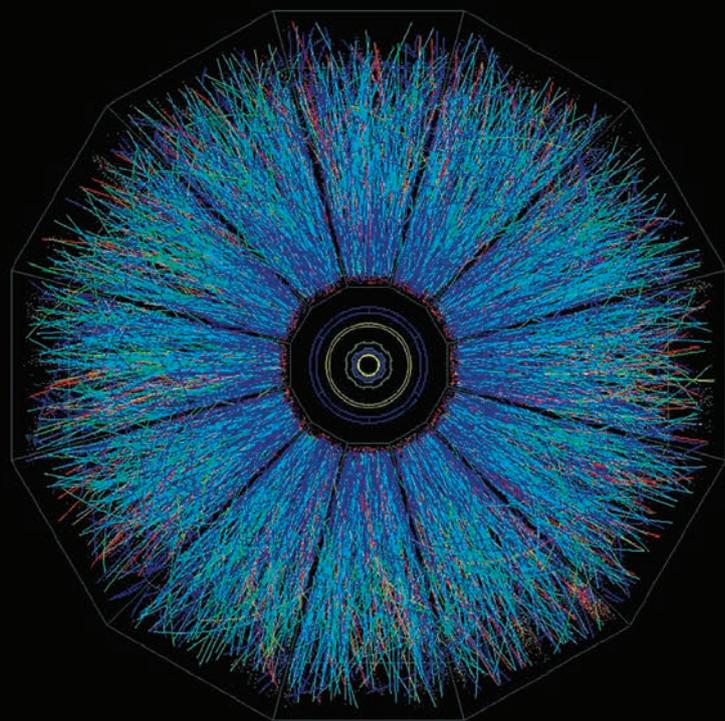


Juan Arnau

Materia que respira luz

Ensayo de filosofía cuántica



Galaxia Gutenberg

JUAN ARNAU

Materia que respira luz

Ensayo de filosofía cuántica

Galaxia Gutenberg

Publicado por
Galaxia Gutenberg, S.L.
Av. Diagonal, 361, 2.º 1.ª
08037-Barcelona
info@galaxiagutenberg.com
www.galaxiagutenberg.com

Primera edición: noviembre de 2023

© Juan Arnau, 2023
© Galaxia Gutenberg, S.L., 2023

Preimpresión: María García
Impresión y encuadernación: Sagrafic
Depósito legal: B 12843-2023
ISBN: 978-84-19738-13-4

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública
o transformación de esta obra sólo puede realizarse con la autorización
de sus titulares, aparte de las excepciones previstas por la ley. Diríjase a CEDRO
(Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear
fragmentos de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 45)

Índice

Preludio. Consecuencias filosóficas de la física cuántica	11
La pluralidad de las ciencias	25
Itinerario y planteamientos	28
La física hoy, una vía alternativa	33
1. La tentación geométrica	37
La vía de Euler.	41
Cuerpos y espíritus	42
La abstracción.	46
2. Las ciencias y las humanidades	49
La invención matemática.	53
Geometrías, lenguajes	54
La moral científica.	55
3. La luz que mide las cosas	57
Humanismo singular	63
Naturaleza proteica	66
4. El discreto encanto de la incertidumbre.	71
Historia mínima de la teoría cuántica	77
Un humanismo encubierto.	80
5. La vibración universal.	83
6. Materia y luz.	91
El diálogo entre la materia y la luz	96
El factor Planck.	97

El átomo singular	99
La cuestión del determinismo.	100
7. Una mosca en una catedral	103
La investigación con el torio	107
8. La mente que vendrá.	113
La incertidumbre esencial	116
Una naturaleza radiante y espontánea	119
La diplomacia	123
Complementariedad	125
El debate Einstein-Bohr	128
9. <i>Contraria sunt complementa</i>	133
El principio de complementariedad	138
Recuperar viejos hilos	140
Conflictos internos	145
La nueva lógica	146
La influencia de Kierkegaard	149
10. El círculo de la vida y la filosofía	153
Conciencia y mente	158
11. Esbozo de una filosofía planetaria.	163
La hipótesis de Gaia	168
¿Somos en verdad modernos?	169
Relativismo relativo.	174
12. La teoría del todo	177
Un equilibrio pasajero	183
La teoría de cuerdas.	185
Consideraciones finales	186
Epílogo	191
Bibliografía	199
Índice analítico	205

Este mundo es un ser viviente dotado con alma e inteligencia, una entidad única que contiene a su vez a todos los seres vivientes del universo, quienes por naturaleza propia están todos interconectados entre sí.

