SUMARIO

PRÓLOGO	9
ADVERTENCIA	19
El big bang.....	29
.....	29
El misterio de lo viviente	45
.....	45
¿Azar o necesidad?	57
.....	57
En busca de la materia	69
.....	69
Los campos de lo real	81
.....	81
El espíritu en la materia	93
.....	93
Los universos divergentes	103
A imagen de Dios	115

Hacia el metarrealismo 125

EPÍLOGO: ¿Por qué hay algo en lugar de nada? 133

Este libro ha nacido de una serie de conversaciones y, sobre todo, de un encuentro con quien la tradición filosófica considera como el último gran pensador cristiano: Jean Guitton.

El lector encontrará aquí una especie de «filosofía en voz alta», tal como antaño se practicaba en otras culturas, entre los griegos y en la Edad Media. Naturalmente, hemos llegado a las preguntas sencillas y

esenciales: ¿de dónde viene el universo? ¿Qué es lo real? ¿Tiene sentido la noción de mundo material? ¿Por qué hay algo en lugar de nada?

Por mucho que se busque, para estas preguntas y sus eventuales respuestas no hay más que tres caminos posibles: la religión, la filosofía y la ciencia. Hasta ahora, sólo la religión y la filosofía, cada una a su manera, han intentado aportar respuestas a los hombres.

Pero en un mundo cada vez más ocupado por la ciencia y sus modelos de pensamiento, por la tecnología y por las formas de vida que ella genera, el discurso filosófico ha perdido su antigua autoridad sobre la verdad. Amenazado por las ciencias humanas, impotente para producir sistemas ideológicos que sean al menos una guía política, el filósofo parece a punto de perder su último privilegio: el de pensar.

Queda la religión. Pero, también aquí, parece que los saberes derivados de la ciencia

se oponen cada vez más al orden profundo de las certezas que se inscriben en lo sagrado; parece que Dios y la ciencia pertenecen a mundos tan diferentes el uno del otro que nadie soñaría siquiera en correr el riesgo de aproximarlos.

Sin embargo, ciertos signos precursores nos dicen que ha llegado el momento de abrir nuevos caminos en el saber profundo, de buscar, más allá de las apariencias mecanicistas de la ciencia, el rastro casi metafísico de algo diferente, a la vez próximo y extraño, potente y misterioso, científico e inexplicable: algo quizá como Dios.

Eso es lo que hemos buscado en este libro. A causa de los desplazamientos que la filosofía y la religión han experimentado bajo el formidable empuje de la ciencia, era imposible intentar una descripción de lo real sin recurrir a las ideas más recientes de la física moderna. Poco a poco, fuimos conducidos hacia otro mundo, extraño y

fascinante, donde la mayor parte de nuestras certezas sobre el tiempo, el espacio y la materia no eran ya sino perfectas ilusiones, sin duda más fáciles de captar que la misma realidad.

Con nosotros, el lector no dejará de preguntarse sobre las consecuencias, apenas concebibles, de uno de los descubrimientos más grandes de la física moderna: el mundo «objetivo» no parece existir fuera de la conciencia, que determina sus propiedades. Así, el universo que nos rodea se vuelve cada vez menos material: no es ya comparable a una inmensa máquina, sino más bien a un vasto pensamiento.

De ahí que, si la hipótesis del universo-máquina de Laplace-Einstein se derrumba, es todo el conjunto de modelos materialistas y realistas lo que se tambalea y desaparece progresivamente con su estela. Pero, ¿en beneficio de qué?

Si se observa de cerca la historia de las

ideas, se verá cómo se codean —y, a veces, se enfrentan duramente— dos corrientes opuestas, dos campos conceptuales adversos: el espiritualismo y el materialismo. Según el protocolo espiritualista, tal como surge por primera vez con Santo Tomás de Aquino —y es gradualmente afinado por Leibniz o Bergson después—, lo real es una idea pura y, por lo tanto, no tiene, en sentido estricto, ningún sustrato material: no podemos dar por segura otra existencia que la de nuestros pensamientos y nuestras percepciones.

Por el contrario, la lectura materialista de lo real impone una determinación rigurosamente inversa: de Demócrito a Karl Marx, el espíritu, el ámbito del pensamiento, no es más que un epifenómeno de la materia, más allá de la cual nada existe.

Estas dos doctrinas sobre la naturaleza del Ser deben ser completadas con sus correspondientes teorías del conocimiento: el idealismo y el realismo. ¿Se puede conocer lo

real? Imposible, responderá el idealista; solamente podemos llegar a los fenómenos, a las representaciones dispersas alrededor del Ser. A esto, el realista opondrá lo contrario: para él, el mundo es cognoscible porque descansa sobre mecanismos y engranajes que, aunque complicados, son racionales, calculables.

Ahora bien, nos encontramos en el lindero de una revolución del pensamiento, de una ruptura epistemológica como la

f *ilosofía no ha conocido desde hace varios siglos. Creemos que, a través de la vía conceptual abierta por la teoría cuántica, está emergiendo una nueva representación del mundo, fundamentalmente otra, que se apoya en las dos corrientes anteriores y las sobrepasa, sintetizándolas..Nosotros situamos esta naciente concepción más acá del espiritualismo, aunque mucho más allá del materialismo.*

¿Por qué se trata de un pensamiento

nuevo? Porque borra las fronteras entre el espíritu y la materia. Por eso hemos decidido darle este nombre: metarrealismo.

¿Es sorprendente la aparición de este nuevo punto de vista filosófico? No tanto, si se hace hincapié en el hecho de que se sitúa en el seno de un desplazamiento epistemológico de gran amplitud, presentido por numerosos pensadores, especialmente por Michel Foucault.

Este pensador ha descrito las variaciones del saber —y, por lo tanto, de los modos de pensar—, desde el Renacimiento hasta nuestros días, dividiendo en dos grandes «momentos» la historia del pensamiento. Después de haber sido analógico, esencialmente ocupado en establecer relaciones entre diversas clases de objetos o de fenómenos, el pensamiento alcanza una nueva dimensión, hacia finales del siglo XVII, al aprehender los fenómenos en lo que tienen de cuantificable, de mecánico y de calculable: es

entonces el reinado del pensamiento lógico.

¿Dónde estamos ahora, al final del siglo XX? Del sabe, científico está emergiendo, contra el sentido común y sin la colaboración de los filósofos, una concepción muy diferente del mundo, una visión del universo que entra en conflicto violento con la razón común, hasta tal punto sus consecuencias son pasmosas, inasimilables.

Este nuevo espacio del saber, en cuyo seno se organiza poco a poco un pensamiento revolucionario, de tipo metarrealista, ¿no está situado, de hecho, más allá de la lógica clásica? ¿No estamos haciendo ya el aprendizaje de un modo de pensar metalógico?

El desplazamiento es de importancia. Mientras que el campo del pensamiento lógico se limita al análisis sistemático de los fenómenos desconocidos —aunque, a fin de cuentas, cognoscibles—, el pensamiento metalógico franquea la última frontera que lo

separa de lo incognoscible: se sitúa más allá de los lenguajes, incluso más allá de las categorías del entendimiento. Sin perder nada de su rigor, toca el misterio e intenta describirlo. ¿Ejemplos?: la indecibilidad en matemáticas (que demuestra que es imposible probar que una proposición es verdadera o falsa) o la complementariedad en física (que enuncia que las partículas o, más exactamente, los fenómenos elementales son a la vez corpusculares y ondulatorios).

Por lo tanto, el primer acto de un pensamiento metalógico, el más decisivo, consiste en admitir que existen límites físicos al conocimiento: una red de fronteras, progresivamente identificadas y a menudo calculadas, que cercan la realidad y que de ninguna manera es posible franquear. Un caso especialmente significativo de barrera física fue puesto de manifiesto por el físico alemán Max Planck en el mes de diciembre de 1900. Se trata del «quantum de acción», más

conocido por el nombre de «constante de Planck».

De una pequeñez extrema (su valor es de 6,626.11 $\cdot 10^{-34}$ julio-segundos), representa la más pequeña cantidad de energía que existe en nuestro mundo físico. Detengámonos un instante en este hecho, que es, a la vez, fuente de misterio y de asombro: la más pequeña «acción mecánica concebible». Estamos aquí frente a un muro dimensional: la constante de Planck señala el límite de la divisibilidad de la radiación y, por consiguiente, el límite último de toda divisibilidad.

La existencia de un límite inferior en el ámbito de la acción física introduce naturalmente otras fronteras absolutas alrededor del universo perceptible; entre otras, se tropieza con una longitud última — llamada «longitud de Planck» —, que representa el intervalo más pequeño posible entre dos objetos aparentemente separados.

Del mismo modo, el «tiempo de Planck» designa la unidad de tiempo más pequeña posible.

Esto nos plantea una pregunta inquietante: ¿por qué existen esas fronteras? ¿Qué misterio las ha hecho aparecer en esa forma tan precisa y, además, calculable? ¿Quién —o qué— ha decidido su existencia y su valor? Y, por último, ¿qué hay más allá?

Si se acepta entrar en el pensamiento metalógico, si no se cede en nada ante lo incognoscible, si se admite que ese incognoscible reside en el corazón mismo de la moderna andadura científica, se comprenderá por qué los descubrimientos más recientes de la nueva física se acercan a la esfera de la intuición metafísica. De paso, se entenderá mejor en qué sentido se equivocó Einstein, el último de los físicos clásicos, persuadido de que el universo, la realidad, eran cognoscibles. Hoy, todos los físicos, sin excepción, experimentan un agnosticismo de

nuevo cuño ante las extrañas e inestables fronteras establecidas por la teoría cuántica: la realidad no es cognoscible; está velada y destinada a permanecer así. Aceptar esta conclusión es descubrir que existe una solución de recambio a la otredad física: la otredad lógica.

¿Una lógica de lo extraño? No se necesitaba menos para fundar el nuevo edificio conceptual, el más potente y también el más desconcertante de nuestro siglo: la teoría cuántica. Frente a ella, las interpretaciones del universo fieles al buen sentido, como la objetividad y el determinismo, no se sostienen. ¿Qué debemos admitir a cambio? Que la realidad «en sí» no existe. Que depende del modo en que decidamos observarla. Que las entidades elementales que la componen pueden ser al mismo tiempo una cosa (una onda) y otra (una partícula). Y que, en cualquier caso, esta realidad es, en el fondo, indeterminada. Aunque formada por varios

siglos de teorías físicas y de experimentos, la visión materialista del mundo desaparece de nuestra vista: debemos prepararnos para penetrar en un mundo totalmente desconocido.

¿Otro resultado de esa otredad lógica? La existencia de un orden en el seno del caos. ¿Qué hay de común entre una columna de humo, un relámpago en el cielo, una bandera que ondea al viento o el agua que mana de un grifo? Aparentemente, estos fenómenos son caóticos, desordenados. Sin embargo, al examinarlos a la luz de ese nuevo enfoque que es la teoría del caos, se descubre que acontecimientos en apariencia desordenados, imprevisibles, entrañan un orden tan sorprendente como profundo. ¿Cómo explicar la existencia de un orden así en el corazón del caos? Más exactamente: en un universo sometido a la entropía, irresistiblemente arrastrado hacia un desorden creciente, ¿por qué y cómo aparece el orden?

Este libro no se limita, pues, a una exploración —clásica, en resumidas cuentas— de los misterios del espíritu y de la materia; tampoco se contenta con ofrecer al lector un enfoque atractivo de las creencias y de la religión: se abre a una nueva cosmología, a una manera profundamente diferente de pensar la realidad misma. Detrás del orden evanescente de los fenómenos, más allá de las apariencias, la física cuántica roza de manera sorprendente la Transcendencia.

En resumen, este primer encuentro explícito entre Dios y la ciencia, este trabajo situado, inscrito, en el mundo extraño de la física avanzada, quizá recoge también el impulso de una nueva metafísica. ¿No existe hoy una suerte de convergencia entre el trabajo del físico y el del filósofo? ¿No plantean, uno y otro, las mismas preguntas esenciales? Cada año que pasa trae una nueva cosecha de revisiones teóricas acerca de esas líneas fronterizas que cercan nuestra

realidad: lo infinitamente pequeño y lo infinitamente grande. Tanto la teoría cuántica como la cosmología empujan cada vez más lejos los límites del saber, hasta casi rozar el más fundamental enigma con que se enfrenta el espíritu humano: la existencia de un Ser trascendente, a la vez causa y significado del gran universo.

Y, a fin de cuentas, ¿no se encuentra lo mismo en la teoría científica que en la creencia religiosa? ¿El mismo Dios no es ya perceptible, reconocible, casi visible, en el fondo último de lo real que describe el físico?

Nací en el primer año del siglo XX. Alcanzada ya la edad en que los recuerdos se *apartan* del tiempo personal y ocupan su sitio entre grandes corrientes históricas, siento que he atravesado un siglo sin igual en la historia de la especie pensante sobre este planeta: siglo de rupturas irreversibles, de cambios imprevisibles. Con los últimos años del milenio, una larga época se acaba:

entramos a ciegas en un tiempo *metafísico*. Nadie se atreve a decirlo: siempre se guarda silencio sobre lo esencial, que es insoportable.

Pero una gran esperanza surge para los que piensan. En nuestros diálogos, deseamos mostrar que se acerca el momento de una fatal reconciliación entre los sabios y los filósofos, entre la ciencia y la fe. Impulsados por una conciencia profética, varios maestros del pensamiento habían anunciado esta aurora: Bergson, Teilhard de Chardin, Einstein, Broglie, y tantos otros.

Por su parte, Igor y Grichka Bogdanov han escogido este camino: me han pedido que dialogue con ellos sobre la nueva relación del Espíritu y la materia, sobre la presencia del Espíritu en el seno de la materia. Su proyecto es sustituir el «materialismo» y el «determinismo» que inspiraron a los maestros del siglo XIX por lo que se atreven a llamar *metarrealismo*: una nueva visión del mundo que, creen, ha de imponerse pro-

gresivamente entre los hombres del siglo XXI.

Yo no he podido rechazar su petición. He aceptado dialogar con ellos. Y he recordado otro diálogo, más secreto: mi encuentro con el filósofo alemán Heidegger, que tan gran influencia ha ejercido sobre este tiempo. Heidegger, que hablaba a través de símbolos, me enseñó sobre su mesa de trabajo,

al lado de la imagen de su madre, un florero delgado, transparente, del que emergía una rosa. A sus ojos, esa rosa expresaba el misterio, el enigma del *Ser*.

Ninguna palabra podría expresar lo que la rosa decía: *estaba allí*, sencilla, pura, serena, silenciosa, segura de sí misma; en una palabra, *natural*, como una cosa entre las cosas, manifestando la presencia del espíritu invisible bajo la materia demasiado visible.

A lo largo de mi vida, mi pensamiento ha estado ocupado por un problema que a todos se plantea: el sentido de la vida y de la muerte. En el fondo, esta es la única cuestión

con la que se enfrenta el animal pensante desde el origen: el animal pensante es el único que entierra a sus muertos, el único que piensa en la muerte, que *piensa* su muerte. Y para iluminar su camino en las tinieblas, para adaptarse a la muerte, este animal tan bien adaptado a la vida no tiene más que dos faros: uno se llama la *religión*; el otro, la *ciencia*.

Para la mayor parte de los espíritus ilustrados, la ciencia y la religión se *opusieron* mutuamente en el último siglo. La ciencia refutaba a la religión en cada uno de sus descubrimientos; la religión, por su parte, prohibía a la ciencia ocuparse de la Causa Primera o interpretar la palabra bíblica.

Pero hace poco hemos comenzado a vivir —sin todavía saberlo— el inmenso cambio que ha impuesto a nuestra razón, a nuestro pensamiento, a nuestra filosofía, el trabajo invisible de los físicos, los teóricos del mundo, *los que piensan lo real*.

Lo que, junto a los hermanos Bogdanov, quiero mostrar, apoyándome en la parte científica de su saber, es que los nuevos progresos de las ciencias en este fin de milenio permiten entrever una posible alianza, una *convergencia* todavía oscura, entre los saberes físicos y el conocimiento teológico, entre la ciencia y el misterio supremo.

¿Qué es la realidad? ¿De dónde viene? ¿Descansa sobre un *orden*, sobre una inteligencia subyacente?

Evoco lo que me han enseñado los hermanos Bogdanov: la inmensa diferencia entre la vieja materia y la nueva materia.

En primer lugar, mis interlocutores, sabios en ciencia, me han recordado que la idea de materia que se tenía antes de 1900 era sencilla: si yo rompía una piedra, obtenía polvo; y en ese polvo, moléculas compuestas de átomos, especie de «canicas» de materia que se suponía indivisibles.

En todo esto, ¿hay sitio para el espíritu?

¿Dónde está? En ninguna parte.

En ese universo, mezcla de certezas y de ideas absolutas, la ciencia no podía dirigirse sino a la materia. El camino la conducía incluso a una especie de *ateísmo virtual*: una frontera «natural» se levantaba entre el espíritu y la materia, entre Dios y la ciencia, sin que nadie osara —ni siquiera imaginara— ponerla en duda.

Henos, pues, a comienzos del siglo XX. La teoría cuántica nos dice que para comprender lo real hay que renunciar a la noción tradicional de materia: materia tangible, concreta, sólida. Que el espacio y el tiempo son ilusiones. Que una partícula puede ser detectada en dos sitios a la vez. Que la realidad fundamental no es cognoscible.

Estamos ligados a la realidad de esas entidades cuánticas que trascienden las categorías del tiempo y del espacio ordi-

narios. Existimos a través de «algo» cuya naturaleza y cuyas asombrosas propiedades

son difíciles de captar, pero que se asemeja más al espíritu que a la materia tradicional.

Y es ahora, cerca de ese mundo desconocido y *abierto*, cuando un verdadero diálogo entre Dios y la ciencia puede por fin comenzar.

Jean Guitton

Bergson presintió como nadie los grandes cambios conceptuales inducidos por la teoría cuántica. A sus ojos —al igual que en la física cuántica—, la realidad no es ni causal ni local: el espacio y el tiempo son abstracciones, puras ilusiones.

Las consecuencias de esta transformación superan con mucho todo lo que hoy podemos remitir a nuestra experiencia o incluso a nuestra intuición. Poco a poco, empezamos a comprender que lo real está velado. es inaccesible, que de ello apenas percibimos la sombra que proyecta, en forma de espejismo provisionalmente convincente. Pero, ¿qué hay *tras* el velo?

Frente a este enigma, no hay sino dos actitudes: una nos conduce al absurdo; la otra, al misterio. La elección final de una u otra es, en sentido filosófico, la más alta de mis decisiones.

He mirado siempre hacia el misterio de la realidad misma. *¿Por qué* hay Ser? Por primera vez, surgen respuestas en el horizonte de los saberes. Ya no se puede ignorar esos nuevos resplandores, ni permanecer indiferentes a los ensanchamientos de conciencia que ocasionan: a partir de ahora, existe no una prueba —Dios no es demostrable—, sino un punto de apoyo científico a las concepciones que propone la religión.

¿Por qué hay algo en lugar de nada? ¿Por qué apareció el universo? Ninguna ley física que se deduzca de la observación permite responder a estas preguntas. Sin embargo, las mismas leyes nos autorizan a describir con precisión lo que sucedió al comienzo, 10

-43 segundos después del espejismo del tiempo cero, un lapso de tiempo de una pequeñez inimaginable, puesto que el número 1 va precedido de 43 ceros. Comparativamente, 10^{-43} segundos representan, en un solo segundo, una duración mucho más larga que la de un relámpago en los quince mil millones de años que han transcurrido desde la aparición del universo.

¿Qué pasó, pues, en el origen, hace quince mil millones de años? Para saberlo, vamos a remontarnos hasta el tiempo cero, hasta ese muro originario que los físicos llaman «muro de Planck». En ese tiempo lejano, todo lo que contiene el gran universo — planetas, soles y miles de millones de galaxias—estaba concentrado en una «singularidad» microcósmica de una pequeñez inimaginable. Apenas una chispa en el vacío.

Sin olvidar, desde luego, que hablar del surgimiento del universo nos conducirá a la

pregunta inevitable: ¿de dónde viene el primer «átomo de realidad»? ¿Cuál es el origen del inmenso tapiz cósmico que, en un misterio casi total, se extiende hoy hacia los dos infinitos?

EL BIG BANG

JEAN GUITTON.—Antes de entrar en el libro, deseo plantear la primera pregunta que me viene a la cabeza, la más obsesiva, la más vertiginosa de toda la investigación filosófica:

¿por qué hay *algo* en lugar de nada? ¿Por qué hay Ser, ese «no 1 sé qué» que nos separa de la nada? ¿Qué sucedió al principio de los tiempos y dio origen a todo lo que hoy existe, a esos árboles, a esas flores, a esos transeúntes que andan por la calle *como si nada*? ¿Qué fuerza ha dotado al universo de las formas que hoy lo cubren?

Estas preguntas son la *materia prima* de mi vida de filósofo; conducen mi pensamiento y cimentan toda mi búsqueda.

Donde vaya, *allí están*, al alcance de la mente, extrañas y familiares, bien conocidas y sin embargo inseparables del misterio que las ha engendrado. No se necesitan grandes decisiones; se piensa en estas cosas tan sencillamente como se respira. Los objetos más familiares pueden conducirnos hacia los enigmas más inquietantes. Por ejemplo, esa llave de hierro que está sobre mi escritorio, delante de mí. Si pudiera reconstruir la historia de sus átomos, ¿hasta dónde tendría que remontarme? Y, ¿qué encontraría?

IGOR BOGDANOV.—Como cualquier objeto, esa llave tiene una historia invisible en la que no se piensa nunca. Hace cien años, la llave se ocultaba tras el mineral bruto, en el corazón de una roca. Antes de ser desenterrado por un golpe de pico, el bloque de hierro que le dio origen llevaba allí miles de millones de años, prisionero de la piedra ciega.

J. G.—El metal de mi llave es, pues, tan

antiguo como la misma Tierra, cuya edad hoy es estimada en cuatro mil quinientos millones de años, ¿Significa esto el fin de nuestra investigación? Intuyo que no. Seguramente, es posible remontarse aún más en el pasado para encontrar el origen de la llave.

GKICHKA BUGDANOV.-El núcleo de hierro es el elemento más estable del universo. Podemos proseguir nuestro viaje al pasado hasta ese tiempo en el que la Tierra y el Sol no existían todavía. Sin embargo, el metal de su llave ya estaba allí, flotando en el espacio interestelar en forma de nube que contiene una gran cantidad de elementos pesados, necesarios para la formación de nuestro sistema solar.

J. G.—Cedo aquí a esa curiosidad que cimienta la verdadera pasión del filósofo: admitamos que, ocho o diez mil millones de años antes de tenerla entre mis manos, esta llave existía en forma de átomos de hierro

perdidos en una nube de materia naciente. Pero, ¿de dónde venía esta nube?

I. B.—De una estrella, un sol que existía antes que el nuestro y que explotó, hace diez o doce mil millones de años. En ese momento, el universo estaba constituido esencialmente por inmensas nubes de hidrógeno que se condensan, se calientan, y acaban por encenderse y formar las primeras estrellas gigantes. En cierto modo, estas estrellas pueden ser comparadas a gigantescos hornos, destinados a fabricar los núcleos de los elementos pesados que son necesarios para la ascensión de la materia hacia la complejidad. Al final de su relativamente breve vida —apenas algunas decenas de millones de años—, estas estrellas gigantes explotan y lanzan al espacio interestelar los materiales que servirán para fabricar otras estrellas más pequeñas, llamadas estrellas de segunda generación, los planetas y los metales que

contienen. Su llave, como todo lo que se encuentra en nuestro planeta, no es más que el «residuo» engendrado por la explosión de esa antigua estrella.

