

Materialismo y avance científico



Thomas A. Brody *

1

Las relaciones mutuas entre filosofía e investigación científica son múltiples, profundas y sutiles. No siempre se reconoce esta verdad; y los defectos de ignorarla o deformarla pueden ser nefastos. Varios de sus aspectos casi no se han estudiado; no sabemos, por ejemplo, nada más que algunos lugares comunes sobre la influencia que el pensamiento científico tiene en el desarrollo de la ética; las implicaciones de la creatividad científica en filosofía estética o el concepto de elegancia de una teoría esperan aún su autor; y para los filósofos políticos las futuras consecuencias del espíritu profundamente democrático del método científico siguen siendo una incógnita —como también se da poca consideración a la interacción inversa, la que permitiría influenciar el crecimiento científico a través de medidas políticas.

*Instituto de Física, UNAM
Apdo. Postal 20-364
México 20; D F

Pero por importantes que sean estas cuestiones, el problema central, cuya solución se requiere para poder atacarlas, es el ontológico; precisar una relación entre concepciones ontológicas (en el sentido más general) y teorías científicas, precisarla en tal forma que las teorías puedan desarrollarse ampliamente sobre bases filosóficas apropiadas, mientras estas bases se vean enriquecidas por el desarrollo científico mismo.

Quisiera introducir aquí una distinción entre principios ontológicos y principios metafísicos que tal vez no corresponda al uso habitual de estos términos pero que se revelará útil en lo que sigue. Un principio pertenece a la ontología si resulta básico para entender lo que constituye la investigación científica sin que esté ligado directamente a un resultado o concepto específico de la ciencia; en cambio, un concepto se llamará metafísico si es consecuencia, extensión o generalización de una concepción científica particular. Desde luego un principio ontológico en este sentido nunca puede ser independiente del trabajo científico: pero se puede concebir como una posición subyacente, común, la cual por ende recibe apoyo u oposición, no en una investigación particular, ni siquiera de una ciencia particular, sino a través del esfuerzo científico como un todo. No existe, para tomar un ejemplo, ningún dato de laboratorio ni tampoco ninguna conclusión teórica que invalide una posición solipsista; pero sí es evidente que el solipsismo es incompatible con el empeño científico en general, revelándose ser así una concepción ontológica más que metafísica.

Por otro lado los principios ontológicos tienen lazos estrechos con los principios gnoseológicos; posiciones metafísicas, en cambio, rara vez implican algo respecto a la gnoseología. Un ejemplo de esta situación se verá más adelante.

La distinción que aquí propongo es relevante ya que es la posición ontológica la que resultará básicamente filosófica: las ideas metafísicas, en

cambio, se revelan como generalizaciones no siempre justificadas—extrapolaciones— de puntos de vista surgidos de ciencias particulares; con frecuencia engendran confusiones y dificultades cuando se les quiere aplicar fuera del alcance de estas teorías.

Esto es particularmente cierto para la ontología materialista, la cual con tediosa regularidad se ha confundido con presupuestos metafísicos. El materialismo como concepción ontológica no involucra más que tres ideas fundamentales:

- que el universo existe en forma independiente y anterior a toda observación;
- que el universo se deja subdividir en sistemas que cambian y evolucionan mientras existen, siendo que ningún cambio ocurre espontáneamente;¹
- y finalmente que la mente humana es un sistema de esta índole, pero dotado de la capacidad de simular dinámicamente procesos externos a él.

Es evidente que no ha habido escuela de pensamiento materialista que se haya limitado a estos principios; siempre el desarrollo de las ideas, y en los últimos tres siglos muy específicamente de las ideas científicas, ha hecho que la palabra "materialismo" se interprete como si conllevara también concepciones específicas de orden metafísico: que la materia es lo único que existe, por ejemplo, entendiendo por materia lo que pesa; que la materia está formada de átomos inmutables; que sólo hay energía, la cual algunos han supuesto que a veces se condensa en átomos; que existe un éter porta-

¹ Si quisiera yo detallar más este principio, que en otros contextos he llamado el de la separabilidad parcial, habría que agregar que esta subdivisión —y se trata aquí no, o más bien no solamente, de una subdivisión conceptual, sino de una actividad concreta y de laboratorio— es siempre aproximada, se puede hacer de muchas formas pero nunca es arbitraria.



Las ilustraciones de Peter Bruegel (? — 1569) han sido tomadas del libro de Arthur Klein *Mundos Gráficos de Peter Bruegel el viejo*

dor de la energía radiante; o que la ontología materialista necesariamente involucra el determinismo en el sentido laplaciano.

Todas estas nociones particulares tienen su origen en diversas teorías científicas; ninguna de ellas basta para abarcar lo que sugiere la totalidad de las teorías, ni siquiera de las actualmente vigentes. Aún más grave, estas concepciones representan limitaciones para el desarrollo continuado de la investigación, precisamente porque prejuzgan allí donde se requiere la apertura a lo nuevo: representan posiciones demasiado fijas.

Ilustraré en lo que sigue este punto con la discusión de dos de estas posiciones, el continuismo y el atomismo. Del segundo se han hecho amplias extrapolaciones filosóficas; el primero hasta la fecha no ha ascendido a tal dignidad, pero sí ha tenido una influencia nada despreciable en las ideas generales de muchos científicos. Estas ilustraciones servirán después para sacar algunas conclusiones.