Timaios, PLATÓN

PRELUDIO

CONSECUENCIAS FILOSÓFICAS
DE LA FÍSICA CUÁNTICA

La falacia racionalista consiste en reducir el entendimiento a la razón. Podemos entender nuestras contradicciones, las contradicciones de los seres que amamos, la contradicción de nuestro tiempo. Podemos apreciar los colores de una selva otoñal, los quiebros de una sinfonía, la lírica de un poema. Todas estas actividades pertenecen al entendimiento y no son racionales. Sencillamente porque no se pliegan a la formalidad del silogismo ni a la lógica simbólica o matemática. La racionalidad es una facultad imprescindible pero limitada del entendimiento. Por eso el racionalismo como visión del mundo es falso (o mejor, limitante). Pero hete aquí que nuestra civilización lo asumió como el modo en que la realidad se expresaba. La naturaleza habla el lenguaje de las matemáticas, había dicho Galileo. Y Descartes lanzó con esa idea una propuesta radical: matematizar las ciencias; hacer que la ciencia sea una y matemática. Newton profundizó en ese empeño, y, con los éxitos de la física, se empezó a confundir esta ciencia con la realidad. Pero tal simplificación, aunque útil, resulta inaceptable. Pasó el tiempo y, a principios del siglo xx, en el seno de la propia física, una ciencia convertida en determinista, surgió una isla de oscuridad. Apareció sin ser convocada, mientras un prusiano investigaba la radiación del cuerpo negro. La constante de Planck cambiaría el mundo para siempre.

La mecánica cuántica es la teoría científica más precisa, universal y sofisticada de cuantas haya concebido la mente humana.

Responde a muchas preguntas y, a su vez, plantea unas cuantas que no ha logrado resolver. Toda buena teoría, como toda buena narración, deja un hilo abierto para que no se detenga la conversación. Su éxito se debe a la intuición de un astrónomo italiano. Galileo creía que la matemática era el lenguaje que hablaba la naturaleza. Cuando un lenguaje es poderoso, tiende a imponer sus significados más allá de sus límites. De ahí que los físicos reduzcan la realidad a la física. Pero la física es sólo un aspecto de lo real. Hay otros modos de interrogar a la naturaleza, que tendrá siempre la cortesía de respondernos en el idioma en que le formulemos nuestras preguntas. De hecho, ninguna matemática podrá explicar la sensibilidad, como ninguna gramática puede explicar la literatura. Y la sensibilidad es un aspecto esencial del mundo natural. Algunos físicos creen que estamos a un paso de desvelar el enigma de lo real (cuando se unifique la relatividad general con la mecánica cuántica). Otros pensamos que ese enigma nos acompañará siempre, que es la sal de la vida y que es bueno que así sea. Borges lo advirtió: la solución al misterio es siempre inferior al misterio.

Desde la Ilustración hasta Max Planck, la *Weltanschauung* mecanicista, la idea de que el universo es como un reloj, ha dominado casi por completo el ámbito de las ciencias. Incluso hoy, pese a los principios de indeterminación y complementariedad, la metáfora del mecanismo sigue teniendo una influencia prodigiosa. El principio de indeterminación surgió como una pequeña parcela, ininteligible y oscura, dentro del dominio matemático, que es un reino determinista. Pero la nueva situación no debe entenderse como un menoscabo de la física. Al contrario, la enoblece. De hecho, la determinación y la indeterminación no se oponen o excluyen, simplemente se complementan. La idea de un universo completamente determinista es quimérica, como también lo es la idea de un universo completamente impredecible o caótico. Ambas son las dos dimensiones, horizontal y vertical, del juego cósmico. El asombroso hecho de que la libertad y la necesidad puedan coexistir, de que una no excluya a la otra,

como ocurre en la práctica artística, convierte el universo en un lugar mucho más interesante.

Los objetos físicos no son cosas en sí (y esto vale también para las estrellas y las galaxias), sino cosas con respecto a ciertos modos de indagación empírica. Como decía Niels Bohr, la física no trata de la naturaleza, sino de nuestras relaciones con la naturaleza. El universo, lejos de ser un conjunto de objetos, es una red de percepciones. Todo está conectado con todo, nos dice el teorema de interconexión de Bell. La paradoja EPR (Einstein-Podolsky-Rosen) sugiere que la idea de la separabilidad debe revisarse. Las partículas no pueden, no saben, llevar una existencia independiente. Si algún día estuvieron en contacto, conservarán para siempre la memoria de ese encuentro. Los fenómenos, como los dioses, son locales, pero la totalidad no lo es, y esa conexión con la totalidad parece estar presente en todo momento.

