

1.

El fin del tiempo

Julian Barbour

Físico teórico, autor de *The End of Time*.

JULIAN BARBOUR: La pregunta que siempre me hago es: ¿qué es el universo y cómo funciona? Yo la abordo desde el punto de vista de la física fundamental: cuestiones básicas de mecánica cuántica y su relación con la mecánica clásica. La mecánica cuántica fue descubierta en 1925-1926. Dio una imagen completamente nueva de la física que entonces resultó muy sorprendente y que aun hoy sigue siendo muy difícil de entender. Sugiere que el mundo no es en absoluto como lo vemos. Esto sigue siendo un gran problema, y cada vez despierta más discusión y más interés por parte de la gente. En esto es en lo que realmente estoy pensando, en cómo explicar que el mundo parece ser clásico. Parece que tenemos un pasado único, parece que los objetos están en posiciones definidas y tienen un futuro definido; eso es lo que parece, pero la mecánica cuántica nos dice que es diferente, que no es así en absoluto. El objetivo es tratar de encontrar una descripción del universo entero que sea mecano-cuántica y entender cómo, pese a todo, puede presentarse como el mundo clásico que en realidad vemos y experimentamos.

Llegué a ello por casualidad, leyendo un artículo en un periódico sobre los intentos que el gran Paul Dirac, uno de los descubridores de la mecánica cuántica, estaba haciendo hace unos cuarenta años para unificarla con la teoría de la relatividad general de Einstein. Él había tropezado con un hecho bastante sorprendente y esto le llevó a preguntarse si la imagen del espacio-tiempo que era la base de la teoría de Einstein era realmente tan fundamental como la gente había pensado. Esto me impulsó a pensar en el tiem-

po mismo. Durante casi 36 años he estado pensando en el tiempo y tratando de entenderlo en el nivel más fundamental. Si nos fijamos en la historia de la física, sorprende el pequeño número de personas que han pensado en el tiempo y en lo que realmente es. El propio Einstein solo pensó sobre ciertos aspectos del tiempo; nunca se preguntó qué significa decir que un segundo hoy es lo mismo que un segundo mañana. Esta es una pregunta muy fundamental. Einstein supuso que tiene significado, pero en realidad nunca se preguntó de dónde sale y cómo puede ser eso. Él nunca definió la noción de duración. Así que, en mi opinión, hay aspectos del tiempo que no han sido completamente estudiados.

EDGE: ¿Puede darme otro ejemplo, además de la duración?

BARBOUR: Por supuesto. Una de las grandes preguntas de la física es si hay algún tipo de marco invisible en el que todo se desarrolla. Newton introdujo las nociones de espacio absoluto y tiempo absoluto. El espacio absoluto es como un bloque de vidrio translúcido que se extiende desde el infinito hasta el infinito; es un marco de referencia fijo en el que todo sucede. El tiempo newtoniano es como un río invisible que fluye uniformemente y para siempre. El problema con esto es que no podemos ver ese marco invisible; todo lo que vemos son cosas que se mueven unas con respecto a otras. Este es el punto de vista relacional, frente al punto de vista absoluto de Newton. El reto ha sido crear una teoría que contenga relaciones genuinas entre cosas genuinas, y no relaciones entre cosas reales y cosas no observables. A eso es a lo que he dedicado gran parte de mi tiempo. Me ha dado las ideas que ahora estoy tratando de desarrollar en una cosmología completa, una explicación completa de lo que es el universo.

EDGE: ¿Alguna vez llegó a hablar con Dirac?

BARBOUR: Lo intenté. Yo estaba estudiando en Múnich cuando leí el artículo sobre él. Me quedé tan enganchado en la cuestión del tiempo que volví a Inglaterra para tratar de ver a Dirac en Cambridge. En realidad hablé con él por teléfono, pero no era una persona muy habladora y no estaba muy interesado en conocer a

alguien que tenía algunas ideas imprecisas sobre el tiempo. Puedo entenderlo, desde luego.

EDGE: ¿Están las ideas bien horneadas ahora?

