

Introducción a una dialéctica de la física

I. PRELIMINAR

Las innovaciones que Max Planck y Einstein introdujeron en la Física teórica fueron tan profundas que requerían cambios no menos esenciales en la Geometría, la Lógica y, por supuesto, en la Ontología. Sin vacilar, la nueva Mecánica salió al encuentro de la Geometría especial que justamente reclamaba, pero no acertó a elegir la Lógica que, para el caso, correspondía.

Con anterioridad a estas innovaciones el conocimiento del mundo se basaba, cuando menos de un modo implícito, en los principios clásicos de identidad, causalidad, objetividad y continuidad, a los que raramente se oponían objeciones. Pero muchos científicos de hoy parecen dudar de la Lógica de Aristóteles a la hora de interpretar filosóficamente los fenómenos físicos. De algún modo echan de menos una Lógica diferente, acorde con la Relatividad y la Teoría cuántica.

Recordemos que la transformación de Lorentz fue aceptada después de no poca resistencia y como «única salida posible» del conflicto surgido a raíz de la experiencia de Michelson. Análogamente, ante el dilema onda-partícula fue «obligado» reconocer la existencia de una «extraña realidad dual»; tan extraña como el intervalo de universo, puesto que ambas implican la unidad de una contrariedad.

Cabe pensar que si la Lógica y la Ontología hubieran experimentado una evolución paralela a la Física y a la Geometría, orientándose resueltamente hacia una Dialéctica trascendental, la llamada «crisis científica del siglo xx» quizá se hubiese evitado o hubiera tenido, en todo caso, un desenlace inmediato, diferente y de signo francamente positivo.

Muy al contrario, para sortear de algún modo las dificultades lógicas y salir cuanto antes de la situación conflictiva en que se debatía la ciencia, se optó por seguir una vía acomodaticia que ofrecía indudables atractivos: Puesto que tanto el principio de Relatividad como la experiencia Microfísica parecían coincidir en que el conocimiento que tenemos de la Naturaleza es parcialmente subjetivo, era lícito un intento de retornar a las posiciones kantianas —mejor, neokantianas o pseudokantianas— al amparo de las corrientes positivistas de la época.

Pero la verdadera tarea filosófica, mucho más ardua y difícil, debió haberse orientado hacia la composición de un sistema dialéctico o, como se dice ahora, de un «modelo» de corte neohegeliano, eso sí, debidamente actualizado, que estuviera a la altura de la Relatividad general y de la Mecánica cuántica; porque ambas, aun sin habérselo propuesto, facilitaban la inserción del sistema físico en el esquema dialéctico, ya que las entidades fundamentales de este sistema, tomadas en su sentido trascendental, revisten la forma de una *síntesis de funciones antagónicas* justamente enclavada entre dos categorías antitéticas: el *tiempo dinámico* y el *espacio métrico*.

Reconozcamos que en tiempos de Hegel y de Schelling era sumamente difícil construir una Dialéctica del mundo físico. Pero en Schelling asoma ya claramente esta dialéctica del mundo físico, mientras que de Hegel habrá de conservarse el ritmo triádico de las categorías. Por esto debe preguntarse hoy lo que hubieran pensado estos dos grandes filósofos de haber tenido ante sí los portentosos hallazgos de la Ciencia natural de nuestros días.

II. SE PERFILA LA SÍNTESIS DIALECTICA DEL FENOMENO FISICO

1. Durante siglos, junto a la Mecánica clásica (Galileo, Newton) hubo una Geometría (axiomática de Euclides) en perfecta concordancia con aquélla; pero por encima de ellas había una Lógica en buena armonía con ambas: era la Lógica tradicional, de lejana filiación aristotélica, asentada de un modo absoluto sobre el principio de identidad.

Como es bien sabido, pero conviene ahora recordarlo, la Mecánica clásica hizo crisis a raíz del resultado negativo de la experiencia de Michelson. En el soberbio edificio de la Ciencia natural, el inesperado desenlace de este experimento —crucial en la historia de la Fí-

sica— permitió descubrir una singular excepción: la constancia de la velocidad de la luz.

Minuciosas comprobaciones de este fenómeno obligaron a un cambio radical de ideas que, en pocas palabras, puede resumirse así: Respecto a dos sistemas, uno en movimiento y otro en reposo, la velocidad de la luz permanecerá constante si uno de los componentes de dicha velocidad —el espacio— se acorta, mientras el otro —el tiempo— se dilata. Lo cual entra en contradicción con las transformaciones de Galileo.

La primera reacción de los hombres de ciencia fue un intento de hallar alguna explicación aceptable de tan sorprendente anomalía de modo que pudiera quedar a salvo la teoría clásica. A tal efecto, la hipótesis de Fitzgerald —contracción longitudinal en el sentido del movimiento— fue una apurada pero infructuosa tentativa de mantener los conceptos de espacio absoluto y éter inmóvil; y la transformación de Lorentz, aunque reafirmaba la contracción y la dilatación recíproca de las magnitudes espacio-tiempo, no fue mucho más allá.

Fue necesario el genio y la audacia de Einstein para llegar a una generalización completa, extrayendo todas las consecuencias derivadas de la constancia de la velocidad de la luz, es decir, convirtiendo la excepción en norma; cosa que la transformación de Lorentz, por sí sola, ni mucho menos la contracción de Fitzgerald, podían lograr, pues en modo alguno se lo habían propuesto.

2. Un cambio no menos importante había acontecido en el dominio de la Geometría, como queriendo recordar la estrecha relación entre los fenómenos dinámicos y las formas geométricas.

En efecto, desde el origen los geómetras clásicos pretendieron que el postulado euclidiano de las paralelas constituía una verdad fundamental, del mismo modo que los físicos clásicos consideraban una verdad no menos fundamental la inmovilidad del éter (para distinguir el movimiento absoluto del reposo absoluto). Mas al ser forzoso abandonar el postulado de las paralelas por mostrarse como una excepción irreductible a toda demostración, se abrió la vía que debía conducir a las geometrías no euclidianas que, precisamente, encajaron de un modo admirable y hasta sorprendente con la Mecánica relativista.