Wolfgang Smith ha realizado una interpretación aristotélica de la mecánica cuántica que está en perfecta sintonía con el planteamiento de este libro.¹ Su lectura de lo real es aristotélica. Un intento de recuperar el paradigma hilemórfico, la causa formal y final que audazmente conecta con la idea taoísta del yin y el yang. Hay una causalidad horizontal, sucesiva, que sucede en el tiempo; y otra vertical, del aquí y el ahora, propia de la eternidad del instante (que dirían los poetas), que tiene una de sus manifestaciones en el llamado *problema de la medida* de la teoría cuántica. El hecho de realizar una medición colapsa el *vector de estado*. La función de onda, una función abstracta de probabilidad superpuesta, adquiere un significado físico cuando colapsa. Y ese colapso, suscitado por la percepción de un cuerpo vivo, es una manifestación del principio que el mundo sostiene y crea a cada instante: el Acto puro de Aristóteles. Suena disparatado, pero tiene una lógica aplastante. Así es como Wolfgang Smith resuelve el *problema de la medida*: uniendo, en un mismo coro de

1. Wolfgang Smith, *El enigma cuántico: descubriendo la clave oculta*, trad. de José Antonio Estarellas, Sekotia, Córdoba, 2021.

voces, a Aristóteles, Prabhākara y Berkeley. La percepción es la luz del mundo. Tiene luz propia; lo demás, los objetos y los sujetos, luz reflejada.

En el acto de percibir acontece cierta unión del entendimiento con su objeto. Las cualidades (que son la esencia de lo mental) se caracterizan por no prestarse a la descripción matemática. Lo cualitativo, además, no encaja en un universo mecánico. Por eso Descartes y Galileo lo desterraron del paradigma del conocimiento, por ser algo no esencial, arbitrario y subjetivo. Las cualidades tuvieron que desaparecer para que la física pudiera desarrollarse. Esto lo comprendieron muy bien Newton y Schrödinger. Pero lo que se oculta siempre termina por aflorar.

Una entidad sin cualidades sería imperceptible. En el plano de la física no hay cualidades (en esa negación radica su fundación como ciencia), pero en el plano corporal resultan inevitables. Posteriormente, el imperio de la física ha identificado el dominio físico con el corpóreo (en esa contradicción vive la mecánica cuántica). Sin embargo, un cuerpo sin cualidades no es un cuerpo. El cuerpo puede leerse matemáticamente, pero reducirlo a matemáticas es cercenarlo, convertirlo en un cadáver. Las cualidades son la esencia de lo vivo. Bajo ellas no es posible encontrar un sustrato matemático. Wolfgang Smith alude a la idea presocrática de los elementos (paradigmas de cualidades) y a su asociación en la cosmología del *sāṃkhya* con los cinco sentidos (el quinto elemento, la *quinta esencia*, sería el éter). De acuerdo con su hilemorfismo, considera que los objetos están hechos de materia y de forma. La cantidad y la estructura matemática pueden dar cuenta del aspecto material de las cosas, pero, en el ámbito del cuerpo vivo, hay tanto cantidades como cualidades. Descartes y Galileo extirparon la esencia misma de lo corpóreo. El cartesianismo, la idea de que la ciencia implica matematización y de que el universo se comporta como un mecanismo, subyace todavía en la mentalidad moderna. En este sentido, el cambio de paradigma al que apunta la mecánica cuántica no ha calado en los científicos, que no logran liberarse de una concepción

reduccionista y puramente cuantitativa. Ésa es la clave de la diferencia entre la visión moderna y las antiguas imágenes del mundo, ya sean occidentales u orientales. El ángulo cartesiano sigue prevaleciendo.