BARBOUR: Desde luego no están tan a medio hornear como lo estaban entonces. Definitivamente han tomado una forma. Confío en que algunas tendrán al menos un lugar en la nueva imagen del universo que tantos físicos están buscando a tientas, una imagen que sea completamente mecano-cuántica, y no mitad cuántica y mitad clásica. Lo que mi colaborador italiano Bruno Bertotti y yo conseguimos demostrar es que el mundo es fuertemente relacional de acuerdo con la física tal como la conocemos ahora, pero esto no ha sido reconocido adecuadamente. Las personas como Leibniz y Ernst Mach que criticaban a Newton realmente tenían razón. Einstein de una u otra manera introdujo esto en su teoría sin que nadie, incluyendo el propio Einstein, lo apreciara adecuadamente. El mundo es relacional. Trata de cómo las cosas reales se relacionan con cosas reales. Esto es potencialmente importante para la forma en que tratamos de imaginar el universo cuántico.

EDGE: ¿Cómo encaja usted en la vanguardia de la investigación actual, los teóricos de cuerdas, la gente de la gravedad cuántica?

BARBOUR: Mi trabajo tiene poca conexión directa con lo que hacen los teóricos de cuerdas. Hay dos aproximaciones principales a la gravedad cuántica; una de ellas es la teoría de cuerdas, que es decididamente mucho más popular que la otra. Yo estoy siguiendo una línea al menos dos veces más antigua, pero que es seguida por muchas menos personas. Está estrechamente relacionada con preguntas básicas: ¿qué es el tiempo, qué es el espacio, qué es el movimiento? La ciencia tiene sus modas. Los teóricos de cuerdas son un poco como una jauría de sabuesos siguiendo un olor muy prometedor. Pero es un olor particular. Si pierden el rastro, nada saldrá de la gran cacería. Por el contrario, estas preguntas básicas nunca desaparecerán. De hecho, si la teoría de cuerdas tiene éxito, será muy interesante ver cómo las responde.

EDGE: ¿Qué es lo distintivo de su aproximación?

BARBOUR: Mi idea básica es que el tiempo como tal no existe. No hay ningún río invisible del tiempo. Sin embargo, hay cosas que se podrían llamar instantes de tiempo, o «Ahoras». Conforme vivimos parece que nos movemos a través de una sucesión de Ahorras, y la pregunta es, ¿qué son? Son configuraciones de todas las cosas en el universo, unas con respecto a otras, en cualquier momento, por ejemplo, ahora.

Tenemos la viva impresión de que usted y yo estamos sentados uno frente al otro, que hay un ramo de flores sobre la mesa, que hay una silla ahí y cosas así, que están en posiciones definidas unas con respecto a otras. Mi objetivo es abstraer todo lo que no podemos ver (directa o indirectamente) y simplemente mantener esta idea de muchas cosas diferentes que coexisten en una relación mutua definida. La totalidad interconectada se convierte en mi objeto básico, un Ahora. Hay muchos de tales Ahorras, todos diferentes unos de otros. Esa es mi ontología del universo: hay Ahorras, nada más ni nada menos.

EDGE: Pero ¿de dónde viene nuestra experiencia del paso del tiempo?

BARBOUR: Eso siempre ha resultado difícil de abordar, porque si uno trata de agarrar el tiempo con las manos, siempre se le escapa entre los dedos. La gente está segura de que está ahí pero no pueden hacerse con él. Yo pienso que no pueden hacerse con él porque no está ahí en absoluto. Lo que pensamos que es el flujo del tiempo, e incluso lo que vemos como movimiento, es en realidad una ilusión. Pero yo llego a eso después de ver cómo podría ser la mecánica cuántica del universo entero.

EDGE: Eso suena difícil. ¿Puede dar una imagen sencilla?

BARBOUR: Tomemos un modelo simple; supongamos que solo hubiera tres partículas en el universo y nada más. En algún instante estarían en ciertas posiciones relativas unas respecto a otras y formarían un triángulo. Newton afirmaba que este triángulo tiene además una posición en el espacio absoluto y que está cambiando en el tiempo. Lo que yo estoy diciendo es que no existe ese marco

externo de espacio y tiempo, solo existen los posibles triángulos que forman las partículas. Los triángulos no se dan en algún lugar en el espacio absoluto en algún instante de tiempo, algún Ahora. Los triángulos son los Ahoros. Uno se ve obligado a un punto de vista como este si se niega el marco invisible. Si tuviéramos un universo con un millón de partículas, habría alguna configuración relativa de ese millón de partículas y nada más. Esto constituiría un Ahora, y todas las maneras diferentes en que se podría disponer el millón de partículas constituirían los diferentes Ahoros posibles. Creo que los Ahoros reales de este universo son constructos más sofisticados que incluyen campos, pero Ahoros formados por disposiciones de partículas pueden dar la idea.