Es ahora, llegado este momento, cuando ha de señalarse la convergencia y coincidencia de dos hechos altamente significativos: 1) el tránsito de la geometría de Euclides a la geometría de Gauss-Riemann; 2) el tránsito del espacio absoluto y homogéneo de Newton al espacio

relativo y curvo de Einstein. Lo cual implica, desde el punto de vista de la dinámica, el paso de la transformación de Galileo a la transformación de Lorentz.

Se llega así a una conclusión primera pero de capital importancia: *Gracias a una excepción geométrica y a una excepción dinámica fue posible construir una teoría avanzada del campo*. Pues, esencialmente, el campo físico, tomado en un sentido ontológico-trascendental, entraña una auténtica *síntesis dinámico-geométrica* que envuelve la síntesis de energía-inercia y la de espacio-tiempo.

3. Sin embargo, siguiendo el método propio de la física relativista, son las relaciones espacio-temporales las llamadas a intervenir primeramente. De acuerdo con la Relatividad restringida y con arreglo a la transformación de Lorentz, espacio y tiempo quedan vinculados en un invariante dentro del cual ya no será posible asignar existencia efectiva a un tiempo desligado del espacio, ni cabe una métrica del espacio independiente de la métrica del tiempo. Espacio y tiempo mutuamente relativizados, pasan a formar una sola entidad; la magnitud real, el invariante buscado, es ahora el *intervalo universal* que representa justamente la síntesis de espacio-tiempo.

Dentro del sistema físico este invariante es de importancia decisiva porque él y sólo él permite pasar a la Relatividad generalizada y, por tanto, al campo gravitatorio, al que no puede alcanzar la transformación de Lorentz¹.

Por lo que respecta al campo gravitatorio, ya no puede explicarse simplemente por factores dinámicos (fuerzas de atracción, repulsión o rotación) ni tampoco cabía reducirlo a puros caracteres geométricos (radio, curvatura, hiperesfera). La teoría general de la Relatividad sanciona claramente la síntesis dinámico-geométrica, puesto que de sus ecuaciones se deduce que si la estructura del espacio-tiempo viene determinada por la presencia, acción y distribución de unas masas materiales, recíprocamente, los componentes dinámicos de éstas influyen en la métrica del espacio-tiempo. Es así que el tensor de energía-impulso de la materia enlaza con los diez componentes

1. La transformación de Lorentz no puede generalizarse; en ella, tiempo y espacio no son más que duración y distancia ligadas a algún sistema particular de ejes (son relativas al observador). En cambio, el invariante de la transformación puede ser generalizado; y así, con la ampliación del intervalo ds^2 , la síntesis de espacio-tiempo define la estructura dinámico-geométrica del campo y, por tanto, la forma del Universo fásico, que es lo que interesa a la Cosmología y a la Filosofía de la Naturaleza.

del tensor métrico, consumando formalmente la síntesis del campo y comprobando, a la vez, el perfecto ajuste entre la nueva dinámica de Lorentz-Einstein y la nueva geometría de Gauss-Riemann.

*Síntesis de energía-inercia vinculada
a la síntesis de espacio-tiempo*

Siguiendo la misma línea de razonamiento dialéctico, masa y energía ya no podrán considerarse en adelante como dos sustancias distintas. Dentro de la propia Relatividad y bajo el «principio de equivalencia» aparecen también como dos funciones alternativas y anti-téticas de una realidad material única que permanece constante.

Materia única no es, por consiguiente, una unidad pura y simple sino la unidad de una contrariedad, que constituye la genuina unidad de la síntesis dialéctica. Unidad que se confirma y reafirma ahora con mayor evidencia con la síntesis energía-inercia vinculada física y lógicamente a la síntesis espacio-tiempo, de modo a quedar *enlazada por pares las cuatro magnitudes fundamentales* en una síntesis más general de orden macrofísico mediatizada por el invariante c , establecido empíricamente como velocidad constante de la luz².

De esta fenomenología podemos hacer una doble comprobación: a) Dentro de la unidad específica de la síntesis espacio-temporal, a toda contracción del espacio corresponderá una dilatación proporcional del tiempo, o recíprocamente, si cambia el signo de la función campal, un acortamiento del tiempo implicará la expansión correspondiente del espacio. Por lo que duración y distancia serán valores relativos, susceptibles de variar dentro del mismo intervalo no euclidiano, que permanece constante. b) Del mismo modo, en virtud de las relaciones de proporcionalidad que imperan en el seno de la síntesis material, habrá transformaciones por las cuales variaciones en

2. Debe advertirse que «velocidad constante de la luz» es tan sólo el modo de expresar el resultado de unas experiencias ópticas. El verdadero significado relativista de la constante c no es estrictamente el de «magnitud absoluta de desplazamiento» sino el de factor universal que fija relaciones métricas de espacio-tiempo y de energía-masa, es decir, que establece proporciones entre magnitudes relativas, y que, además, esta relación de proporcionalidad es siempre la misma, simétrica y objetiva. Porque es un hecho real y objetivo que, dentro de una unidad de materia o de intervalo, lo que se gana en un sentido equivale a lo que se pierde en otro.

Hay pues un principio de simetría e invariancia que, rigiendo fenómenos de naturaleza esencialmente dual, revela la presencia de aquella constante universal. En el fondo esta constante es un nexo de enlace.

el sentido de la inercia comportan estados o sucesión de estados en que la masa se antepone a la energía, pudiéndose llegar hasta el límite de la degradación de la materia en ciertos cuerpos graves (astros superdensos). O bien, en sentido contrario, modificaciones por las que la energía se impone y prevalece sobre la inercia., hasta el punto extremo que pudiera parecer que la masa se disipa por completo (emisión radiactiva, reacción termonuclear).