J. G.—Ése es el punto. Una simple llave nos lanza al fuego de las primeras estrellas. Ese pequeño trozo de metal contiene toda la historia del universo, una historia que comenzó hace miles de millones de años, antes de la formación del sistema solar. Veo ahora extraños fulgores correr por el metal, cuya existencia depende de una larga cadena de causas y efectos que se extiende, en un período de tiempo impensable, de lo infinitamente pequeño a lo infinitamente grande, del átomo a las estrellas. El cerrajero que fabricó la llave no sabía que la materia que martillaba había nacido en el torbellino ardiente de una nube de hidrógeno primordial. De pronto, respiro con más amplitud. Y deseo ir más lejos, remontarme a un pasado todavía más remoto, anterior a

la formación de las primeras estrellas. ¿Se puede decir algo más sobre los átomos que han de formar mi famosa llave?

G. B.—Entonces hay que remontarse lo más lejos posible, hasta el origen del propio universo. Nos encontramos, pues, quince mil millones de años atrás. ¿Qué pasó en ese momento? La física moderna nos dice que el universo nació de una gigantesca explosión que provocó la expansión de la materia. Todavía hoy podemos observarla; por ejemplo, en las galaxias. Esas nubes, constituidas por centenares de miles de millones de estrellas, continúan alejándose unas de otras por el empuje de esa explosión originaria.

J. G.—Basta medir la velocidad con que estas galaxias se separan para inducir el momento primero, en el que se encontraban concentradas en un punto; algo así como contemplar una película al revés. Al rebobinar la gran película cósmica imagen

por imagen, acabaremos por descubrir el momento preciso en el que todo el entero universo tenía el tamaño de una cabeza de alfiler. Me imagino que es en ese instante donde hay que situar el comienzo de su historia.

I. B.—Los astrofísicos toman como punto de partida las primeras milmillonésimas de segundo que siguieron a la crea-

ción. Por lo tanto, nos encontramos a 10^{-10} segundos *después* de la explosión original. En este tiempo fantásticamente pequeño, el universo entero, con todo lo que contendrá más tarde, las galaxias, los planetas, la Tierra, sus árboles, sus flores, y la famosa llave, todo eso está contenido en una esfera de una pequeñez inimaginable: 10^{-10} centímetros; es decir, miles y miles y miles de millones de veces más pequeña que el núcleo de un átomo.

G. B.—Como comparación, el diámetro del núcleo de un átomo es «sólo» de 10^{-10} centímetros.

I. B.—La densidad y el calor de ese universo original alcanzan magnitudes que la mente no puede captar: una desmesurada temperatura de 10^{32} grados; es decir, un 1 seguido de 32 ceros. Estamos aquí frente al «muro de la temperatura», una frontera de calor extremado, más allá de la cual nuestra física se derrumba. A esta temperatura, la energía del universo naciente es monstruosa. Por lo que se refiere a la «materia» —si esta palabra puede tener aquí sentido—, está constituida por una «sopa» de partículas primitivas, antepasados lejanos de los quarks, partículas que interaccionan continuamente entre sí. Aún no hay ninguna diferencia entre estas partículas primarias, que interaccionan todas de la misma manera: en este estadio, las cuatro interacciones fundamentales (gravitación, fuerza electromagnética, fuerza fuerte y fuerza débil) son todavía indistinguibles, confundidas como están en una sola fuerza

universal.

G. B.—¡Y todo esto en un universo que es miles de millones de veces más pequeño que la cabeza de un alfiler!

Este es quizá el momento más enloquecido de toda la historia cósmica. Los acontecimientos se precipitan a un ritmo alucinante, hasta tal punto que suceden muchas más cosas en estas milmillonésimas de segundo que en los miles de millones de años que seguirán.

J. G.—Algo así como si esta efervescencia de los comienzos fuera una especie de eternidad. Porque si seres conscientes hubieran podido vivir esos primeros momentos del cosmos, habrían tenido sin duda la sensación de que un tiempo in-

' mensamente largo, casi eterno, transcurría entre un acontecimiento y otro.

G. B.—Por ejemplo, un acontecimiento que hoy percibimos en forma de flash fotográfico hubiera equivalido, en ese

universo naciente, a una duración de miles de millones de años. ¿Por qué? Porque en esos momentos, la extremada densidad de los acontecimientos implica una distorsión de la duración. Después del instante originario de la creación, fueron suficientes algunas milmillonésimas de segundo para que el universo entrara en una fase extraordinaria, que los físicos llaman la «era inflacionaria». Durante ese tiempo fabulosamente breve, que se extiende de 10^{-35} a 10^{-32} segundos, el universo se hincha 10⁵⁰ veces. Su longitud característica pasa del tamaño de un núcleo de átomo al de una manzana de diez centímetros de diámetro. En otras palabras, esta expansión vertiginosa es mucho más importante que la que seguirá: de la era inflacionaria a nuestros días el volumen del universo no se multiplicará más que por un factor relativamente reducido: 10 es decir, apenas mil millones de veces.

I. B.—Debemos insistir sobre este punto,

difícil de captar visualmente: la diferencia de tamaño que existe entre una partícula elemental y una manzana es proporcionalmente mucho más grande que la que separa a una manzana del universo observable.

G. B.—Estamos, pues, frente a un universo tan grande como una manzana. El reloj cósmico marca 10 segundos: la era inflacionaria acaba de terminar. En ese instante no existe todavía más que una sola partícula, a la cual los astrofísicos han dado el poético nombre de «partícula X». Es la partícula originaria, la que ha precedido a todas las demás. Su cometido

consiste simplemente en transmitir fuerzas. Si en ese momento alguien hubiera podido observar el universo, habría comprobado que la manzana del comienzo era perfectamente homogénea: nada más que un campo de fuerzas que aún no contiene el menor ápice de materia.

Pues bien, exactamente a 10^{-31} segundos algo va a suceder. Las partículas X van a dar origen a las primeras partículas de materia: los quarks, los electrones, los fotones, los neutrinos y sus antipartículas. Echemos de nuevo un vistazo sobre este universo naciente: ahora alcanza el tamaño de un balón grande. Las partículas que existen en ese momento son, al principio, fluctuaciones de densidad que dibujan, aquí y allá, estrías, irregularidades de todas clases.

Hoy debemos nuestra existencia a esas primeras irregularidades. Porque esas estrías microscópicas se desarrollarán hasta dar origen, mucho más tarde, a las galaxias, a las estrellas y a los planetas. En resumen, la «tapicería cósmica» de los orígenes engendra, en unas milmillonésimas de segundo, todo lo que hoy conocemos.

I. B.—Reconstruyamos juntos el recorrido del universo. A 10^{-31} segundos, primer cambio de fase: la fuerza fuerte (que asegura

la cohesión del núcleo atómico) se separa de la fuerza electrodébil (resultante de la fusión de la fuerza electromagnética y la fuerza de desintegración radioactiva). En ese momento, el universo ha crecido ya en proporciones fenomenales: ahora mide 300 metros de un extremo a otro. En el interior, es el reino de las tinieblas absolutas y de las temperaturas inconcebibles.

Pasa el tiempo. A 10^{-12} segundos, la fuerza electrodébil se divide en dos fuerzas diferentes: la interacción electromagnética y la fuerza débil. Los fotones no pueden ya ser confundidos con otras partículas, como los quarks, los gluones y los leptones: acaban de nacer las cuatro fuerzas fundamentales.

Entre 10^{-12} y 10^{-8} segundos, prosigue la diferenciación. Sin embargo, en ese lapso de tiempo sobreviene un acontecimiento esencial: los quarks se asocian en neutrones y protones y la mayor parte de las antipartículas desaparece para dejar sitio a las

partículas del universo actual.

Así pues, en una diezmilésima fracción de segundo, las partículas elementales son engendradas en un espacio que acaba de ordenarse. El universo sigue dilatándose y enfriándose. Aproximadamente 200 segundos después del primer instante, las partículas elementales se reúnen para formar los isótopos de los núcleos de hidrógeno y de helio: progresivamente, el mundo, tal como lo conocemos, se coloca en su sitio.

G. B.—La historia que hemos recorrido ha durado alrededor de tres minutos. A partir de este momento, las cosas van a ir mucho más despacio. Durante millones de años, todo el universo será anegado por radiaciones y por un turbulento plasma de gas. Al cabo de unos 100 millones de años, en medio de inmensos torbellinos de gas, se forman las primeras estrellas. Como ya hemos visto, en su seno van a fusionarse los átomos de

hidrógeno y de helio para dar origen a los elementos pesados que acabarán apareciendo mucho más tarde, miles de millones de años después (1 y 7).

J. G.—No se puede dejar de sentir un vértigo de irrealidad ante tales cifras, como si, al acercarnos a los comienzos del universo, el tiempo se estirase, se dilatase, hasta volverse infinito. Lo cual me sugiere, además, una primera reflexión: ¿no hay que ver en este fenómeno una interpretación científica de la eternidad divina? Un Dios que no ha tenido comienzo y que no conocerá el fin no está forzosamente fuera del tiempo, como ha sido descrito con demasiada frecuencia; e r el tiempo mismo, a la vez cuantificable e infinito, un tiempo en el que un solo segundo contiene toda la eternidad completa. Precisamente, creo que un ser trascendente alcanza una dimensión del tiempo a la vez absoluta y relativa; en mi opinión, es incluso una condición indispensable a la creación.

A este respecto, volvamos una vez más a los primeros instantes del universo. Se admite que es posible describir con mucha precisión lo que sucedió 10^{-43} segundos después de la

creación, pero, ¿qué sucedió *antes*? La ciencia parece impotente para describir, o incluso imaginar, algo *razonable*, en el más profundo sentido de la palabra, a propósito del momento originario, cuando el tiempo estaba todavía en el cero absoluto y *nada* había sucedido aún.

G. B.—En efecto. Los físicos no tienen la menor idea acerca de lo que podría explicar la aparición del universo. Pueden remontarse hasta 10^{-43} segundos, pero no más allá. Tropiezan entonces con el famoso Muro de Planck, llamado así porque el célebre físico alemán fue el primero en señalar que la ciencia es incapaz de explicar el comportamiento de los átomos cuando la fuerza de la gravedad llega a ser extrema. En el

minúsculo universo del comienzo, la gravedad no tiene todavía ningún planeta, ninguna estrella o galaxia sobre los que ejercer su poder; sin embargo, esa fuerza ya está ahí, interfiriendo con las partículas elementales que dependen de las fuerzas electromagnética y nuclear. Esto es precisamente lo que nos impide saber qué sucedió antes de 10^{-6} segundos. La gravedad levanta una barrera infranqueable ante cualquier investigación: más allá del Muro de Planck es el misterio total.

1. B.-10 segundos. Es el Tiempo de Planck, según la hermosa expresión de los físicos. Es también el límite último de nuestros conocimientos, el fin de nuestro viaje hacia los orígenes. Detrás de este muro, se esconde todavía una realidad inimaginable. Algo que probablemente nunca podremos comprender, un secreto que los físicos ni siquiera sueñan con desvelar algún día. Algunos de ellos han intentado echar una

mirada al otro lado del muro, pero no han podido decir nada realmente comprensible sobre lo que han creído ver. Un día encontré a uno de estos físicos. Afirmaba que, en la juventud, sus trabajos le habían permitido remontarse hasta el Tiempo de Planck y echar un vistazo furtivo al otro lado del muro. A poco que se le incitase a hablar, murmuraba que había advertido una realidad vertiginosa: la estructura misma del espacio se había hundido en un cono gravitacional tan intenso que el tiempo recaía del porvenir al pasado y estallaba, en el fondo del cono, en una miríada de instantes iguales a la eternidad. Eso es lo que este hombre había creído adivinar allá abajo, detrás del Muro de Planck. Y se tenía la extraña sensación de que el sabio anciano hablaba de ello como de una especie de alucinación metafísica que le había conmovido para siempre.

J. G.—Imagino esa conmoción: las más recientes teorías relativas a los orígenes del

universo echan mano, literalmente, de nociones de orden metafísico. ¿Un ejemplo? La descripción que el físico John Wheeler hace de ese «algo» que precedió a la creación del universo: «Todo lo que conocemos procede de un ~ infinito de energía que tiene la apariencia de la nada».

G. B.—Según la teoría cuántica, el universo físico observable no está hecho de otra cosa que de pequeñas fluctuaciones sobre un inmenso océano de energía. Así, las partículas elementales y el universo tendrían por origen ese «océano de energía»: no solamente el espacio-tiempo y la materia nacerían de ese plano primordial de infinita energía y de flujo cuántico, sino que incluso estarían permanentemente animados por él. El físico David Bohm piensa que la materia y la conciencia, el tiempo, el espacio y el universo no representan más que un ínfimo «chapoteo»

respecto a la inmensa actividad del plano subyacente, el cual proviene de una fuente eternamente creadora situada más allá del espacio y del tiempo (3).

J. G.—Intentemos comprender mejor. ¿Cuál es, desde un punto de vista físico, la naturaleza de ese «plano subyacente»? ¿Se trata de algo físicamente mensurable?

G. B.—En física existe un nuevo concepto que ha demostrado su riqueza operativa: el de *vacío cuántico*. Precisemos en seguida que el vacío absoluto, caracterizado por una ausencia total de materia y de energía, no existe. Incluso el vacío que

separa las galaxias no está *totalmente* vacío: contiene algunos átomos aislados y diversos tipos de radiación. Ya esté natural o artificialmente creado, el vacío en estado puro no es más que una abstracción: no se conseguirá eliminar de la realidad el campo electromagnético residual que forma el «fondo» del vacío. En este nivel, es

interesante introducir la noción de equivalencia entre materia y energía. Si planteamos que en el seno del vacío existe una energía residual, ésta puede perfectamente convertirse en materia durante el curso de sus «fluctuaciones de estado»: nuevas partículas surgirán entonces de la nada.

El vacío cuántico es así el teatro de un incesante ballet de partículas que aparecen y desaparecen en un tiempo extremadamente breve, inconcebible a escala humana. J. G.— Si se admite que la materia puede surgir de ese casi

nada que es el vacío, ¿no disponemos ahí de un elemento de respuesta a la pregunta que se ha planteado más arriba: de dónde viene el big bang? ¿Qué pasó antes de 10⁻¹⁷ segundos?

G. B.—Tomemos un espacio vacío. La teoría cuántica demuestra que si le transferimos una cantidad suficiente de energía, la materia

puede surgir de él. Por extensión, se puede suponer, por lo tanto, que al principio, justo antes del big bang, un flujo de energía inconmensurable fue transferido al vacío inicial y generó una fluctuación cuántica primordial de la que habría de nacer nuestro universo.

J. G.—Entonces, ¿de dónde viene esa colosal cantidad de energía en el comienzo del big bang? Intuyo que lo que se esconde tras el Muro de Planck es una forma de energía primordial de una potencia ilimitada. Creo que lo que reina antes de la Creación es una duración infinita. Un tiempo total, inagotable, que todavía no ha sido *abierto*, troceado en pasado, presente y futuro. A ese tiempo que todavía no ha sido separado en un orden simétrico, cuyo presente no sería más que un espejo doble, a ese tiempo absoluto *que no transcurre*, corresponde la misma energía, total, inagotable. El océano de energía ilimitada es el Creador. Si no

podemos comprender lo que hay detrás del Muro es porque todas las leyes de la física pierden pie ante el misterio absoluto de Dios y de la Creación. ---¿Por *qué* ha sido creado el universo? ¿Qué ha empujado al Creador a engendrar el universo tal como lo conocemos? Intentemos comprender: antes del Tiempo de Planck, nada existe, o mejor dicho, es el reino de la Totalidad intemporal, de la integridad perfecta, de la simetría absoluta: sólo el Principio Original está allí, en la nada, fuerza infinita, ilimitada, sin comienzo ni fin. En ese «momento» primordial, esta fuerza alucinante de potencia y de soledad, de armonía y de perfección, no tiene quizá la intención de crear nada. Se basta a sí misma.

Sin embargo, «algo» va a suceder. ¿Qué? No lo sé. Un suspiro de Nada. Quizá una especie de *accidente de la nada*, una fluctuación del vacío: en un instante fantástico, el Creador, consciente de ser el que Es en la Totalidad de la nada, decide

crear un espejo de su propia existencia. La materia, el universo: reflejos de su conciencia, ruptura definitiva con la hermosa armonía de la nada original. En cierto modo, Dios acaba de crear una imagen de sí mismo.

¿Así comenzó todo? Quizá la ciencia nunca lo dirá directamente; pero, en su silencio, puede servir de guía a nuestras intuiciones.

G. B.—Lo que acabamos de describir, es decir, el big bang, descansa sobre lo que los astrofísicos, en su mayoría, admiten hoy como el modelo estándar. Pero, ¿tenemos pruebas tangibles de que las cosas sucedieron así? ¿El big bang sucedió realmente? En realidad, existen por lo menos tres indicios capitales que nos permiten pensar que sí.

El primero es la edad de las estrellas. Los datos que se refieren a las más antiguas indican una edad entre los doce y los quince mil millones de años, lo cual es coherente con la duración del universo desde su supuesta aparición.

El segundo argumento se basa en el análisis de la luz emitida por las galaxias, que indica sin ambigüedad que los obje-

tos galácticos se alejan unos de otros a una velocidad tanto más elevada cuanto más alejados están. Lo cual sugiere, a su vez, que antaño las galaxias estaban concentradas en una única región del espacio, en el seno de una nube primordial de quince mil millones de años de antigüedad.

Queda el tercer fenómeno, el más decisivo. En 1965 se puso de manifiesto la existencia, en todas las regiones del universo, de una radiación muy poco intensa, análoga a la de un cuerpo a muy baja temperatura: 3 grados por encima del cero absoluto. Pues bien, esta radiación uniforme no es otra cosa que una especie de fósil, el eco fantasmal de los torrentes de calor y de luz de los primeros instantes del universo.

J. G.—En medio de este viaje al fondo de la física, tengo la indefinible certeza de haber

rozado el borde metafísico de lo real, como si de pronto algo en mi conciencia fuera sensible al halo invisible que nos rodea, a una especie de orden superior que está en el origen de todo.

I. B.—Parece aproximadamente cierto que la sopa primordial, la mezcla materia/radiación del comienzo, contenía, en la primera centésima de segundo, protones y neutrones en interacción constante. Estas primeras interacciones habrían creado la asimetría materia-antimateria del universo, que hoy se manifiesta por la inestabilidad del protón.

En compensación, si nos remontamos más lejos en dirección al origen, hasta por ejemplo la primera milmillónesima de milmillonésima de segundo, esas partículas no existían todavía. En resumidas cuentas, la materia no es más que el *fósil* de una edad más remota en la que reinaba una simetría perfecta entre las formas de interacción. Pues hacia el Tiempo de Planck, en el momento

en que la temperatura estaba en su punto más alto, la sopa primordial debía de estar constituida por partículas más fundamentales que los quarks: las partículas X. Y lo extraordinario es que en el primerísimo instante de la Creación, en ese universo de energías muy altas donde aún no existían interacciones diferenciadas, el universo tenía una simetría perfecta. En resumen, el cosmos, tal como lo conocemos hoy, con todo lo que contiene, desde las estrellas hasta esa llave encima de la mesa, no es sino el vestigio asimétrico de un universo que antaño era perfectamente simétrico. La energía de la bola de fuego primordial era tan elevada que las cuatro interacciones, la gravedad, la fuerza electromagnética, la fuerza nuclear fuerte y la fuerza de desintegración, estaban entonces unificadas en una sola interacción, de una simetría perfecta. Después, esa bola de fuego, compuesta de quarks, electrones y fotones,

conoció la fase de expansión, el universo se enfrió, y la perfecta simetría fue rota instantáneamente.

J. G.—Esto me recuerda una hermosa intuición de Bergson. El decía que la Creación era un gesto que cae»; en otras palabras: la huella de un acontecimiento que se deshace. Y yo creo que Bergson captó, mucho antes que los físicos, algo del misterio de la Creación; comprendió que el inundo ue hoy conocemos es_ la expresión de una simetría rada si Bergson estuviera toda^víá̄ entre nosotros, estoy seguro de que las últimas conquistas de la física le harían añadir que es de esta misma imperfección de donde ha podido surgir la vida.

El mensaje más importante de la física teórica de los últimos diez años es haber sabido descubrir la *perfección* en el origen del universo: un océano de energía infinita. Y lo que los físicos designan con el nombre de simetría perfecta tiene otro nombre para mí: enigmático, infinitamente misterioso,

omnipotente, originario, creador y perfecto. No me atrevo a nombrarlo, porque cualquier nombre es imperfecto para de' signar al Ser sin igual.

Hace mil millones de años que el sol brilla sobre la Tierra de los primeros tiempos.

Hasta donde alcanza la vista, no se distingue sino inmensos desiertos de lava fundida que vomitan sin interrupción columnas de vapor y de gas de varios kilómetros de altura. Poco a poco, esas nubes oscuras se acumulan y forman la primera atmósfera de la Tierra. Gas carbónico, amoníaco, óxido de carbono, nitrógeno e hidrógeno: esa mezcla opaca, mortal, abrumba entonces el horizonte, aún vacío.

Pasan millones de años. Lentamente, el calor comienza a decaer. Ahora la lava forma una pasta, tibia aún, sobre la que ya se podría andar. El primer continente acaba de nacer.

Es entonces cuando un acontecimiento capital viene a romper la monotonía de esa

edad remota: las nubes inmensas que giran en el cielo se condensan y la primera lluvia del mundo comienza a caer. Durará siglos. El agua invade casi todo el planeta, rompe contra las depresiones hasta que forma el océano primitivo. Durante centenares de miles de años, olas gigantes golpean la roca negra.

La Tierra, el cielo y las aguas están todavía vacías. Sin embargo, las moléculas primitivas son constantemente agitadas por las monstruosas tormentas que se desencadenan, quebrantadas incansablemente por la formidable radiación ultravioleta del sol. En ese estadio surge lo que, retrospectivamente, pare-

ce un milagro: en el corazón de este caos, se juntan, se combinan algunas moléculas para formar progresivamente estructuras estables, reflejo de un orden. Ahora, una veintena de aminoácidos existe en los océanos: son los primeros ladrillos de la materia viva.

Hoy, encontramos en cada uno de nosotros a los descendientes lejanos de esos primeros «habitantes» de la Tierra.

De este modo, al cabo de una ascensión muy larga y misteriosa hacia la complejidad, emerge por fin la primerísima célula viva: la historia de la conciencia podrá comenzar.

Pero qué inquietante es todavía esta pregunta, planteada un día por un físico: ¿Cómo puede un flujo de energía que se derrama sin objetivo esparcir la vida y la conciencia por el mundo?

G. B.—Antes de remontarnos a los orígenes de la vida, empecemos por comprenderla mejor, tal y como hoy existe.

Delante de mí, al borde de esa ventana, está posada una mariposa cerca de una piedrecita. Una es un ser vivo; la otra, no. ¿Cuál es exactamente la diferencia entre las dos? Si nos situamos en el nivel nuclear, es decir, en la escala de las partículas elementales, piedra y mariposa son

rigurosamente idénticas. Un escalón por encima, en el nivel atómico, se manifiestan algunas diferencias, pero no atañen más que a la naturaleza de los átomos y, por lo tanto, son todavía reducidas.

EL MISTERIO DE LO VIVIENTE

J. G.—Por la noche, antes de dormir, me remonto a menudo hacia el lejano amanecer que iluminó mi juventud, alrededor de 1900. En el calvero de mi memoria, encuentro imágenes de otro tiempo: un coche de caballos, cuyas grandes ruedas, ceñidas de acero, oprimen el empedrado; una joven vestida de largo que duerme tranquilamente a la sombra de un castaño; un anciano que recoge su sombrero de copa, derribado por una ráfaga de viento: las imágenes de la vida.