II

Durante toda la edad media el continuismo persistió como la idea más simple sobre la constitución de la materia, sin alcanzar la elaboración y extensión a las que reservamos el nombre de teoría. En parte eso era porque entonces como también después suscitaba cierta sospecha filosófica, dado que la idea de la divisibilidad indefinidamente continuada de los cuerpos materiales es muy difícil de cernir. Pero no existía alternativa: las concepciones atomistas de ciertas escuelas griegas quedaban sin comprobación alguna y —peor aún— olían a lo que hoy en día llamaríamos “subversión”.

En la época del capitalismo ascendente la nueva ciencia física generó varias teorías de índole continuista, y a pesar de sus dificultades filosóficas la noción empezó a adquirir consistencia y a llamar la atención de los pensadores. Había la teoría de los dos fluidos eléctricos, aceptada plenamente por Benjamín Franklin, por ejemplo; el calor tam-

bién se consideraba como un fluido perfectamente continuo, al que Lavoisier dio el nombre de calórico, y no fue sino a comienzos del siglo pasado que los experimentos de aquel aventurero extraordinario, Rumford, hicieron retroceder a los caloristas. Finalmente, en óptica la teoría ondulatoria de Huyghens, de índole continuista, estaba sólidamente establecida; sólo en nuestros tiempos logró la mecánica cuántica resucitar las nociones corpusculares de Newton.

Detrás de estas teorías y dándoles un respaldo eficaz se habían desarrollado las técnicas matemáticas del continuismo, teniendo a la cabeza el cálculo infinitesimal y el análisis. A partir de los trabajos fundamentales de Newton y Leibniz, una larga serie de matemáticos lograron no sólo extender sino solidificar estas ramas, al punto de constituir en el siglo pasado la base esencial y casi exclusiva de la física teórica. Estas técnicas, incluso, sirvieron a la única excepción en el cuadro continuista, pero una excepción de peso: la mecánica, en donde el atomismo newtoniano seguía dando frutos ricos y variados. Desde el punto de vista de la fundamentación esta situación podía parecer poco satisfactoria, dado que de la mecánica, considerada como la piedra angular de la física, se esperaba poder deducir sus otras ramas; pero entre aquellas generaciones de físicos, poco dados a filosofar, esta aparente contradicción nunca suscitó serias preocupaciones.

Fue éste el cuadro en que cayó el descubrimiento del principio de la conservación de la energía. Los experimentos de Rumford y Humphrey Davy habían sentado las bases de una teoría mecánica del calor, pero esta teoría no podía realmente tomar forma hasta que en los años cuarenta del siglo pasado Mayer, Joule, Colding y otros establecieron que en la conversión de calor en energía de movimiento mecánico y viceversa nada se pierde. Este principio tuvo un efecto profundo: le dio a la energía un grado de realidad y casi tangibilidad que nunca antes había tenido, y así la dotó de un signi-





ficado mucho mayor.

El descubrimiento de esta ley de conservación estimuló fuertemente el crecimiento de la teoría física, pero en dos direcciones opuestas. Por un lado, arrancó de allí la mecánica estadística, renovando la concepción mecánica del calor a un nivel superior; ésta es la dirección atomista que discutiré más adelante. Por otro lado, la ley de la conservación de la energía completó el cuadro básico de la termodinámica, de la cual forma la primera ley;² esta rama de la física, asociada con los nombres de Clausius, Kelvin, Rankine, Clapeyron, Maxwell y muchos más, tiene una estructura estrictamente continuista. No se hace ninguna suposición sobre la constitución interna de los sistemas descritos por ella, más allá de la idea muy general de que un sistema es capaz de existir en un continuo de diferentes estados, los cuales pueden especificarse con unas pocas variables de estado, mientras todas las demás propiedades pueden deducirse mediante una relación entre las variables de estado, relación que se conoce como la ecuación de estado y que caracteriza el sistema. Nada de átomos ni de moléculas, de velocidades ni de colisiones: las típicas variables de estado son presión, temperatura, volumen, energía interna, entropía. Son variables que describen el estado macroscópico, observable del sistema; en ello reside a la vez la gran fuerza y la limitación de la termodinámica. Su fuerza proviene del hecho de que sus ideas y técnicas son aplicables a cualquier sistema material, de que sus cuatro leyes fundamentales son válidas a través del universo;³ pero esta universalidad es limitada porque la termodinámica sólo describe y no explica. Es una teoría fenomenológica, en la cual es irrelevante la estructura microscópica de los objetos que estudia;

para no citar sino un punto, no es capaz de derivar las ecuaciones de estado que se necesitan: hay que inyectarlas desde afuera, obteniéndolas del experimento o de una teoría molecular.

Pero lo que más llamaba la atención en el siglo diecinueve era que la termodinámica es enormemente útil: fue la base del entendimiento teórico de casi toda la industria de aquel entonces, desde la máquina de vapor hasta las afinidades y reacciones químicas. Esta utilidad radica precisamente en su universalidad; y dado el papel central que juega la energía en la termodinámica no parece asombroso que Rankine concibiera la energía como el elemento primordial de todo.