Dicho en otras palabras: La energía puede concentrarse en masas materiales; la masa material puede liberar la energía equivalente que contiene, incluso estallando en forma violenta. Pero que se manifieste y fluya la energía a costa de la masa, o que se forme ésta por condensación de aquélla, no quiere decir que se hayan producido destrucciones, creaciones ni trasmutaciones substanciales, sino sólo oscilación dialéctica de estados contrapuestos con cambio de signo de la función cósmica. En el seno de la materia todo dependerá de cómo queden establecidas en cada momento las relaciones de complementariedad energía-inercia, en correspondencia con las relaciones de espacio-tiempo, *solidarias entre sí dentro de la unidad sintética*. Porque en la gran síntesis campal, los procesos dinámicos o cinemáticos derivados de las relaciones de energía-inercia, afectarán a la estructura del almacén espacio-temporal, ya que variaciones en el estado de movimiento (acelerado, retardado, rotatorio...) originan fenómenos equivalentes a un cambio de intensidad del campo gravitatorio; por lo que, en definitiva, *las relaciones de complementariedad entre energía e inercia (o, si se prefiere, entre fuerza y masa) contienen un principio de gravitación que afecta, evidentemente, a la configuración del espacio y al ritmo del tiempo a través de fenómenos cinemáticos originados por la acción de fuerzas y masas*³.

Onda-partícula

Otro gran avance se logró al descubrir que la onda electromagnética no es rigurosamente continua; está cuantificada, contiene fotones o cuantos de luz⁴. Con lo que la Ciencia hubo de enfrentarse con la

3. Un sistema acelerado equivale a un sistema en reposo sometido a gravitación, por lo que el campo gravitatorio podría atribuirse al efecto de unas fuerzas de aceleración.

4. La Mecánica ondulatoria concilia los fenómenos de difracción e interferencia (ondulatorios) con el efecto fotoeléctrico (corpuscular), pero luego, el dualismo onda-partícula se hizo extensivo a los electrones (nubes electrónicas, ondas materiales). Sin embargo, en esto último los criterios no son uná-

imagen contradictoria de una nueva realidad dual, constituida esta vez por la coexistencia de la onda continua con la partícula discreta.

La unidad onda-partícula u onda corpuscular se inscribe igualmente en la síntesis dinámico-geométrica del campo, pues tanto la onda como la partícula presentan caracteres dinámico-temporales y propiedades geométricas-espaciales que vinculan también la energía-inercia con el espacio-tiempo, si bien que al nivel del microfenómeno electromagnético. En efecto, las ecuaciones de la Mecánica cuántica enlazan la frecuencia con la longitud de onda, y respecto a la partícula, el impulso mecánico con la posición o trayectoria espacial. O sea, *conjugan también por pares las cuatro magnitudes básicas, espacio, tiempo, energía e inercia*⁵; aunque ahora es h , la constante de Planck, el factor que mediatiza la complementariedad de funciones opuestas. Oposición que se comprueba y reafirma igualmente en la medición alternativa de los parámetros p y q del electrón (principio de Heisenberg) y en la misma dualidad onda-partícula (ecuación de Planck).

Pero ya de un modo más amplio, todo el campo electromagnético — en esto igual que el gravitatorio — constituye una gran síntesis dinámico-geométrica claramente definida: El campo electrodinámico (corriente eléctrica) crea el campo magnético (ordenación geométrica del espacio) formándose con ambos la síntesis electromagnética, matemáticamente sancionada por un tensor antisimétrico en el cual el componente geométrico-espacial (ligado al campo magnético) enlaza con el componente dinámico-temporal (ligado al campo eléctrico).

* * *

Resumiendo: La estructura dual — resuelta e integrada en la unidad formal de la síntesis dialéctica — hace acto de presencia en todos los fenómenos, procesos y estados físicos. Desde la microforma cuántica hasta la macroforma gravitatoria, reaparece una y otra vez la oposición o antagonismo que se concilia armónicamente en la com-

nimes. Se objeta que si bien la difracción de electrones es un hecho real, este fenómeno puede producirse sin que el electrón pase efectivamente por un «intermedio ondulatorio», comportándose siempre como partícula material sin llegar a «ondulizarse» en ningún momento.

En defensa de esta opinión, véase: Alfred LANDE, *New foundations of quantic mechanics*. (Hay una versión española de Tecnos, 1968).

5. Incluso la luz presenta un coeficiente mínimo de inercia; la masa del fotón es ínfima pero no nula.

plementariedad y proporcionalidad mediante el correspondiente invariante, que opera como nexo de enlace recíproco de magnitudes dentro de la síntesis dialéctica.

A la vista de estos resultados, debe investigarse si es posible insistir en la misma dirección y seguir adelante hacia una Dialéctica generalizada del mundo físico.

III. LA CONJUNCION CANTIDAD-CUALIDAD DIVERSIFICA Y CARACTERIZA LA FORMA

Puede darse, en efecto, un paso más en la Dialéctica del mundo físico si se considera que, en la energía discreta, un primer principio de discontinuidad (cuantificación) implica un segundo principio de selectividad (cualificación); de modo que al cuantificarse la energía queda igualmente cuantificada la cualidad virtualmente contenida en aquella. Sucede como si desde un estado primario o potencial, la dualidad pura viniera a sufrir —como la luz blanca— una especie de dispersión espectral al incidir en el medio resistente de la cantidad.

He aquí, pues, una de las primeras deducciones: cuantificación de la cualidad o, si se quiere, cualificación de la cantidad; ruptura de la primitiva indiferenciación y apertura subsiguiente del camino que conduce a la gradual diferenciación de caracteres y a una progresiva variedad de funciones, procesos y estados.

El desarrollo de esta fenomenología puede resumirse sistemáticamente en las siguientes fases:

a) Toda forma natural contendrá necesariamente *una cantidad de energía de cierta calidad*; si bien al principio, en el estado original, debió prevalecer la cantidad. Pues, de acuerdo con los supuestos de la astrofísica, la expansión cósmica se inició con la formación de dilatados campos gravitatorios bajo el signo dominante de la cantidad y la extensión, compensando la escasa variedad ⁶.

