

El Universo Informado

UNA TEORÍA INTEGRAL DEL TODO

Ervin Laszlo



Serie: Nowtilus Saber

Colección: A debate

www.adebate.com

www.nowtilus.com

Título: *El universo informado*

Autor: ©Ervin Laszlo 2007

Traducción: Mercedes Domínguez Pérez para Grupo ROS

© 2007 Ediciones Nowtilus S.L.

Doña Juana I de Castilla 44, 3º C, 28027 - Madrid

Editor: Santos Rodríguez

Responsable editorial: Teresa Escarpenter

Diseño y realización de cubiertas: Carlos Peydró

Diseño de interiores y maquetación: Grupo ROS

Producción: Grupo ROS (www.rosmultimedia.com)

Reservados todos los derechos. El contenido de esta obra está protegido por la Ley, que establece pena de prisión y/o multas, además de las correspondientes indemnizaciones por daños y perjuicios, para quienes reprodujeran, plagiaran, distribuyeren o comunicaren públicamente, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica, o su transformación, interpretación o ejecución artística fijada en cualquier tipo de soporte o comunicada a través de cualquier medio, sin la preceptiva autorización.

ISBN13: 978-849763381-9

Fecha de edición: Marzo 2007

Depósito legal: M.

Printed in Spain

Imprime: Imprenta Fareso, S.A.

ÍNDICE

Introducción	9
Parte I. La búsqueda de una teoría integral del todo	
1 El reto de una teoría integral del todo	17
2 Sobre enigmas y fábulas: el siguiente cambio de paradigma en la ciencia	27
3 Un catálogo conciso de los enigmas de coherencia en la naturaleza y la mente	41
1. <i>Los enigmas de la coherencia en la física cuántica</i>	<i>43</i>
2. <i>Los enigmas de la coherencia en la cosmología</i>	<i>53</i>
3. <i>Los enigmas de la coherencia en biología</i>	<i>61</i>
4. <i>Los enigmas de la coherencia en la conciencia humana</i>	<i>69</i>
4 La fábula crucial: información en la naturaleza	81
Parte II. El universo in-formado	
5 Los orígenes y el destino de la vida y del universo	121
6 La conciencia: humana y cósmica	153
Parte III. Ahondar en la cuestión	
7 Repasar la evidencia	187
1. <i>In-formación en el mundo del cuanto</i>	<i>189</i>
2. <i>In-formación en el universo</i>	<i>198</i>
3. <i>In-formación en el mundo de los seres vivos</i>	<i>202</i>
4. <i>In-formación en el reino de la conciencia</i>	<i>208</i>
8 Establecer las bases de una teoría integral del todo	221
Apéndice	231
Una retrospectiva autobiográfica	239

*Para Christopher y Alexander, que continúan comprendiendo,
conectando y co-creando. Con amor.*

Akasha (ā- kã/ sha) es una palabra en sánscrito que significa «éter»: lo que penetra todo el espacio. Originalmente significaba «radiación» o «resplandor» y en la filosofía hindú Akasha era considerado el primero y el más fundamental de los cinco elementos – los otros eran Vata (aire), Agni (fuego), Ap (agua) y Prithivi (tierra).

Akasha reúne las propiedades de los cinco elementos: es la matriz de la que emerge todo lo que perciben nuestros sentidos y a lo que todo vuelve al final. “El Registro akásico” (también denominado “la Crónica akásica”) es el archivo permanente de todo lo que ocurre y de lo que ha ocurrido en todo el universo.

INTRODUCCIÓN

**UNA VISIÓN CIENTÍFICA DEL MUNDO
LLENA DE SENTIDO PARA NUESTRO
TIEMPO**

A pesar de su dimensión, la ciencia no es solamente un conjunto de observaciones, medidas y fórmulas matemáticas; se trata también de una fuente de visión del modo en que las cosas suceden en el mundo. Los grandes científicos se preocupan no sólo del *cómo* del mundo (la manera en que funcionan las cosas) sino también del *qué* son las cosas de este mundo y del *por qué* son como las conocemos.

Sin embargo, es indiscutible que entre la mayor parte de la comunidad científica los investigadores a menudo están más preocupados por desarrollar sus ecuaciones que por el sentido que se les pueda dar. Pero esto no ocurre así en el caso de los grandes teóricos. El físico y cosmólogo Stephen Hawking, por ejemplo, está profundamente interesado en explicar el significado de sus teorías, incluso aunque esto no sea en absoluto tarea fácil y no siempre lo consiga. Poco después de la publicación de su libro *Historia del tiempo*, apareció un artículo en el *New York Times* titulado “Yes Professor Hawking, but what does it mean?” (Sí, profesor Hawking, pero ¿qué significa esto?). La pregunta intentaba señalar que si la teoría de Hawking del tiempo y el universo es compleja, su sentido no es de ninguna manera transparente.