El fenómeno que despierta las dudas sobre este paradigma es el llamado *colapso del vector de estado*, enigma central de la física cuántica y equivalente filosófico del *problema de la percepción*. Lo curioso es que, según el modelo cartesiano, la percepción no es posible. La bifurcación cartesiana consiste en dividir el mundo en dos: por un lado, un mundo extenso, matematizable, mecánico y desprovisto de todo atributo cualitativo; y, por el otro, un mundo inextenso, mental y provisto de cualidades. Lo real se divide en dos. La física se ocupa del mundo extenso, pero éste ha sido previamente reducido y simplificado. Y esa reducción es lo que ha permitido el extraordinario desarrollo de la física. Ya lo advirtió Schrödinger: había que dejar fuera al sujeto para que las ecuaciones fueran manejables. La *res extensa* no tiene color ni ninguna otra cualidad. Si percibo una manzana roja, esa imagen ha de pertenecer a la *res cogitans*, a la mente. Descartes insiste en que no vemos el mundo externo. Cada uno está confinado en su propio mundo privado. La filosofía cartesiana cuestiona la posibilidad misma del conocimiento empírico. Esa simplificación del mundo externo confiere a la física matemática un alcance ilimitado. Pero los imperios se desmoronan desde dentro. La física clásica evolucionará hasta el punto de deconstruirse a sí misma: eso es la teoría cuántica. Un replanteamiento del origen, un modo de desmentir la decisión inicial de bifurcar el mundo y excluir al observador. Es lo que Whitehead llamó la «esquizofrenia moderna». Como observó Heisenberg, la interpretación de Copenhague va a la raíz de la partición cartesiana, que ha penetrado profundamente en la mente humana en los tres últimos siglos y que llevará tiempo desarraigar.

Con la bifurcación cartesiana se agrava el problema mente-cuerpo, aumenta la distancia entre el mundo externo de la materia y el interno de la mente. Nuestro puesto en el cosmos resulta

ininteligible. La vida psíquica se interpreta como un epifenómeno de la actividad cerebral. No es de extrañar que surgieran filosofías contrarias al positivismo como el existencialismo o el pragmatismo.

Percibir no es una mera recepción pasiva de imágenes ni un acto al margen de la inteligencia. Ser es percibir. No hay que malinterpretar a Berkeley ni confundirlo con el idealismo. La percepción es necesariamente local y parcial. Si pudiéramos percibir un objeto por entero, no percibiríamos nada. Es un contrasentido. El ángulo siempre forma parte del asunto. El acto ordinario y simple de percibir no es racional ni discursivo. El color no se puede cuantificar ni introducir en una fórmula matemática. Nada existe por sí mismo, lo que vale también para la percepción. Existir es interactuar con otras cosas y otros observadores. Una cualidad es algo que se percibe (y en esa percepción asoma una presencia elusiva y enigmática). Un dedo señalando a un sujeto. Un universo del que se han borrado todas las cualidades es un universo irreal, fantasmagórico.

El acto de medición en física no es un acto directo de la percepción. Se produce mediante un instrumento. La interacción entre el objeto y el instrumento tiene como desenlace una cantidad, un número. Los físicos experimentales utilizan la percepción en todo momento, pero, estrictamente hablando, no perciben el diámetro o el peso de un objeto, mucho menos el impulso magnético o el electrón; lo que perciben son objetos de diferentes clases, patrones de interferencia, un número en el monitor o la altura de la aguja en una escala. Es decir, no percibimos cantidades mensurables, de ahí que necesitemos instrumentos para obtener información de algo no perceptible. El *modus operandi* de la física se basa en la medición. El físico puede *ver* gracias a la medición, pero no mira, sino que mide y registra los datos facilitados por un aparato. Lo que la escisión cartesiana propone es que la primera experiencia, la del mirar, es falsa, mientras que la segunda es verdadera. El primer dominio es subjetivo; el segundo, real. Ahora puede verse la extrava-

gancia de dicha partición. Hemos delegado el conocimiento en la máquina. Venimos haciéndolo desde Newton. Conocemos el objeto mediante su representación, pero ésta ha dejado de ser directa, pues está mediatizada por el instrumento de medida, que a su vez está construido siguiendo las premisas de una teoría. El salto de la representación al objeto es un salto intencional, no menos enigmático que el de la percepción directa. Ahora bien, un protón es algo más que un conjunto de rastros en una cámara de burbujas. El objeto no es sólo su manifestación (como sostienen los positivistas); la lectura del instrumento señala más allá de sí misma.