6. Las reglas dialécticas prohíben que uno de los dos elementos polares absorba totalmente al otro en el seno de la síntesis. Por esto no podía darse un dominio total de la cantidad que excluyera cualquier vestigio de cualidad. Es así que incluso el campo gravitatorio (el menos cualificado) no puede ser del todo homogéneo ni uniforme; tiene características y singularidades, pero carece de fuerza organizadora en el sentido de que no crea formas comparables a las nobles estructuras electromagnéticas. Nada hay en él que semeje al sistema periódico de Mendeleev o al principio de exclusión de Pauli.

A causa de su relativa monotonía, el campo gravitatorio pierde una gran parte de su grandiosidad.

Obviamente, un crecimiento cuantitativo por el procedimiento de la reproducción y de la copia es el medio más fácil de obrar, aunque sea también la peor manera de progresar y evolucionar. Porque la verdadera evolución es ante todo cualitativa. Lo cual obliga a ir al encuentro de la cualidad.

b) Pero la cualidad se distingue de la cantidad porque sólo puede alumbrar lenta y laboriosamente en el curso de un proceso que requiere el tiempo y el esfuerzo necesario para el desarrollo ascendente de la forma; ya que únicamente a través de múltiples y diferentes formas podrá existenciarse y actualizarse el potencial de cualidad.

Aquellas formas en que mejor se revela este potencial de cualidad difícilmente podrían hallarse en los primeros sistemas gravitatorios; antes bien habrá que buscarlas en el campo electromagnético, acogedor de la forma.

La forma más simple del campo electromagnético es la luz (radiación *gamma*, onda-fotón), y en ella precisamente aparecen los primeros asomos de cualidad. En efecto, la radiación se propaga con movimiento vibratorio según la escala de frecuencias; y estas frecuencias constituyen propiamente la *calidad* de la radiación. Surgen así distintas calidades de una energía todavía neutra, y con ellas la primera diferenciación cualitativa del campo cuantificado, que bien podría denominarse *diferenciación cuántica elemental*.

c) No obstante, dentro de la radiación *gamma*, los fotones, protopartículas neutras sumidas en la onda común, pertenecen al grupo de los bosones y, como tales, no obedecen al principio de exclusión de Pauli (de extraordinario alcance dentro del reino de la materia), por lo que persiste todavía en los fotones un grado elevado de indiferenciación, que en realidad es un estado de prediferenciación.

Pero a la energía radiante le llega el momento de materializarse. El fotón neutro, sin carga y apenas masa, se disocia en un par de electrones de signo contrario (célebre experiencia de Anderson, 1932), con lo que se consigue un doble y decisivo avance en el proceso de diferenciación cualitativa: 1.º, aparece una partícula con carga positiva (positón) y la correspondiente antipartícula con carga negativa (negatón), dos formas materiales antitéticas; 2.º, los electrones, en tan-

En cambio, la micromecánica cuántica es eminentemente selectiva; mejor que el metro y el reloj, utiliza —por así decirlo— un juego de filtros, cedazos y tamices. Y a partir de esta selectividad mostrará su enorme fuerza constructiva y su capacidad organizadora.

to pertenecen a la categoría de los fermiones, poseen onda propia y, sobre todo, obedecen al *principio de exclusión* que es, en el fondo, el gran principio de diferenciación material por el que son fijados a cada partícula unos valores específicos, cualitativamente definidos, que la predisponen a ulteriores procesos de integración molecular y subsiguiente diferenciación morfológica.

d) Con la formación de electrones positivos y negativos, la cualidad, que apuntó tímidamente en la radiación luminosa, penetra ya de un modo decidido en el campo de la materia organizable, en donde la variedad de formas se desplegará abiertamente, ramificándose sobre diversas líneas de evolución.

El proceso comienza en las estructuras atómicas. En su interior, e incluso con un pequeño número de partículas —hasta con los solos electrones— se puede crear una gran variedad cualitativa de estados. Bastará al principio una simple diferenciación funcional; y esta *diferenciación funcional* llegó precisamente en virtud del ya mencionado *principio de exclusión*, por el cual fueron asignados a cada electrón unos valores cuánticos definidos que le atribuirán una función específica dentro del átomo.

Bajo estas condiciones, rigurosas combinaciones de números cuánticos configuran un centenar de formas atómicas perfectamente caracterizadas y dispuestas ordenadamente en el sistema periódico de elementos químicos.

A partir de aquí la senda está ya trazada: Combinaciones de átomos producirán una mayor variedad de configuraciones moleculares, macromoleculares y citológicas en dirección a los organismos vivos.

* * *

Recapitulando: Todo ha sucedido como si un potencial primario de cualidad, originariamente reprimido y oculto, emergiera de las profundidades y se fuera liberando, actualizando y existenciando, revisitando en cada momento algún tipo de forma; revelándose en el curso de un dilatado proceso de morfogénesis y metamorfosis. Para el desdoblamiento multiforme de aquel potencial de cualidad no bastaría, evidentemente, la primera diferenciación cuántica elemental; es necesario el esfuerzo sostenido de una potencia elevadora discurriendo a lo largo del tiempo dinámico, que es el verdadero tiempo, el tiempo formador de la evolución.

Todo hace pensar también que esta *Cualidad potencial* acaso pudiera tener el sentido de una auténtica «categoría», es decir, de agente formador o constituyente no físico (extrafísico o parafísico), diametralmente opuesto, en lógica correspondencia, al dominio trascendental de la *Cantidad abstracta*.