Sin embargo, sus intentos para lograrlo son notables y dignos de ser emulados.

Evidentemente, la búsqueda de significado del mundo no es algo confinado a la ciencia. Es algo absolutamente esencial para la mente humana y tan antiguo como la civilización. Desde que el hombre comenzó a observar el Sol, la Luna y el cielo estrellado sobre él, y los mares, los ríos, las montañas y los bosques a su alrededor, siempre se ha preguntado de dónde provenía todo, hacía dónde iba y qué significaba. En el mundo moderno, los grandes científicos también se lo preguntan. Algunos tienen una profunda vena mística: Newton y Einstein son excelentes ejemplos. Como afirmó el físico canadiense David Peat, aceptan el reto de encontrar sentido en y a través de la ciencia.

“Cada uno de nosotros se enfrenta a un misterio”, comienza Peat en su libro *Sincronicidad*. “Nacemos en este universo, crecemos, trabajamos, jugamos, nos enamoramos y, al final de nuestra vida, nos enfrentamos con la muerte. Y entre toda esta actividad constantemente nos enfrentamos a una serie de preguntas abrumadoras: ¿Cuál es la naturaleza del universo y cuál es nuestra situación en él? ¿Cuál es el sentido del universo? ¿Cuál es su propósito? ¿Quiénes somos y cuál es el sentido de nuestras vidas?” La ciencia, dice Peat, intenta contestar a estas preguntas, ya que siempre ha sido el campo de los científicos el descubrir cómo está formado el universo, cómo se creó la materia y cómo comenzó la vida.

Hay muchos científicos que reflexionan sobre estas preguntas y acaban por llegar a conclusiones diferentes. El físico Steven Weinberg es categórico con respecto a que el universo como proceso físico no tiene significado: las leyes de la física no ofrecen propósitos discernibles para el ser humano. “Creo que no hay ningún significado que pueda ser descubierto por el método científico”, dijo en una entrevista. “Creo

que lo que hasta ahora hemos encontrado, un universo impersonal que no está dirigido particularmente hacia el ser humano, es lo que vamos a seguir encontrando. Y cuando hayamos encontrado las leyes definitivas de la naturaleza, serán una leyes frías, impersonales”.

Esta escisión de la visión del mundo de los principales científicos tiene profundas raíces culturales. Refleja lo que el historiador de la civilización Richard Tarnas denominó “las dos caras” de la civilización occidental. Una cara es la del progreso, la otra, la del declive. La cara más familiar es la del largo y heroico camino recorrido desde el mundo primitivo de la oscura ignorancia, del sufrimiento y de la limitación, hasta el brillante mundo moderno de conocimiento siempre en aumento, de libertad y de bienestar, que ha sido posible gracias al desarrollo sostenido de la razón humana y, sobre todo, del conocimiento científico y del desarrollo técnico. La otra cara es la historia del declive de la humanidad y la separación del estado inicial de unicidad con la naturaleza y con el cosmos. Mientras que en nuestra condición primordial los humanos poseíamos un conocimiento instintivo de la unidad sagrada y de la profunda interconectividad del mundo, ha surgido una profunda separación entre la humanidad y el resto de la realidad según se ha ido imponiendo la mente racional. El nadir de este desarrollo se refleja en el desastre ecológico, la desorientación moral y el vacío espiritual actuales.

La civilización contemporánea muestra tanto su cara positiva como la negativa. Algunos, como Weinberg, expresan la cara negativa de la civilización occidental. Para ellos, el significado sólo reside en la mente humana: el mundo en sí es impersonal, sin propósito ni intención. Otros, como Peat, insisten en que, aunque el universo haya perdido el encanto debido a la ciencia, la luz de los últimos descubrimientos le ha devuelto ese encanto perdido.

Este último punto de vista está ganando terreno. La vanguardia de la nueva cosmología ha descubierto un mundo en el que el universo

no acaba en ruinas y la nueva física, la nueva biología y la nueva investigación de la consciencia reconocen que la vida y la mente son elementos integrales del mundo y no unos productos accidentales.

La ciencia y el campo akásico describe los orígenes y los elementos esenciales de la visión del mundo que surge a partir de las nuevas ciencias. Explora el por qué y el cómo está emergiendo en la física y en la cosmología, en las ciencias biológicas y en el nuevo campo de la investigación de la consciencia. El libro destaca la característica crucial de esta visión emergente del mundo: el descubrimiento revolucionario de que en las raíces de la realidad no sólo hay materia y energía, sino también un factor más sutil aunque igualmente fundamental, que podemos describir como información activa y efectiva: “*in-formación*”. La *in-formación* vincula todas las cosas en el universo, tanto los átomos como las galaxias, los organismos y las mentes. Este descubrimiento convierte el concepto del mundo fragmentado de las principales corrientes de la ciencia, en una visión del mundo integral, holística. Abre el camino a la creación de una teoría sobre la que se ha discutido mucho pero que hasta hace poco no se ha elaborado realmente: una teoría integral no sólo de una clase de cosas, sino de todas las cosas: una *teoría integral del todo*.