He aquí el punto preciso donde el continuismo pasó de ser un concepto físico para convertirse en extrapolación metafísica, en el sentido que señalé al comienzo. Una teoría física puede muy bien ser continuista como lo es la termodinámica, aunque a su lado existan otras teorías físicas que no lo son; la mecánica estadística, en particular, es atomista desde su comienzo, y como veremos éste es un hecho significativo. No hay conflicto ni contradicción aquí (más que en apariencia), dado que cada teoría tiene su alcance dentro del cual "funciona" con muy buena aproximación y fuera del cual falla cada vez más burdamente. Si los alcances de dos teorías se recortan, esto crea entonces un problema específico (resoluble mediante investigación en física) y no una dificultad de índole filosófica. Pero si se intenta extender la idea del cotinuismo más allá de los alcances de sus teorías físicas, entonces surgen dificultades. Se puede mantener lá base de una ontología materialista: entonces el continuismo toma el cariz de un modelo para la constitución de la materia. Solamente que en la segunda mitad del siglo XIX este modelo ya no era aceptable, porque entraba en conflicto con demasiados conocimientos bien establecidos que sólo se prestaban a interpretaciones atómicas. Se puede, alternativamente, postular que el continuismo no es un modelo de la materia y solamente consti-

² La numeración de estas leyes no es cronológica; se descubrieron en el orden 2 (Sadi Carnot en 1824), 1 (Mayer, Joule, Colding y Helmholtz entre 1840 y 1847), 3 (Nernst en 1916) y 0 (Fowler en 1931).

³ O por lo menos mientras valga la aproximación euclidiana: aún no tenemos una verdadera termodinámica relativista.



tuye un marco descriptivo de los resultados experimentales; pero entonces hay que abandonar la ontología materialista. Vemos aquí las razones que rápidamente convirtieron al energetismo, de un materialismo franco si bien simplista, en el energetismo de Ostwald, Duhem y Mach, sofisticado pero profusamente opuesto al materialismo:

Si hoy en día un físico o un químico quiere darse como hombre progresista, declara que la materia y la energía son dos entidades semejantes o paralelas y define las ciencias físicas como las ciencias de la transformación de estas dos cosas indestructibles... Se verá que el dualismo mismo de materia y energía puede suprimirse, ya que la noción de materia ni siquiera es particularmente acertada.

Naturalmente, el dualismo espíritu-materia se desvanece al mismo tiempo y surge la pregunta de saber cuál es la relación de la energía con el espíritu. Ahora bien —y éste es el paso adelante más significativo que se haya dado en estos asuntos— según la ciencia estas dos nociones son de la misma índole, y la noción de espíritu se confunde en la de energía.⁴

En las circunstancias que reinaban en el mundo hacia fines del siglo pasado, un materialismo simple y optimista ya no parecía de buen tono; las crisis económicas profundas acompañaban la creciente oposición entre las grandes potencias, y en vez de la paz y del progreso que había prometido la primera mitad del siglo amenazaban ya el estancamiento y aun la guerra. Es comprensible entonces que las concepciones ostwaldianas hayan encontrado una acogida calurosa; es menos comprensible que por lo menos en el continente europeo (y en menor grado en Inglaterra) se haya tenido que luchar durante una generación para convencer a los físicos que el energetismo deformaba y castraba su ciencia, cerrando las puertas de la investiga-

⁴ W. Ostwald, *L'Energie*, Alcan, Paris 1910.

ción. En aras de formular con suficiente generalidad el concepto de energía, los energetistas abandonaban distinciones esenciales e introducían nociones inconsistentes;⁵ no es de sorprenderse que sus teorías no funcionaban más que para situaciones completamente reversibles, dejando de lado todo fenómeno disipativo y la mayor parte de la termodinámica química. Como concluye Planck, "una teoría que para garantizar su existencia se ve obligada a descartar los problemas reales ya no tiene raíces en el campo de la ciencia sino en el de la metafísica, fuera del alcance de las armas empíricas".

Resultó así que al extrapolarse de su concepción científica inicial, el continuismo perdió sus fundamentos materialistas y se convirtió en un obstáculo para el avance científico con el cual Boltzmann, Felix Klein, Planck y otros más tuvieron que librar una batalla muy dura.

III

La doctrina del atomismo ha seguido una trayectoria bien distinta de la del continuismo. Se originó como concepción filosófica asociada al materialismo de Empédocles, Demócrito y Lucrecio; asociación que le mereció el olvido casi total durante la edad media. Pero cuando reapareció, fue en dos formas distintas. Primero hubo lo que podríamos llamar un atomismo conceptual o abstracto que es lo que se encuentra detrás de la mecánica newtoniana; aquí se acepta la idea del corpúsculo, un objeto que tiene masa pero cuyas dimensiones son despreciables comparadas con el ta-

⁵ Ostwald deduce o identifica la segunda ley de la termodinámica con el principio de la transitividad de identidades ($a = b$ y $b = c$ implican que $a = c$); desde luego se obtiene mucho mayor generalidad, al precio de perder el significado de la segunda ley para los procesos con sentido temporal: Helm, otro energetista, obtiene que en un proceso cíclico la entropía de un cuerpo puede aumentar o disminuir. Por otro lado se manejaba mucho el concepto de "energía de volumen", definido como $p dV$; pero a distinción de la energía interna la energía de volumen no es una variable de estado.