La cuantificación de la cualidad se formaliza en una síntesis dialéctica

Dejando atrás el continuo indiferente, y a partir de estados primarios de *cuantificación discreta* elemental (series y conjuntos homogéneos), la evolución fue llevando el mundo hacia una gradual y progresiva *cualificación concreta* (creciente variedad de caracteres y formas). Porque en todos los órdenes de la Naturaleza, la novedad del tipo o de la especie reside precisamente en el carácter diferencial concreto. Todas las formas se distinguen por sus caracteres individuales o particulares en los que finalmente debía resolverse lo que en el origen se iniciara como una mera «cuantificación de la cualidad». O en términos más rigurosos: La idea primaria de cuantificación de la cualidad acaba formalizándose en una síntesis dialéctica que asume la unidad de la contrariedad. Cantidad y Cualidad, como categorías lógicamente conjugadas, se integran así en una síntesis de clara filiación hegeliana; y esta síntesis es el *carácter concreto* que distingue grupos y subgrupos, sistemas y subsistemas, géneros, especies e individuos, con sus determinaciones propias: límite, medida, grado, diferencia, variedad...

Sobre la faz de la Tierra existe una fascinante e incluso agobiante variedad de formas, con sus caracteres diferenciales. De acuerdo con las reglas dialécticas, el sentido, intensidad y modalidad de estos caracteres dependerá, en cada caso y en cada momento, de cómo queden establecidas en el seno de la síntesis las relaciones de complementariedad cantidad-cualidad. Según prevalezca alternativa o sucesivamente uno u otro de los dos polos de atracción, la síntesis ofrecerá un escalado de variantes, oscilando entre las más intensamente cualitativas (valores) y las más extensivas y cuantitativas (magnitudes), si bien cabe, evidentemente, una posición central de relativo equilibrio (grados). Pero aun en los momentos o estados marginales, la primacía de la cualidad (en lo más diferente, genuino y original) o de la cantidad (en lo más uniforme, monótono y homogéneo) no será jamás total dentro de la síntesis dialéctica de cantidad y cualidad.

En un estado marginal posible, la primacía de la cualidad dará caracteres susceptibles de jerarquizarse (escala de valores), mientras que en un estado marginal opuesto, el dominio de la cantidad hará que los caracteres puedan medirse y computarse (magnitudes físicas); porque la métrica, propiamente dicha, sólo tiene cabal significado donde ostenta primacía la cantidad. Pero que prevalezca la cantidad no significa tampoco que las magnitudes, incluso las más extensivas, sean del todo homogéneas ni meramente cuantitativas.

La relatividad de las magnitudes macrofísicas (con sus vectores y tensores) y, sobre todo, la aritmética cuántica (estados cuánticos, matrices cuánticas) acusan la presencia del elemento cualitativo en todos los fenómenos físicos, circunstancia que la Ciencia nueva, en contraposición a la antigua Mecánica, ha puesto en evidencia con toda claridad.

IV. CONTINGENCIA E INCERTIDUMBRE SE SUMAN A LA RELATIVIDAD

Síntesis de probabilidad

Cuantificación de la energía, selectividad de la acción y diferenciación cuántica elemental, si bien que connotaciones básicas, no dieron todavía la idea cabal que la Filosofía necesita extraer del fenómeno microfísico; porque junto a los números cuánticos y estados cuánticos están también las incertidumbres cuánticas (principio de Heisenberg) y la función de onda con sus distribuciones de probabilidad (ecuación de Schrödinger).

La Relatividad descubrió *relaciones*; luego, la Mecánica cuántica añadió *probabilidades* que, en el fondo, son también relaciones: las justamente llamadas *relaciones de incertidumbre*. Con ellas, el conjunto de todo el sistema de interrelaciones y correlaciones se traduce en una compleja trama de vinculaciones e interferencias probabilísticas entre magnitudes relativas y valores cuánticos.

Ahora bien, si el principio de relatividad modificó el sentido clásico de magnitud, el postulado de probabilidad altera el significado no menos clásico de causalidad⁷. Claro que la ley causal subsiste y

7. Se está viendo cómo la imagen del mundo se vuelve fluida, elástica e incierta, fenoménica y antinómica. El Universo ha perdido aquella firmeza y solidez que, en el pasado, parecían conferirle la categoría de substancia y el riguroso orden causal. Donde había *substancia* y *determinismo*, la nueva Ciencia ha puesto *relatividad* y *probabilidad*.

subsistirá como la expresión más general de orden natural, pero ya bajo la forma atenuada de una síntesis de probabilidad en la que se conjugan y concilian el azar y la determinación, la libertad y la norma, la entropía y la información⁸.

Lo cual, en términos más amplios puede expresarse así: Todos los procesos naturales —físicos o vitales— discurrirán en un ancho intervalo comprendido entre la libre espontaneidad y el riguroso encajenamiento maquinal; estarán efectivamente determinados pero no exentos tampoco de indeterminación. Y en cuanto a las formas materiales, fluctuarán entre límites (momentos marginales) comprendidos entre la agitación térmica y la disciplina del ultrafrío; o evolucionarán desde los fluidos estados de plasma (corriente dinámica) hasta la simetría del sólido cristalino (configuración geométrica).

Y generalizando todavía más: De acuerdo con las reglas dialécticas, en todos los dominios de la Naturaleza habrá siempre orden con un margen variable de desorden; pero incluso un desorden máximo no será jamás un desorden total⁹, ni un orden óptimo será perfecto. Rige en ella un orden relativo que se deduce de la síntesis de probabilidad y que se manifiesta de diversos modos: procesos estocásticos, distribuciones estadísticas, valores aproximados y certidumbres incompletas.

De nuevo, relatividad e incertidumbre; o también, información no exenta de entropía, según los recientes hallazgos de la Cibernética. Porque la probabilidad viene a ser como *la relatividad de las leyes naturales*, unidas ambas —relatividad y probabilidad— por su condición de síntesis dialécticas insertas en la macrosíntesis universal.

En cada caso y en cada momento, el grado de orden dependerá de cómo queden establecidas dentro de la síntesis probabilístico-causal las relaciones de complementaridad libertad-determinación según los fenómenos se aproximen a uno u otro de los dos polos de atracción. De un modo altamente significativo, el hecho de que la probabilidad matemática presente *una serie de valores comprendidos entre*

Como premisas de lo que propiamente podría constituir una «ontología funcional», relatividad y probabilidad facilitan enormemente el acceso a la Dialéctica, en tanto que sistema móvil de funciones: téticas, antitéticas y sintéticas.