EDGE: ¿No abolió Einstein los Ahoros?

BARBOUR: En realidad no. Él solo demostró que no se suceden uno tras otro en una secuencia única. No hay simultaneidad absoluta en el universo, o al menos no en el universo clásico. Pero la simultaneidad relativa se mantiene, y los Ahoros como yo los defino son parte integrante de la teoría de Einstein. En realidad, el descubrimiento de Dirac que despertó mi interés por el tiempo era que los Ahoros parecían ser mucho más significativos en el mundo cuántico que lo que cabría haber esperado a partir de la interpretación normal de la relatividad de Einstein.

Lo que realmente me intriga es que la totalidad de los posibles Ahoros de cualquier tipo definido tiene una estructura muy especial. Puede considerarse como un paisaje o terreno. Cada punto en el terreno es un Ahora. Yo lo llamo Platonia, porque es atemporal y está creado por reglas matemáticas perfectas. Y lo que es más sorprendente, es desigual, con unos límites y fronteras muy definidos que existen por pura necesidad lógica. Por ejemplo, si uno considera los triángulos como Ahoros, la tierra de estos Ahoros llega a un límite absoluto en el triángulo degenerado en el que coinciden las tres partículas. Este punto es tan especial que yo lo llamo Alfa. Otras fronteras, como cuadernas, están formadas por los triángulos especiales en que dos partículas coinciden y la tercera

está a una cierta distancia de ellas. Por último, otro tipo de frontera está formada por configuraciones colineales: las tres partículas están alineadas. El Platonía en el caso de los triángulos es como una pirámide con tres caras. Su cúspide es Alfa. Todos los puntos en sus caras corresponden a configuraciones colineales, y las caras se encuentran en las cuaternas formadas por los triángulos con dos vértices coincidentes.

EDGE: Me gusta el sonido de Platonía, pero ¿para qué sirve?

BARBOUR: Mi conjetura es que algún Platonía es el verdadero escenario del universo y que su estructura tiene una profunda influencia en cualquier física, clásica o cuántica, que se desarrolle en él. En particular, creo que el fenómeno que llamamos el Big Bang no es una violenta explosión que tuvo lugar en el pasado distante. Es simplemente el muy especial lugar en Platonía que yo llamo Alfa.

EDGE: Nunca he escuchado o leído a otros físicos decir algo parecido. ¿Qué piensan ellos de Platonía?

BARBOUR: Platonía es un caso especial de un concepto muy básico de la física llamado espacio de configuración. Ha existido durante mucho tiempo, mucho antes de la relatividad. El nombre técnico para cualquier Platonía es el de variedad estratificada: los estratos son lo que yo llamo las fronteras. Las variedades estratificadas son lo que queda si se saca la estructura absoluta potencialmente redundante de los espacios de configuración. La importancia de las variedades estratificadas ha sido reconocida durante al menos sesenta años. Pero de alguna manera los espacios de configuración, o las más sutiles variedades estratificadas, nunca han tenido el *glamour* del espacio-tiempo de Einstein o el espacio de Hilbert de la mecánica cuántica. Son las cenicientas de la física teórica. Yo veo la cosmología cuántica como el príncipe azul que no puede vivir sin ellas. Es una corazonada que he tenido de tanto pensar sobre estas preguntas básicas: ¿qué es el tiempo? ¿Qué es el movimiento?

EDGE: Entonces, ¿qué hace usted en Platonía?

BARBOUR: Hay dos tareas: en primer lugar, ¿se puede describir la física clásica utilizando esa imagen? En esto es realmente en

donde he hecho mi trabajo más importante, demostrando que todo lo que Newton podía hacer con el espacio y el tiempo absolutos se puede hacer de forma más económica en Platonía. Eso es lo primero que Bertotti y yo demostramos. Luego encontramos que la relatividad general de Einstein, que fue creada como una teoría del espacio-tiempo, puede ser reformulada como una teoría intemporal en el Platonía adecuado. Esto está estrechamente relacionado con el descubrimiento que hizo Dirac y nos lleva a la segunda tarea: ¿cuáles son las implicaciones de la «estructura platónica» de la relatividad general en el universo cuántico? Esto es relevante porque generalmente se llega a las teorías cuánticas partiendo de una imagen clásica y realizando algo que se llama cuantización.