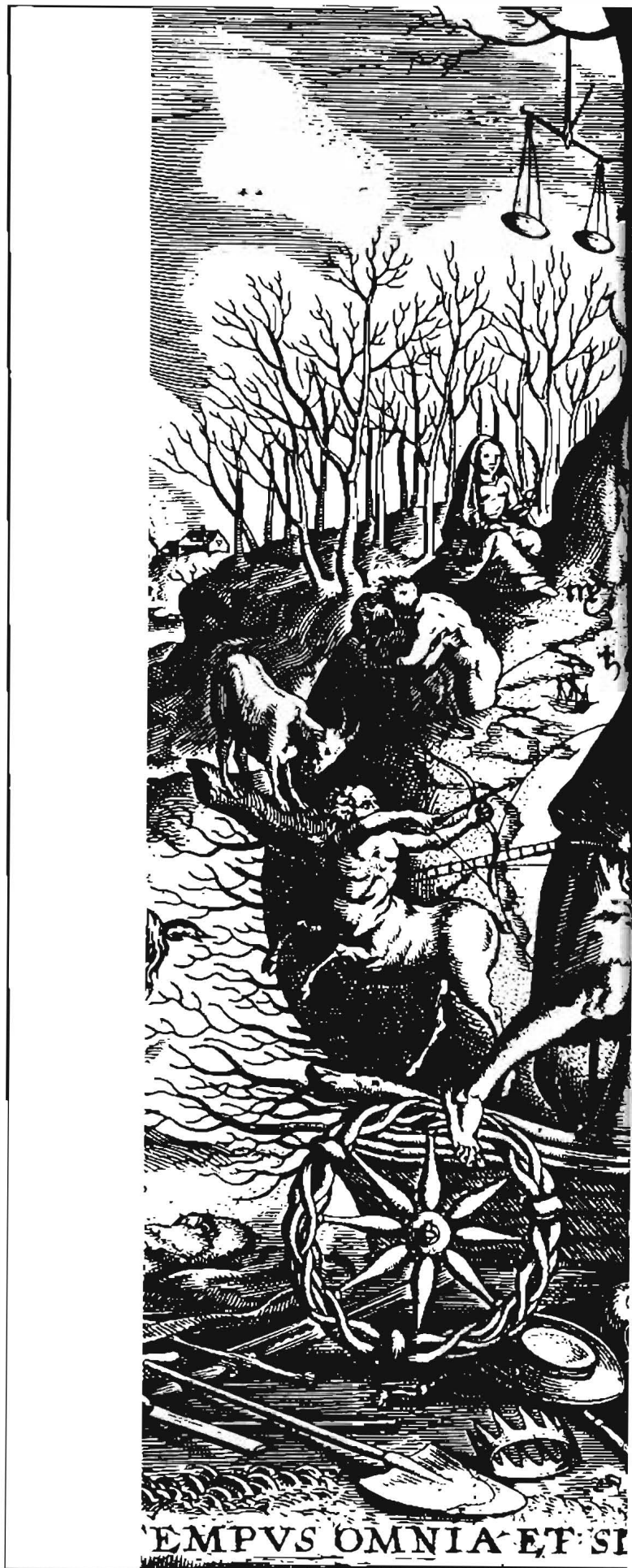
maño de su trayectoria —en la terminología moderna se llama un punto-masa—. Este es un atomismo abstracto porque no identifica sus átomos como objetos reales sino los utiliza como un modelo que se adapta a las necesidades del caso: en un cálculo astronómico la tierra es generalmente tomada como un punto-masa, y para computar la caída libre de una pelota ésta es un punto-masa y la tierra un cuerpo de superficie plana con extensión infinita.