8. Si antes la relatividad se tradujo en una síntesis dialéctica, podía esperarse que la probabilidad tuviera igualmente esta condición.

9. El caos térmico y el tumulto gaseoso poseen —incluso en estados de gran energía— un orden mínimo, que se dice «estadístico», y que Schrödinger denominó muy certeramente «orden del desorden».

zero y la unidad justifica la presunción de que el orden causal oscila efectivamente entre dos límites extremos y contrapuestos, a saber: la contingencia fortuita (puro azar) y la exactitud mecánica (predeterminación de tipo laplaciano).

No se niega, pues, el orden causal. Que la probabilidad matemática (regularidad de frecuencias) sigue dentro del orden y de la lógica causal, es del todo evidente: La periodicidad estadística probada en el pasado se espera verla reproducida en el futuro de un modo análogo como se espera usualmente el efecto de una causa. Por lo que, siendo una forma —flexible y dinámica— de la causalidad, el probabilismo no rompe el estatuto legal de la Naturaleza. O lo que es lo mismo: La existencia de un nexo causal no significa un determinismo absoluto y radical; la incertidumbre cuántica, la innovación evolutiva y la misma libertad humana, no trastornan el orden natural sino que forman parte de él¹⁰.

Pero este indeterminismo relativo no se detiene tampoco en la simple incertidumbre, ciega y vaga, neutra e indiferente; ni se limita, por tanto, a la mera probabilidad estadística. Antes bien, en todo lo ancho de la Naturaleza y siguiendo la marcha de sus procesos, *la evolución traza una línea ascendente de grados de libertad* en estricta correspondencia con el nivel de organización y complejidad alcanzado en cada momento evolutivo¹¹.

Recordemos, a propósito, que siguiendo ese proceso ascensional de la forma, pudo comprobarse antes (sec. III) la revelación de la Cualidad desde la diferenciación cuántica elemental hasta los caracteres superiores de los sistemas vivientes, para culminar en los valores del espíritu. Pues bien, ahora el fenómeno se repite exactamente: Siguiendo una evolución secular paralela, alumbra igualmente la Libertad, desde la indeterminación cuántica, en su punto más bajo (fenómenos microfísicos), hasta alcanzar, en la cúspide, el albedrío humano (decisión y autoridad, vocación y finalidad).

Las formas de esta Libertad se irán plasmando y elevando gradualmente a medida que se vayan sucediendo los distintos estadios de or-

10. Dentro de la conducta humana, una elección voluntaria y libre siempre podrá interpretarse, en sentido causal, como la respuesta a unos estímulos. Pues habrá, en cualquier caso, unos mecanismos neurofisiológicos con vinculación, sucesión, jerarquía o conflicto de reflejos.

11. Para un análisis más detenido de esta temática, véase «Dialéctica del orden» y «Dialéctica de la evolución», capítulos VI y XI de mi obra *El Principio de Polaridad Disimétrica*.

ganización en el curso de la evolución morfológica. Porque, en sentido amplio, el paso de la esencia potencial a la forma existencial y el desenvolvimiento regular de ésta, requiere un impulso elevador y persistente, que, evidentemente, necesita tiempo. Lo cual quiere decir que es preciso volver de nuevo a la *temporalidad dominante*, es decir, al tiempo dinámico, en tanto que fuente viva del devenir universal.

Llevado el razonamiento a esta altura, es obligado recapitular ideas y sentar algunas conclusiones, siquiera provisionales.

V. RECAPITULACION GENERAL Y PRIMERAS CONCLUSIONES

1. La aparición de las categorías de Cualidad y Libertad ha mostrado y confirmado la relevancia de la Temporalidad. Porque para salir de su primitivo estado potencial, para existenciarse y realizarse, debían ambas aguardar que se fueran constituyendo configuraciones orgánicas cada vez más complejas; pues sólo estructuras biológicas largamente elaboradas en el curso del tiempo evolutivo, pueden albergar los caracteres más nobles y acoger la auténtica libertad.

2. El desarrollo y complexificación de las formas obedece ciertamente a una razón dialéctica intemporal. Pero la razón intemporal gobierna un proceso temporal. Aunque el devenir evolutivo sea esencialmente el ritmo triádico impuesto por la ley dialéctica, no puede separarse del tiempo cósmico ni, por tanto, de la historia natural¹².

3. El tiempo formador en que se inscribe el devenir (*werden*) no es, evidentemente, una mera indicación del reloj; es mucho más que una cantidad vacía que se define por el instrumento usado en su medición. Es el Tiempo dinámico de la evolución (*l'élan vital*), portador de cualidad y libertad, fuente viva de las fuerzas creadoras que alimentan por la base todo el sistema universal de fenómenos y epifenómenos.

12. De un modo muy simplificado puede definirse el ritmo dialéctico del organismo como un proceso temporal en el curso del cual, formas elementales se ven forzadas a unirse y asociarse por un movimiento convergente de *integración*, luego de haberse separado, especificado y excluido por un movimiento divergente de *diferenciación*. Es decir, morfogénesis y metamorfosis se suceden por fases alternantes opuestas de diferenciación e integración, de especialización y centralización, que se resuelven finalmente en una síntesis que es justamente el organismo y, en general, la *organización*.

4. Es ahora el momento de remitirse al verdadero Tiempo, al tiempo parafísico, al que es posible ir al encuentro mediante un concentrado esfuerzo de introspección. En su día Bergson señaló ciertamente la vía mística que conduce a él: Invertir la dirección habitual del pensamiento, por aproximación intuitiva, y captar lo inmediato que el método científico no puede apresar; que es la corriente profunda que palpita en lo más hondo de la subjetividad y se revela en la consciencia como libre actividad espiritual.