Pero, *¿qué es la vida?*

La cuestión que quiero plantearme aquí, la que no puedo evitar, es saber por qué «milagro» apareció esta vida. Acabamos de ver que, detrás del nacimiento del universo,

había *algo*, como una fuerza organizadora que parece haber calculado todo, elaborado todo con una minuciosidad inimaginable. Pero quiero saber más: ¿qué hay detrás de la vida? ¿Apareció la vida *por azar* o, muy al contrario, es fruto de una secreta necesidad?

Atravesemos un estadio más. Estamos entonces en el reino de las moléculas. Esta vez, las diferencias son mucho más importantes y atañen a las segregaciones de materia entre el mundo mineral y el mundo orgánico. Pero el salto decisivo se da en el nivel de las macromoléculas. En ese estadio, la mariposa parece infinitamente más estructurada, más *ordenada* que la piedra.

Este pequeño ejemplo nos ha permitido captar la única diferencia de fondo entre lo inerte y lo viviente: uno es simplemente más rico en información que el otro.

J. G.—Admitámoslo. Pero si la vida no es otra cosa que materia mejor informada,

¿de dónde viene la información? Yo estoy sorprendido por el hecho de que todavía hoy son numerosos los biólogos y los filósofos que piensan que las primeras criaturas vivas nacieron «por azar» en las olas y resacas del océano primitivo, hace cuatro mil millones de años.

Desde luego, las leyes de la evolución, enunciadas por Darwin, existen y dejan mucho sitio a lo aleatorio; pero, ¿*quién* ha determinado esas leyes? ¿Por qué «azar» se han aproximado ciertos átomos para formar las primeras moléculas de aminoácidos? Y, aún más, ¿por qué azar esas moléculas se han ensamblado hasta llegar a ese edificio terriblemente complejo que es el ADN? Exactamente igual que el biólogo François Jacob, planteo esta simple pregunta: ¿*quién* ha elaborado los planos de la primera molécula de ADN, portadora del mensaje inicial que permitirá reproducirse a la primera célula viva?

Estas preguntas —y una infinidad de otras— quedan sin respuesta si uno se atiene únicamente a las hipótesis que hacen intervenir el azar; por eso, las ideas de los biólogos han comenzado a cambiar desde hace algunos años. Los investigadores más avanzados ya no se contentan con recitar irreflexivamente las leyes de Darwin: construyen nuevas teorías, con frecuencia muy sorprendentes; hipótesis que se apoyan (Tara mente en la intervención de un principio organizador, que trasciende la materia.

I. B.—Según esos nuevos enfoques, que zarandean cada día más el dogma del «azar creador», la vida es una propiedad que emerge de la materia, un fenómeno que obedece a una especie de *necesidad* inscrita en el corazón mismo de lo inanimado

J. G.—Todo esto es tanto más sorprendente cuanto que, a escala cósmica,

la vida debe abrirse un difícil camino, sembrado de miles de obstáculos, antes de emerger por fin. Por ejemplo, el espacio vacío es tan frío que, dentro de él, cualquier criatura viva, incluso la más sencilla, sería congelada instantáneamente, ya que la temperatura desciende a menos de 273 grados. En el otro extremo, la materia de las estrellas es tan ardiente que ningún ser vivo podría resistir allí. Es decir, en el universo hay perpetuas radiaciones y bombardeos cósmicos que vedan casi en todas partes la manifestación de lo viviente. En resumidas cuentas, el universo es Siberia, es el Sahara, es Verdun. Quiero decir que es el infinito de lo frío, el infinito de lo caliente, la multiplicidad de los bombardeos. Ahora bien, a pesar de todo eso, la vida ha aparecido, al menos sobre nuestro planeta.

En consecuencia, el problema que se plantea a los científicos y a los filósofos es

saber si entre la materia y la vida hay una transición continua. Hoy en día, la ciencia trabaja sobre esa juntura entre lo inerte y lo viviente: tiende a mostrar que existe una zona de continuidad; en otras palabras, que lo viviente proviene de un ascenso necesario de la materia.

Una palabra más. Parece que la vida esté irremediablemente llamada a recorrer una escala ascendente; de las formas más próximas a la materia (como los ultravirus) a las formas más elevadas, hay una ascensión dentro de la evolución: la aventura de la vida está *ordenada* por un principio organizador.

I. R. - Miremos más de cerca en qué puede consistir un principio Para ello, nos apoyaremos en los trabajos de uno de los más grandes bioquímicos actuales, el premio Nobel de Química Ilya Prigogine.

En el origen de sus investigaciones se

encuentra una idea muy sencilla: el desorden no es un estado «natural» de la materia, sino, por el contrario, un estadio que precede a la aparición de un orden más elevado.

J. G.—Esta concepción —que iba claramente en contra de las ideas admitidas— suscitó en primer lugar la hostilidad de los medios científicos; creo que incluso se intentó impedir que Prigogine continuase sus trabajos.

I. B.—Exacto; pero nada logró hacer tambalear su convicción: leyes desconocidas debían explicar *cómo* el universo y la vida habían nacido del caos primordial.

G. B.—Una observación importante: esa convicción no era solamente teórica sino que también descansaba en el resultado de un experimento extremadamente inquietante.

J. G.—¿Cuál?

G. B.—El experimento de Bénard. Es muy simple: tomemos un líquido; agua, por

ejemplo. Calentémosla en un recipiente. ¿Qué observamos? Que las moléculas de líquido se organizan, se reagrupan de una manera ordenada para formar células exagonales, algo semejantes a los elementos de una vidriera. Este fenómeno, más bien inesperado, conocido por el nombre de inestabilidad de Bénard, intrigó mucho a Prigogine. ¿Por qué y cómo aparecen esas «células» en el agua? ¿Qué podía provocar el nacimiento de una estructura ordenada en el seno del caos? (6).

J. G.—Estoy tentado de establecer una analogía entre la formación de esas estructuras minerales y la aparición de las primeras células vivas. En el comienzo de la vida, en el seno del borbollón primitivo, ¿no habría un fenómeno de autoestructuración comparable al que se observa en el agua caliente:"

G. B. _ Es la conclusión a la que llegó Prigogine: lo que es posible en la dinámica

de líquidos debe serlo igualmente en química y en biología.

Pero, para comprender mejor su razonamiento, hay que rehacer las etapas principales. Primero, es obligado reconocer que las cosas que se encuentran a nuestro alrededor se comportan como sistemas *abiertos*, es decir, que intercambian continuamente con su entorno materia, energía y —lo que es más importante— *información*. Dicho de otro modo; esos sistemas en continuo movimiento varían regularmente a lo largo del tiempo y deben ser considerados como fluctuantes. Ahora bien, las fluctuaciones pueden ser tan importantes que la organización que las acoge se encuentre incapacitada para tolerarlas sin transformarse. A partir de este umbral crítico, hay dos posibles soluciones, descritas en detalle por Prigogine: o el sistema es destruido por la amplitud de las fluctuaciones, o alcanza un nuevo

orden interno, caracterizado por un nivel superior de organización.

Y aquí llegamos al corazón del descubrimiento de Prigogine: la vida descansa en estructuras dinámicas, que llama «estructuras de disipación», cuyo cometido consiste, precisamente, en disipar el influjo de energía, de materia y de información responsable de una fluctuación.

J. G.—Un momento. Este nuevo enfoque del orden da un mentís al segundo principio de la termodinámica, que ordena que, en el curso del tiempo, los sistemas cerrados pasen inevitablemente del orden al desorden. Por ejemplo, si vierto unas gotas de tinta en un vaso de agua, se dispersarán, y ya no podré separar los dos líquidos.

I. B.—Ese famoso principio de la termodinámica fue formulado por el físico francés Carnot en 1824. Según él y las generaciones posteriores de sabios, no había la menor duda: el

universo está en perpetua lucha contra la irreversible ascensión del desorden.

J. G.—¿Pero no sucede lo contrario en los sistemas vivos? Si examinamos la historia de los fósiles, vemos que de modo constante las organizaciones celulares se han transformado, estructurado por niveles de complejidad creciente. En otras palabras, la vida no es sino la historia de un orden cada vez más elevado y general. Porque a medida que el universo vuelve a su estado de equilibrio, se las arregla a pesar de todo para crear estructuras cada vez más complejas.

G. B.—Eso es lo que demuestra Prigogine. A sus ojos, los fenómenos de autoestructuración iluminan una propiedad radicalmente nueva de la materia. Existe una especie de trama continua que une lo inerte, lo previviente y lo viviente: por su construcción, la materia tiende a estructurarse para llegar a ser materia viva. Es en el nivel molecular donde se opera esa estructuración, de acuerdo con

leyes que son todavía enigmáticas en gran parte. Se comprueba, efectivamente, el comportamiento extrañamente «inteligente» de esas moléculas o agregados moleculares, pero, sin embargo, no se puede explicar los fenómenos. Extremadamente impresionado por la omnipresencia de ese orden, subyacente al caos aparente de la materia, Prigogine declaró un día: «Lo asombroso es que cada molécula *sabe* lo que harán las otras moléculas, simultáneamente y a distancias macroscópicas. Nuestros experimentos muestran que las moléculas se comunican. Todo el mundo acepta esta propiedad en los sistemas vivos, pero es, por lo menos, inesperada en los sistemas inertes» (6).

J. G.—Estamos, pues, invitados a dar este paso decisivo: hay continuidad entre la materia llamada «inerte» y la materia viva. En realidad, la vida extrae sus propiedades

directamente de esa misteriosa tendencia de la naturaleza a organizarse espontáneamente y a marchar hacia estados cada vez más ordenados y complejos. Ya lo dijimos: el universo es un vasto pensamiento. En cada partícula, átomo, molécula, célula de materia, vive y obra, a espaldas de todos, una omnipresencia.

Desde el punto de vista filosófico, esta última observación está cargada de consecuencias. Quiere decir que, en efecto, el universo tiene un eje; o mejor, un *sentido*.

Este sentido profundo se encuentra en su *interior*, bajo la forma de una causa trascendente. Si, como acabamos de ver, el universo tiene una «historia»; si veo aumentar la improbabilidad a medida que me remonto hacia el pasado, y la probabilidad a medida que desciendo hacia el porvenir; si hay en el cosmos un tránsito de lo heterogéneo a lo homogéneo; si hay un progreso constante de la materia hacia

estados más ordenados; si hay una evolución de las especies hacia una «superespecie» (quizá, provisionalmente, la humanidad), todo me lleva a pensar entonces que, en el fondo mismo del universo, hay una causa de la armonía de las causas, una inteligencia.

La presencia manifiesta de esa inteligencia en el corazón mismo de la materia me aparta para siempre de la concepción de un universo que habría aparecido «por azar», que habría producido la vida «por azar» y la inteligencia también «por azar».

G. B.—Tomemos un caso concreto: una célula viva está compuesta de una veintena de aminoácidos que forman una «cadena» compacta. La función de estos aminoácidos depende, a su vez, de alrededor de 2.000 encimas específicas. Siguiendo el razonamiento, los biólogos han sido inducidos a calcular que la probabilidad de

que un millar de encimas diferentes se una ordenadamente para formar una célula viva (a lo largo de una evolución de varios miles de millones de años) es del orden de uno entre 101000°.

J. G.—Que es tanto como decir que la probabilidad es nula.

I. cual impulsó a Francis Crick, premio Nobel de Biología por el descubrimiento del ADN, a concluir en idéntico sentido: «Un hombre honesto, que estuviera provisto de todo el saber que hoy está a nuestro alcance, debería de afirmar que el origen de la vida parece actualmente provenir del milagro, tantas condiciones es preciso reunir para establecerla» (1).

G. B.--Volvamos, precisamente, un instante a los orígenes, hace cuatro mil millones de años. En esa lejana época, lo que llamamos vida no existe todavía. Sobre la tierra de esos primeros tiempos,

barrida por los vientos eternos, las nacientes moléculas son agitadas sin tregua, cortadas, reformadas, y después dispersadas de nuevo por el rayo, el calor, las radiaciones y los ciclones.

Pues bien, a partir de ese primitivo estadio, los primeros cuerpos simples van a unirse según leyes que nada deben ya al azar. En química, por ejemplo, existe un principio hoy conocido por el nombre de «estabilización topológica de cargas». Esta «ley» implica que las moléculas que incluyen en su estructura cadenas de átomos en alternancia —especialmente el carbono, el nitrógeno y el oxígeno— forman sistemas estables al unirse.

¿De qué sistemas se trata? Nada menos que de las piezas fundamentales que forman la mecánica de lo viviente: los aminoácidos.

Siguiendo la misma ley de afinidad atómica, los aminoácidos van a unirse a su vez para formar las primeras cadenas de

esos preciosos materiales de la vida que son los péptidos.

En el seno del borbollón primitivo, en las negras olas de los primeros océanos del mundo, comienzan a surgir así, según el mismo proceso, las primerísimas moléculas nitrogenadas (que llamamos «purinas» y «pirimidinas»), de las que nacerá más tarde el código genético. Y comienza la gran aventura, arrastrando la materia hacia lo alto, en una irresistible espiral ascendente: las primeras partículas nitrogenada.; se fortalecen al asociarse al fosfato y a los azúcares hasta elaborar los prototipos de los nucleótidos, los famosos elementosle base que, al formar a su vez interminables cadenas, conducirán a esa etapa fundamental de lo viviente que es la aparición del ácido ribonucleico (el célebre ARN, casi tan conocido como el ADN).

Así, en algunos centenares de millones

de años, la evolución engendra sistemas bioquímicos estables, autónomos, protegidos del exterior por membranas celulares, los cuales se parecen ya a ciertas bacterias primitivas.

J. G.—Fuera del abastecimiento de energía (que abundaba en el entorno del momento), el verdadero problema que hubieron de afrontar estas células arcaicas fue el de la reproducción. En efecto, ¿cómo mantener esas valiosas uniones? ¿Cómo asegurar la perennidad de esas pequeñas maravillas de la naturaleza? Acabamos de ver que los aminoácidos que las forman obedecen a un orden preciso. Por lo tanto, era necesario que estas primeras células aprendiesen a «recopiar» en alguna parte el encadenamiento en la elaboración de sus proteínas de base, con el fin de estar en condiciones de fabricar ellas mismas nuevas proteínas

enteramente iguales a las precedentes.

Por lo tanto, la cuestión está en saber cómo sucedieron las cosas en ese estadio. ¿Cómo inventaron esas primerísimas células las innumerables estratagemas que han conducido a este prodigio: la reproducción?

I. B.—Una vez más, una «ley» inscrita en el corazón mismo de la materia permitió el milagro: los aminoácidos más «polares» (es decir, los que contienen una elevada carga electrostática) son espontáneamente atraídos por moléculas nitrogenadas, mientras que los menos polares se unen sobre todo a otras familias, como la citosina.

Así nació el primer esbozo del código genético: al acercarse a ciertos nucleótidos (y no a otros), nuestros famosos aminoácidos elaboraron lentamente los planos de su propia cons-

trucción y, más tarde, las herramientas y los materiales para llevarla a cabo.

G. B.—Hay que volver a insistir: *ninguna* de las operaciones mencionadas más arriba podía llevarse a cabo por azar.

Tomemos un ejemplo entre varios. Para que la unión de los nucleótidos conduzca «por azar» a la elaboración de una molécula de ARN utilizable, es necesario que la naturaleza multiplique *a tientas* los ensayos durante al menos 10^{105} años, es decir, un tiempo cien mil veces más largo que la edad total de nuestro universo.

Otro ejemplo. Si el océano primitivo hubiera engendrado todas las variantes (es decir, todos los isómeros) susceptibles de ser elaborados «por azar» a partir de una sola molécula que contuviese algunos centenares de átomos, eso habría conducido a la construcción de más de 10^{80} posibles isómeros. Sin embargo, el universo entero contiene sin duda menos de 10^{80} átomos.

J. G.—Dicho de otro modo, un solo intento al azar sobre la Tierra habría bastado para agotar el universo entero; como si todos los esquemas de la evolución hubieran sido escritos de antemano, desde los orígenes.

Pero otra pregunta vuelve aquí. Si la evolución de la materia hacia la vida y la conciencia es buena muestra de un *orden*, ¿de qué orden se trata?

Señalo que si el azar tiende a destruir el orden, la inteligencia se manifiesta, al contrario, por la organización de las cosas, por la introducción de un orden en el caos. Concluyo, por lo tanto, al observar la pasmosa complejidad de la vida, que el universo es «inteligente»: una inteligencia que trasciende lo que existe en nuestro plano de realidad ordenó (en el instante primordial de lo que llamamos la Creación) la materia que ha dado origen a la vida.

Una vez más: ¿cuál es la naturaleza

profunda del «orden», de la *inteligencia* que se percibe en todas las dimensiones de lo real?

I. B.—Para responder, es preciso reflexionar más profundamente sobre lo que llamamos *azar*.

A lo largo de las páginas anteriores, hemos visto que la aventura de la vida proviene de una tendencia universal de la materia a organizarse espontáneamente en sistemas cada vez más heterogéneos. El movimiento se dirige desde la unidad hacia la diversidad, creando orden a partir del desorden, elaborando estructuras de organización cada vez más complejas.

Pero, ¿por qué la naturaleza produce orden? No se puede responder si no se recuerda esto: el universo parece haber sido regulado minuciosamente con el fin de permitir la aparición de una materia ordenada, de la vida después y, por fin, de la conciencia. Si las leyes físicas no hubieran sido en rigor lo que

son, entonces, como subraya el astrofísico Hubert Reeves, «no estaríamos aquí para contarlos». Mejor aún: si en un principio alguna de las grandes constantes universales —por ejemplo, la constante de gravitación, la velocidad de la luz o la constante de Planck— hubiera sido sometida a una ínfima alteración, el universo no habría tenido ninguna posibilidad de albergar seres vivos e inteligentes; incluso es posible que él mismo no hubiera aparecido jamás.

Este ajuste, de una precisión vertiginosa, ¿está hecho de puro «azar» o proviene de la voluntad de una Causa Primera, de una inteligencia organizadora que trasciende nuestra realidad?

¿AZAR O NECESIDAD?

G. B.—Después de recorrer el largo camino de la vida, desde las primeras moléculas orgánicas hasta el hombre, hemos aquí, confrontados de nuevo con una

pregunta inevitable: la evolución cósmica que ha conducido hasta el hombre, ¿es puro fruto del azar, como pensaba el biólogo Jacques Monod, o bien se inscribe en un *gran propósito* universal, cada elemento del cual habría sido calculado minuciosamente? ¿Hay un orden subyacente detrás de lo que, sin comprenderlo, llamamos el azar?

J. G.—Para responder a esta pregunta, debemos ir hacia el *azar profundo*, el del enigma y los misterios. ¿Cuál es el significado de lo que se llama, sencillamente, *el orden de las cosas*?

Tomad un copo de nieve. Ese pequeño objeto obedece a leyes matemáticas y físicas de una sutileza sorprendente, que dan lugar a figuras geométricas ordenadas, aunque todas diferentes entre sí: cristales y policristales, agujas y dendritas, plaquetas y columnas, etc. Lo más asombroso es que cada copo de nieve es único en el mundo.

Después de haber flotado en el viento durante una hora, es sometido a toda clase de condiciones (tales como temperatura, humedad, presencia de impurezas en la atmósfera) que inducirán una figura específica: la forma final de un copo contiene la historia de todas las condiciones atmosféricas que ha atravesado. Lo que me fascina es que en el corazón mismo del copo de nieve recobro la esencia de un orden: un equilibrio delicado entre fuerzas de estabilidad y fuerzas de inestabilidad; una interacción fecunda entre

fuerzas a escala humana y fuerzas a escala atómica. ¿De dónde viene este equilibrio? ¿Cuál es el origen de ese orden, de esa simetría?

1. B.—Para encontrar una respuesta, vamos a descender un poco más en lo infinitamente pequeño. Miremos lo que sucede en el nivel del átomo. El comportamiento de las partículas

elementales parece desordenado, aleatorio, imprevisible. En física cuántica no existe, en efecto, ningún medio de *predecir* acontecimientos individuales o singulares. Imaginemos que encerramos un kilo de radio en una cámara acorazada y que, mil seiscientos años después, volvemos para ver lo que ha pasado. ¿Encontraremos intacto nuestro kilo de radio? En absoluto: la mitad de los átomos de radio habrá desaparecido, según el proceso bien conocido de desintegración radioactiva. Los físicos dicen que la «semivida», o *período* del radio, es de mil seiscientos años, el tiempo que necesita la mitad de los átomos de un bloque de radio para desintegrarse.

Aquí, una pregunta: ¿podemos determinar *qué* átomos de radio van a desintegrarse? Mal que les pese a los defensores del determinismo, no tenemos

ningún modo de saber *por qué* tal átomo se desintegra en lugar de tal otro. Podemos predecir *cuántos* átomos van a desintegrarse pero somos incapaces de decir *cuáles*: ninguna ley física permite describir el proceso de selección. La teoría cuántica puede describir con una precisión muy grande el comportamiento de un grupo de partículas, pero cuando se trata de una partícula individual no puede adelantar más que *probabilidades*.

J. G.—Es un argumento de peso, pero no merma mi convicción. ¿Hasta qué punto lo que nos parece aleatorio en un cierto nivel no aparece ordenado en un nivel superior? Volviendo a lo que decíamos, tengo la impresión de que el azar no existe: lo que llamamos azar no es sino nuestra incapacidad para comprender un grado superior de orden.

G. B.—Ahí encontramos las ideas del físico

inglés DavidBohm, para quien los movimientos de las motas de polvo en un rayo de sol no son aleatorios más que en apariencia: bajo el desorden visible de los fenómenos existe un orden profundo, *de un grado infinitamente elevado*, que permitiría explicar lo que nosotros interpretamos como fruto del azar (3). Recordemos, por ejemplo, un célebre experimento de física: el de las «dobles rendijas». El dispositivo es de una gran simplicidad. Se coloca una pantalla, con dos perforaciones verticales en forma de rendija, entre una placa fotográfica y una fuente luminosa que envía fotones, es decir, granos de luz, hacia la pantalla. Al proyectar *una a una* las partículas luminosas hacia las rendijas no podemos decir *qué* rendija atravesará cada partícula, ni exactamente *dónde* cada partícula alcanzará la placa fotográfica. Desde ese punto de vista, los

movimientos y la trayectoria de cada una de las partículas luminosas son aleatorios e imprevisibles.

Sin embargo, alrededor de un millar de disparos después, los fotones no dejan una mancha aleatoria sobre la placa fotográfica. El conjunto de partículas que fueron enviadas por separado forma ahora una figura perfectamente ordenada, bien conocida por el nombre de franjas de interferencias. En conjunto, esta figura era perfectamente previsible. Dicho de otro modo, el carácter «aleatorio» del comportamiento de cada partícula aislada encubría, de hecho, un grado muy elevado de orden que no podíamos interpretar.

J. G.—Este experimento refuerza mi intuición primera: el universo no contiene azar sino diversos grados de orden cuya jerarquía nos toca descifrar. Con mis colegas de la Academia de

Ciencias, trabajé en un libro sobre la turbulencia, sobre ciertos fenómenos caóticos, como un remolino en el agua o las volutas de humo en el aire en calma. Aparentemente, esos movimientos son, a la vez, indescriptibles e imprevisibles; pero, en contra de lo esperado, detrás de los desagües turbulentos o en los movimientos azarosos del humo se nota una especie de *coerción*: de algún modo, el desorden se encuentra canalizado dentro de los motivos construidos sobre un mismo modelo subyacente, al que los especialistas del caos han dado el bonito nombre *de* «atractor extraño».