No puede haber observación sin teoría. Observar, en el sentido físico, es pasar de lo perceptible a lo imperceptible, y sólo la teoría puede salvar esa brecha. Ambos, teoría y experimento, constituyen un mismo acto cognitivo. No existe el hecho empírico en sí. Nada puede medirse o visualizarse sin ayuda de premisas teóricas. La idea de que los principios teóricos son hipótesis hasta que se hayan verificado en el laboratorio es engañosa. La observación confirma la teoría, no el hecho. Como apunta Wolfgang Smith, los hechos concretos de observación pueden no tener más certeza que las supuestas hipótesis en las que se basan. El entendimiento (y no sólo la razón) juega aquí un papel esencial. De hecho, la física no se ocupa de lo particular, sino de particulares que muestran un principio o una ley universal. Lo que el físico busca es lo necesario en lo contingente, lo eterno en lo efímero. La física, en cuanto matemática, sigue siendo platónica. «Un mismo principio se refleja en tres niveles diferentes: en el objeto físico, en el conjunto de los datos y en el modelo o representación. Ésta es la razón por la que el objeto físico es cognoscible. Dicho brevemente, conocemos el objeto por medio del principio, y el principio por medio de la representación, a la que a su vez se llega a través de un conjunto de datos. [...] El paso del conjunto de los datos a la representación no se efectúa por medio del razonamiento, no es una tarea que pueda realizar un ordenador. Y, estrictamente hablando, la misma captación del modelo o de

la representación entraña una visión del entendimiento.» Es decir, se trata de un acto de la imaginación más que de la razón. Los teóricos consumados saben cómo extraer de las imágenes concretas formas abstractas análogas a las estructuras matemáticas que desean comprender. Lo observable no depende únicamente del objeto, sino también del modo en que éste se concibe.

La exactitud depende de nuestros intereses (Wittgenstein). La escala de observación configura el fenómeno (Whitehead), impone su significado. Cada nivel del universo físico presenta sus propias leyes, que corresponden a la naturaleza y precisión de los instrumentos que lo miden. El mundo microscópico es extraño porque es difícil de imaginar. «En absoluto es cierto que el electrón sea a veces una partícula y otra una onda, o que sea de algún modo partícula y onda al mismo tiempo, o que salte erráticamente de un nivel a otro. Esta clase de extrañeza cuántica deriva de que no diferenciamos entre el microsistema como tal y los observables del electrón (posición, impulso y otras variables). Estos últimos se tratan como si fueran atributos clásicos del electrón, lo que no son ni pueden ser.» La incertidumbre de Heisenberg no se refiere al mundo microscópico como tal, sino a los resultados de las mediciones; alude al plano corporal de la observación, no al plano físico. Y hablar del plano físico sin observación carece de sentido.²

La afirmación común según la cual el mundo microscópico es indeterminado se apoya en una confusión: la de tomar el ámbito físico por el corpóreo. Se olvida que la partícula es una cosa, y sus observadores, otra. Decir que un sistema físico es determinista implica afirmar que la evolución del sistema se determina

2. Para el nominalista, es la matemática la que se aproxima a los datos empíricos. Para el platónico, es al revés: es el dato empírico el que refleja la forma matemática y en cierto sentido se aproxima a ella. Se trata de una cuestión de prioridad ontológica entre lo particular y lo universal. Heisenberg hacía una lectura platónica de la teoría cuántica. Las partículas son entramados de simetrías que recuerdan a los sólidos simétricos de la filosofía platónica.

únicamente por su estado inicial.³ Eso es precisamente lo que implica la ecuación de Schrödinger. El mundo microscópico es determinista. Pero la medición, el colapso del vector de estado, al entrar en escena introduce la indeterminación. El sistema original se metamorfosea con dicho colapso. Ese sistema no es perdurable, existe *para nosotros* como sujetos de intencionalidad. Este hecho no impide el determinismo. Pero el determinismo cuántico se aleja del clásico en el sentido de que ya no acepta el reduccionismo de sacar de la ecuación al observador y sus intenciones. Los fenómenos cuánticos operan en dos niveles, el físico y el corpóreo. Y ese mestizaje es el que introduce la indeterminación. El propio formalismo de la mecánica cuántica exige que se reconozcan estos dos niveles, que no se admita el prejuicio reduccionista (que deja fuera al sujeto corpóreo) imperante en la física clásica.