Una teoría integral del todo (la llamaremos I-TOE, *Integral Theory of Everything* en inglés) puede servir como base de una visión científica del mundo que tenga sentido en sí misma y que lo tenga para los tiempos que corren. Esta teoría puede superar la fragmentación e impersonal falta de sentido que caracterizaba la visión del mundo que asociábamos con la ciencia. Nos proporciona una visión que sigue estando enraizada en la ciencia, y que sigue abarcando todas las cosas que podemos experimentar, cercanas y lejanas, grandes y pequeñas, y no excluye la experimentación propia: el fenómeno de la mente y la consciencia.

PARTE I

**LA BÚSQUEDA DE UNA TEORÍA
INTEGRAL DEL TODO**

*Ven,
navega conmigo por un lago tranquilo.
Las orillas están veladas,
la superficie está en calma.
Somos naves en el lago
y somos uno con el lago.*

*Vamos dejando una fina estela,
navegando por las aguas neblinosas.
Sus sutiles olas señalan nuestro paso.*

*Tu estela y la mía se funden,
y forman un dibujo que refleja
tu movimiento y el mío.
Según otras naves, que también somos nosotros,
navegan por el lago, que también es nosotros,
sus olas se cortan con las nuestras.
La superficie del lago cobra vida
ola sobre ola, estela sobre estela.
Son la memoria de nuestros movimientos,
las trazas de nuestra existencia.*

*Las aguas susurran, de ti hacia mí, de mí hacia ti,
y desde nosotros hacia todos los que navegan en el lago:*

*Nuestra separación es sólo una ilusión;
somos partes conectadas de un todo —
somos un lago con movimiento y memoria.
Nuestra realidad es más grande que tú y yo,
y que todas las naves que surcan las aguas,
y que todas las aguas en que navegamos.*

UNO

El reto de una teoría integral del todo

Breve introducción

En este primer capítulo analizaremos el reto de crear una “TOE” (una teoría del todo). Para que una teoría sea merecedora de este nombre debe ser realmente *del todo*, de todas las clases de cosas que podemos observar, experimentar y con las que nos podemos encontrar, ya sean cosas físicas, seres vivos, cosas sociales y naturales, o “cosas” de la mente y la conciencia. Es posible desarrollar dicha teoría, como demuestran este capítulo y los siguientes.

Hay muchas maneras de comprender el mundo: a través del entendimiento personal, la intuición mística, el arte, la poesía, así como a través de los sistemas de creencias de las religiones del mundo. De las muchas formas posibles, hay una que merece particularmente nuestra atención, ya que está basada en la experiencia repetible, sigue un método riguroso y está siempre sujeta a la crítica y a la evaluación. Éste es el camino de la ciencia.

La ciencia, como nos dice una columna muy popular de un periódico, importa. Importa no sólo porque sea una fuente de las nuevas tecnologías que dan forma a nuestras vidas y a todo lo que nos rodea, sino también porque sugiere una manera fidedigna de mirar al mundo y a nosotros mismos en el mundo.

Pero mirar el mundo a través del prisma de la ciencia moderna no es un asunto sencillo. Hasta hace poco, la ciencia daba una visión fragmentada del mundo, transmitida a través de unos compartimentos disciplinarios aparentemente independientes. Incluso los científicos encontraban difícil explicarnos lo que conectaba el universo físico con la realidad del mundo viviente, el mundo viviente con el mundo de la sociedad y el mundo de la sociedad con los dominios de la mente y de la cultura. Esto está cambiando actualmente; entre los científicos punteros cada vez hay más investigadores que buscan una imagen más integrada y unitaria del mundo. Esto es especialmente cierto en el caso de los físicos, que están trabajando intensamente en la creación de «teorías de gran unificación» y en las «teorías de súper-gran unificación».

Estas TGU y súper TGU relacionan los campos y las fuerzas fundamentales de la naturaleza en un esquema teórico lógico y coherente, sugiriendo que pueden tener orígenes comunes.

Un empeño particularmente ambicioso ha aparecido en la física cuántica en los últimos años: el intento de crear una teoría del todo: una «TOE» (*Theory Of Everything*, en inglés). Este proyecto está basado en las teorías de cuerdas y supercuerdas (denominadas así porque las partículas elementales son consideradas como filamentos o cuerdas vibrantes) que utilizan matemáticas muy sofisticadas y espacios multidimensionales que producen una sola ecuación maestra que pueda describir todas las leyes del universo.