G. B.—Una precisión: el atractor extraño existe en el «espacio de fases», es decir, en el espacio que contiene todas las informaciones dinámicas, todas las variaciones posibles de un sistema mecánico. ¿Un ejemplo de atractor

elemental? Un punto fijo del que está suspendida una bola de acero. Ésta puede desplazarse en el extremo del hilo, pero según una órbita precisa, de la que a nuestra bola le sería difícil apartarse. En el espacio de fases, todas las trayectorias vecinas están como atraídas por la órbita de rotación: ésta es el atractor extraño del sistema. Ahora bien, lo que es cierto para un sistema sencillo también lo es para los sistemas complejos: en ellos existen atractores extraños que ordenan en profundidad su comportamiento.

B.-----A escala macroscópica, la presencia de estructuras

que caracterizan al universo sigue siendo, a pesar

de nuestros conocimientos, un misterio. Tomemos la cuestión de la homogeneidad de las galaxias. La uniformidad y isotropía en la

distribución de la materia son pasmosas; recordemos que el tamaño del universo observable es del orden de 10 centímetros. A esta escala, la materia tiene una densidad uniforme, que se puede medir con una precisión del orden de

10 No obstante, a escalas inferiores, el universo deja de ser homogéneo: está constituido por montones de galaxias que contienen otras galaxias que, a su vez, están compuestas de estrellas, etc. Ahora bien, ¿cómo la heterogeneidad que reina a pequeña escala ha podido engendrar a gran escala un orden tan elevado?

J. G.—Si un *orden* subyacente gobierna la evolución de lo real, es imposible sostener, desde un punto de vista científico, que la vida y la inteligencia han aparecido en el universo después de una serie de accidentes, de acontecimientos aleatorios sin ninguna

finalidad. Al contrario, al observar la naturaleza y las leyes que se desprenden de ella, me parece que el universo entero *tiende hacia la conciencia*. Mejor aún: en su inmensa complejidad y a pesar de sus apariencias hostiles, el universo está *hecho* para engendrar vida, conciencia e inteligencia. ¿Por qué? Porque, parafraseando una célebre cita, «materia sin conciencia no es más que ruina del universo». Sin nosotros, sin una conciencia que dé testimonio de sí, el universo no podría existir: *nosotros somos el universo mismo*, su vida, su conciencia, su inteligencia.

G. B.--Rozamos aquí el gran misterio. Recordemos que toda la realidad descansa sobre un pequeño número de constantes cosmológicas: menos de quince. Son la constante de gravitación, de la velocidad de la luz, del cero absoluto, la constante de

Planck, etc. Conocemos el valor de cada una de ellas con una notable precisión.

Ahora bien, a poco que hubiera sido modificada *una sola* de esas constantes, el universo —al menos, tal como lo conocemos— no hubiera podido aparecer. Un ejemplo contundente lo proporciona la densidad inicial del universo: a poco que esta densidad hubiera sido desviada del valor crítico que mantiene desde los 10⁻³⁵ segundos después del big bang, el universo no hubiera podido constituirse.

I. B.—Hoy, la relación entre la densidad del universo y la densidad crítica original es del orden de 0,1; ahora bien, esta relación estuvo increíblemente cerca de 1 en el momento muy lejano al que nos remontamos: los 10⁻³⁵ segundos. Un instante después del big bang, la desviación con respecto al umbral crítico fue extraordinariamente pequeña (del

orden de 10^{-40}), de modo que el universo se «equilibró» justo después de su nacimiento.

G. B.—Lo que permitió el desencadenamiento de todas las fases que siguieron. Otro ejemplo de este fantástico ajuste: si aumentáramos apenas en un uno por ciento la intensidad de la fuerza nuclear que controla la cohesión del núcleo atómico,

suprimiríamos cualquier posibilidad de que los núcleos de hidrógeno permanecieran libres: éstos se combinarían con otros protones y neutrones para formar núcleos pesados. Entonces, al no existir el hidrógeno, no podría combinarse con los átomos de oxígeno para producir el agua indispensable para el nacimiento de la vida. Por el contrario, si disminuimos ligeramente esa fuerza nuclear, la fusión de los núcleos de hidrógeno se

hace entonces imposible. Sin fusión nuclear, no hay soles, no hay fuentes de energía, no hay vida.

I. B.—Lo que es cierto para la fuerza nuclear lo es también para otros parámetros, como la fuerza electromagnética. Si la aumentáramos muy ligeramente, intensificaríamos la relación entre el electrón y el núcleo; entonces, no serían ya posibles las reacciones químicas que resultan de la transferencia de electrones a otros núcleos. Una gran cantidad de elementos no podría formarse, y en un universo así las moléculas de ADN no tendrían ninguna posibilidad de aparecer.

¿Otras pruebas del perfecto ajuste de nuestro universo?: la fuerza de la gravedad. Si hubiera sido apenas un poco más débil en el momento de la formación del universo, las primitivas nubes de hidrógeno nunca habrían podido

condensarse y alcanzar el umbral crítico de la fusión nuclear: las estrellas nunca se habrían encendido. En el caso contrario, apenas seríamos más felices. Una gravedad más fuerte habría conducido a un verdadero «desbocamiento» de reacciones nucleares: las estrellas se habrían abrazado furiosamente y habrían muerto tan deprisa que la vida no habría tenido tiempo de desarrollarse.

En realidad, cualesquiera que sean los parámetros considerados, la conclusión es siempre la misma: si se modifica su valor, por poco que sea, suprimimos cualquier posibilidad de eclosión de la vida. Las constantes fundamentales de la naturaleza y las condiciones iniciales que han permitido la aparición de la vida parecen, pues, ajustadas con una precisión vertiginosa. Un último dato. Si la tasa de expansión del universo hubiera

experimentado al comienzo una desviación del orden de 10^{40} la materia inicial se habría desparramado por el vacío: el universo no habría podido dar a luz a las galaxias, a las estrellas y a la vida. Para dar una idea de la inconcebible finura con la que parece haber sido ajustado el universo, es suficiente imaginar la proeza que debería realizar un jugador de golf que, desde la Tierra, consiguiese meter la pelota en un agujero situado en el planeta Marte (10).

J. G.—Esas cifras no hacen sino reforzar mi convicción: ni las galaxias y sus miles de millones de estrellas, ni los planetas y las formas de vida que albergan, son un accidente o una simple «fluctuación del azar». No hemos aparecido *así como así*, un buen día cualquiera, porque un par de dados cósmicos hayan caído bien. Dejemos eso para quienes no quieren afrontar la verdad

de las cifras_

I. B.—Es cierto que el cálculo de probabilidades aboga en favor de un universo ordenado, minuciosamente regulado, cuya existencia no puede ser engendrada por el azar. Sin duda, los matemáticos no nos han contado todavía toda la historia del azar: ignoran incluso lo que es. Pero han podido llevar a cabo ciertos experimentos gracias a ordenadores que generan números aleatorios. A partir de una regla derivada de las soluciones numéricas a las ecuaciones algebraicas, se han programado máquinas *para producir azar*. En nuestro caso, las leyes de probabilidad indican que esos ordenadores deberían estar calculando durante miles y miles y miles de millones de años —es decir, durante un período casi infinito—, antes de que pudiese aparecer una combinación de números

comparable a la que ha permitido la eclosión del universo y de la vida. Dicho de otro modo, la probabilidad matemática de que el universo haya sido engendrado por azar es prácticamente nula.

J. G.—Estoy convencido de ello. Si el universo existe tal como lo conocemos es para permitir que se desarrollen la vida y la conciencia. En cierto modo, nuestra existencia fue minuciosamente programada *desde el principio, en el Tiempo de Planck*. Todo lo que hoy me rodea, desde el espectáculo de las estrellas hasta los árboles que adornan el jardín de Luxemburgo, todo eso *ya* existía en germen en el minúsculo universo de los comienzos: el universo *sabía* que el hombre llegaría en su momento.

G. B.—Aquí encontramos el «principio antrópico», que emitió en 1974 el astrofísico inglés Brandon

Carter, para quien, en efecto, «resulta que el universo se encuentra, exactamente, con las propiedades necesarias para engendrar un ser capaz de conciencia y de inteligencia». Consecuentemente, las cosas son lo que son simplemente porque *no habrían podido ser de otra manera*: en la realidad no hay sitio para un universo diferente del que nos ha engendrado.

I. B.—Salvo si aceptamos la idea de que existe, a los lados de nuestro universo, una infinidad de otros universos «paralelos», que presentan diferencias más o menos importantes con el nuestro. Pero ya volveremos en detalle sobre ello más adelante

J. G.—Si, efectivamente, no hay sitio para otro universo que aquél en el que vivimos, ello quiere decir, una vez más, que un orden implícito, muy profundo e invisible, está manos a la obra *por debajo*

del desorden explícito que se manifiesta con tanta generosidad. La naturaleza modela *en el mismo caos* las formas complicadas y altamente organizadas de lo viviente. En oposición a la materia inanimada, el universo de lo viviente se caracteriza por un creciente grado de orden: mientras que el universo físico se dirige hacia una entropía cada vez más elevada, lo viviente va de algún modo a contracorriente y crea mucho más orden.

Por consiguiente, es preciso que revaluemos el papel de lo que llamamos «azar». Jung sostenía que la aparición de «coincidencias significativas» implicaba necesariamente la existencia de un principio explicativo que debía ser añadido a los conceptos de espacio, de tiempo y de causalidad. Este gran principio, llamado *principio de sincronicidad*, se funda en un orden universal de comprensión,

complementario de la causalidad. En el origen de la Creación, no hay acontecimiento aleatorio alguno, *no hay azar*, sino un grado de orden infinitamente superior a todo lo que podemos imaginar: orden supremo que regula las constantes físicas, las condiciones iniciales, el comportamiento de los átomos y la vida de las estrellas. Potente, libre, infinitamente existente, misterioso, implícito, invisible, sensible, *está ahí*, eterno y necesario detrás de los fenómenos, muy lejos sobre el universo y presente en cada partícula.

De este modo, la realidad —tal como la conocemos— parece el fruto de un orden trascendente que subtiende su aparición y su desarrollo.

Pero, ¿qué es lo real? ¿Qué constituye el mundo físico que nos rodea? La concepción mecanicista del universo que propone la física de Newton se funda en la idea de que la

realidad comprende dos cosas fundamentales: objetos sólidos y un espacio vacío. En la vida cotidiana esta concepción funciona sin fallos: los conceptos de espacio vacío y de cuerpos sólidos forman íntegramente parte de nuestra manera de pensar y de aprehender el mundo físico. El ámbito cotidiano puede así ser visto como una «región de dimensiones medias» en donde las reglas de la física clásica continúan aplicándose.

Ahora bien, todo cambia si dejamos el universo de nuestra vida diaria y nos sumergimos en lo infinitamente pequeño en busca de sus fundamentos últimos. Hasta principios de siglo, gracias al descubrimiento de las sustancias radiactivas, no fue posible comprender la verdadera naturaleza de los átomos: no eran bolas indivisibles de materia, sino que estaban compuestas de partículas aún más pequeñas. En la línea de los experimentos de Rutherford, las

investigaciones de Heisenberg y de los físicos cuánticos han mostrado que los elementos constituyentes de los átomos — electrones, protones, neutrones y las decenas de otros elementos infranucleares que fueron descubiertos más tarde— no manifiestan ninguna de las propiedades asociadas a los objetos físicos. Las partículas elementa-

les no se comportan de ninguna manera como partículas «sólidas»: parecen conducirse como entidades abstractas.

¿De qué se trata?

Para intentar saberlo, debemos abandonar nuestro mundo, sus leyes y sus certidumbres. Y admitir entonces que el universo no sólo es más extraño de lo que pensamos, sino mucho más extraño aún de lo que podemos pensar (1).

EN BUSCA DE LA MATERIA

J. G.—Hace ahora casi un siglo que entramos en la *era cuántica*: ¿en qué pone en

tela de juicio esta nueva concepción nuestra comprensión de los objetos que nos rodean a diario? Recobremos el ejemplo de la llave. Lo que hemos aprendido nos obliga en lo sucesivo a admitir que se trata de una llave hecha de entidades que pertenecen a *otro mundo*: el de lo infinitamente pequeño, el del átomo y las partículas elementales. Pero, ¿cómo hacer coincidir la evolución de nuestros conocimientos teóricos con la experiencia que nos llega de la realidad de todos los días? Todo lo que la física cuántica me ha enseñado sobre esta llave no me impide sentirla, en efecto, como un «objeto» material, cuyo peso y consistencia experimento en el hueco de la mano. Pero eso no es más que una ilusión en el teatro de la realidad. ¿Qué hay, por lo tanto, *más allá* de su sustancia sólida? Antes de dejar la palabra a la ciencia de hoy, querría volver a dos grandes pensadores que han respondido a esta pregunta, cada uno a su manera: el primero

se llama Bergson.

Cierto día del mes de mayo de 1921 decidí acudir a la Academia de Ciencias Morales y Políticas. Allí, por primera vez, encontré —más bien, contemplé de lejos, en el claroscuro de una sala que olía a cera y a madera vieja— a Bergson. De ese primer encuentro, hoy me quedan dos cosas: un dibujo de su rostro, cuyo perfil bosquejé deprisa y corriendo; y, más allá de la imagen, la huella profunda, imborrable, de su pensamiento. Aquel día me di cuenta de que él tenía una visión puramente *espiritual* de la materia. Para comprenderla bien,

hay que recordar lo que escribió en 1912 a un jesuita, el padre de Tonquédec.

«Las consideraciones expuestas en mi ensayo Materia y memoria rozan, así lo espero, la realidad del espíritu. De todo ello se desprende naturalmente la idea de un Dios creador y libre generador de la materia y

de la vida.»

- ¿Cómo llegó a una certidumbre así? Nada menos que apoyándose en la idea de que en el origen del universo hay un impulso de pura conciencia, una ascensión hacia lo alto que, en cierto momento, se interrumpe y «cae». Esta *caída* de la conciencia divina es lo que ha engendrado la materia tal como la conocemos. Nada hay de sorprendente, entonces, en que esta materia tenga una memoria «espiritual», ligada a sus orígenes.

Ahora, unas palabras sobre un segundo personaje, que también ha contado mucho en mi vida: el padre Teilhard de Chardin. Fue compañero de mi tío Joseph, quien siempre me habló de él. Un día de 1928, acabé por encontrarlo durante un retiro. Estaba *del todo* en esa primera aparición, impregnado de la gravedad que no le abandonó jamás. Se ha dicho y escrito mucho sobre este gran pensador, pero —a pesar

de lo que equivocadamente se piensa— lo esencial de su filosofía se manifiesta menos en la visión que tenía de la evolución biológica que en la idea completamente personal que se hacía de la materia. Esa idea le fue impuesta bruscamente cuando tenía siete años. Cierta día rozó con su mano de niño la reja de un arado; en un relámpago, captaría lo que era el Ser: algo duro, puro y *palpable*. Y en el momento en que sus deditos se posaron sobre el frío y liso acero del apero, su madre comenzó a hablarle de Jesucristo. Entonces, los dos extremos del Ser, la materia y el espíritu, esos dos polos que se suele oponer la mayoría de las veces, se unieron para siempre en el niño.

Hoy deseo dar la razón a Bergson y a Teilhard; como ellos, estoy tentado de creer que la materia está *hecha* de espíritu y que, por lo tanto, nos conduce directamente a la contemplación de Dios. Sesenta años después de los grandes

descubrimientos de la teoría cuántica, mi creencia en la «espiritualidad» de la materia, o incluso en la materialidad del espíritu, está objetivamente fundada?

¿Es que nuestros conocimientos más actuales sobre la materia nos conducen, científicamente, hacia el espíritu? Comenzamos a comprender que puede haber respuestas a estas preguntas: es en el corazón de la materia, en su intimidad más profunda, donde debemos buscarlas.

G. B.—Partamos de algo visible: una gota de agua, por ejemplo. Está compuesta de moléculas (alrededor de miles y miles de millones), cada una de las cuales mide 10^{-9} metros. Penetremos ahora en esas moléculas: descubriremos allí átomos más pequeños, cuya dimensión es de 10^{-10} metros. Continuemos nuestro viaje. Cada uno de estos átomos está compuesto de un núcleo todavía más pequeño (10^{-14} metros) y de electrones que «gravitan» a su alrededor.

Pero nuestra exploración no se detiene aquí. Un nuevo salto, y estamos en el corazón del núcleo: esta vez encontramos una multitud de nuevas partículas (los nucleones, los más importantes de los cuales son los protones y los neutrones), de una pequeñez extraordinaria, puesto que alcanzan la dimensión de 10^{-15} metros. ¿Hemos llegado al final de nuestro viaje? ¿Se trata de la última frontera, más allá de la cual no hay nada? De ningún modo.

Hace una veintena de años se descubrieron unas partículas todavía más pequeñas, los hadrones, compuestas a su vez de entidades infinitesimales, los quarks, que alcanzan el inimaginable «tamaño» de 10^{-18} metros. Después veremos por qué estas partículas representan una especie de «muro dimensional»: no existe ninguna magnitud física más *pequeña* de 10^{-18} metros.

I. B.—Volvamos a nuestra llave. En

primer lugar, ahora estamos seguros de que *está hecha de vacío*. Un ejemplo nos permitirá comprender mejor que el universo entero esté esencialmente compuesto de vacío. Imaginemos que nuestra llave crece hasta alcanzar el tamaño de la Tierra. A esa escala,

los átomos que componen la llave gigante tendrían apenas el tamaño de cerezas.

Pero hay aquí algo más sorprendente aún. Supongamos que cogemos con la mano uno de esos átomos del tamaño de una cereza. Por más que lo examinemos, incluso con ayuda de un microscopio, nos será absolutamente imposible observar el núcleo, demasiado pequeño a esa escala. En realidad, para ver algo sería necesario de nuevo cambiar de escala. Por lo tanto, la cereza que representa a nuestro átomo crece hasta convertirse en un enorme globo de doscientos metros de alto. A pesar de este impresionante tamaño, el

núcleo de nuestro átomo no será sin embargo más grueso que una minúscula mota de polvo. Eso es el vacío del átomo.

G. B.—Detengámonos en este tema desconcertante: la paradoja de una multitud de elementos que desembocan finalmente en el vacío, en lo inaprensible. Para comprenderla, supongamos que quiera contar los átomos de un grano de sal. Y supongamos también que sea lo suficientemente rápido como para contar mil millones de átomos por segundo. A pesar de esta notable hazaña, necesitaría más de cincuenta siglos para realizar el censo completo de la población de átomos que contiene ese minúsculo grano de sal. Otra imagen: si cada átomo de nuestro grano de sal tuviera el tamaño de una cabeza de alfiler, el conjunto de átomos que componen el grano de sal cubriría toda Europa con una capa uniforme de veinte centímetros de espesor.

J. G.—El número de individuos que

existe dentro de una partícula de materia está tan alejado de lo que nuestra imaginación está acostumbrada a concebir que produce un efecto comparable a cierto *terror...*

I. B.—Sin embargo, reina un inmenso vacío entre las partículas elementales. Si represento el protón de un núcleo de oxígeno por una cabeza de alfiler y la coloco encima de esa mesa que hay delante de mí, el electrón que gravita a su alrededor describe entonces una circunferencia que pasa por Holanda, Alemania y España. Por eso, si todos los átomos que componen mi cuerpo se juntaran hasta tocarse, no me verían. Ni a simple vista podría alguien contemplarme: tendría el tamaño de una ínfima mota de polvo de apenas unas milésimas de milímetro.

Durante su alucinante inmersión en el corazón de la materia, los físicos se dieron cuenta de que su viaje, lejos de pararse en

la frontera del núcleo, desemboca en realidad en el inmenso océano de esas partículas nucleares que hemos designado antes con el nombre de hadrones. Todo sucede como si, después de haber abandonado el río sobre el que teníamos la costumbre de navegar, nos encontráramos frente a un mar sin límites, surcado por olas enigmáticas que se pierden en un horizonte negro y lejano (8).

J. G.—Lo cual podría aplicarse también a lo infinitamente grande. Si volvemos los ojos hacia las estrellas, ¿qué encontramos? Una vez más, el vacío. Un enorme vacío entre las estrellas y, aún más lejos, a millones o a miles de millones de años luz de aquí, el vacío intergaláctico: una inmensidad inconcebible, en la que no se encuentra absolutamente nada, excepto, quizá, un átomo vagabundo, perdido para siempre en la oscuridad infinita, silenciosa y glacial. Hay como una similitud entre lo

infinitamente grande y lo infinitamente pequeño.

G. B.—Excepto en que si las estrellas son objetos materiales, las partículas subatómicas no son pequeñas motas de polvo. Más bien son, como hemos visto, *tendencias a existir*, o también «correlaciones entre observables macroscópicos».

Por ejemplo, cuando un simple electrón atraviesa una placa fotográfica, deja una señal que parece una sucesión de puntitos en forma de línea. Normalmente, tenemos tendencia a pensar que esa «pista» resulta del paso de un único electrón sobre la placa fotográfica, como si una pelota de tenis rebotase sobre una superficie de tierra batida. Pues bien, nada de eso. La mecánica cuántica afirma que la relación entre los

puntos que representan un «objeto» en movimiento es producto de nuestra mente: en realidad, no existe el supuesto

electrón que ha dejado la señal *puntual*. En términos más rigurosos y ajustados a la teoría cuántica, postular que una partícula está dotada de existencia independiente es una convención, cómoda sin duda, pero infundada.

J. G.—Pero, ¿qué es lo que deja huella en la placa fotográfica?

G. B.—Para responder, es necesario que abordemos un nuevo ámbito de la física. Los físicos piensan ahora que las partículas elementales, en vez de objetos, son en realidad el resultado, siempre provisional, de incesantes interacciones entre «campos» inmateriales.

J. G.—Hace una treintena de años que oí hablar por primera vez del concepto de campo. Me parece que esta nueva teoría desemboca en un enfoque *verdadero* de lo real. El tejido que forman las cosas, el último sustrato, no es material sino abstracto: una *idea pura* cuya silueta sólo es

distinguible indirectamente, por un acto matemático.

A este respecto, observo que la ciencia rectora, la que nos hace penetrar en el interior de los secretos del cosmos, no es tanto la física como la matemática, o la física matemática. Lo cual es visible en el destino de dos sabios ilustres que cruzaron varias veces mi vida: los dos hermanos Broglie. El mayor, el duque Maurice, era ante todo físico; pero su hermano Louis, matemático de formación, hizo más descubrimientos delante de su pizarra que Maurice en su laboratorio. ¿Por qué? Probablemente porque el universo esconde un secreto de *abstracta elegancia*, un secreto en el que la materialidad es poca cosa.

I. B.—Su intuición se acerca a las soluciones propuestas por la nueva física. Pero, ¿es posible decir algo más a propósito de ese secreto que, a sus ojos de filósofo, se esconde detrás del universo?

J. G.—Cuando considero el *orden matemático* que aparece *en* el corazón de lo real, mi razón me obliga a decir que lo desconocido que se esconde detrás del cosmos es al menos una inteligencia hipermatemática, calculante y, aunque la palabra no esté bien, *relacionante*, es decir, fabricante de relaciones, de modo que esa inteligencia debe de ser de tipo abstracto y espiritual.

Tras el rostro visible de lo real hay, pues, lo que los griegos llamaban un «logos», un elemento inteligente, racional, que regula, que dirige, que anima el cosmos, y que hace que ese cosmos no sea caos, sino orden.

G. B.—Hay que confrontar la descripción de ese elemento estructurante que usted propone con el modo en que hoy se conciben los campos físicos fundamentales.

J. G.—¿Cuál es la naturaleza profunda de esos campos físicos?

G. B.—Lo veremos más adelante. Pero

antes, creo indispensable delimitar mejor lo que hoy recubre la noción, bastante vaga a fin de cuentas, de partícula elemental.