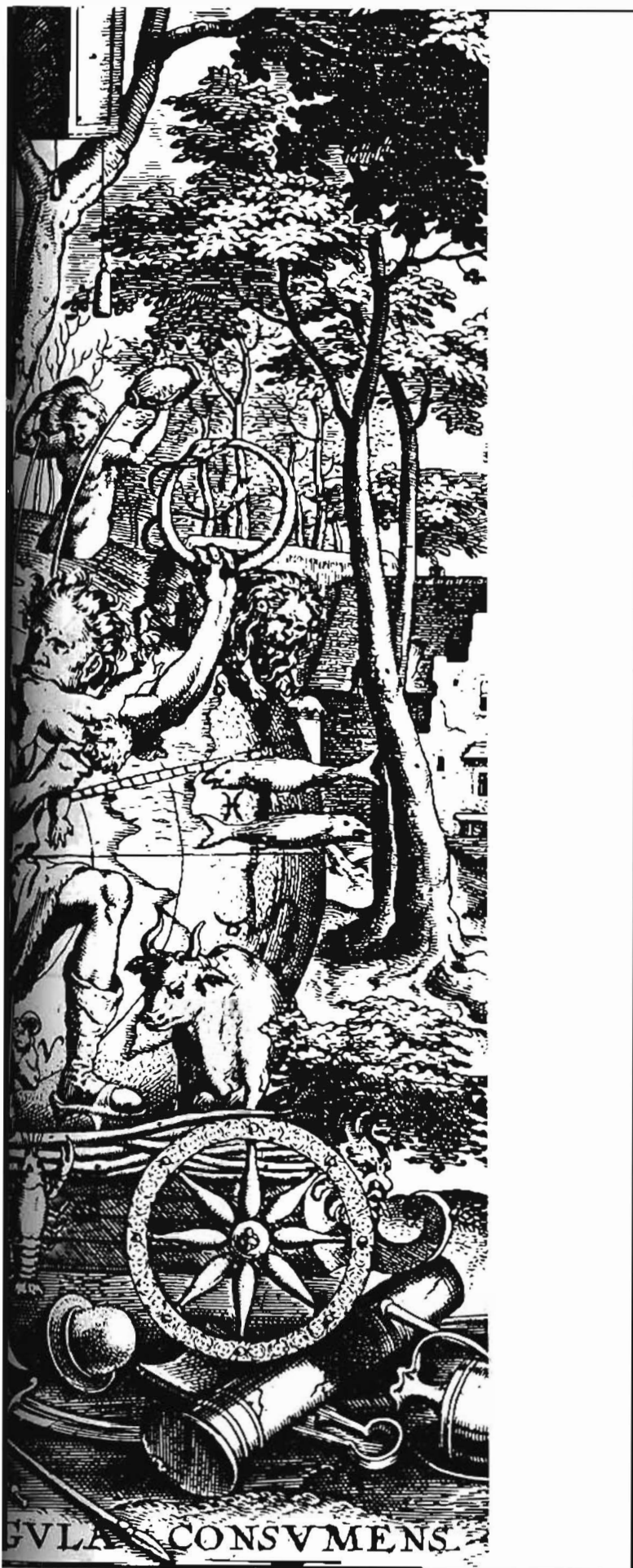
El atomismo físico difiere en eso: es una teoría de la estructura de la materia que supone la existencia de átomos con propiedades y tamaño fijos, no variables de problema a problema; yuxtaponiendo estos átomos en diversas configuraciones geométricas obtenemos los sólidos, amontonándolos en posiciones arbitrarias y constantemente cambiantes resultan los fluidos (líquidos y gases). Históricamente el atomismo abstracto es obra de Newton al sentar las bases de la mecánica clásica, el atomismo físico se debe (en su forma moderna) a John Dalton, a comienzos del siglo pasado.

Pero sería incorrecto pensar que entre las dos formas del atomismo no hay conexión. La hay histórica, ya que la óptica del mismo Newton, por ejemplo, postula átomos físicos para explicar la naturaleza de la luz. La hay también conceptual, porque con el simple abandono del concepto primitivo y filosóficamente difícil de la indivisibilidad del átomo, el atomismo físico empieza a hacerse cada vez más sutil hasta no ser mucho más que la noción muy abstracta de que todo se forma de corpúsculos que se juntan sin transformarse, o siquiera la noción aún más abstracta de que lo discreto, las transiciones abruptas entre puntos, las cuantizaciones, son lo normal en la naturaleza. Diluyendo así el atomismo físico a la simple negación del antiguo lema de que *natura non facit saltus* recuperamos el atomismo abstracto en una nueva forma.

Observemos aquí que la mecánica cuántica contiene importantes elementos de un atomismo muy abstracto: el fenómeno de la cuantización, de que sólo se admite una serie de valores discretos para las variables que se mueven en un intervalo restringido. Al lado de este atomismo abstracto la misma teoría contiene una serie de aspectos continuistas que no necesitamos detallar; esta situación se refleja, entre otros puntos, en las confusiones entre las interpretaciones ondulatoria y corpuscular de la teoría. Pero la mecánica cuántica no es sólo una teoría general. Se aplica muy especialmente al comportamiento de partículas específicas: núcleos y electrones para la física atómica y molecular, protones y neutrones en el ámbito de la física nuclear, varios centenares de otros corpúsculos en la física de partículas elementales. Aquí, pues, tenemos un caso bien importante de atomismo físico concreto.

Notamos esto no tanto por su significado para la clasificación de los conceptos de la física, indudable pero irrelevante aquí, sino porque la distinción entre los dos tipos de atomismo juega un papel filosófico y el no distinguir entre ellos ha sido





causa de muchas ambigüedades. Esta situación se comprende a la luz de cómo se desarrolló históricamente: el atomismo físico en su sentido más directo —la existencia real de átomos y moléculas como componentes de los cuerpos que nos rodean— se tuvo que establecer en una lucha aguda contra los prejuicios continuistas de los energetistas como Ostwald y de los fenomenalistas como Mach; que su principal defensor, Boltzmann, se haya identificado abiertamente con las fuerzas democráticas en las luchas políticas en la Viena de su tiempo también jugó un cierto papel en el desenvolvimiento.