5. El proceso evolutivo de la forma será «un lento despertar del espíritu» o, tal vez, «la Idea lógica hegeliana que va en busca de sí misma»; pero, en cualquier caso, ni el esquema lógico-dialéctico del devenir podrá sustraerse a la corriente temporal, ni ésta podría fluir errática fuera de aquél.

6. Si Libertad y Cualidad aparecieron solidarias del Tiempo dinámico, recíprocamente, Determinación y Cantidad quedan ligadas al Espacio inercial¹³, que es el contrario legítimo del Tiempo dinámico, de acuerdo con el esquema dialéctico.

7. Al igual que el tiempo puro, el espacio puro es también un ente parafísico, pasivo e inercial; es un espacio métrico, cuantitativo (divisible) y homogéneo (simétrico e isotrópico). Mediante un esfuerzo de abstracción es accesible a nuestra mente, como un receptáculo vacío e infinito; instalándose en él la Ciencia clásica pudo enunciar el principio de inercia y descubrir el cálculo infinitesimal, pues contiene la razón de los postulados euclidianos y cartesianos, galileanos y newtonianos.

8. El espacio funcional de la Dialéctica es universal y objetivo, pero no infinito, real y actual (en el sentido que le diera Newton). Es un espacio ideal, pero no subjetivo (en el sentido de Kant).

9. En cuanto al espacio propiamente físico, ya no será estrictamente espacio, sino espacio-tiempo, es decir la síntesis espacio-temporal del intervalo de universo (ahora en el sentido de Einstein).

Dentro de la síntesis relativista del campo, todo fenómeno participa de la dinámica del tiempo y de la métrica del espacio. Pero sin

13. Conviene recordar que la continuidad y la divisibilidad del espacio matemático estuvieron siempre en la base del determinismo clásico (legalidad exacta). Por contra, la discontinuidad cuántica lleva al indeterminismo, en tanto que el «salto cuántico» implica un momento de incertidumbre en virtud de la selectividad de la acción (orden probabilístico).

perder jamás de vista que la síntesis espacio-temporal es sólo un componente de la gran síntesis integral que envuelve todo el sistema físico (ortofísico) situado en posición central entre los dos polos antagónicos (parafísicos) que pasan a formar la tesis y la antítesis con las que habrá de quedar definitivamente constituida la tríada completa.

VI. LA TRIADA

El primer paso de la Filosofía científica ha sido la inscripción del sistema físico en el esquema dialéctico. Ha puesto en evidencia —a veces abrumadora— que el sistema físico es una *síntesis polivalente y multiforme de funciones antagónicas pero complementarias*. A partir de este punto, el filósofo está autorizado, o mejor, obligado a remontar hasta las altas categorías, tética y antitética, que lógicamente anteceden a la síntesis final, para constituir definitivamente la tríada completa. Lo cual corresponde hacer en los siguientes términos.

1. Tesis

Tiempo dinámico, portador de cualidad en estado potencial de pre-diferenciación. En este estado potencial permanecen también las fuerzas activas que, llegado el momento, desencadenarán el proceso cósmico y moverán la marcha ascendente de la evolución natural, en la que, precisamente, se revela y realiza el potencial dinámico-temporal.

2. Antítesis

Espacio inercial, cuantitativo y homogéneo. Por oposición a la potencia dinámico-temporal, el espacio inercial asume la función de Resistencia trascendental (como antipotencia o potencial absoluto de inercia) sede de las fuerzas reactivas operando como contracorriente retrógrada¹⁴ que se interpone al fluir de la corriente activa fundamental y dominante.

14. El antagonismo dialéctico entre el espacio (inercial, divisible, cuantitativo) y el tiempo (dinámico, continuo, intuitivo) aparece insistentemente a lo largo de toda la obra de Bergson, si bien que bajo la forma de un vitalismo romántico, no exento de inspiración poética. Pero la oposición espacio-tiempo reaparece con toda su fuerza y de un modo mucho más convincente en la fórmula matemática del *intervalo relativista*, en la cual las coordenadas espaciales figuran con signo contrario al tiempo.

3. *Síntesis*

Si, desde el comienzo, se siguió el precedente análisis, pudo comprobarse cómo la síntesis elemental de espacio-tiempo, asociada inmediatamente a la de energía-inercia, se fue enriqueciendo y agrandando hasta la síntesis integral del campo. Y esta síntesis dialéctica resulta ser nada menos que aquel famoso «tercer término» sistemáticamente excluido y recusado por la Lógica tradicional, pero que ha quedado plenamente confirmado en los postulados cuántico-relativistas, que ahora conviene recapitular:

a) La síntesis espacio-temporal del intervalo no euclidiano, de acuerdo con el principio de relatividad.

b) La síntesis energía-inercia de la materia, según el principio de equivalencia.

c) La síntesis onda-partícula de la micromecánica cuántica.

d) La síntesis dinámico-geométrica que configura los campos gravitatorio y electromagnético.

e) La síntesis de probabilidad como expresión de la forma genérica del orden natural.

f) Finalmente, la síntesis cantidad-cualidad por la que alumbran los caracteres específicos de la forma concreta.

Últimas precisiones sobre la síntesis

Sin duda un análisis categorial más extenso y profundo permitiría descubrir otras modalidades de la síntesis y derivar nuevas tríadas. Mas para una Introducción a la Física dialéctica, lo dicho basta para afirmar la presencia de un mundo de doble faz en el que el tercer término resultante resuelve la contrariedad, en el sentido bien patente de asumirla sin extinguirla.

Dentro de la síntesis dialéctica subsistirá, por tanto, la dualidad y la polaridad, enriquecidas con la propia novedad de la síntesis. Pues la misma teoría física nos enseña que tesis y antítesis no son momentos fugaces condenados a la aniquilación, sino magnitudes persistentes (digamos, categorías), con anterioridad a la síntesis lo mismo que en el seno de ella. Pero si la síntesis no es absorción exhaustiva tampoco es mera suma de contrarios; es esencialmente integración constructiva y complementaridad funcional, es decir, conjunción de funciones dialécticas en equilibrio dinámico, asimétrico e inestable¹⁵.