Primero, hay que saber que, en el mundo atómico, no hay en total más que cuatro partículas estables: el protón, el electrón, el fotón y el neutrón. Existen centenares de otras partículas, pero son infinitamente menos estables: se desintegran casi instantáneamente nada más aparecer o lo hacen al cabo de un tiempo más o menos largo.

J. G.—Un dato me llama la atención: usted dice que existe un centenar de partículas, todas diferentes...

I. B.—A medida que avanzan las investigaciones, se encuentran sin cesar más partículas nuevas, cada vez más *fundamentales*. En realidad, durante su inmersión en el corazón del núcleo, los físicos han descubierto el inmenso océano de las partículas nucleares que, desde

entonces, se acostumbra a llamar hadrones.

G. B.—Se impone una precisión: no hay más que tres posibilidades en relación con lo que está *detrás* de la frontera del núcleo. La primera hipótesis es que la carrera hacia lo infinitamente pequeño puede no tener fin. Desde hace una veintena de años, gracias a los cada vez más potentes aceleradores de partículas, los físicos han identificado una multitud de partículas siempre más fundamentales, más pequeñas, más inestables, más inasibles, de manera que parece existir un número infinito de niveles sucesivos de realidad. Frente a esta proliferación vertiginosa, que se ha acelerado aún más en estos últimos años, algunos investigadores son hoy presa de una duda: ¿y si, en el fondo, no existiese ninguna partícula verdaderamente «elemental»? ¿No estarán las partículas identificables constituidas por

partículas cada vez más pequeñas, en un proceso de ajuste que jamás tendrá fin?

El segundo enfoque, desarrollado por una minoría de especialistas del núcleo, se basa en la idea de que un día llegaremos a encontrar el nivel fundamental de la materia, una especie de «fondo rocoso», constituido por partículas indivisibles, más allá de las cuales será absolutamente imposible encontrar nada más.

Queda, por fin, la tercera hipótesis: en este último nivel, las partículas identificadas como fundamentales serían *a la vez* elementales y compuestas. En este caso, las partículas estarían constituidas por elementos, pero estos elementos serían de la misma naturaleza que ellas. Por poner un ejemplo: todo sucede como si, al cortarla en dos, una tarta de manzana proporcionara dos nuevas tartas de manzana enteras,

absolutamente idénticas a la tarta original. Se hiciera lo que se hiciera, en este caso sería imposible obtener dos medias tartas.

Este tercer enfoque es el que parece conseguir la adhesión de la mayoría de los físicos nucleares; en especial, ha permitido diseñar la teoría de los quarks (1).

J. G.—A pesar de todo, cualquiera que sea el enfoque que se adopte, la inmersión en el corazón de la materia presenta aspectos desconcertantes. Por eso el filósofo debe plantearse una pregunta sencilla: ¿cuál es hoy la partícula más elemental, la más fundamental, que el físico ha puesto de manifiesto?

G. B.— Parece que esa entidad última ha sido alcanzada, al menos por la teoría, con lo que los físicos, no sin picardía, han bautizado como quark. ¿Por qué? Porque esas partículas existen en grupos de tres, igual que los famosos quarks inventados

por James Joyce en su novela *Finnegans Wake*. Para descubrirlos, sumerjámonos en el corazón del núcleo: allí encontraremos a los hadrones, hoy bien identificados, que participan en todas las interacciones conocidas. Ahora bien, estas partículas parecen descomponerse, a su vez, en entidades más pequeñas: los quarks.

Con los quarks comienza el ámbito de la abstracción pura, el reino de los seres matemáticos. Hasta ahora no ha sido posible comprobar la dimensión física de los quarks: mediante innumerables experimentos de laboratorio, han sido buscados por todas partes en los rayos cósmicos, pero nunca han sido observados. En resumen, el modelo del quark descansa sobre una especie de ficción matemática que, curiosamente, tiene la ventaja de funcionar.

I. B.—La teoría de esta partícula

hipotética fue propuesta por vez primera en 1964 por el físico Murray Gell-Mann. Según ella, todas las partículas hoy conocidas resultarían de la combinación de algunos quarks fundamentales, diferentes unos de otros. Lo más sorprendente es que la mayor parte de los físicos acepta hoy la idea de que los quarks serán siempre inasibles: permanecerán irreversiblemente confinados «al otro lado» de la realidad observable. Por lo tanto, se reconoce implícitamente que nuestro conocimiento de la realidad está basado en una dimensión *no material*, en un conjunto de entidades sin modos ni forma, que trasciende el espacio-tiempo, cuya «sustancia» no es más que una nube de cifras.

J. G._ Eso es una muestra de declaración puramente metarrealista. ¿No tienen esas entidades fundamentales una do-

ble cara? Una, abstracta, estaría en relación con el ámbito de las esencias; otra, concreta, estaría en contacto con nuestro mundo físico. En este orden de ideas, el quark sería una especie de «mediador» entre los dos mundos.

G. B.—En apoyo de su intuición, podemos proponer un primer esbozo que, por ahora, parece corresponder muy bien con lo que son los quarks, si es que existen. Hoy comienza a ser conocido en los círculos de la física por el nombre algo misterioso de «matriz S». ¿De qué se trata?

Contrariamente a las teorías clásicas, ésta no se esfuerza por describir el quark *en sí mismo* sino que permite captar la sombra que arroja en sus interacciones. Desde ese punto de vista, las partículas elementales no existen como objetos, como entidades significativas por sí mismas, sino que son únicamente perceptibles a través de los efectos que producen. Así, los quarks pueden

ser considerados como «estados intermediarios» en una red de interacciones.

1. B.—¿Dónde se detendrá, pues, nuestra búsqueda de los materiales últimos? Quizá sobre tres partículas que parecen constituir ellas solas todo el universo: el electrón y, a sus lados, dos familias de quarks: el quark U (por up) y el quark D (por *down*), en los que U y D representan un carácter que los físicos han llamado «sabor». Estas tres familias parecen garantizar ellas solas toda la prodigiosa variedad de fuerzas, de fenómenos y de formas que se encuentra en la naturaleza.

J. G.—En resumen, estamos al final de nuestro viaje por lo infinitamente pequeño. ¿Qué hemos encontrado en nuestro periplo en torno al corazón de la materia? Casi *nada*. Una vez más, la realidad se disuelve, se disipa en lo evanescente, en lo impalpable: la «sustancia» de lo real no es sino una nube de probabilidades, humo matemático. La verdadera cuestión es saber *de qué* está

hecho ese impalpable: ¿qué hay bajo ese «nada» en cuya superficie reposa el ser?

Hemos llegado ya al borde del mundo material. Enfrente de nosotros están esas entidades tenues y extrañas que, con el nombre de «quarks», hemos encontrado en nuestro camino. Son los últimos testigos de la existencia de «algo» que todavía se parece a una «partícula». Pero, ¿qué hay más allá?

La observación nos enseña que el comportamiento de los quarks está estructurado, ordenado. Pero, ¿qué lo ordena? ¿Qué es esa huella invisible que interviene por debajo de la materia observable?

Para responder, vamos a tener que abandonar todas nuestras referencias, todas las señales sobre las que se apoyan nuestros sentidos y nuestra razón. Por encima de todo, vamos a tener que renunciar a la creencia ilusoria en «algo sólido», de lo cual estaría hecho el tejido del universo.

Lo que vamos a encontrar en el camino no es ni una energía, ni una fuerza, sino algo inmaterial, que la física designa con el nombre de «campo».

En física clásica, la materia está representada por partículas, mientras que las fuerzas son descritas por campos. La teoría cuántica, al contrario, no ve en lo real más que interacciones, que son transportadas por entidades mediadoras llamadas «bocones». Más exactamente, esos bosones transportan fuerzas y aseguran las relaciones entre las partículas de materia

que la física designa con el nombre de «fermiones», los cuales, forman los «campos de materia».

Por lo tanto, deberemos recordar que la teoría cuántica anula la distinción entre campo y partícula y, al mismo tiempo, entre lo que es material y lo que no lo es. Dicho de otro modo: entre la materia y su más allá.

No se puede describir un campo más que en términos de transformaciones de las estructuras del espacio-tiempo en una región dada; por lo tanto, lo que se llama realidad no es otra cosa que una sucesión de discontinuidades, de fluctuacionesac de contrastes y de accidentes de terreno que, en conjunto, constituyen una red de informaciones.

Pero todo consiste en saber cuál es el origen de tal información...

LOS CAMPOS DE LO REAL

I. B.—Estamos, por fin, frente a la última frontera, la que limita misteriosamente lo que llamamos la realidad física. Pero, ¿qué hay más allá? Nada más, sin duda. O, mejor dicho: nada más de *tangible*.

J. G.—Ahí comienza el dominio del espíritu. El soporte físico ya no es *necesario* para transportar esa inteligencia, ese orden profundo que observamos alrededor nuestro. Ahora

bien, ese «casi nada», como decía el filósofo Jankélévitch, es precisamente *eso*, la sustancia de lo real. Pero, ¿de qué se trata?

G. B.—Descendamos una vez más a lo infinitamente pequeño, al corazón de la famosa materia. Supongamos que podemos introducirnos en el núcleo del átomo. ¿Cómo será entonces el «panorama» que percibiremos allí? La física nuclear nos indica que en ese nivel debemos encontrar partículas de las llamadas «elementales», en la medida en que no existe nada más «pequeño» que ellas: los quarks, los leptones y los gluones. Pero, una vez más, ¿de qué *pasta* están hechas tales partículas? ¿Cuál es la «sustancia» de un fotón o de un electrón?

Hasta mediados de siglo, no se supo responder a una pregunta así. Hemos podido juzgar más arriba la potencia

de esos dos grandes aparatos de pensamiento que son la relatividad y la mecánica cuántica. Ahora bien, una descripción completa de la materia implicaba una fusión de estas dos teorías en un conjunto nuevo. Eso fue, precisamente, lo que una nue-

va generación de físicos comprendió hacia finales de los años cuarenta. Así, tras años de tanteos y de esfuerzos, apareció lo que se llama la «teoría cuántica relativista de los campos».

J. G.—Lo que, según parece, nos acerca a la concepción espiritualista de la materia...

I. B.—Completamente. En esta perspectiva, una partícula no existe *por sí misma* sino únicamente a través de los *efectos* que origina. Este conjunto de efectos se llama «campo». Así, los objetos que nos rodean no son otra cosa que conjuntos de campos (campo electromagnético, campo gravitatorio, campo

protónico, campo electrónico); la realidad esencial, fundamental, es un conjunto de campos que interaccionan permanentemente entre ellos.

J. G.—Pero, en tal caso, ¿cuál es la *sustancia* de ese nuevo objeto físico?

I. B.—En sentido estricto, un campo *no tiene otra sustancia* que la vibratoria; se trata de un conjunto de vibraciones potenciales, a las cuales están asociadas diferentes clases de «quanta», es decir, de partículas elementales. Estas partículas — que son las manifestaciones «materiales» del campo— pueden desplazarse en el espacio e interactuar unas con otras. En un marco así, la realidad subyacente es el conjunto de campos posibles que caracterizan a los fenómenos observables, los cuales sólo pueden ser observados por mediación de las partículas elementales.

J. G.—En resumen, lo que describe la teoría cuántica relativista de los campos no

son las partículas como tales, como objetos, sino sus interacciones incesantes, innumerables.

I. B.—Lo que quiere decir que no se puede encontrar el «fondo» de la materia, al menos en forma de *cosa*, de una última parcela de realidad. A lo sumo, podemos percibir los efectos originados por el encuentro entre esos seres fundamentales, a través de acontecimientos fugitivos, fantasmales, a los que llamamos «interacciones».

J. G.—Acabamos de atravesar una etapa importante en el camino que, a través de la ciencia, nos conduce a Dios.

En efecto, el conocimiento cuántico que tenemos de la materia nos lleva a comprender que no existe *nada estable* en el nivel fundamental: todo está en perpetuo movimiento, todo cambia y se transforma sin cesar, en el curso de ese ballet caótico, indescrptible, que agita frenéticamente las partículas elementales. Lo que creemos

inmóvil revela de hecho innumerables vaivenes: zigzags, inflexiones desordenadas, desintegraciones o, por el contrario, expansiones. En el fondo, los objetos que nos rodean no son más que vacío, frenesí atómico y multiplicidad. Tengo entre mis manos esta sencilla flor. Algo espantosamente complejo: la danza de miles y miles de millones de átomos —cuyo número supera al de todos los posibles seres que se puedan contar sobre nuestro planeta, al de los granos de arena de todas las playas—, átomos que vibran, oscilan alrededor de equilibrios inestables. Miro la flor y pienso: en nuestro universo existe algo semejante a aquello que los antiguos filósofos llamaban «formas», es decir, tipos de equilibrio que explican que los objetos son *así* porque son *así* y no de otra manera. Ahora bien, ninguno de los elementos que componen un átomo, nada de lo que sabemos sobre las partículas elementales,

puede explicar *por qué* y *cómo* existen tales equilibrios. Éstos se apoyan en una causa que, en sentido estricto, no me parece que pertenezca a nuestro universo físico. Lo que vosotros llamáis «campo» no es otra cosa que una ventana abierta sobre un segundo plano mucho más profundo, el divino quizá.

En el fondo, nada de lo que podemos percibir es verdaderamente «real», en el sentido que habitualmente damos a esta palabra. En cierto modo, nos hemos sumergido en el corazón de una ilusión, que despliega a nuestro alrededor un cortejo de apariencias, de señuelos que identificamos con la realidad.

Todo lo que creemos sobre el espacio y sobre el tiempo, todo lo que imaginamos a propósito de la localidad de los objetos y de la causalidad de los acontecimientos, lo que podemos pensar acerca del carácter *separable* de las cosas que existen en el universo, todo eso no es más que una

inmensa y perpetua alucinación, que cubre la realidad con un velo opaco. Una realidad extraña, *profunda*, existe bajo ese velo; una realidad que no estaría hecha de materia, sino de espíritu; un vasto *pensamiento* que, después de medio siglo de tanteos, la nueva física empieza a comprender, lo cual nos incita, como soñadores que somos, a iluminar la noche de nuestros sueños con una nueva luz

I. B.—Estamos alcanzando aquí el nivel fundamental de lo real, aprehendiendo su sustancia última, la materia de la que está hecho. Ahora bien, ¿*qué es esta materia?*

La realidad observable no es nada más que un conjunto de campos. Ahora bien, en este punto, sus reflexiones a propósito de un orden transcendente adquieren una extraña importancia. En efecto, los físicos comienzan a percibir que lo que

caracteriza a un campo es la simetría, o, más exactamente, la *invariante global de simetría*.

J. G.—¿Qué quiere decir?

G. B.—Ese «orden subyacente» sobre el que reposa la naturaleza y del que proviene todo lo que vemos es, de hecho, la manifestación de algo muy inquietante, hasta ahora totalmente inexplicable: la simetría primordial.

Supongamos que hacemos girar un disco alrededor de su eje de rotación. Cualquiera que sea el número de vueltas que dé, o su velocidad, la simetría del disco alrededor de su eje permanece inalterada. En términos más rigurosos: el disco está sometido a una «invariante de aforo». Como demostraron hacia finales de los años sesenta algunos físicos especialmente audaces, toda simetría requiere la existencia de un «campo de aforo», destinado a conservar la

invariante global del disco a pesar de las transformaciones locales que sufren todos sus puntos cuando gira.

J. G.—En resumen, lo que ustedes llaman el campo de aforo sería lo que impide al disco deformarse y perder así su simetría original...

G. B.—Algo así, trasladado a nuestra escala. Sin embargo, no olvidemos que estamos evocando fenómenos que se producen en el seno del mundo extraordinariamente ajeno de lo infinitamente pequeño.

J. G.—Antes de ir más allá, me gustaría compartir lo que siento: una impresión de felicidad intelectual frente a este concepto de *simetría*, nuevo para mí. Sé, o mejor dicho, *siento* desde siempre que nuestro universo descansa en un orden subyacente, en una especie de equilibrio estructural que tiene algo de admirable, de bello, como puede

tenerlo el carácter simétrico de un objeto. Por eso espero de la física moderna que me diga en qué parte de su intimidad la naturaleza es «simétrica».

1. B.—Volvamos a los orígenes del universo. En resonancia con la fórmula bíblica, podríamos decir que en ese tiempo lejano, comprendido entre los quince y veinte mil millones de años, era la simetría. Recordemos el big bang: en el Tiempo de Planck reina la *simetría absoluta*, que se manifiesta por la presencia, en el naciente universo, de las partículas elementales denominadas gluones, que evolucionan de cuatro en cuatro. Ahora bien, la masa de estos gluones es nula y todos ellos son rigurosamente iguales, es decir, *simétricos*.

A partir de aquí se puede adelantar la siguiente hipótesis. Esta simetría primordial se quiebra por una repentina

ruptura del equilibrio entre las masas de gluones: mientras que sólo uno de los gluones conserva nula su masa (y se convierte así en el soporte de la fuerza electromagnética), los tres restantes, por el contrario, alcanzan una masa extremadamente ele-

vada, cien veces superior a la del protón. Así apareció k) que se llama la interacción débil, cuya existencia ya hemos mencionado antes (2).

J. G.—Si la simetría, es decir, el perfecto equilibrio entre las entidades originales, caracterizaba al universo en sus comienzos, ¿por qué se quebró «espontáneamente»? ¿Qué sucedió?

(3. B.—Nadie lo sabe, al menos todavía. Una de las explicaciones, propuesta por el físico Peter Higgs, es que existen «partículas-fantasma», todavía indetectables, cuyo papel ha consistido en quebrar la simetría que reinaba entre

los quanta originales.

J. G.—Algo así como una bola que rueda entre un conjunto ordenado de bolos...

G. B.—Exactamente. Y uno de los desafíos de la física del futuro consistirá en poner de manifiesto esas partículas-fantasma, mediante el uso de aceleradores de partículas suficientemente potentes.

J. G.—De todos modos, me alegro de retener lo esencial: el universo-máquina, el universo granular, compuesto de materia inerte, no existe. Lo real está subtendido por campos, el primero de los cuales es un campo primordial, caracterizado por un estado de supersimetría, un estado de orden y de perfección absolutos.

¿Os asombraría si concluyo que este estado de perfección, que la ciencia sitúa en los orígenes del universo, me parece propio de Dios?

I. B.—Su conclusión requiere una evocación más afinada de aquello que pone precisamente punto final al determinismo mecanicista y a todo enfoque materialista de lo real.

Ya sabemos que *en sentido estricto* las partículas elementales no existen, que no son más que manifestaciones provisionales de campos inmateriales. Lo cual nos obliga, por consiguiente, a responder a esta pregunta: ¿son los campos la *última* realidad? ¿Son entidades ajenas e inmersas en la geometría? O, ¿no son, por el contrario, otra cosa que la propia geometría?

En realidad, de todo lo que precede se desprende que el espacio y el tiempo no tienen ninguna clase de existencia independiente y son, a su vez, proyecciones ligadas a los campos fundamentales. En otras palabras, la imagen de un espacio *vacío* que sirve de escena al mundo

material no tiene más sentido que la de un tiempo absoluto donde nacen y se desarrollan fenómenos en el curso de una cadena inmutable de causas y efectos.

J. G.—Resumiendo: los campos son los verdaderos soportes de lo que yo he llamado el *espíritu de realidad*. Sin embargo, las reflexiones que hemos mantenido dejan intacta la pregunta: ¿de qué están constituidos estos campos?

G. B.—En primer lugar, hemos visto que el vacío no existe: no hay ninguna región del espacio-tiempo donde no se encuentre «nada»; por todas partes encontramos campos cuánticos más o menos fundamentales. Más aún: este vacío es el teatro de acontecimientos permanentes, de fluctuaciones incesantes, de violentas «tempestades cuánticas», en cuyo transcurso se crean nuevas entidades infra-atómicas que son destruidas casi inmediatamente.

I. B.—Hay que subrayar que estas partículas virtuales, engendradas por los campos cuánticos, son algo más que abstracciones; por muy fantasmales que sean, sus efectos existen en el mundo físico ordinario y son, por consiguiente, mensurables.

J. G.—Si los seres cuánticos son generados por campos fundamentales, si —dicho de otra manera— provienen del

vacío, ¿qué es la realidad fundamental sino «algo» cuyo tejido no es otra cosa que pura información?

G. B.—En apoyo de su intuición, son cada vez más numerosos los físicos para quienes el universo no es otra cosa que una especie de tablero informático, una vasta matriz de información. En tal caso, la realidad aparecería ante nosotros como una red infinita de interconexiones, una reserva ilimitada de planos y de modelos posibles

que se cruzan y se combinan según leyes que son inaccesibles para nosotros y que quizá nunca comprenderemos.

J. G.—Sin duda, el físico David Bohm piensa en esto cuando afirma que existe un *orden implícito*, escondido en las profundidades de lo real. En este sentido, deberíamos admitir que es como si el universo entero estuviera lleno de inteligencia y de intención, de la más mínima partícula elemental a las galaxias. Y lo extraordinario es que, en los dos casos, se trata del *mismo* orden, de la *misma* inteligencia.

I. B.—Creo que es útil precisar lo que piensan los físicos cuando afirman que el universo no es otra cosa que una inmensa red de información. Uno de los investigadores que con más entusiasmo ha formalizado esta hipótesis es un teórico de nombre Edward Fredkin. A sus ojos, bajo la superficie de los fenómenos, el universo funciona como si estuviera compuesto por

un enrejado tridimensional de interruptores, algo así como las unidades lógicas de un ordenador gigante. Por eso, en este universo, las partículas infraatómicas y los objetos que ellas engendran con sus combinaciones no son otra cosa que «esquemas de información» en perpetuo movimiento.

J. G.—Si Fredkin está en lo cierto, cuando sea posible la puesta al día de las leyes que permiten a la información universal ordenar lo real, comprenderemos *por qué* funcionan las leyes de la física: la próxima etapa será la de la física «semántica», la de los significados. Me parece que esta revolución científica abre la tercera era de la física.

La primera fue la de Galileo, Kepler y Newton, en cuyo transcurso fue redactado el catálogo de movimientos sin explicar qué es el movimiento; la segunda es la física cuántica, que estableció el catálogo de

leyes del cambio sin explicarlas; la tercera, todavía por llegar, es el desciframiento de la ley física misma.

G. B.—Es forzoso reconocer, sin embargo, que la devaluación de los conceptos de *materia* y *energía* en beneficio de la «nada» de la información no se hará sin dolor: ¿cómo abandonar el material físico que fundamenta nuestra existencia y reemplazarlo por un «programa»? * Y, ¿cómo pueden ser convertidos a estos nuevos fundamentos los elementos de conocimiento duramente adquiridos por la ciencia? ¿Cómo y dónde ir a extraer los secretos de ese universo de significado? Una vez más, los procesos fundamentales que gobiernan el universo en el nivel de la «red de información» se sitúan más allá de lo quanta. Cuando nuestra tecnología nos permita penetrar en niveles de existencia todavía más ínfimos quizá comencemos a asegurar nuestra —precaria--posición en el

reino nebuloso de la información cósmica (1).

* La locución que aparece en el original francés —«logiciel de signification»— vale literalmente por *software* o —en nuestra lengua— por «soporte lógico». Sin embargo, para su versión al castellano se ha preferido, en perjuicio de la precisión, pero en beneficio de la comprensión utilizar el vocablo «programa», sin duda mucho más difundido entre la mayoría de los lectores. (N. del T.)

En el fondo, todo sucede como si el espíritu, en sus intentos por traspasar los secretos de lo real, descubriese que esos secretos tienen algo en común con él. El campo de la conciencia podría pertenecer al mismo continuo que el campo cuántico. No olvidemos este principio esencial de la teoría cuántica: el acto mismo de la observación —es decir, la conciencia del observador— interviene en la definición y,

aún más profundamente, en la existencia del objeto observado: el observador y la cosa observada forman un único sistema.

