, 78240 San Luis Potosí, S.L.P., Tel. (481) 3 7557.



Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Maestría en Ciencias (Física): Dr. Alberto García, Depto. de Física, CINVESTAV-IPN, Apdo. Postal 14-740, 07000 México, D.F., Tel. 754 6476.

Instituto de Física de la Universidad de Guanajuato, Maestría en Ciencias (Física): Dr. Armando Antillón, IF-U. de Gto., Apdo. Postal E-143, 37000 León, Gto., Tel. (471) 6 6733.



Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, Maestría en Ciencias (Óptica): Dr. Jesús Pedraza, Coordinador del Grupo de Óptica, Apdo. Postal 51 y 216, 72000 Puebla, Pue., Tel. (22) 47 0500, Ext. 191.



Universidad de Sonora, Maestría en Física: Dr. Raúl Acévez, Centro de Investigación en Física, UNISON, Apdo. Postal A-88, 83190 Hermosillo, Sonora, Tel. (621) 2 5492, Ext. 160.