Hacia comienzos de este siglo se había acumulado una evidencia experimental impresionantemente que terminó por darle la victoria al atomismo físico. Los fisicoquímicos lograron finalmente establecer pesos atómicos consistentes; Mendeleev sistematizó las propiedades de los elementos químicos en su tabla periódica; Einstein sentó las bases teóricas para el entendimiento del movimiento browniano y Perrin aprovechó esta teoría para determinar el tamaño y otras propiedades fundamentales de los átomos; finalmente, la mecánica estadística, teoría atómica *par excellence*, logró una extensa serie de confirmaciones experimentales que incluía fenómenos tan diversos como lo son el calor específico de gases y sólidos, la emisión termiónica de electrones, la susceptibilidad magnética y su variación con la temperatura, la difusión en gases y líquidos, ciertas observaciones respecto de la fricción en gases, la cinética de las reacciones químicas y hasta el color azul del cielo. La avalancha de éxitos era tal que produjo un cambio brusco en el clima intelectual; ser atomista adquirió un sabor progresista, y el propio Mach tuvo que reconocer haberse equivocado.

El atomismo abstracto prosperó en este clima, se sistematizó y se extendió, al punto de volverse doctrina filosófica. Bertrand Russell formuló su atomismo lógico, y más tarde los enunciados protocolarios de Carnap surgieron de la misma noción central. Lo que es más significativo es que el concepto mismo penetró en el transfondo común de ideas, al punto de hacerse natural e incontrovertible. Wittgenstein le dio expresión al decir que el mundo consiste de “hechos atómicos, cada uno de los cuales puede ser el caso o no ser el caso, todo lo demás permaneciendo igual”.⁶ Que la selección de lo que se considera “hechos atómicos” es relativamente arbitraria, que no son a tal punto independientes que se puede cambiar uno sin afectar a todos los demás, y que con igual justificación el mundo se puede considerar como constituido de procesos de los cuales un “hecho atómico” no es sino instantáneo, estos puntos le escapaban no sólo a Wittgenstein sino a toda una generación de filósofos. Hablar de hechos aquí en vez de otros elementos corresponde a la posición ontológica del Wittgenstein de la época, idealista al punto de acoger hasta el solipsismo; pero la misma independencia rigurosa entre elementos se manifiesta cuando los

⁶ L. Wittgenstein, *Tractatus logico-philosophicus*. 1.21

materialistas hacen suya la idea atomista abstracta y conciben el mundo como subdividido en objetos. Según esta posición, cada objeto existe, aunque existan o no los demás objetos que constituyen el mundo. Las interacciones que pueda haber entre objetos son un aspecto secundario, como lo son la generación y desaparición de los objetos; no se encara el conflicto fundamental entre tales ocurrencias y la existencia incondicional e independiente de los objetos.⁷

Esta posición materialista, incorporando un atomismo metafísico, es difícil de documentar, precisamente porque parece tan natural a sus sustentantes que creen que no se necesita expresar o tal vez porque ni siquiera tienen conciencia clara de ella: pero se encuentra tácitamente supuesta en idéntica forma en autores tan disímbolos como Cohen, Bunge o Popper.⁸

Si en estos pensadores el atomismo abstracto es todavía una destilación de una doctrina materialista, se separa completamente de sus orígenes y se vuelve un concepto puramente metafísico (en el sentido delineado al comienzo) en corrientes filosóficas como el positivismo lógico que eran resueltamente antimaterialistas. La forma en que esta última escuela se constituyó obstáculo para el desarrollo de la física al fomentar las formulaciones misticadoras que se conocen como la interpretación copenaguense de la mecánica cuántica se ha documentado ampliamente:⁹ señalemos aquí sólo que esta interpretación sugiere que la mecánica cuántica es la última teoría, más allá de la cual la investigación científica ya no puede ir. Pero aún antes de perder en esta forma el contacto con la ontología materialista, el atomismo abstracto tuvo una influencia no del todo positiva en la física, en una forma más sutil. Me refiero al refuerzo que dio al concepto de sistema cerrado.

Concebir como cerrado, aislado de influencias externas, al sistema que se estudia permite al científico simplificar su tarea e incluso, simple y llanamente, hacerla posible; le permite olvidarse del resto del universo; pero esto no puede ser más que una primera aproximación, tan sólo porque un sistema realmente cerrado no tendría interacción alguna entre él y el mundo externo al cual pertenecemos, y ni siquiera nos percataríamos de su existencia. En el siglo pasado se tuvo una clara conciencia de ello, evidenciada por el desarrollo de múlti-

⁷ En esto hacen contraste con Leibniz, por ejemplo, cuyas mónadas tenían cualidades internas suficientes para crear la apariencia de interacciones entre ellas. De hecho la "percepción" leibniziana es más bien una representación interna de todo el universo, incluyendo su pasado y su futuro; ver sus cartas a de Volder y des Bosses, en C. I. Gerhardt (ed.), *Philosophische Schriften von G. W. Leibniz*, Berlín 1875-90, vol. II.

⁸ Morris R. Cohen, *Reason and nature*, 2da. ed., Free Press, Glencoe, Ill., 1953; Mario Bunge, *Causalidad*, Eudeba, Buenos Aires 1961; K. R. Popper, *The logic of scientific discovery*, Hutchinson, Londres, 1959.