Esta interpretación de lo real, resultado directo de los trabajos de la Escuela de Copenhague, abolió toda distinción fundamental entre materia, conciencia y espíritu: sólo queda una misteriosa interacción entre esos tres elementos de una misma totalidad. Recordemos una de las experiencias más fascinantes de la física cuántica: la de las rendijas de Young. Según la ecuación de Schrödinger, cuando las partículas de luz pasan a través de la rendija de una pantalla y golpean el muro situado detrás de ella, el 10 por ciento de las partículas chocará contra una zona A, mientras que el 90 por ciento restante chocará contra una zona B. Ahora bien, el comportamiento de una partícula aislada es imprevisible: sólo el modelo de distribución de un gran número de partículas obedece a leyes

estadísticas previsibles. Si enviamos las partículas una a una a través de la rendija, una vez que el 10 por ciento de ellas haya chocado contra la zona A, nos parecerá que las siguientes partículas «saben» que la probabilidad ya se ha cumplido y que deben esquivar esa zona (1).

¿Por qué? ¿Qué tipo de interacción existe entre las partículas? ¿Intercambian algo parecido a una señal? ¿Obtienen de la misma red del campo cuántico la información adecuada para guiar su comportamiento?

Vamos a intentar descubrirlo descomponiendo, fase por fase, la célebre experiencia de las rendijas de Young...

1. B.—Para encontrar en el seno de la materia lo que llamamos el «espíritu», vamos a penetrar ahora en el corazón de la otredad cuántica a través de un experimento sorprendente que, desde hace muchos años, sigue desembocando

en un misterio. El experimento, del que ya hemos dicho algunas palabras, es conocido por el nombre de «experimento de la doble rendija» y constituye el elemento fundamental de la teoría cuántica.

J. G.—¿Por qué razón?

G. B.—Porque, como dijo un día el físico americano Richard Feynman, pone de manifiesto «un fenómeno que es imposible de explicar de una manera clásica y que alberga el corazón de la mecánica cuántica. En realidad, encierra el único

1. B.—Si queremos llegar, no a resolver un misterio así sino, simplemente, a hacernos una idea — incluso vaga— de lo que oculta, debemos abandonar, una vez más, nuestras últimas referencias al mundo cotidiano.

J. G.—Niels Bohr tenía una manera

especial de describir esa otredad a la que aludís. Cuando alguien venía a exponerle una idea nueva, susceptible de resolver alguno de los enigmas de la teoría cuántica, le respondía, divertido: «Su teoría es absurda, aunque no lo suficiente como para ser verdadera.»

EL ESPÍRITU EN LA MATERIA

G. B.—En este sentido, el acierto de la teoría cuántica es estar edificada al margen y, la mayoría de las veces, *en contra* de la razón ordinaria. Por eso hay algo de «loco» en esa teoría, algo que desde entonces sobrepasa a la ciencia. Sin que aún lo sepamos claramente, lo que está en juego y comienza irreversiblemente a tambalearse es nuestra representación del mundo.

J. G.—¿Podemos dar un ejemplo de ese tambaleo?

G. B.—Tomemos una flor. Si decido colocarla fuera de mi vista, en otra

habitación, no deja por eso de existir. Al menos, esto es lo que la experiencia cotidiana me permite suponer. Ahora bien, la teoría cuántica nos dice otra cosa diferente: sostiene que si nosotros observamos la flor con suficiente detalle, es decir, en el nivel del átomo, su realidad profunda y su existencia se ligan íntimamente al modo en que la observamos.

J. G.—Estoy dispuesto a admitir que el mundo atómico no tiene ninguna existencia definida mientras no dirijamos hacia él algún instrumento de medida. Lo que cuenta es el juego de conciencia a conciencia; para usar una expresión matemática: el cometido que a partir de ahora recae en el espíritu, y sólo en él, de «cuantificador existencial» en el corazón de esa realidad que persistimos sin motivo en llamar *material*.

I. B.—Vamos a intentar establecer

claramente este juego de conciencia a conciencia viendo con detalle el famoso experimento que el físico inglés Thomas Young realizó por primera vez en 1801.

Imaginemos de nuevo el dispositivo: una superficie plana, horadada por dos rendijas; una fuente luminosa, situada delante; y una pantalla, colocada detrás.

A partir de aquí, ¿qué sucede cuando los «granos de luz» que son los fotones atraviesan las dos rendijas y encuentran la pantalla que hay detrás? Desde 1801, la respuesta es clásica: se observa en la pantalla una serie de rayas verticales, alternativamente oscuras y claras, cuyo trazado general evoca inmediatamente el fenómeno de las interferencias.

J. G.—En tal caso, se debería poder concluir, como hizo Young por otra parte, que la luz es comparable a un fluido, que se propaga por ondas que son de la misma

naturaleza que las ondas en el agua.

Ahora bien, como hemos subrayado, ésa no es la conclusión de Einstein. Para él, la luz está hecha de pequeños granos, los fotones. ¿Cómo pueden miríadas de granos turbulentos, separados unos de otros, configurar las coherentes y precisas formas de las bandas alternativamente claras y oscuras?

G. B.—Ahí está precisamente el misterio. Para captar su amplitud, propongo que realicemos el experimento por etapas.

Supongamos, en primer lugar, que cierro una de las dos rendijas, la izquierda, por ejemplo. Ahora, los fotones deberán pasar por la única rendija existente, la derecha. Reduzcamos la intensidad de la fuente luminosa hasta que emita los fotones *de uno en uno*.

«Disparemos» ahora un fotón. Un instante más tarde, el fotón pasa por la

única rendija abierta y alcanza la pantalla. Como conocemos su origen, su velocidad y su dirección, podríamos, con ayuda de las leyes de Newton, predecir *exactamente* el punto de impacto de nuestro fotón en la pantalla.

Introduzcamos ahora en el experimento un elemento nuevo: vamos a abrir la rendija de la izquierda. Seguimos después la trayectoria de un nuevo fotón en dirección a la misma rendija, la de la derecha. Recordemos que nuestro segundo fotón parte del mismo lugar que el primero, se desplaza a la misma velocidad y en la misma dirección.

J. G.—Si he comprendido bien, la única diferencia en este segundo «disparo de fotón» es que, al contrario que en el primer caso, la rendija de la izquierda ahora permanece abierta...

G. B.—Exactamente. En buena lógica, el fotón número dos debería golpear la pantalla exactamente en el

mismo sitio que el fotón número uno.

Pues bien, no sucede nada de eso.

El fotón número dos golpea, efectivamente, la pantalla en un sitio muy diferente, completamente distinto del punto de impacto del primero. Es decir, todo sucede como si el comportamiento del fotón número dos hubiera sido *modificado* por la apertura de la rendija de la izquierda. El misterio es éste: ¿cómo ha «descubierto» el fotón que la rendija izquierda estaba abierta? Antes de intentar responder, vayamos más lejos.

Continuemos despachando fotones de uno en uno en dirección a la placa, sin apuntar a ninguna rendija. ¿Qué constatamos al cabo de cierto tiempo? Que, en contra de lo esperado, la acumulación de impactos de los fotones en la pantalla forma *progresivamente* la trama de interferencia producida *instantáneamente* en el curso del experimento

inicial.

Aquí se plantea de nuevo una pregunta sin respuesta: ¿cómo «sabe» cada fotón *qué* parte de la pantalla debe *golpear* para formar, junto con sus vecinos, una imagen geométrica que representa una sucesión perfectamente ordenada de rayas verticales? Ésta es, precisamente, la pregunta que, en 1977, planteó el físico americano Henry Stapp, profundamente conmovido por estos resultados: «¿Cómo sabe la partícula que hay dos rendijas? ¿Cómo es acopiada la información sobre lo que sucede en los demás sitios para determinar lo que es probable que suceda aquí?»

J. G.—Se tiene casi la impresión de que los fotones están dotados de una especie de *conciencia* rudimentaria, lo cual me conduce irresistiblemente al punto de vista de Teilhard de Chardin, para quien todo en el universo, hasta la

más ínfima partícula, es portador de un cierto grado de conciencia...

I. B.—En el estado actual de la ciencia, la mayoría de los científicos no comparten su opinión. Sin embargo, algunos dan un salto y llegan hasta a imaginar que las partículas elementales están dotadas de una propiedad más o menos comparable con el libre albedrío. Es, por ejemplo, el caso del físico americano Evan Walker, quien, en 1970, expuso esta sorprendente tesis: «La conciencia puede ser asociada a todos los fenómenos cuánticos... ya que todo acontecimiento es *en última instancia* el producto de uno o varios acontecimientos cuánticos; el universo está *habitado* por un número casi ilimitado de entidades conscientes, discretas)(en el sentido matemático), generalmente no pensantes, que tienen la responsabilidad de hacer funcionar el universo» (1).

G. B.—Sin llegar a hablar de conciencia, es inquietante comprobar, sin embargo, hasta qué punto la realidad observada está ligada al punto de vista adoptado por el observador. Demos otro ejemplo. Supongamos que consigo identificar la rendija por la que pasa cada uno de los fotones que participan en el experimento.

En este caso, por muy sorprendente que pueda parecer, ¡no se forma ninguna trama de interferencias en la pantalla! En otras palabras, si decido verificar experimentalmente que el fotón es una partícula que atraviesa una rendija definida, entonces nuestro fotón se comporta exactamente como una partícula que atraviesa un orificio.

Por el contrario, si no me empeño en seguir la trayectoria de cada fotón durante el experimento, entonces la distribución de las partículas en la

pantalla termina por formar una trama de interferencias de onda.

J. G.—En resumen, se tiene la impresión de que los fotones «saben» que son observados y, aún más exactamente, de *qué manera* son observados.

I. B.—Algo así. Aunque es ilusorio pensar que el concepto de conciencia es trasladable a las entidades que pueblan el universo cuántico.

En cambio, este experimento asombroso confirma que no tiene sentido hablar de la existencia objetiva de una partícula elemental en un punto definido del espacio. Se comprueba de nuevo que una partícula no existe en forma de objeto puntual, definido en el espacio y en el tiempo, más que cuando es observada directamente.

G. B.—En el fondo, la única manera de comprender los resultados de un experimento así consiste en abandonar

la idea de que el fotón es un objeto determinado. En realidad, sólo existe en forma de onda de probabilidad, que atraviesa simultáneamente las dos rendijas e interfiere consigo misma en la pantalla.

J. G.—De aquí concluyo que no existe mejor ejemplo de interpenetración entre la materia y el espíritu: cuando intentamos observarla, esta onda de probabilidad se transforma en una partícula precisa; por el contrario, cuando no la observamos, conserva abiertas todas sus opciones. Lo cual conduce a pensar que el fotón manifiesta tener conocimiento del dispositivo experimental, incluso de lo que hace y piensa el observador. En cierto sentido, pues, las partes están en relación con el todo...

I. B.—En resumidas cuentas, el mundo se determina *en el último momento*, en

el instante de la observación. Antes, nada es real, en sentido estricto. Tan pronto como el fotón abandona la fuente luminosa, deja de existir como tal y se convierte en un tren de probabilidad ondulatoria. El fotón original es entonces reemplazado por una serie de «fotones-fantasma», una infinidad de dobles que siguen itinerarios diferentes hasta llegar a la pantalla.

J. G.—Y basta observar la pantalla para que todos los fantasmas, excepto uno solo, se desvanezcan. El fotón restante se vuelve entonces real.

- Esto plantea la cuestión de saber en qué se convierte un objeto cuántico cuando dejamos de observarlo: ¿se divide nuevamente en una infinidad de partículas-fantasma y deja, simplemente, de existir?

I. I3.—Desde el punto de vista filosófico,

esta noción de partículas-fantasma tiene una consecuencia interesante, que no se le escapó a Niels Bohr. A partir de 1927, el gran teórico sugirió que la idea de un mundo único podría ser falsa. Volvamos al experimento de la doble rendija: según Bohr, nada nos impide concebir que los dos casos de figura de interferencia de ondas (representados por los dos itinerarios posibles del fotón que atraviesa bien la rendija A, bien la rendija B) corresponden, de hecho, a dos mundos totalmente diferentes uno de otro.

J. G.--¿Qué quiere decir con eso?

I. B.—Que, en el mundo posible, la partícula pasa por el orificio A; y que existe un segundo mundo, en el cual atraviesa el orificio B.

G. B.—Para llegar al fondo del razonamiento hay que añadir que nuestro mundo real es el resultado de la superposición de esas dos realidades

alternativas, que corresponden a los dos itinerarios posibles del fotón. En cuanto observamos la pantalla para saber por cuál de las rendijas ha pasado la partícula, la segunda realidad se desvanece instantáneamente, lo cual suprime las interferencias.

J. G.—Lo que se acaba de decir autoriza a arriesgar dos conclusiones extremas.

La primera desemboca en esta idea nueva, nunca tratada en filosofía: no solamente existirían partículas-fantasma en el costado de nuestra realidad, sino universos completos, mundos «paralelos» al nuestro. En tal caso, estaríamos caminando por un dédalo en el que una infinidad de mundos posibles

rodearía nuestro estrecho sendero, todos igualmente reales y verdaderos, aunque inaccesibles. Más adelante

mencionaré las razones por las que esta tesis me parece muy incierta.

El segundo punto es que *nadie* está en condiciones de explicar lo que sucede en el nivel del fotón en el momento en el que «elige» pasar por A o por B. El misterio es que, frente a la rendija A, el fotón parece saber que la rendija B está abierta o cerrada. En resumen, parece conocer el estado cuántico del universo. Ahora bien, ¿qué es lo que permite al fotón elegir un itinerario u otro? ¿Qué es lo que devuelve los mundos fantasmales a la nada? Simplemente, la conciencia del observador. Aquí volvemos al espíritu: en los extremos invisibles de nuestro mundo, por debajo y por encima de nuestra realidad, se palpa el espíritu. Es quizá allí abajo, en el corazón de la otredad cuántica, donde nuestros espíritus humanos y el de ese ser trascendente que llamamos Dios

son llevados a encontrarse.

Una palabra más. El experimento que hemos descrito nos muestra que no vivimos en un mundo determinado; al contrario, somos libres y tenemos el poder de cambiar todo a cada instante. Por eso, las partículas elementales no son fragmentos de materia sino, simplemente, los dados de Dios.

1. B.—Aquí tenemos una ocasión para reconciliar a Einstein con los defensores de la teoría cuántica. En efecto, como afirma la teoría en cuestión, los dados existen, aunque no lo parezca; sin embargo, conforme al punto de vista de Einstein, no es Dios quien juega con los dados, sino el hombre mismo (8).

J. G.—Y es a nosotros a quienes corresponde saber en cada instante cómo hacerlos rodar en la buena dirección.

Acabamos de ver que la existencia y la evolución del universo dependen de la

precisión rigurosa con la que han sido establecidas las condiciones iniciales y las grandes constantes que de ellas se derivan. Parece, pues, que estemos en el mejor de los mundos.

Y si nuestro universo no fuera el único universo posible? En otras palabras: ¿existen, al lado del nuestro, otros universos «paralelos», que siempre permanecerán inaccesibles para nosotros? Entonces, si nuestro universo no es más que una versión entre otras de una cantidad infinita de universos posibles, la fabulosa precisión en la regulación de las condiciones iniciales y de las constantes físicas no es nada sorprendente.

Sin embargo, es forzoso reconocer que la noción de universos múltiples no descansa sobre ningún fundamento científico verificable. Una vez más, estamos confrontados con un universo único, el único posible, cuyas condiciones iniciales de aparición y cuyas constantes físicas fueron fijadas con una

precisión vertiginosa.

Puesac desde el primer instante, la materia contiene una chispa que, en el gran fresco cósmico, permitirá la aparición de la vida, de la conciencia y, por último, de nosotros mismos.

LOS UNIVERSOS DIVERGENTES

G. B.—Sucede a veces que las ideas más absurdas, aquéllas de las que pensamos que nunca tendrán la menor oportunidad de ser un día ejecutadas, acaban por desembocar en una formulación científica. Eso es lo que está sucediendo con una cuestión que parece tan poco razonable de entrada que la mayor parte de entre nosotros ni siquiera se atreve a plantearla. Nacida de la observación del mundo *tal como es*, se refiere al mundo tal como *podría* o *habría podido* ser.

Comencemos por el ejemplo más simple. Después de haber realizado una acción cualquiera, a menudo nos preguntamos qué habría sucedido si no la hubiéramos

realizado. ¿En qué medida nuestra vida cotidiana habría sido modificada por eso? Es todavía más frecuente que intentemos imaginar, a la inversa, *lo que habría podido sobrevenir* si hubiéramos realizado tal o cual proyecto. ¿En qué habría cambiado entonces el mundo que nos rodea? Y poco a poco, a veces sin apenas darnos cuenta, nos ponemos a imaginar otros mundos posibles, a elaborar cuadros enteros de una derivación histórica diferente, salida de un universo paralelo al nuestro.

J. G.—El problema que usted plantea es singularmente arduo. Por ejemplo, yo me he preguntado a menudo: ¿qué habría pasado si Luis XVI no hubiera sido reconocido «por azar» en Varennes; si Napoleón 1 hubiera vencido en Water-loo?

Lo primero que me llama la atención es el carácter a menudo «gratuito», contingente, que reviste tal o cual desarrollo de la historia. Cada vez que estudiamos en

detalle la génesis

de un acontecimiento, tan pronto como intentamos comprender por qué se ha producido tal cosa, vemos aparecer una multitud de factores, hasta entonces invisibles, enlazados arbitrariamente por una cadena que parece responder más al «azar» que a un *destino* explícito. Por lo tanto, cuando nos inclinamos sobre nuestra vida cotidiana, tenemos lógicamente derecho a decirnos que *una nadería* habría sido suficiente para que tal acontecimiento no hubiera tenido lugar, o, por el contrario, que habría bastado una pequeñez para que tal otro ocurriera. En los dos casos, la realidad que conocemos habría sido diferente.

A partir de aquí, grande es la tentación de decirse: existen, quizá, otros universos, *paralelos* al nuestro, en los que mi historia (y, en general, la de la humanidad entera) se ha desarrollado de otra manera. Por ejemplo, hay quizá un mundo donde se

puede encontrar a un Jean Guitton totalmente semejante a mí, excepto en que nunca decidió dedicar su existencia a la filosofía.

1. B.—Quedémonos un instante en este punto: ¿le parece, desde la distancia, que su vida habría podido tomar un camino diferente? ¿Recuerda usted con precisión el momento de su vida en que todo habría podido dar la vuelta?

J. G.—Sin duda alguna. Para mí, ese momento de elección entre los mundos posibles, ese turbador instante durante el que hay que alumbrar un universo y, simultáneamente, devolver el otro a la nada, tuvo lugar en 1921, el año de mis veinte años. Desde hacía dos, yo estaba matriculado en la Escuela Normal superior, en la sección de letras. Por lo tanto, estoy casi seguro de que me habría quedado en «literato» si un acontecimiento muy preciso no me hubiera

hecho desviarme. Un buen día, el director de la escuela, el señor Lanson, tuvo la feliz idea de pedir al gran filósofo Émile Boutroux que viniese a dar una conferencia a los jóvenes alumnos que éramos nosotros. Boutroux era un monumento viviente del pensamiento. Cuñado del matemático más ilustre de su tiempo, Henri Poincaré, representaba para mí la esencia misma de la filosofía. Hoy, setenta años más tarde, veo todavía su gran silueta encorvada penetrar lentamente en el llamado salón de actos, donde estábamos reunidos. Su voz, medio apagada, se elevó luego en el vacío, por encima de nuestras cabezas, y comenzó a hablarnos de la ciencia y, después, de Dios. Las horas pasaron dulcemente y un gran silencio, semejante al silencio del gran Todo en cada ser, nos había envuelto. Entonces, quizá temiendo que la palabra que ascendía en la tarde, como un lento cambio de tiempo, fuera su último acto

filosófico, el anciano levantó la cabeza y acabó, en un murmullo: «Todo es uno, pero el uno está en el otro, como las tres personas.»

Un soplo, semejante a una lámina de viento, giró entonces en el aire absolutamente silencioso, y supe que en ese instante único, tan bello pero tan trágico, algo acababa para siempre.

«Señores —dijo levantándose—, muchas gracias.»

Tres meses más tarde, en un frío día de noviembre, tuvieron lugar los funerales de Émile Boutroux. Al pasar por delante del liceo Montaigne, distinguí la negra silueta del señor Lanson, nuestro director, que avanzaba penosamente contra el viento. Le hice una seña y, empujado por el recuerdo del filósofo que acababa de desaparecer, le dije: «Señor director, he decidido...dejar...la sección de letras...y entrar en la sección de filosofía.» Entonces el señor Lanson posó en mí una mirada que me pareció venir de

muy lejos: «La sección de letras estaba un poco recargada, en efecto. Le agradezco que haya restablecido el equilibrio.»

A partir de ese día, cambié definitivamente de universo: desde entonces era un «filósofo». Estoy convencido, sin embargo, de que si el gran Boutroux no hubiera venido a hablarnos tres meses antes, me habría convertido quizá en profesor de letras, o en novelista. En cualquier caso, Jean Guilton, el que yo considero el verdadero, el único Jean Guilton, no habría existido.

I. B.—Vayamos más lejos. Siguiendo a Niels Bohr, arriesguemos esta idea *insensata*: no sólo habría podido aparecer un

Jean Guilton «literario», sino que *realmente* existe en otro universo, un universo de alguna manera paralelo al nuestro, aunque separado de él para siempre. A partir de ahí, nada nos impide pensar que pueda existir una tercera,

luego una cuarta y, poco a poco, una infinidad de versiones diferentes del Jean Guilton que conocemos.

G. B.—Esta hipótesis de los universos paralelos ha sido propuesta para resolver ciertas paradojas procedentes de la física cuántica, que, como se sabe, describe la realidad en términos de probabilidad. Hay que recordar que esa interpretación de un mundo en el que numerosos acontecimientos no pueden ser pronosticados con exactitud, sino simplemente descritos como *probables*, disgustaba a un gran número de físicos, entre ellos al mismo Albert Einstein. Y para mostrar los límites de las ideas probabilistas, el físico austríaco Erwin Schrödinger propuso esta pequeña historia.

Imaginemos que un gato es encerrado en una caja que contiene un frasco de cianuro. Encima del frasco hay

un martillo cuya caída es provocada por la desintegración de una materia radioactiva. Tan pronto como el primer átomo se desintegra, cae el martillo, rompe el frasco y libera el veneno: el gato muere. Hasta aquí, el experimento no revela nada de sorprendente.

Pero todo se complica cuando, sin abrir la caja, intentamos predecir lo que ha ocurrido en su interior. Según las leyes de la física cuántica, no hay, en efecto, ningún medio de saber en qué momento tendrá lugar la desintegración radioactiva que pondrá en funcionamiento el dispositivo mortal. A lo sumo, se puede decir que, en términos de probabilidad, hay, por ejemplo, un 50 por ciento de posibilidades de que una desintegración se produzca al cabo de una hora. Por consiguiente, si no miramos en el

interior de la famosa caja, nuestro poder de predicción será muy pobre: por ejemplo, tendremos una posibilidad entre dos de equivocarnos al afirmar que el gato está vivo. En realidad, en el interior de la caja reina una extraña mezcla de realidades cuánticas, compuesta de un 50 porciélito de gato vivo y un 50 por ciento de gato muerto, situación que Schrödinger consideraba inadmisibile (5).