15. En la Dialéctica hegeliana hay una anomalía que es preciso superar. De su lógica se deduce claramente que tesis y antítesis quedan absorbidas

Es evidente que si los dos componentes, tético y antitético, del par polar están presentes en la síntesis, ésta podrá fluctuar en todo lo ancho del intervalo abierto entre aquéllos; de tal modo que si uno de ellos prevalece y se impone, su contrario retrocede y se virtualiza. En el curso de una oscilación se producirán fases o momentos parciales según domine uno u otro de los dos polos contrapuestos; habrá un estado marginal en que uno de los factores (dominante) alcanzará su máxima fuerza aunque sin eliminar por completo a su contrario (recesivo). Si bien es posible un equilibrio parigual entre ambos.

Pero sobre una línea de evolución dirigida y orientada teleológicamente, a medida que un elemento polar tiende a reforzarse y actualizarse, el contrario se inhibe, se aleja o se contrae, aunque guardando en todo momento la relación de complementariedad exigida por la síntesis dialéctica.

Este juego de funciones dialécticas lo hallamos incluso en la experiencia microfísica que pone de manifiesto las relaciones de incertidumbre enunciadas por Heisenberg: Si el impulso del electrón (momento dinámico) se determina con mayor precisión, se indetermina en la misma medida la trayectoria o posición espacial (momento geométrico), comprobándose un antagonismo fluctuante y recíproco entre ambas magnitudes¹⁶.

VII. CONSIDERACIONES FINALES

Reivindicación del sistema dialéctico

El análisis que precede ha puesto en evidencia que, en su constante avance, la Ciencia natural llegó a penetrar en aquella zona fronteriza en que los fenómenos muestran su doble faz y empieza a perfilarse la posibilidad de integrarlos en una síntesis. Acaso la Física contemporánea estuvo a punto de redescubrir la Dialéctica, pero no alcanzó a reconocer explícitamente la presencia misma de la síntesis,

y anuladas al consumarse la síntesis. No así en la Dialéctica más moderna de André Marc (*Méthode et Dialectique*) dentro de la cual coexisten los contrarios, correlacionados en la síntesis, de modo que de la oposición surge la reflexión, y de ésta el discurso.

16. Se debe a Stéphane Lupasco la interpretación dialéctica de las incertidumbres de Heisenberg bajo la forma de un antagonismo de dos magnitudes canónicamente conjugadas, de modo que si se actualiza p se virtualiza q , y si se determina q se indetermina p .

Véase *L'expérience microphysique et la pensée humaine*, PUF, 1941. *Logique et contradiction*. PUF, 1947. *Les trois matières*. Julliard, 1960.

deteniéndose en las nociones de complementaridad, probabilidad, equivalencia, o de continuo espacio-temporal de «cuatro dimensiones».

Pero en tales condiciones y en estos términos empíricos la obra quedaba inacabada, con muchas incógnitas sin despejar. Algunos científicos buscaron refugio en la Epistemología (el subjetivismo selectivo de Eddington sea quizá el mejor ejemplo); otros se replegaron en la Filosofía del No (al decir de Gaston Bachelard). Porque si bien la matemática relativista difiere de la cuántica, ambas coinciden en un tipo genérico de Mecánica no-newtoniana, acorde con la Geometría no-euclidiana e, incluso, con una Aritmética no-pitagórica. Sin embargo, lo más apremiante era hacerse con una Lógica no-aristotélica. Y esta Lógica estaba ya hecha desde principios del siglo pasado. Es la Dialéctica, Lógica de la contrariedad, que debidamente remodelada podía resolver satisfactoriamente toda la problemática que planteaba la nueva Física ¹⁷.

Porque, en el fondo, esta Física nueva estaba descubriendo contrariedades allí donde la clásica sólo alcanzaba ver identidades. El problema lógico a resolver era, concretamente, hallar la vía de tránsito que desde la antigua Ontología basada en *dos entidades reales* (energía y masa, espacio y tiempo, onda y partícula, etc...) permitiera pasar a una nueva Ontología más avanzada postulando *una realidad sintética* integradora de funciones antagónicas.

Dentro de esta Ontología funcional, de corte dialéctico, los organismos se fueron complexificando a través de largos procesos de diferenciación e integración, a la vez que su existencia espacio-temporal se iba configurando en unidades psico-somáticas que sancionaban y reafirmaban la subjetividad-objetividad de la forma.

Ciertamente, la síntesis física del Cosmos puede lograrse y de hecho se logró, gracias al esfuerzo de generalización llevado a cabo por

17. Ya en el cap. VI de la *Introducción a la Lógica Dialéctica* (1959) el profesor Eli de Gortari establecía las primeras bases para una doctrina de las categorías físicas. Pero fue más tarde, en su *Dialéctica de la Física* (1964) cuando puso de manifiesto el antagonismo dialéctico que caracteriza el mundo de la Relatividad y la Mecánica cuántica.

En sentido muy diferente, la Dialéctica de Stéphane Lupasco alcanza su mejor expresión en *Le principe d'antagonisme et la logique de l'énergie* (1951), cuyo esquema lógico, muy riguroso, reafirma en su última obra, *L'énergie et la matière psychique* (1974).

Por mi parte, he intentado construir un modelo dialéctico coherente des-
envuelto en una serie de cuatro tríadas consecutivas, en el ya citado libro *El Principio de Polaridad Disimétrica, el idealismo dialéctico sobre bases científicas* (1974).

eminentes sabios, sobre todo por Einstein; pero si se pretende una síntesis integral de la realidad, aquel esfuerzo de generalización debe ir mucho más lejos hasta completarse definitivamente, elevándose desde el ensayo, el experimento y la métrica hasta la suprema asunción de los valores del espíritu.

FRANCISCO CORTADA REUS