Para quienes no son físicos es algo bastante difícil de entender. Sin embargo, se puede ver de dónde vendrá la idea de un universo intemporal si se considera cómo descubrió Schrödinger la mecánica cuántica ondulatoria en 1926. En la física clásica newtoniana, si tenemos tres partículas, estarán siempre en posiciones definidas en instantes definidos. Formarán un triángulo, y el centro de masas del triángulo estará en algún lugar y el triángulo tendrá una orientación. Ahora bien, lo que dice la mecánica cuántica es que, mientras no se hagan observaciones de todas estas cantidades, no hay valores definidos, sino solo probabilidades, y todas ellas cambian en el tiempo.

La razón por la que Schrödinger pudo crear una imagen de la mecánica cuántica como esta es porque estaba utilizando los conceptos newtonianos de espacio y tiempo absolutos. El marco que estos crean hace posible dar probabilidades de que los triángulos formados por tres partículas estén en diferentes posiciones y que las probabilidades cambien con el tiempo. Hay un tiempo independiente que no tiene nada que ver con los contenidos del universo. Pero si se está tratando de construir un universo en donde no hay un marco externo de espacio y tiempo en el que existen los contenidos, entonces no se pueden dar probabilidades de que las

partículas estén en ciertas posiciones generales en el universo y tengan una orientación general, porque eso no tiene significado. Y tampoco pueden cambiar las probabilidades en el tiempo, porque no hay ningún tiempo en el que puedan cambiar. El intento más simple de reconciliar la física cuántica con la idea de que no hay ningún marco invisible que soporta el universo —y esa idea se hace muy plausible por la «estructura platónica» de la relatividad general— lleva a una imagen en la que solo hay probabilidades dadas de una vez por todas para las configuraciones relativas del universo. De modo que si tuviéramos un universo de tres partículas solo habría probabilidades de dónde están unas partículas con respecto a otras; por ejemplo, dos próximas y una más separada. Esa es toda la historia: probabilidades estáticas para las configuraciones estáticas, que son las que yo identifico con los Ahoros.

Así pues, un argumento simple lleva a una imagen en la que solo hay Ahoros posibles, y los Ahoros se definen por la manera en que están dispuestas las cosas en el universo. Eso es todo lo que sale de la teoría. De hecho, esta imagen, que Dirac ayudó a crear, cristalizó hace unos treinta años. Se describe por una ecuación denominada ecuación de Wheeler-DeWitt. (John Wheeler instó a Bryce DeWitt a que la derivara. Si realmente resulta ser la ecuación del universo, el episodio será una repetición de la forma en que Hooke incordió a Newton para que diera su solución del problema de Kepler.) La gente encontró muy difícil dar sentido al universo estático que parecía emerger. Sin embargo, encuentro que los argumentos que llevan a ella son muy fuertes. Hay soporte para ello en la estructura de la teoría de Einstein y en la estructura de la mecánica cuántica. Si no fuera así, nunca se habría encontrado la ecuación. Así que yo tomé la imagen en serio y traté de darle sentido, y me pregunté ¿cómo podemos, pese a todo, recuperar a partir de ella una imagen de nuestro mundo?, ¿cómo es posible que pueda sentarme aquí y ver mis propias manos en movimiento, y también las de usted, si el mundo es completamente estático?

EDGE: ¿Tiene esto algo que ver con su idea de cápsulas del tiempo?