Sin embargo, esta nueva epistemología cuántica no se ha digerido. Heisenberg decía que los sistemas microfísicos mantenían una posición intermedia entre la inexistencia y la realidad. Ese carácter es el que Wolfgang Smith asocia con el concepto aristotélico de *potencia*. Observar la medida es pasar de la potencia al acto. Y esa determinación se realiza en el plano corpóreo: en el estado de un instrumento-cuerpo. Por debajo de ese nivel corporal hay posibilidades o potencialidades que se actualizan en el nivel corpóreo. De ahí que el orden corporal no pueda reducirse al físico. El mundo microscópico es una superposición de posibilidades abstractas. La transición a lo actual o *real* exige una des-superposición: el colapso del vector de estado. Y esa transición (de lo potencial a lo actual) es un acto creativo. Aquí aparece Bruno Latour: la ciencia no descubre, crea.

La brecha entre los dos dominios ontológicos se sortea mediante la medición, que obra la transición entre lo posible y lo actual. Pero los objetos macroscópicos de la física clásica son tan potenciales como las partículas subatómicas. La mente del

3. Algo técnicamente imposible, pero idealmente imaginable.

observador entra también aquí en juego. El colapso del vector de estado es un hecho psíquico. Es más, la observación es lo que cose el mundo descosido de Descartes. Es el salto que salva la escisión entre pensamiento y extensión.

La física sólo tiene ojo para las cantidades. Pero en ausencia de cualidades no podría haber percepción alguna y, por lo tanto, tampoco medición. Ésa es la paradoja de la *Weltanschauung* cartesiana, que en realidad no es una *Weltanschauung*, sino una hipóstasis del dominio físico que deriva en una usurpación de lo real. Personalmente creo que la cuestión de si el mundo es determinista o está abierto a sorpresas es más estética que lógica. Bohr murió buscando contraejemplos a las propuestas de Einstein. El debate no se ha cerrado. Lo que sí parece claro es que el teorema de Bell, formulado dos años después de la muerte de Bohr en 1962, conmina a abandonar la localidad. La localidad ya no es una opción viable. Sobre esta cuestión, Einstein estaba equivocado: el artículo que escribió junto con Podolsky y Rosen logró lo opuesto de lo que se proponía. En vez de demostrar que la teoría cuántica era incompleta, se interpretó como una refutación del principio de localidad.

El universo no es sólo la física del universo. Están los cuerpos vivos. La evolución de los sistemas físicos es gobernada rigurosamente por la ecuación de Schrödinger hasta el momento decisivo en el que se produce la medición y colapsa el vector de estado. Ese derrumbe no parece tener un efecto apreciable en el nivel corpóreo. Desde la perspectiva del determinismo clásico sería un mero epifenómeno, mientras que en lo fundamental supone el desmoronamiento de la causalidad. Esto es lo que sucede cuando se coloca un contador Geiger junto a una fuente radiactiva. No se sabe cuándo ocurrirá la desintegración del núcleo. Se puede postular, claro está, que hay una *variable oculta* que lo determina, pero entonces abandonamos el campo de la ciencia.

El mundo está repleto de polaridades hilemórficas. El yin-yang taoísta es un icono de este tipo de polaridades. El principio de indeterminación ha surgido como una pequeña parcela

oscura dentro del dominio matemático, que es un reino determinista. Un punto oscuro e incognoscible, como el negro y oscuro yin en medio del blanco y luminoso yang. Pero lo que esta antigua doctrina oriental nos está diciendo es que en realidad la determinación y la indeterminación (una cuestión que ha desatado guerras en Europa) no se oponen ni se excluyen, sino que se implican mutuamente y son complementarias. La idea de un universo por entero determinista es tan quimérica como la idea de un universo por entero caótico. Este juego entre los dos principios, tan familiar en la filosofía hindú, resulta intolerable para los cartesianos. Es una cuestión de estilo.

Descartes dio el pistoletazo de salida al determinismo mecanicista, que llega hasta la Ilustración. Todo discurre previsiblemente hasta que Planck, estudiando el cuerpo negro (una manifestación del yin), observa que la radiación se emite a impulsos, como si se tratara de los latidos de un corazón. Entonces postula su célebre constante, que mide esos *paquetes* de radiación, a los que llama *cuantos*. La teoría cuántica nos ha despertado del sueño de Descartes. Ha convertido el universo en un lugar mucho más artístico y vivo, donde la partida está todavía por jugar, donde coexisten la libertad y la necesidad sin que ninguna de las dos excluya o cancele a la otra. El acto creativo es precisamente el juego entre ambas, entre lo *naturado* y lo *naturante* (como diría Spinoza). Ése sería el significado de la discontinuidad cuántica, la transición del plano físico al corpóreo, de lo potencial a la manifestación de un principio creativo *otorgador de formas* que irrumpe en el instante de la medición como una causalidad vertical (frente a la causalidad horizontal y sucesiva, que se desarrolla en el tiempo). La idea de que el universo fue creado hace mucho es descabellada. El acto de creación sucede aquí y ahora, sin cesar. Y, paradójicamente, lo hace fuera del tiempo, en la eternidad del instante. El origen está siempre presente.