⁹ Ver p. ej. M. Bunge, *Amer. J. Phys.* 24 (1956) 272; T. A. Brody et al., *Rev. Mex. Fís.* 25 (1976) E 31; y del punto de vista filosófico, T. A. Brody en la obra colectiva *La filosofía y la ciencia en nuestros días*, Grijalbo, México 1976, p. 9.



TEMPVS OMNIA F
Sole equus. Quatuor. multum quattuor. Hic. ...
Siqua per extanti. Inodent. estulibz. ...

ples técnicas para mejorar el aislamiento de sistemas experimentales y para corregir la teoría por los efectos de interacciones residuales. La perfección lograda en estas técnicas hoy en día es tal que favorece la noción de que siempre será posible aplicar tales métodos y que por lo tanto nunca se presentará una situación en física en la cual habrá que tomar en cuenta explícitamente y desde el comienzo la existencia de un universo con el que interaccione nuestro sistema. Sin embargo, tales teorías empiezan a despuntar; entre otras cosas prometen resolver ciertas dificultades conceptuales de la mecánica cuántica;¹⁰ en un futuro no lejano pueden introducir novedades muy fundamentales en la física. Que entonces la rigidez de un concepto absoluto de sistema cerrado, derivado del atomismo abstracto hecho metafísica, entorpezca este tipo de desarrollo parece deplorable.

¹⁰ T. A. Brody, A. M. Cetto y L. de la Peña, *Rev. Mex. Fís.*, por publicarse; T. A. Brody, en *La filosofía y las revoluciones científicas*, Grijalbo, México, 1979, p. 49; T. W. Marshall, "Brownian Motion and Quasi-Markov Processes IV", reporte interno, Depto. de Matemáticas, Univ. de Manchester, 1979.



Otra vez se observa aquí, al igual que para el continuismo, que una concepción metafísica resulta de la extrapolación de un concepto originalmente científico; una vez extrapolada y hecha elemento universal la concepción pierde sus raíces en la ontología materialista; y al final crea obstáculos para el desarrollo de la ciencia misma de donde surgió. En el caso del atomismo es interesante notar que con su conversión en supuesto metafísico se tornó obstáculo también para el desarrollo filosófico: los átomos lógicos guardan su sentido mientras se consideren relativos y constituyen puntos de partida apropiadamente seleccionados para cada investigación; pero si, siguiendo a Carnap, buscamos átomos lógicos absolutos, se acumulan las contradicciones y los absurdos —a menos que adoptemos la solución de Otto Neurath, quien recomendó dejar la decisión de lo que es átomo lógico y lo que no a la sociología de la ciencia...

IV

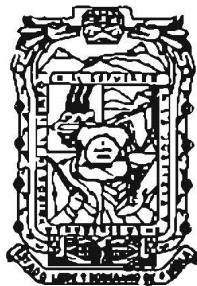
Estos dos ejemplos parecen suficientes para establecer la utilidad de distinguir entre principios

ontológicos y nociones metafísicas. Mientras estas últimas se empleen de manera científica, es decir como conceptos no necesariamente exclusivos, con límites de validez que habrá que explorar y en último análisis hasta tentativos, resultan fructíferas; elevadas al rango de verdades universales empiezan a defraudarnos. El materialismo como filosofía no se puede identificar con ellas. En forma enteramente análoga a los casos que discutimos en detalle podemos eliminar como conceptos básicos al determinismo laplaciano o al indeterminismo total; el lector hallará fácilmente otros ejemplos de conceptos científicos que han recibido una apoteosis indebida de esta índole.

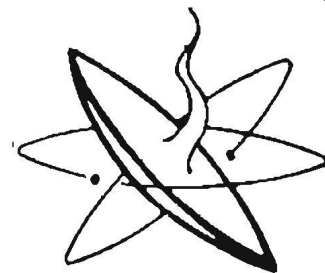
Pero ¿habrá que concluir que los tres puntos con que caractericé la ontología materialista son sacrosantos? De ninguna manera, al igual que los conceptos metafísicos tendrán que someterse al juicio que proporciona el desarrollo científico. Solamente que el tribunal es otro, por la evidente razón de que el grado de generalidad de la ontología es mucho mayor. En el caso de un supuesto metafísico (o, más correctamente, del concepto científico que le dio origen) le corresponde a la ciencia particular de donde surgió establecer su valor, circunscribir sus límites de validez, ligarlo con otros conceptos relevantes; o, alternatively, mostrar que carece de sentido. Así le sucedió por ejemplo al energetismo, o a otro supuesto metafísico aún más trasnochado: el vitalismo.

Pero los ingredientes de una ontología materialista no se pueden evaluar a la luz de un área científica específica: su campo abarca toda la ciencia y no se aplican directamente a una ciencia particular; por mucho que conviene suponerlos para dar un significado plausible a los resultados de cualquier investigación, ninguna los involucra como postulados. Pero sí entran en forma indirecta. Son la base conceptual de la gnoseología del proceder científico, de la epistemología en su sentido propio.