BARBOUR: Si. Supongamos que aceptamos que el universo cuántico es estático e intemporal. ¿Cómo podemos reconciliarlo con el hecho de que realmente vemos el movimiento y recordamos el pasado? De hecho, aparte de la sensación directa de cambio de un tipo u otro, la única evidencia directa que tenemos del tiempo y el pasado proviene de los registros, lo que incluye los recuerdos. Ahora bien, los registros, ya sean naturales, como los fósiles, o de origen humano, son tan ubicuos que fácilmente podemos olvidar lo notable que es su existencia de acuerdo con la comprensión actual de la mecánica clásica. Este es el problema de la entropía extraordinariamente baja del universo. Fue puesto de manifiesto hace un siglo por Boltzmann; y Roger Penrose, en el contexto moderno de la relatividad general, sigue señalando que es un problema enorme. Todos los argumentos estadísticos basados en la mecánica clásica sugieren que el universo debería tener una entropía muy alta y existir en un estado en el que los registros simplemente no se pueden formar. Penrose quiere explicar la baja entropía y la flecha del tiempo por una nueva física que es explícitamente asimétrica con respecto al tiempo y viene con una flecha del tiempo incorporada que obliga al universo a comenzar en un estado muy uniforme. Mi propia opinión es que, paradójicamente, la flecha del tiempo puede ser más fácil de explicar en una teoría en la que no hay tiempo en absoluto.

Sugiero que nuestra creencia en el tiempo y en un pasado surge únicamente porque toda nuestra experiencia nos llega a través de configuraciones estáticas de materia, en Ahoras, que crean la apariencia de tiempo y de cambio. Ciertamente los geólogos dedujeron que la Tierra tiene una historia inmensamente larga a partir de las estructuras congeladas en las rocas; es decir, pruebas a favor del tiempo y del movimiento en forma estática. Nuestras memorias a largo plazo también deben estar firmemente cableadas en los patrones de la red neuronal de nuestros cerebros. Una vez más, tenemos registros mutuamente compatibles en forma estática. Incluso es posible que cuando vemos movimiento, la contrapartida mate-

rial del fenómeno sea un patrón de conexiones neuronales que codifica a la vez varias posiciones diferentes de un objeto en movimiento, y la apariencia de movimiento surge de su presencia simultánea en una configuración del cerebro. Como no soy experto en neurociencia, no quiero forzar más esta idea. Solo quiero sugerir que la apariencia del tiempo surge exclusivamente de configuraciones de materia muy especiales que pueden interpretarse como registros mutuamente compatibles de procesos que se desplegaron en un pasado de conformidad con leyes físicas definidas que implican tiempo. Yo llamo a tales configuraciones cápsulas de tiempo, y adopto el punto de vista realista y perfectamente convencional de que existen en un mundo externo. Sin embargo, creo que pueden surgir de una manera sujeta a leyes que no implican tiempo en absoluto. Si tomamos la ecuación de Wheeler-DeWitt al pie de la letra, esto es lo que debe suceder.

EDGE: Eso es bastante difícil de creer.

BARBOUR: Yo soy más optimista y no soy ni mucho menos el único que piensa que la apariencia de tiempo puede surgir de un universo esencialmente intemporal. Hay un consolidado programa de investigación dedicado a este problema en el que han participado al menos veinte físicos reconocidos. Uno de los principales artículos de Hawking contribuyó al mismo hace unos 15 años. El aspecto del problema que más me estimula es que se podría abolir la dicotomía entre las leyes de la naturaleza y las condiciones iniciales que hay que añadir a ellas antes de que podamos hacer predicciones. Lo realmente interesante de la cosmología cuántica es que debería estar en condiciones de hacer predicciones sobre el universo que no se pueden hacer dentro de la física clásica.

La física clásica, tal como existe ahora, tiene leyes y tiene condiciones iniciales. Si la cosmología cuántica es realmente estática, no hay condiciones iniciales. No hay tiempo. No se pueden establecer las condiciones en un instante inicial. En mi opinión, esto significa que la cosmología cuántica es potencialmente mucho más predictiva. Debería ser capaz de predecir fenómenos como la flecha del

tiempo y la baja entropía del universo, algo que en la física clásica habría que atribuir precisamente a las condiciones iniciales y limitarse a decir, bueno, resulta que el Big Bang tomó esta forma y no una forma diferente.