Para remediar esta paradoja, el físico americano Hugh Everett recurrió entonces a la teoría de los «universos paralelos», según la cual el universo se dividiría en dos en el momento de la desintegración y daría origen a dos realidades distintas: en el primer universo, el gato está vivo; en el segundo, está muerto. Tan real uno como otro, estos dos universos se habrían desdoblado en cierta forma para no volver a encontrarse jamás. Y también se

puede postular la existencia de una infinidad de universos que nos estarían vedados para

I. B.—Desde el punto de vista cuántico, todos estos universos posibles, en cierto modo adyacentes unos de otros, coexisten. Volvamos al gato de Schrödinger. Antes de la observación, en la caja hay dos gatos superpuestos: uno está muerto mientras que el otro está vivo. Estos dos gatos pertenecen a dos mundos posibles, totalmente diferentes el uno del otro. Sin embargo, si aplico al pie de la letra la interpretación de Copenhague, en el momento de la observación se derrumba la función ondulatoria que transporta simultáneamente a los dos gatos y, en su caída, arrastra a uno de los dos felinos, cuya desaparición provoca instantáneamente la anulación del segundo mundo posible.

G. B.—Con más precisión aún. La interpretación de Copenhague enuncia que los dos estados del gato, que corresponden a dos aspectos posibles de la función ondulatoria, son, tanto uno como otro, irreales: simplemente, uno de los dos se materializa cuando miramos en el interior de la caja.

J. G.—En este sentido, el acto mismo de observación y la toma de conciencia que genera, ;no solamente modifican la realidad sino que la determinan! La mecánica cuántica subraya con brillantez la evidencia de una íntima relación entre el espíritu y la materia. ¿Cómo entonces no sentirse transportado

por una inmensa felicidad de pensador? He aquí la confirmación de aquello en lo que siempre he creído: la supremacía del espíritu sobre la materia.

I. B.—Una buena conclusión que, sin embargo, un pequeño número de físicos

se esfuerza en soslayar recurriendo a una hipótesis cuando menos extraña, cuyas consecuencias van mucho más allá de lo que la mayor parte de los hombres de ciencia está dispuesta a admitir: la hipótesis de los mundos múltiples.

Esta sorprendente interpretación de la mecánica cuántica fue propuesta por primera vez hace algunos años por un joven físico de la Universidad de Princeton, Hugh Everett.

Volvamos a nuestro ya célebre gato de Schrödinger. Deseoso de proponer ideas originales para su tesis doctoral, Everett partió del siguiente punto de vista: no hay uno sino dos gatos dentro de la caja, ambos reales. Simplemente, mientras el primero está vivo, el segundo está muerto; y cada uno, en un mundo diferente.

J. G.—¿Qué significa este fenómeno de desdoblamiento?

I. B.—En el pensamiento de Everett, más o menos esto: enfrentado a una «elección» ligada a un acontecimiento cuántico, el universo es forzado a dividirse en dos versiones de sí mismo, idénticas en todos sus puntos.

De este modo, existiría un primer mundo, en el que el átomo se volatiliza y causa la muerte del gato, verificada por el observador. Sin embargo, habría igualmente un segundo mundo, también real, donde el átomo no se habría desintegrado y donde, por consiguiente, el gato seguiría vivo.

En lo sucesivo, estaríamos, por lo tanto, en relación con dos mundos diferentes uno de otro, dos universos entre los cuales no habría ya ninguna comunicación posible. Dos mundos cuyas respectivas historias podrían diferenciarse progresivamente, diverger hasta volverse ajenas entre sí.

J. G. En tal caso, nuestra realidad no sería única, sino que estaría rodeada de una miríada de dobles más o menos diferentes, cada uno de los cuales iría dividiéndose a lo largo de un vertiginoso proceso sin fin.

I. B.—Sí. Puesto que si aceptamos esta hipótesis, en cada estrella y en cada galaxia, en la Tierra lo mismo que en el resto del cosmos, se producen a cada instante transiciones cuánticas, es decir, fenómenos que llevan a nuestro mundo a dividirse en una infinidad de copias, que dan a su vez origen a otras copias, y así sucesivamente.

J. G.-----¿Habría, pues, en el mismo momento en que hablo, un número de diez elevado a cien copias de mí mismo, más o menos semejantes, cada una de las cuales daría origen a su vez a un número de copias igual a diez elevado a cien, y así hasta el infinito?

Que me perdonen los partidarios de esta hipótesis, pero tengo varias buenas razones para juzgarla inaplicable a nuestra realidad, desde el punto de vista filosófico. No nos equivoquemos; naturalmente, estoy dispuesto a admitir que, por ejemplo, haya podido existir un Jean Guilton más o menos diferente de mí (por ejemplo, un Jean Guilton que no hubiera intentado nunca pintar). Pero otra cosa es decir que vive realmente en «otra» parte, tan cierta como ésta, aunque inaccesible.

Reflexionemos. Afirmar que existe, como las imágenes en un espejo, una miríada de mundos paralelos al nuestro, es suponer que realmente adviene no solo todo lo que es posible sino, igualmente, todo lo que es imaginable. Deberíamos entonces postular la existencia, mucho más allá de las simples variantes procedentes de

nuestro universo, de mundos monstruosamente diferentes, de realidades errantes, basadas en estructuras y leyes totalmente ajenas a todo lo que podemos incluso pensar. Ahora bien, frente a tal frenesí, frente a todos esos innumerables mundos encadenados a la trama de las virtualidades, ¿cuál sería «el bueno»? ¿Habría un mundo de refe-

rencia, un mundo-modelo del que procederían los demás? forzosamente reconocer que no: cada uno de esos universos extraería su legitimidad de su propia existencia, en igualdad con una infinidad de otros universos. Nuestra propia realidad, perdida como una gotita en un océano sin límites, no sería, pues, ni mejor ni más legítima que cualquier otra.

I. B.—Tenemos que precisar que la mayor parte de los físicos rechaza esta tesis, siguiendo así el ejemplo de algunos de los fundadores, especialmente del

audaz teórico americano John Wheeler. Con ocasión de un simposio consagrado a Albert Einstein, alguien le preguntó su opinión sobre la teoría de los mundos múltiples, y él respondió: «Confieso que he tenido que desprenderme a disgusto de esta hipótesis, a pesar del vigor con el que la apoyé al principio, porque temo que sus implicaciones metafísicas no sean excesivas.»

Por mi parte, estoy tentado de creer que esta interpretación de la mecánica cuántica lleva a conclusiones radicalmente inversas de las propuestas por el grupo de Copenhague. Se puede decir, para simplificar, que en la interpretación de Copenhague nada es real, mientras que para los teóricos de los mundos múltiples, por el contrario, todo es real.

G. B.—El pensamiento de Copenhague excluye, en efecto, la posibilidad de

mundos alternativos. Detrás de cada elemento de nuestra realidad hay innumerables elementos virtuales, cada uno de los cuales hace referencia a universos fantasmales, a realidades que podrían existir pero que no tienen ninguna consistencia mientras no sean «materializadas» por un observador. El estado cuántico remite a un mundo situado más allá del mundo humano, a un mundo en el que una infinidad de soluciones virtuales, de mundos potenciales, son inducidos a coexistir. Desde esta perspectiva, se puede, por lo tanto, admitir que los universos llamados paralelos sólo existen en el ámbito cuántico, es decir, en estado virtual.

I. B.—Precisemos este punto. Antes de ser observada, una partícula elemental existe en forma de «paquete de ondas». Es decir, todo sucede como si hubiera una infinidad de partículas, cada una con una

trayectoria, una posición, una velocidad; o sea, con características diferentes de las demás. Ahora bien, en el momento de la observación, la función ondulatoria se derrumba y sólo una de esas innumerables partículas es llevada a materializarse y a anular de golpe a todas las «partículas paralelas». Y en el momento en que un acontecimiento se materializa en la larga cadena de fenómenos que forman la historia de nuestro universo, una infinidad de acontecimientos virtuales se desvanece y una miríada de mundos fantasmales es engullido por su estela.

Sólo queda entonces nuestra realidad, única e indivisible.

J. G.—Eso pide una pregunta: ¿qué es lo que provoca el derrumbamiento de la función ondulatoria que caracteriza a un fenómeno? Nada menos que el acto de observación. En este sentido y por

analogía, podemos perfectamente considerar que nuestro universo proviene del derrumbamiento de una especie de «función ondulatoria universal», derrumbamiento que es provocado por la intervención de un observador exterior.

Supongamos, pues, que nuestro universo aparezca como rodeado por un halo de realidades alternativas, cada una de las cuales descansa sobre una infinidad de funciones ondulatorias encabalgadas unas en otras. A partir de ahí, nada me impide adelantar la hipótesis según la cual esa compleja red de funciones ondulatorias en interacción se derrumba sobre un mundo único cuando es observada. Ahora bien, la incógnita está ahí: *¿quién* observa el universo?

He aquí mi respuesta: los universos paralelos, las realidades alternativas, no

existen. No hay más que realidades virtuales, ramificaciones posibles que se eclipsan para dejar sitio a nuestra realidad única tan pronto como interviene ese gran observador que, desde fuera, modifica a cada instante la evolución cósmica. Se comprenderá entonces por qué este observador, único y trascendente a la vez, es absolutamente in-

dispensable para la existencia y la realización de nuestro universo.

Y se comprenderá, por último, que para mí este observador cósmico tenga un nombre.

Si aceptamos la idea según la cual la realidad no es más que el fruto de interacciones de campos entre entidades fundamentales, de las que ignoramos todo o casi todo, deberemos admitir que el mundo es en parte comparable a un espejo deformante del que recogemos, mal que bien, los

reflejos de algo que siempre será incomprendible.

La física cuántica nos ha forzado a superar nuestras nociones habituales de espacio y de tiempo. El universo descansa sobre un orden global e indivisible, lo mismo en la escala del hombre que en la de las estrellas. ¿No se trata, como dice Hubert Reeves, de una «influencia inmanente y omnipresente» que se ejerce entre todos los objetos del universo aparentemente separados? Cada parte contiene la totalidad: todo refleja al resto. La taza de café encima de esa mesa, la ropa que vestimos, todos esos objetos que identificamos como «partes» llevan la totalidad enterrada en ellos.

Todos tenemos el infinito en el hueco de nuestra mano.

A IMAGEN DE DIOS

J. G.—Henos aquí, al final de nuestro diálogo. A lo largo de nuestros encuentros hemos abierto una fisura en

las altas murallas construidas por la ciencia clásica. Detrás de ellas, adivinamos ahora un decorado rodeado de brumas, un paisaje espejeante, infinitamente sutil, cuyo horizonte está inmensamente lejos. A la luz de la teoría cuántica, muchos misterios se iluminan con una interpretación nueva, encuentran una especie de *coherencia*, sin perder nada, sin embargo, de su verdad original. La física moderna deja entrever especialmente esto: el espíritu del hombre emerge de las profundidades y se sitúa mucho más allá de la conciencia personal; cuanto más se profundiza, más se aproxima uno a un fundamento universal que enlaza la materia, la vida y la conciencia.

I. B.—En apoyo de su enunciado, basta con recordar aquí un insólito experimento realizado en 1851 por el físico francés León Foucault. Recordad

que en esa época aún no se tenía la prueba experimental de que la Tierra giraba sobre sí misma. Para hacer su demostración, Foucault suspende una piedra muy pesada de una larga cuerda cuyo extremo queda fijado a la bóveda del Panteón. Nuestro experimentador dispone así de un péndulo de gran tamaño, que un buen día de primavera es puesto en marcha. Y aquí comienza el enigma. Con gran asombro, Foucault comprueba que en realidad el plano de oscilación de su péndulo —es decir, la dirección de sus idas y venidas— no está fijo, sino que gira alrededor de un eje vertical. El péndulo, que había comenzado a oscilar en direc-

ción este-oeste, unas horas más tarde se mueve en dirección norte-sur. ¿Por qué razón? La respuesta de Foucault fue sencilla: este cambio de dirección era sólo una ilusión. Era la Tierra lo que

realmente giraba, mientras el plano de oscilación del péndulo permanecía rigurosamente fijo.

J. G.--Cierto. Pero, ¿fijo en relación con qué? Puesto que en el universo todo es movimiento, ¿dónde encontrar un punto de referencia inmóvil? La Tierra gira alrededor del Sol, que, a su vez, gira alrededor del centro de la Vía Láctea... ¿Dónde se detiene este ballet fantástico?

I. B.—Esa es la verdadera cuestión, que reveló el péndulo de Foucault. Porque la Vía Láctea está en movimiento hacia el centro del grupo local de galaxias vecinas, que son arrastradas, a su vez, hacia el superenjambre local, un grupo de galaxias todavía más vasto. Ahora bien, ese mismo gigantesco conjunto de galaxias se dirige hacia lo que se llama «el gran atractor», un inmenso complejo de masas de galaxias situado a una

distancia muy grande.

Pues bien, la conclusión que se extrae del experimento de Foucault es pasmosa: indiferente a las masas —considerables, sin embargo— de los soles y galaxias próximas, el plano de oscilación del péndulo se alinea con objetos celestes que se encuentran en el horizonte del universo, a vertiginosas distancias de la Tierra. En la medida en que la totalidad de la masa visible del universo se encuentra en los miles de millones de galaxias lejanas, esto significa que el comportamiento del péndulo está determinado por el universo *en conjunto* y no solamente por los objetos celestes que están próximos a la Tierra.'

En otras palabras, si levanto este simple vaso de la mesa, pongo en juego fuerzas que implican al universo entero: todo lo que sucede en nuestro minúsculo planeta está en relación con la

inmensidad cósmica, como si cada parre llevase dentro la totalidad del universo. Con el péndulo de Foucault estamos, pues, forzados a reconocer que existe una misteriosa interacción entre todos los átomos del universo, interacción en la que no interviene ningún intercambio de energía ni fuerza alguna pero que, sin embargo, conecta el universo en una única totalidad (4).

J. G.—Parece que todo sucede como si una especie de «conciencia» estableciese una conexión entre todos los átomos del universo. Como escribió Teilhard de Chardin: «En cada partícula, en cada átomo, en cada molécula, en cada célula de materia viven escondidas y trabajan a espaldas de todos la omnisciencia de lo eterno y la omnipotencia de lo infinito.»

G. B.—El físico Harris Walker se hace eco de los pensamientos de

Teilhard cuando sugiere que el comportamiento de las partículas elementales parece estar gobernado por una fuerza organizadora.

J. G.—La física cuántica nos revela que la naturaleza es un conjunto indivisible *en el que todo está relacionado*: la totalidad del universo se hace presente en cualquier lugar y en cualquier tiempo. Consecuentemente, la noción de espacio que separa dos objetos por una distancia más o menos grande no parece tener ya mucho sentido. Por ejemplo, esos dos libros. encima de la mesa: sin duda alguna, nuestros ojos, el buen sentido, nos dicen que están separados por una cierta distancia. ¿Qué hay de eso, según el físico? Desde el momento en que dos objetos físicos son llevados a interactuar, se debe considerar que forman un sistema único y que, por consiguiente. son inseparables.

G. B.—La noción de inseparabilidad apareció en los años veinte con las primeras teorías cuánticas. En esa época, suscitó terribles controversias, incluso entre los físicos más grandes, como Einstein, quien en 1935 publicó un artículo de gran repercusión destinado a mostrar que la teoría cuántica era incompleta. Con dos de sus colegas, Podolsky y Rosen, Einstein propuso un experimento imaginario, célebre hoy con el nom-

bre de «experimento EPR», según las iniciales de los tres autores.

Supongamos que hacemos rebotar dos electrones, A y B, uno contra otro y que esperamos a que se alejen lo suficiente para que el uno no pueda influir de ninguna manera en el otro. Desde ese momento, realizando mediciones sobre A, se puede extraer conclusiones válidas sobre B y nadie podrá pretender que al medir la

velocidad de A hemos influido en la de B. Ahora bien, si uno se atiene a la mecánica cuántica, criticaba Einstein, es imposible saber qué dirección tomará la partícula A antes de que su trayectoria sea registrada por un instrumento de medida, ya que, siempre según la teoría cuántica, la realidad de un acontecimiento depende del acto de observación. Por lo tanto, si A «ignora» qué dirección tomar antes de ser registrado por un instrumento de medida, ¿cómo podrá B «conocer» *de antemano* la dirección de A y orientar su trayectoria de manera que pueda ser captado en la dirección opuesta exactamente en el mismo instante?

Según Einstein, todo esto es absurdo: la mecánica cuántica era una teoría incompleta y los que la aplicaban al pie de la letra erraban el camino. En realidad, Einstein estaba convencido de que las dos partículas representaban dos entidades distintas, dos «granos de realidad» separados en el

espacio, que no podían influirse mutuamente.

Ahora bien, la física cuántica dice exactamente lo contrario. Afirma que estas dos partículas aparentemente separadas en el espacio no constituyen más que un único sistema físico. En 1982, el físico francés Alain Aspect quitó definitivamente la razón a Einstein al mostrar que existe una inexplicable correlación entre dos fotones, es decir, dos granos de luz, que se alejan el uno del otro en direcciones opuestas. Cada vez que, mediante un filtro, se modifica la polaridad de uno de los dos fotones, el otro parece «saber» inmediatamente lo que le ha sucedido a su compañero e instantáneamente experimenta la misma alteración de polaridad. ¿Cómo explicar un fenómeno así? Demasiado confusos para resolver la cuestión, los físicos han propuesto dos interpretaciones.

La primera es que el fotón A «hace saber» lo que sucede al fotón B mediante una señal

que va de uno a otro a una velocidad superior a la de la luz. Tras haber conseguido una adhesión más bien prudente, hoy día esta interpretación es rechazada cada vez más por los físicos, que prefieren lo que Niels Bohr llamaba la «indivisibilidad del quantum de acción», o también la inseparabilidad de la experiencia cuántica (9).

Según esta segunda interpretación, debemos aceptar la idea de que los dos granos de luz, aunque estén separados por miles de millones de kilómetros, forman parte de la *misma* totalidad: existe entre ellos una especie de interacción misteriosa que los mantiene en contacto permanente. Por poner un ejemplo muy aproximado, digamos que si me quemo la mano izquierda, mi mano derecha será informada inmediatamente y experimentará un movimiento de retroceso semejante al de la izquierda, porque mis dos manos forman

parte de la totalidad de mi organismo.

J. G.—Estos resultados vuelven a poner en tela de juicio las nociones mismas de espacio y de tiempo, en el sentido en el que entendemos estas palabras.

Lo cual me recuerda una discusión que tuve, hace ya medio siglo, con Louis de Broglie. Estábamos frente al Panteón, y él me decía que la física y la metafísica, los hechos y las ideas, la materia y la conciencia, no eran sino la misma cosa. Para ilustrar su pensamiento, recurrió a una imagen de la que siempre me acordaré: la del remolino en un río. «A cierta distancia —me dijo— se distingue nítidamente el agua agitada del remolino de la corriente más tranquila del río. Son percibidos como dos "cosas" separadas. Pero de cerca, se hace imposible decir dónde acaba el remolino y dónde comienza el río. El análisis en partes distintas y separadas no tiene ningún sentido: el remolino no es realmente algo

separado, sino un aspecto del todo.»

G. B.—Incluso se puede ir más lejos todavía e intentar comprender a los físicos cuando afirman que el todo y la parte

son una misma cosa. He aquí un ejemplo sorprendente: el del holograma. La mayor parte de la gente que ha visto una imagen holográfica (que se obtiene proyectando un haz de rayos láser a través de la placa en la que ha sido fotografiada una escena) ha tenido la extraña impresión de contemplar un objeto real de tres dimensiones. Uno puede desplazarse alrededor de la proyección holográfica y observarla desde diferentes ángulos, como a un objeto real. Al pasar la mano a través del objeto es cuando se comprueba que no hay nada.

Pues bien, si usted utiliza un potente microscopio para observar la imagen holográfica de, por ejemplo, una gota de agua, verá los microorganismos que se encontraban en la gota original.

Eso no es todo. La imagen holográfica posee una característica todavía más curiosa. Admitamos que hago una fotografía de la torre Eiffel. Si rompo en dos el negativo de mi foto y mando a revelar una de las dos mitades, no obtendré, desde luego, sino la mitad de la imagen original de la torre Eiffel.

Pues bien, todo cambia con la imagen holográfica. Por extraño que pueda parecer, si uno rompe un trozo de negativo holográfico y lo coloca bajo un proyector láser, no se obtiene una «parte» de la imagen, sino *la imagen entera*. Incluso si rompo una docena de veces el negativo y no conservo más que una parte minúscula de él, esta parte contendrá la totalidad de la imagen.

Esto muestra de manera espectacular que no existe correspondencia unívoca entre las regiones (o partes) de la escena original y las regiones de la placa

holográfica, como sucedía en el caso del negativo de una fotografía habitual. La escena ha sido registrada por completo en todas partes sobre la placa holográfica, de manera que cada una de las partes de la placa refleja la totalidad de la escena. Para David Bohm, el holograma representa una sorprendente analogía con el orden global e indivisible del universo (3).

J. G.—Pero, ¿qué ocurre en la placa holográfica para producir ese efecto según el cual cada parte contiene la totalidad?

I. R. -Según Bohm, se trata sólo de una versión instantánea, petrificada, de lo que, a una escala, infinitamente más vasta, se produce en cada región del espacio, a través de todo el universo, del átomo a las estrellas, de las estrellas a las galaxias.

J. G.—Escuchándoles, he tenido la respuesta intuitiva a una pregunta que me planteé leyendo la Biblia: ¿por qué está escrito que Dios creó al hombre a su imagen?

Yo no creo que hayamos sido creados a imagen de Dios: *nosotros somos la imagen misma de Dios...* Como la placa holográfica, que contiene el todo en cada parte, cada ser humano es la imagen de la totalidad divina.

G. B.—Quizá yo pueda ayudarle a aclarar su pensamiento yendo más lejos por los caminos de la metáfora que han abierto nuestros famosos hologramas. Para ello, es necesario recordar primero que la materia también son ondas, como lo demostró Louis de Broglie. La materia de los objetos está compuesta de configuraciones ondulatorias, que interfieren con configuraciones de energía. La imagen que se desprende de ahí es la de una configuración codificante —es decir, similar al holograma—, de materia y energía, que se propaga sin cesar a través de todo el universo. Cada región del espacio, por pequeña que sea —hasta llegar al simple fotón, que también es una onda o un «paquete

de ondas»—, contiene la configuración del conjunto, como cada región de la placa holográfica; lo que sucede en nuestro pequeño planeta está dictado por todas las jerarquías de las estructuras del universo.

J. G.—Debo confesar que es una visión como para cortar el aliento: un universo holográfico infinito en el que cada región, aun siendo distinta, contiene el todo. Hemos, pues, devueltos, una vez más, a la imagen de la totalidad divina, tanto en el espacio como en el tiempo.

Es así como desembocamos en el primer principio de un universo sin discontinuidad, holísticamente ordenado: todo

refleja a todo lo demás. Hay que ver ahí una de las mas importantes conquistas de la teoría cuántica. Incluso si nuestro espíritu no ha asimilado todavía todas las consecuencias, esta revolución representa algo mucho más importante que el deslizamiento del

final de la Edad Media desde la idea de una Tierra plana hacia la de una Tierra redonda. La taza de café encima de esa mesa, la ropa que vestimos, ese cuadro que acabo de pintar, todos esos objetos que identificamos como partes llevan la totalidad enterrada en ellos: motas de polvo cósmicas y átomos de Dios, *todos tenemos el infinito en el hueco de nuestra mano.*

A lo largo de este libro hemos intentado mostrar que el antiguo materialismo — incluso el que arrojaba el espíritu al vaporoso universo de la metafísica— ya no tiene actualidad. De cierto modo «tranquilizador y completo», el materialismo ejercía en nosotros la irresistible seducción de la antigua lógica; los elementos del universo eran firmes y estables, y los misterios del cosmos, sus aparentes incertidumbres, no eran sino el reconocimiento de nuestra propia

incompetencia, de nuestros límites interiores: problemas, en suma, que, un día más o menos lejano, serían resueltos a su vez.