La materia del universo, el material del que están hechas las cosas, recibe en la obra de Aristóteles el nombre de *hýle*. Esta palabra griega hace referencia al impulso vegetal de la hiedra, a su imparable avance alimentada de agua y luz. La esencia de la *hýle* es su dinamismo, su capacidad de ser configurada, informada, de ponerse en acto, de convertirse en energía. El concepto aristotélico de *materia* es precursor de la idea de Einstein de la intercambiabilidad entre materia y energía por mediación de la luz (de su velocidad al cuadrado). La materia es potencia y poder, *dýnamis*, gracias a su pujanza interior. El núcleo atómico (esto no lo dice Aristóteles) es como un cofre cargado de energía disponible, presta a ser liberada. Qué lejos estamos de Descartes, fundador de la ciencia moderna, para quien la materia es mera extensión, inerte y mecánica. En cierto sentido, la postura cartesiana es una vuelta al platonismo, para el que la materia básica del universo era inerte, indiferente, desprovista de potencia, maleable y modificable por una forma (*eîdos*) externa.

La materia postulada por Aristóteles se parece a la de Leibniz: puro impulso, percepción y deseo. La materia no actúa porque la empujen desde fuera, sino que echa mano de lo que tiene dentro y, espontáneamente, responde con luz a la luz que recibe. Como si la materia respirara luz. La materia está viva. No todo en ella es causa eficiente, como creyó el mecanicismo (y como veremos aquí). Eso es lo que sostendrán los teóricos de la física cuántica que, sucesivamente, como un tren de ondas, se asoman a las páginas de este volumen.

Hasta ahora, los hechos se han comportado de esta manera. Es cuanto podemos decir. Un instante después podrían hacerlo de otro modo. Esa regularidad (hasta la fecha) es lo que permite formular leyes. En un mundo sin orden ni concierto no sería posible, y ciertamente es difícil formular leyes en el mundo subatómico, debido a la viveza y fragilidad de su naturaleza, extremadamente sensible a nuestras percepciones (a nuestros instrumentos de medida). Enfrentada a ese mundo, la física adquirió un nuevo *temple*. Los grandes cambios históricos son

cambios epistemológicos. No requieren grandes aparatos, exigen poco y mucho al mismo tiempo. Demandan un cambio de mentalidad.

El mundo subatómico se nos muestra, igual que la vida, como un tráfico secreto de luz (Emanuele Coccia). Si el universo en su conjunto fuera un ser viviente, por tener internamente las cuatro causas, no necesitaría de nadie para existir. En este punto, Aristóteles es también moderno. El universo podría desarrollarse y darse forma a sí mismo, además de notar cuándo ha llegado a un estado conveniente (¿el *big crunch*?). Para Aristóteles, el entendimiento cósmico es activo, mientras que el entendimiento individual, el nuestro, es pasivo. El primero, que es agente y se llama *noûs poietikós*, no se mezcla con ninguna otra cosa, ni pertenece a ningún individuo; según el *sāṃkhya*, es la *buddhi* antes del *ahaṃkāra*, la inteligencia cósmica previa a la aparición de lo egoico, del sentido del yo. Está separado de todas las cosas, de ahí que esté siempre disponible, en acto. Se podría decir, poéticamente, que el Primer Motor mueve el universo como el amado al amante, por pura presencia atractiva. Por eso, porque el entendimiento individual es pasivo, pasión o impresión, huella, no se puede decir que sea el individuo el que entiende. Reconocer tal huella es lo que el individuo puede hacer. Y reconocerla es leerla. Eso es precisamente lo que hicieron los cuánticos al seguir el rastro de las partículas: reconocer sus huellas en un espectrógrafo, en una cámara de burbujas. El observador no es inteligente sino de un modo pasivo, está a merced de la impronta (información) que el intelecto activo graba en él.