Aquí es donde creo que la estructura fuertemente asimétrica de cualquier Platonía que utilicemos para describir el universo podría ser muy importante. Esta posibilidad no parece haberseles ocurrido a otros físicos, pero creo que debe ser relevante. Si realmente el universo se rige por algo parecido a la ecuación de Wheeler-DeWitt y la interpretamos como algo que determina las probabilidades relativas de que se realicen, o se experimenten, las diferentes configuraciones posibles en el universo, entonces un factor importante para determinar cómo se distribuyen estas probabilidades debe ser la forma general del escenario en el que actúa. Pero eso es algún Platonía, en el que siempre hay un punto distinguido Alfa a partir del cual se abre el escenario completo, un poco como se abre una flor. Sin duda esta estructura tiene que introducir un sesgo en el juego. Mi conjetura es que este sesgo estático en la estructura del escenario canaliza las probabilidades más altas hacia las configuraciones especiales que son cápsulas del tiempo, que, al ser más probables, son las que tenemos más oportunidades de experimentar. La estructura general del escenario se refleja en las configuraciones experimentadas e interpretadas por nosotros como tiempo y un pasado. Esto puede parecer una fantasía, pero creo que los argumentos a favor de un universo intemporal son muy fuertes. Si los aceptamos, entonces tenemos que buscar algo realmente radical y poderoso que introduce la apariencia de tiempo en el universo. La diferencia entre pasado y futuro es una asimetría masiva. Creo que solo puede surgir de alguna otra asimetría masiva, que yo encuentro en la estructura de Platonía.

EDGE: ¿Hay alguna manera de poner a prueba su idea observacionalmente?

BARBOUR: Todavía no puedo ver ninguna manera experimental directa de poner a prueba esta idea concreta. Lo que se necesita,

sobre todo, es el desarrollo de las matemáticas. En mi opinión, la cosmología cuántica es como la física cuántica de los estados estacionarios de moléculas enormes, y el desarrollo de las ideas utilizadas en física atómica y molecular podría ayudar. Ya se ha hecho mucho trabajo en esta dirección en el programa que mencioné anteriormente. Pero en principio se pueden hacer predicciones en el contexto de la ecuación de Wheeler-DeWitt. Sin embargo, casi todo en esta etapa es bastante difícil debido a las matemáticas. Estamos tratando con sistemas complicados, no sabemos cómo encontrar las soluciones; hay un montón de problemas.

Otra cuestión es que la cosmología es un tema muy especial porque está tratando con un objeto único. Solo hay un universo. Aquí se plantea una pregunta filosófica: ¿cómo se puede hacer ciencia real con un objeto único?

EDGE: ¿Alguna vez ha considerado que el mundo es una invención, y que no hay una existencia a priori antes de los descubrimientos de personas como usted?

BARBOUR: Yo creo en el mundo; soy un realista, pero sigue siendo una conjetura.

EDGE: ¿No es esto una especie de materialismo ingenuo? Wallace Stevens abordó la idea de que las palabras del mundo son la vida del mundo. Norman O. Brown señaló que la naturaleza no se crea, se dice. Pero no sé de ningún físico notable de hoy que esté seriamente preocupado por el papel que desempeña el lenguaje en la creación de la realidad.

BARBOUR: Las palabras están significando algo. Lo que me impresiona es que, a pesar de lo que usted dice, las reglas del juego de la ciencia han permanecido asombrosamente constantes pese a los cambios fantásticos en la forma en que vemos el mundo. Básicamente, la hipótesis ha sido siempre que hay cosas materiales que se mueven sujetas a las limitaciones de la geometría. Hay cambio sujeto a orden. La ciencia —o al menos la física— ha tratado de establecer cómo tienen lugar estos cambios y describirlos matemáticamente. De vez en cuando llevan a una nueva y muy diferen-

te manera de ver el mundo, pero las reglas del juego han sido siempre las mismas, que se remontan a la geometría y la astronomía antigua.

Yo personalmente creo que el mundo sigue siendo probablemente mucho más rico de lo que imaginamos, y que quizá estemos solo arañando su superficie. Si escalas una montaña ganas diferentes puntos de vista a medida que subes. Cuando llegas a la cima puedes comprender lo que podías ver más abajo, pero no podías comprenderlo correctamente cuando estabas en ese punto. Yo veo el progreso de la ciencia como algo en que de repente se abren horizontes completamente nuevos, y se encuentran nuevas maneras de pensar en ello. Yo creo que estamos descubriendo el mundo, no inventándolo. Sin embargo, John Wheeler parece sugerir a veces que nosotros creamos el universo. Piensa que al insistir en encontrar una descripción coherente del mismo, lo invocamos en una especie de conjuro. Él ilustra la idea con una variante del juego de las veinte preguntas en el que no hay ningún objeto cuando comienza el interrogatorio. En su lugar, cada respuesta que se da debe ser compatible con todas las ya dadas. Con el tiempo surge un objeto que encaja con las respuestas.