Pero la nueva física y la nueva lógica han cambiado esta concepción de arriba abajo. El principio de complementariedad enuncia que los constituyentes elementales de la materia, como los electrones, son entidades con una doble cara; al modo de Jano, unas veces aparecen como granos de materia sólida; otras, como ondas inmateriales. Estas dos descripciones se contradicen, y sin embargo el físico tiene necesidad de las dos a la vez. Es, pues, forzoso tratarlas como si fueran simultáneamente exactas y coexistentes. De ahí que Heisenberg fuese el primero en comprender que la complementariedad entre el estado de grano y el de onda ponía para siempre fin al dualismo cartesiano entre materia y espíritu: una y otro son los elementos complementarios de una misma realidad.

Resulta así modificada, de manera profunda e irreversible, la distinción fundamental entre materia y espíritu. De ahí, una nueva concepción filosófica, a la que hemos dado el nombre de metarrealismo.

Esta nueva vía que ofrece la física cuántica transforma, de manera mucho más radical que la de la revolución copernicana, la imagen que el hombre se hace del universo. Incluso si la gran mayoría todavía no ha tomado conciencia de un cambio así, incluso si los dogmas y los tabúes de la ciencia del siglo XIX sobre los conceptos de espacio, de tiempo, de materia y de energía, prisioneros de la causalidad y del determinismo, dominan todavía el pensamiento del hombre corriente, no está lejos el momento en el que estas nociones del pasado serán consideradas nada más que como anacronismos en la historia de las ideas.

Los físicos, que han desmaterializado el

concepto mismo de materia, nos han ofrecido, al mismo tiempo, la esperanza de una nueva vía filosófica: la del metarrealismo, vía de un cierto más allá, abierta a la última fusión entre materia, espíritu y realidad.

HACIA EL METARREALISMO

J. G.—En esta última estación de nuestro diálogo, ha llegado el momento de buscar un más allá al viejo debate que durante tanto tiempo enfrentó a las dos doctrinas fundamentales sobre la naturaleza del Ser: el materialismo y el espiritualismo. Asimismo, deberemos buscar una tercera vía entre las correspondientes dos filosofías del conocimiento, que son el realismo y el idealismo. Allí, al término de una síntesis entre el espíritu y la materia, encontraremos esta nueva visión del mundo, a la vez doctrina ontológica y teoría del conocimiento: *el metarrealismo.*

1. B.—En este punto, me parece importante precisar las diferencias entre espiritualismo e idealismo, por una parte, y entre materialismo y realismo, por otra.

J. G.—Aunque complementarias, estas dos parejas abordan dos problemas diferentes uno de otro: mientras que el espiritualismo (que se opone al materialismo) es una doctrina sobre el Ser, el idealismo (opuesto al realismo) es una teoría del conocimiento. A ojos de un espiritualista, la realidad tiene una dimensión puramente espiritual; por el contrario, el materialista reduce lo real a una dimensión estrictamente mecánica, en la que el espíritu no juega ningún papel y no tiene, por lo demás, ninguna existencia independiente.

Veamos ahora el idealismo. Según él, lo real no es accesible. ¿Existe como

realidad independiente? Es imposible afirmarlo: sólo existen las percepciones que tenemos de él. Por el

contrario, para el realismo, el mundo tiene una realidad objetiva, independiente del observador, y nosotros lo percibimos *tal como es*.

No me parece que ninguna de estas actitudes coincida hoy con lo real ni con las representaciones que suscita: el único modelo del mundo admisible a partir de ahora descansa en la física moderna.

En el curso de mis reflexiones, aislé este pensamiento de Heisenberg, hasta tal punto me parece que debe ser recordado dentro de la tesis que queremos defender: «Teniendo presente la estabilidad intrínseca de los conceptos del lenguaje normal en el transcurso de la evolución científica, se ve que —tras la experiencia de la física moderna—

nuestra actitud hacia conceptos como el espíritu humano, el alma, la vida o Dios será diferente de la que tenía el siglo XIX.»

I. B.—Consideraciones análogas condujeron, por otra parte, al físico Eddington a hacer la observación siguiente: «Se podrá decir, quizá, que la conclusión que se extrae de esos argumentos de la ciencia moderna es que, para un científico razonable, la religión se ha vuelto posible en torno al año 1927.»

J. G.—Ese año de 1927 es uno de los más importantes en la historia del pensamiento contemporáneo. Señala el disparo de salida de la filosofía metarrealista. Es el año en el que Heisenberg expone su principio de incertidumbre, el canónigo Lemaitre da a conocer su teoría sobre la expansión del universo, Einstein propone su teoría del campo unitario, Teilhard de

Chardin publica los primeros elementos de su obra. Y es el año del congreso de Copenhague, que marca la fundación oficial de la teoría cuántica.

Pues bien, ¿no es significativo que las conmociones epistemológicas hayan sido provocadas por hombres de ciencia?

Los filósofos mismos deben preguntarse por el significado profundo de esas conmociones y responder sobre todo a esta pregunta: ¿qué es lo que la ciencia intenta transmitirnos? ¿Cuáles son los nuevos valores que ella propone y en qué contribuye a forjar una nueva visión del mundo?

Para responder, deberemos tomar una determinación metarrealista. Las incursiones de la ciencia en el campo filosófico nos proporcionan por primera vez los medios para hacer la síntesis entre el materialismo y el espiritualismo, para conciliar el realismo y el idealismo:

la realidad inmanente que percibimos alcanza entonces el principio trascendente que se supone le dio origen.

Recordemos que los filósofos espiritualistas niegan de manera unánime un origen material al espíritu humano y afirman que el pensamiento es un dato del universo anterior a la materia. De entre ellos, algunos todavía más extremistas niegan incluso la existencia autónoma de la materia. Es el caso de Berkeley, para quien el universo no es más que una imagen de Dios.

I. B.—Las «mónadas» de Leibniz, ¿no son igualmente una forma de espiritualismo?

J. G.—Sí, pero llevada al extremo. El sistema filosófico de Leibniz conduce a una especie de *espiritualismo objetivo* en la medida en que postula, como en Platón o en Hegel, la existencia de una base espiritual «objetiva», distinta de la

conciencia humana e independiente de ella. Esta base espiritual objetiva no es otra cosa que la Idea Absoluta de Hegel, o más sencillamente, Dios. En este caso, Dios trasciende el universo y no se confunde con él.

G. B.—La pregunta se plantea en este punto: si el universo descansa en la existencia de un Ser transcendente, ¿cómo acceder a este Ser? ¿No estamos, en realidad, separados de la esencia profunda del universo?

I. B.—Ese es el punto de vista que desarrollan las corrientes idealistas. Bajo el nombre de idealismo se reagrupan las filosofías para las cuales la realidad «en sí» no es cognoscible:

la única evidencia de un mundo exterior reside en nuestras percepciones, en nuestras sensaciones de color, de dimensión, de gusto, de forma, etc. Desde el día en que nacemos, se nos

enseña que debemos tener una percepción común del mundo. Lo que una persona percibe como un árbol, una flor, un río, otra distinta debe percibirlo como árbol, flor o río. Eso es la consecuencia directa de nuestras creencias comunes en un mundo «en sí».

Pues bien, el cibernético Heinz von Foerster expone que el espíritu humano no percibe lo que está *ahí* sino lo que *cree* que está ahí. Nuestra facultad de ver depende de la retina que absorbe la luz del mundo exterior y transmite después señales al cerebro. Por lo demás, este mismo esquema se aplica a todas nuestras percepciones sensoriales. Sin embargo, la retina no percibe el color, explica von Foerster; ella es ciega a la calidad del estímulo y sólo es sensible a su cantidad. «Esto no debería constituir una sorpresa —añade—, porque en realidad no hay luz ni color *en sí*: sólo hay ondas

electromagnéticas.»

Del mismo modo, no hay sonidos ni músicas: solamente variaciones momentáneas de la presión del aire en nuestros tímpanos. No hay calor ni frío: solamente moléculas en movimiento con más o menos energía cinética, y así sucesivamente.

En resumen, según los idealistas, no nacemos formando parte del mundo: *nacemos formando parte de algo que construimos en el interior del mundo*. El idealismo impone la idea de que cada uno de nosotros vive en una especie de «esfera de conciencia» que interfiere a la vez con lo real desconocido y con otras esferas de conciencia. Una vez más, la concepción de una realidad objetiva se evapora: preguntarse por la realidad que nos rodea sin tener en cuenta a los que la observan no tiene ningún sentido en ese caso (1).

En el fondo, mi propia esfera de conciencia nada me informa de la realidad misma: mi conocimiento del mundo se reduce a las ideas que me hago de él. En cuanto a lo real que se sitúa más allá de mis sentidos, permanece oscuro, velado, misterioso y, probablemente, incognoscible (9).

G. B.— Ahí encontramos el idealismo en física: lo real no es comprensible, evaluable, y, en último extremo, *no existe* más que a través de un acto de observación.

J. G.—¿Qué podemos decir de ese real enigmático? Quisiera volver a una idea de la que hemos hablado en este libro: intuyo que estamos inmersos en ese famoso campo de información, hecho de conciencia y de materia, que hemos descrito antes

G. B.—Y volvemos de nuevo a la teoría del campo cuántico. En ella, las partículas elementales son consideradas como

manifestaciones de un campo cuántico en el que la materia y todos sus movimientos son producidos por una especie de campo de información subyacente. El físico Hamilton va más lejos todavía cuando enuncia que la materia es quizá el resultado de una serie de interacciones entre «campos de información»: una partícula no se despliega en el «mundo real», sino en un movimiento de onda procedente de un océano de informaciones, como una gran ola de agua que fuese producida por el movimiento general del océano. Es este flujo constante, esta especie de «marea», lo que da origen a un objeto que tiene todas las propiedades de una partícula material.

De manera análoga, según la interpretación causal de David Bohm, las partículas elementales proceden de un campo cuántico global. La información juega aquí un papel determinante al dar origen, no solamente a los procesos

cuánticos, sino también a las partículas mismas. Ella es responsable de la manera en que los procesos cuánticos se despliegan a partir del campo cuántico del universo.

J. G.—Todo esto confirma que el orden del espíritu y el de la materia no son irreductibles sino que se sitúan dentro de un espectro de orden general, que se extiende desde el orden mecánico hasta el orden «espiritual». Si el espíritu y la materia tienen por origen a un espectro común, está claro que su dualidad es una ilusión, debida al hecho de que no se consideran

sino los aspectos mecánicos de la materia y la cualidad intangible del espíritu (3).

I. B.—Llegamos aquí a una idea análoga al principio de incertidumbre de Heisenberg, según el cual nosotros no *observamos* el mundo físico: *participamos en él*. Nuestros sentidos no están separados de lo que existe «en sí», sino que están íntimamente implicados en un complejo proceso de

feedback cuyo resultado final es, en realidad, *crear* lo que existe «en sí».

Según la nueva física, nosotros soñamos el mundo. Lo soñamos como algo durable, misterioso, visible, omnipresente en el espacio y estable en el tiempo. Pero más allá de esta ilusión, se desvanecen las categorías de lo real y lo irreal. Del mismo modo que ya no se puede considerar que el gato de Schrödinger esté *o bien* vivo, *o bien* muerto, no se puede percibir el mundo objetivo como existente o no existente: el espíritu y el mundo no forman sino una única realidad.

J. G.—Como dice Pearce: «El espíritu humano refleja un universo que refleja el espíritu humano.» A partir de ahí, no se puede simplemente decir que el espíritu y la materia coexisten: *existe el uno a través del otro*. En cierto modo, el universo está soñándose a sí mismo a través nuestro: el metarrealismo comienza en el

momento en que el soñador toma conciencia de sí mismo y de su sueño (1).

I. B.—Me parece interesante en este momento aproximar nuestro punto de vista al de un gran físico americano, Heinz Pagels: «¿Qué es el universo? ¿Es un gran film en relieve cuyos involuntarios actores somos nosotros? ¿Es una broma cósmica, un ordenador gigante, la obra de arte de un Ser supremo o, lisa y llanamente, un experimento? Nuestras dificultades para comprender el universo proceden de que no sabemos con qué compararlo.»

Sin embargo, el mismo Heinz Pagels, expresando el punto de vista de la mayor parte de los físicos, prosigue: «Creo que el universo es un mensaje redactado en un código secreto, un código cósmico, y que la tarea del científico consiste en descifrar ese código» (8).

J. G.—Para admitir la existencia de ese código cósmico y para comprenderlo, hay

que situar el pensamiento en un marco metarrealista. Invito a nuestros lectores a meditar sobre los tres caracteres que me parece que definen ese marco:

— *el espíritu y la materia forman una única realidad;*

— *el Creador de este universo materia/espíritu es transcendente;*

— *la realidad en sí de este universo no es cognoscible.*

¿Es legítima nuestra andadura? En todo caso, encuentra un eco sorprendente en la filosofía de un pensador que, en el corazón de la Edad Media, tuvo sin embargo la intuición de lo que anuncia el metarrealismo: Santo Tomás de Aquino. A la vez metafísico, lógico y teólogo, Santo Tomás se propuso conciliar la fe cristiana con la filosofía racional de Aristóteles.

Finalmente, para -iluminar el final de este diálogo, para disipar la tristeza de verlo acabar, esta última observación: si

Santo Tomás de Aquino ejerce una influencia tan profunda sobre el pensamiento contemporáneo es quizá por ser el primero en haber intentado instalar la armonía entre lo que se *cree* y lo que se *sabe*: entre el acto de fe y el acto de saber; en una palabra: entre Dios y la ciencia.

Epilogo

¿POR QUÉ HAY ALGO EN LUGAR DE NADA?

¿Qué certidumbre? ¿Qué esperanza? ¿Qué saber? ¿Qué debemos retener de este ensayo de filosofía en voz alta?

En primer lugar, una manera de buscar sentido en lo insignificante, «proyecto» en la más pequeña de las casualidades, acontecimiento en la tenuidad de las cosas: la hoja de un árbol, el canto de un pájaro, la caída de una gota de agua, el viento en el vacío.

Todas estas pequeñas cosas conspiran en

lo invisible para formar lo real, convergen hacia nuestro corazón para dar allí origen a una necesidad irreprimible: el deseo de realidad.

Es este deseo lo que nos ha empujado, en el curso de nuestros diálogos, en pos del Ser.

Pero, ¿qué hemos visto de ese Ser? Ante todo, su densidad, su opacidad, a la vez que su tenuidad y la multiplicidad de sus formas. Nuestro diálogo ha encontrado, pues, con esta idea su frontera natural, su punto de llegada más elevado: la realidad independiente es inaccesible para nosotros; lo real permanece velado, incognoscible para siempre (9).

Quizá, por primera vez, tomemos también conciencia de que el acierto de un pensamiento «moderno», en el cruce de la física nueva y de la filosofía, es haber descrito el enigma del universo a costa de sustituirlo por un enigma más profundo, más difícil: el del espíritu mismo.

Queda, pues, esta pregunta, la última,

la más temible. Abrió el diálogo y deberá cerrarlo: ¿cuál es el sentido del universo? ¿Adónde nos lleva todo esto? ¿*Por qué hay algo en lugar de nada?*

Ante esta interrogación, los que piensan profundamente conocerán de golpe el vértigo filosófico más intenso. Teilhard de Chardin tenía apenas siete años cuando, súbitamente, se encontró frente al misterio. Su madre le había enseñado un mechón de pelo, había acercado una cerilla: el mechón había desaparecido. En cuanto se extinguió la llama, el pequeño Teilhard sintió el absurdo de la nada. Y como las experiencias de negación, de muerte, de angustia y de pecado son más fuertes que sus contrarias, Teilhard se pregunta: ¿por qué hay cosas? ¿Por qué tienen fin? ¿De dónde ha surgido este Ser que hay en mí —que *soy yo*— y que no sabe la razón profunda de su existencia?

El universo: centenares de miles de

millones de estrellas, dispersas por miles de millones de galaxias, a su vez perdidas en una inmensidad silenciosa, vacía y helada. El pensamiento se aterroriza ante ese universo tan diferente de él, que le parece monstruoso, tiránico y hostil: ¿por qué existe? Y, ¿por qué existimos nosotros a través de él?

Veinte mil millones de años después de su aparición, la materia continúa su recorrido por el espacio-tiempo. Pero, ¿adónde nos lleva este recorrido?

La cosmología responde que el universo no es eterno. Que tendrá un final, aunque sea infinitamente remoto. No podrá escapar a una de estas dos muertes posibles: la muerte por frío o la muerte por fuego.

En el primer caso, se llama «abierto» al universo: su expansión se prosigue indefinidamente; las galaxias se pierden en el infinito mientras las estrellas se

extinguen una a una, después de haber irradiado sus últimas reservas. Más allá de la duración de la vida del protón, la materia misma se disgrega. Llega el último instante, aquél en el que las últimas motas cósmicas de polvo son engullidas a su vez por el inmenso agujero negro en que se ha convertido el universo agonizante. Por fin, el mismo espacio-tiempo se reabsorbe: todo vuelve a la nada.

Desde un punto de vista metafísico, nada hay más angustioso que esta consunción, esta ascensión de una nieve de materia, esta lenta disgregación, esta irradiación ilimitada que reviste todos los colores del arco iris antes de desvanecerse.

¿De qué estará hecha esta nada? ¿Qué quedará de la información acumulada en todo el universo durante centenares de miles de millones de años?

Una respuesta pasa, quizá, por poner de manifiesto la relación entre la información

de un sistema (su organización) y la entropía (degradación del orden de ese sistema).

Se puede admitir, con la mayor parte de los físicos, que la adquisición de información (es decir, de un conocimiento) consume energía y provoca, en consecuencia, el aumento de la entropía global en el seno de un sistema. En otras palabras, si la entropía mide el desorden físico de un sistema, también es un indicador indirecto de que ese mismo sistema guarda localmente cierta cantidad de información. La teoría de la información desemboca, pues, sobre esta afirmación sorprendente: el caos es un indicio de la presencia, en el seno de un sistema, de cierta cantidad de información.

En el extremo, el estado de desorden máximo que caracteriza al universo en el momento de su desaparición puede quizá ser interpretado como signo de la presencia, más allá del universo material, de una cantidad de información igualmente

máxima.

La finalidad del universo se confunde aquí con su final: producir y liberar el conocimiento. En este último estadio, toda la historia del cosmos, su evolución durante centenares de miles de millones de años, se convierte en una Totalidad de conocimiento puro.

¿Qué entidad guardará este conocimiento si no es un Ser infinito, que trasciende el mismo universo? Y, ¿qué uso hará de este saber infinito que lo constituye y cuyo origen es, al mismo tiempo, él mismo?

El destino del universo a largo plazo no es previsible. Al menos, por ahora. Si su masa total es superior a un cierto valor crítico, entonces, al cabo de un tiempo más o menos largo, la fase de expansión llegará a su fin. La materia que forman las galaxias, las estrellas, los planetas, todo eso será comprimido hasta convertirse de nuevo en un

simple punto matemático que anulará el espacio y el tiempo.

Aunque este argumento sea opuesto al anterior, también aquí, todo vuelve a la nada. También aquí, al término de un lento proceso de desmaterialización, la información se separa de la materia y se libera de ella para siempre.

¿Hay alguna conclusión que extraer de esta observación del destino cósmico? ¿Qué se puede pensar de un universo situado entre dos nadas? Esencialmente, esto: el universo no tiene el carácter del Ser en sí. Supone la existencia de otro Ser, situado fuera de él. Si nuestra realidad es temporal, la causa de esta realidad es ultratemporal, transcendente al tiempo y al espacio.

Henos aquí muy cerca de ese Ser al que la religión llama Dios. Pero acerquémonos más: entre las diferentes

constataciones científicas establecidas sobre lo real, existen tres que sugieren con fuerza la existencia de una entidad que trasciende nuestra realidad.

Primera constatación: el universo aparece como acabado, cerrado sobre sí mismo. Si lo comparamos con una pompa de jabón que abarque todo, ¿qué hay a su «alrededor»? ¿De qué está hecho el «exterior» de la pompa? Es imposible imaginar un espacio exterior al espacio y que lo contenga; desde un punto de vista físico, un exterior así no puede existir.

Estamos, pues, obligados a colocar más allá de nuestro universo la existencia de «algo» mucho más complejo: una totalidad en el seno de la cual nuestra realidad está, en resumidas cuentas, inmersa, algo así como una ola en un vasto océano.

La segunda pregunta es ésta: ¿es necesario el universo? O, al contrario:

¿existe un determinismo superior a la indeterminación cuántica? Si la teoría cuántica ha demostrado que la interpretación probabilista es la única que nos permite describir lo real, debemos concluir de ahí que, frente a una naturaleza irresuelta, debe existir, fuera del universo, una Causa de la armonía de las causas, una Inteligencia discriminante, distinta de ese universo.

Terminemos por el tercer argumento, el más importante: el principio antrópico.

El universo parece construido y regulado —con una precisión inimaginable-- a partir de algunas grandes constantes. Se trata de normas invariables, calculables, de las que no se puede saber por qué la naturaleza escogió tal valor en lugar de tal otro. Se debe asumir la idea de que, en todos los casos, con valores diferentes del «milagro matemático» sobre el que descansa

nuestra realidad, el universo habría presentado los caracteres del caos absoluto: danza desordenada de átomos, que se juntarían un instante y se separarían al instante siguiente para recaer sin cesar en sus insensatos torbellinos. Y puesto que el cosmos remite a la imagen de un orden, este orden nos conduce, a su vez, hacia la existencia de una causa y de un fin exteriores a

En la estela de todo lo que precede podemos aprehender el universo como un mensaje expresado en un código secreto, una especie de jeroglífico cósmico que acabamos de empezar a descifrar. Pero, ¿qué hay en ese mensaje? Cada átomo, cada fragmento, cada grano de polvo existe en la medida en que participa de un sentido universal. Así se descompone el código cósmico: primero la materia, después la energía y, por

fin,

la información. ¿Hay algo aún más allá? Si aceptamos la idea de que el universo es un mensaje secreto, ¿quién ha compuesto el mensaje? Si el enigma de ese código cósmico nos ha sido impuesto por su autor, ¿no forman nuestros intentos de descifrarlo una suerte de trama, de espejo cada vez más nítido, en el cual el autor del mensaje renueva el conocimiento que tiene de sí mismo?

AGRADECIMIENTOS

Hace medio siglo que Henri Bergson se extinguió. Obsesionado, como todos los filósofos, por la última interrogación, había murmurado estas extrañas palabras: «El universo es una máquina de hacer dioses...»

Este fue su último aliento filosófico.

Jean Guilton

Grichka Bogdanov

Igor Bogdanov

Damos las gracias a nuestro amigo Mathieu de La Rochefoucauld por la atenta lectura que ha tenido a bien hacer del manuscrito de este libro.

En cuanto a la parte científica del libro, nuestro reconocimiento va a los hombres de ciencia cuyos trabajos y publicaciones nos han permitido apoyar nuestra tesis:

Jean Audouze, Brandon Carter, Michel Cassé, Bernard d'Espagnat, Paul Davies, John Gribbins, Alan Guth, Stephen Hawking, Jean Heidman, Heinz Pagels, Illyah Prigogine, Hubert Reeves, Erwin Schrödinger, Michaél Talbot, Trinh Xuan Thuan, Steven Weinberg.

Por otro lado, la documentación científica nos ha sido ampliamente facilitada por los siguientes organismos: Académie des Sciences, Agence Jules Verne, C.N.R.S., Institut d'Astrophysique, National

*Academy of Sciences (USA), National
Science Foundation (USA).*

Muchas gracias a todos.