La investigación científica se caracteriza por la repetición continua de un ciclo que empieza con un modelo teórico del sistema bajo estudio, deduce su comportamiento bajo ciertas condiciones, luego pasa al laboratorio donde se realizan estas condiciones y se registra el comportamiento real del sistema, y termina corrigiendo la teoría a la luz de las discrepancias entre el comportamiento predicho y el real. Este ciclo (que en otras ocasiones he llamado ciclo epistémico) es el elemento básico. Desde luego una investigación particular puede involucrar mucho más y también mucho menos: el modelo teórico inicial se crea por un esfuerzo de imaginación disciplinada, concebir el experimento requiere otro esfuerzo de creación original, y el ciclo no se lleva a cabo en completo aislamiento sino estrechamente ligado a otros ciclos e incluso a otras actividades no directamente científicas; por otro lado es raro que se logre una vuelta completa del ciclo en un solo trabajo de investigación y en ocasiones cerrar el ciclo puede necesitar muchos años y varios grupos de



PREMIO DE BIOMEDICINA: "DR. FRANCISCO MARIN"
PREMIO DE FISICA: "FRANCISCO DE P. TENORIO"
PREMIO DE TECNOLOGIA: "ESTEBAN DE ANTUÑANO"



Para trabajos de investigación publicados, o aceptados para publicación, en revistas especializadas y realizados por personas residentes en Puebla y en instituciones establecidas en esta entidad

CADA PREMIO SERA DE \$500.000,00 Y DIPLOMA

B A S E S

- 1 Los interesados deben enviar 3 (tres) sobres del trabajo publicado despues del 1 de enero de 1984, o fotocopia del original si se encuentra en prensa, en cuyo caso anexaran fotocopia de la carta del editor de la revista donde se acepta el trabajo para publicación
- 2 Carta del director de la institucion donde se realizo el trabajo, certificando que el(los) autor(es) radica(n) en Puebla
- 3 **Curriculum vitae** resumido del(de los) autor(es) del trabajo. En caso de que sean varios basta el del autor principal. En todo caso debe indicarse Nombres completos, cargo(s), direccion y telefono
- No hay limite para el numero de trabajos presentados por un mismo investigador o grupo de investigadores
- Pueden volver a concursar los trabajos participantes en los Premios Estatales 1985 a excepcion de los ganadores y de los que menciona la siguiente clausula
- No podran concursar trabajos cuyo primer autor haya sido en 1985 o 1986, primer autor de un trabajo premiado, en la misma area de ciencia o tecnologia
- Si el trabajo ganador fue realizado por un grupo de investigadores, el primer autor recibira el premio y su distribucion o destino sera decision de todos los coautores.
- El Jurado sera designado por el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnologia su juicio sera inapelable y podran considerar desierto algun premio

FECHA LIMITE PARA RECIBIR TRABAJOS 28 de agosto de 1987

CONSEJO ESTATAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

GOBIERNO DEL ESTADO DE PUEBLA

científicos. Aquí, sin embargo, basta considerar el ciclo epistémico simple, en el cual ya se observa el punto de interés: el hecho de que producir conocimiento científico involucra de manera esencial la interferencia activa y planeada con una parte específica del universo. Es esta interferencia, esta alteración en nuestro ambiente, la que constituye el "motor" del proceso y le confiere la potencialidad (aunque sin garantía) de mejorar nuestra imagen del mundo.¹¹

Es ahora evidente que en este tipo de proceso epistémico vienen bastante directamente implícitos los tres puntos de la ontología materialista que se mencionaron al principio. El primer punto le confiere sentido al proceso, el segundo aclara cómo es posible y cuáles son sus límites, y el tercero hace posible explicitar la naturaleza del modelo teórico.

Está claro también de qué manera resulta posible el cuestionamiento de la ontología materialista: se le debe cuestionar en donde falla la conceptualización del ciclo epistémico. No es el que falle un ciclo epistémico particular lo que implica cambios en la estructuración de la ciencia particular en la

cual funciona el ciclo, sino donde falla el principio mismo de los ciclos epistémicos donde se debe reconocer que no es posible ya que un ciclo epistémico nos proporcione conocimiento. Y si a pesar de ello resultase posible adelantar en la investigación científica, habrá que repensar los fundamentos de la ontología. Mucho antes de ello, por supuesto, el desarrollo de todos los métodos empleados en las diferentes ciencias nos obligará a reformular los principios de la ontología materialista en una forma más clara, más coherente. Pero, dado el extraordinario éxito que han tenido las investigaciones científicas en los últimos siglos, y las obvias posibilidades que todavía les quedan para los próximos tiempos, el abandono de esta ontología no parece ofrecer una alternativa viable; modificaciones, refinamientos, reformulaciones, éstas sí pueden resultar necesarias.

Cabe subrayar aquí que este materialismo es bien ontológico, no epistemológico en el sentido de que depende de su epistemología: la epistemología es su campo de prueba, cuyos frutos permiten examinarlo críticamente, mantenerlo sano y hacerlo evolucionar. Pero no es la epistemología la que le da su sentido, sino la ontología la que le da sentido a la epistemología, la cual sin sus principios materialistas quedaría arbitraria e inexplicable.

¹¹ Una discusión más amplia del ciclo epistémico se encuentra en T. A. Brody, *Implicaciones epistemológicas de la inteligencia artificial*, IFUNAM 76-402, México 1976.