EDGE: El físico y poeta William Empson escribió lo siguiente en «Punto doctrinal» de sus *Poemas escogidos*:

Toda la física es una tautología;
si describes las cosas con los tensores correctos
toda ley se reduce al hecho de que pueden ser descritas con ellos;
esta es la Hipótesis de la descripción.

BARBOUR: Esto lleva a una cuestión estrechamente relacionada con la cosmología cuántica. ¿Cuál es el significado de la covarianza general? Empson está argumentando que es una tautología. Creo que tiene razón en eso, pero no en la afirmación de que toda ley se reduce a la hipótesis de la descripción. Los tensores relacionan objetos diferentes y los ponen en conexión sujeta a ley.

Consideremos una gran experiencia que tuve hace poco. Fui testigo del eclipse total de sol en Francia el 11 de agosto. Recuerdo vivamente haber leído cuando era niño que se produciría este eclipse en 1999,* el primero visible en Inglaterra en mucho tiempo (en realidad me fui a Francia para verlo). No hay ninguna duda acerca de un eclipse: o ves el eclipse o no lo ves. Los astrónomos predijeron que se vería como eclipse total en la ciudad medieval de Senlis, al norte de París, y ciertamente lo vimos total. Eso es bastante impresionante. Yo no creo que tenga nada que ver con inventar: la impresión de ver realmente el sol totalmente eclipsado es bastante inequívoca. Mis recuerdos de leer acerca del eclipse cuando era niño y mi recuerdo del eclipse real no son tensores sino que son cosas reales y diferentes que encajan. Por eso es por lo que creo que hay algo real en el mundo y que estamos poniendo nuestras manos en ello.

EDGE: Sus teorías parecen estar chocando con las ideas de muchos de sus colegas. ¿Quiénes podrían simpatizar con ellas?

BARBOUR: Los teóricos de cuerdas probablemente no las toman muy en serio porque yo adopto una cierta aproximación para atacar el problema y quizá ellos digan, bien, él está haciendo la cosa equivocada. Pero yo no me preocupo demasiado por eso ya que ciertas aproximaciones pueden hacerse impopulares durante un largo periodo de tiempo y luego vuelven a ser aceptadas. Es cierto que hay personas que piensan en las cuestiones fundamentales sobre la forma de describir el mundo y en preguntas muy básicas cómo ¿qué es el movimiento? y otras de este tipo; ellos deberían ser receptivos a mi enfoque. Las personas que no simpatizarán conmigo son las personas que no quieren tomar en serio la interpretación de los muchos mundos de la mecánica cuántica, y que están tratando de modificar la mecánica cuántica a fin de desterrar ese fantasma. Yo no creo que Roger Penrose tome mi enfoque en serio porque a él no le gusta ninguna forma de la interpretación de

* Año en que tuvo lugar esta conversación. (*N. del t.*)

los muchos mundos de la mecánica cuántica. Stephen Hawking podría simpatizar, porque él ha estado trabajando básicamente en esta línea desde hace muchos años. Otras personas que yo no esperaba que fueran comprensivos son Murray Gell-Mann, Jim Hartle, y varios otros que han desarrollado la denominada aproximación de las historias coherentes a la interpretación de la mecánica cuántica. Empiezan tomando una historia completa como un concepto fundamental, mientras que para mí el Ahora es el punto de partida. Ellos comienzan con una cadena de Ahoros.

EDGE: Lee Smolin sí habla de sus ideas.

BARBOUR: Lee y yo somos grandes amigos, y hemos hablado mucho y hemos desarrollado ideas juntos. Ahora no seguimos exactamente la misma línea, pero tenemos mucho en común. Los dos estamos muy interesados en la estructura, y pensamos que la manera en que las cosas están estructuradas es lo realmente importante. Esto está relacionado con esta cuestión básica de si el mundo existe en algún fondo todopoderoso, o si el mundo es en realidad tan solo una interacción entre las cosas que están en él. Compartimos ese punto de vista.

EDGE: ¿Qué piensa acerca de la discusión de sus ideas en Edge?

BARBOUR: Las personas que hicieron comentarios solían ser las personas que conocen el denominado problema del tiempo, que el tiempo parece desaparecer por completo cuando uno trata de hacer un universo cuántico en esta aproximación concreta. En general fueron bastante comprensivos con mi punto de vista.

EDGE: ¿En que está trabajando en este momento?

BARBOUR: En primer lugar, estoy trabajando en algunas ideas para excluir las escalas de la física. Esto es análogo a la cuestión de la duración: ¿cómo se puede decir que un segundo hoy es lo mismo que un segundo mañana? De la misma forma se puede preguntar, ¿cómo se puede decir que una pulgada aquí es lo mismo que una pulgada en la nebulosa de Andrómeda? También esa es una pregunta muy profunda, y creo que trabajando en esto con un colega irlandés he hecho algunos progresos.

Lo que realmente espero es acumular cada vez más pruebas a favor de mi imagen global de cómo es el universo. Nunca se puede saber si uno está en la línea correcta, pero no puedo dejar de pensar en estas cosas. Si nos fijamos en la historia de la física, vemos muy a menudo que antes de que se produzca un avance definido aparece algún tipo de idea cualitativa, que luego se hace más precisa, más matemática. Espero que esté haciendo alguna contribución a ese desarrollo, no solo con ideas cualitativas como Platonía y cápsulas del tiempo, sino también con modelos simplificados como en mi trabajo con Bertotti.

EDGE: Algunos han dicho que si sus teorías son correctas nuestra percepción del mundo va a cambiar drásticamente.

BARBOUR: Es indudable que si yo, u otros investigadores, estamos en el camino correcto, la visión general que lleguemos a tener del mundo será muy diferente. Pero es muy difícil predecir exactamente cómo cambiarían las cosas. ¿Cómo podía saber Copérnico lo que iba a salir de su propuesta? Lo que yo siento es que concentrarnos en las cosas que sabemos que están en el mundo nos hace pensar más en el mundo real, y yo diría que apreciarlo y valorarlo más, y tal vez adoptar una actitud más relajada hacia la vida y sentarnos y disfrutar más de ella. Esto me está sucediendo realmente a mí; tal vez es solo porque me estoy haciendo mayor y no quiero perderme cosas, pero sin duda soy consciente de disfrutar del momento más que cuando era joven. Y es en parte influenciado por mi idea de que realmente el universo es estático, y las únicas cosas que son reales son Ahora, en uno de los cuales estamos ahora.

Hace algunos años seguí por la radio una entrevista con Dame Janet Baker. Le preguntaron si alguna vez escuchaba sus grabaciones y, en caso afirmativo, cuáles eran sus favoritas. Ella dijo que casi nunca las escuchaba. Para ella, cada Ahora era tan emocionante y nuevo que era un gran error tratar de repetir uno. Cuando cantaba, ella no intentaba en absoluto recrear actuaciones previas y hacer los agudos de la misma manera que la noche anterior. Una y otra vez hablaba con la más profunda reverencia del Ahora y de cómo debe-

ría ser nuevo y suceder espontáneamente. «El Ahora es lo que es real», dijo. Yo pensé que era la perfecta expresión artística de mi visión intemporal de la cosmología cuántica.

EDGE: Bueno, usted está claramente por las grandes preguntas. ¿No significa nada para usted algo que sea menos que todo?

BARBOUR: Yo no soy nada si no soy ambicioso en este sentido. En qué medida lo consiga es otra cosa, pero intentarlo me mantiene feliz.

EDGE: ¿Está tan enamorado del universo que tiene que fingir sentimientos humanos?

BARBOUR: En absoluto. No, yo soy profundamente humano, pero también amo el universo. Me gustaría demostrar que el universo es tan rico como se nos revela a través de nuestros sentidos y no gris como parece en ciencia. Para mí, uno de los grandes milagros son los colores, y los diferentes sonidos y sensaciones. Este es el problema de los qualia. Me gustaría crear una física en la que estos existen y constituyen una parte fundamental de la física como lo son la masa y la carga eléctrica. Pero eso es en verdad un sueño lejano.