LAS TEORÍAS DEL TODO DE LOS FÍSICOS

En la ciencia contemporánea, son los físicos teóricos los que investigan y desarrollan las teorías del todo. Intentan conseguir lo que Einstein denominó en cierta ocasión «leer la mente de Dios». Si pudiéramos unir todas las leyes de la naturaleza en un conjunto consistente de ecuaciones, decía Einstein, podríamos explicar todas las características del universo sobre la base de esa ecuación. Eso sería equivalente a leer la mente de Dios.

El propio intento de Einstein tomó la forma de una teoría de unificación de campos. Aunque continuó con su búsqueda hasta su muerte en 1955, no encontró esa ecuación, sencilla y potente al mismo tiempo, que explicaría los fenómenos físicos de una forma lógicamente consistente.

Einstein intentó conseguir su objetivo considerando todos los fenómenos físicos como interacciones de campos continuos. Sabemos ahora que su fallo fue debido a que no consideró los campos y fuerzas que operan en los niveles microscópicos de la realidad: estos

campos (la fuerza nuclear débil y la fuerza nuclear fuerte) son fundamentales en la mecánica cuántica, pero no en la teoría de la relatividad.

La mayoría de los físicos teóricos han adoptado una aproximación diferente: han tomado los «cuantos», el aspecto discontinuo de la realidad física, como la base. Pero la naturaleza física de los cuantos se ha reinterpretado: ya no se trata de partículas de materia-energía discreta, sino más bien de «cuerdas» y «supercuerdas» vibrantes unidimensionales. Los físicos intentan relacionar todas las leyes de la física como vibraciones de supercuerdas en un espacio de una dimensión superior. Consideran cada partícula como una cuerda que genera su propia “música” junto a todas las demás partículas. Todas las estrellas y las galaxias vibran juntas como hace, en el análisis final, el universo completo. El reto de los físicos es enunciar la ecuación que describiera cómo se relaciona una vibración con otra, de manera que todas las vibraciones pudieran expresarse consistentemente en una sola súper-ecuación. Esta ecuación descodificaría la música acompañada, que es la armonía más grande y más fundamental del cosmos.

Por ahora, el desarrollo de una TOE basada en la teoría de las cuerdas continúa siendo sólo una esperanza y una ambición: nadie ha descubierto la súper-ecuación que pueda describir la armonía del universo físico en una fórmula tan sencilla y básica como la de Einstein: $E=mc^2$. De hecho, se plantean tantos problemas al respecto que cada vez más físicos afirman que sería necesario un concepto radicalmente nuevo para avanzar. La teoría de las cuerdas requiere un marco existente de espacio y tiempo para sus cuerdas, pero no puede demostrar cómo se generan el espacio y el tiempo. Lo más irritante es que la teoría ofrece tantas soluciones posibles (del orden de 10^{500}) que es un misterio el

por qué nuestro universo es como es (teniendo en cuenta que cada una de las soluciones produciría un universo diferente). Los físicos que pretenden salvar la teoría de las cuerdas han desarrollado diversas hipótesis. Podría ser que todos los universos posibles coexistieran, aunque sólo vivamos en uno de ellos. O también podría ser que nuestro universo tuviese numerosas caras diferentes pero sólo percibiésemos la cara conocida.

Estas teorías se enmarcan entre una serie de hipótesis planteadas por los físicos teóricos que pretenden demostrar que las teorías de las cuerdas poseen un cierto grado de realidad; son teorías del mundo real. Pero ninguna es satisfactoria y algunos críticos, entre ellos Peter Woit y Lee Smolin, están dispuestos a enterrar la teoría de las cuerdas. Otros exploran hipótesis alternativas, como la gravedad cuántica en bucles, donde el espacio-tiempo está tejido a partir de una red de nodos que conectan todos los puntos en el espacio. Estos nodos explican cómo se generan el espacio y el tiempo y también explican la “acción a distancia”, es decir, el extraño “enmarañamiento” que subyace al fenómeno conocido como *no localidad*.

Existen claras dudas del éxito de los físicos para elaborar una teoría operativa del todo. Es indudable, sin embargo, que incluso aunque los esfuerzos actuales condujeran al éxito, dicho éxito no llevaría a la creación de una TOE auténtica. En el mejor de los casos, los físicos formularían una TOE física: una teoría que no sería de *todas* las cosas, sólo de todas las cosas *físicas*. Una TOE auténtica debería incluir algo más que las fórmulas matemáticas que proporcionan una expresión unificada de los fenómenos que se estudian en esta rama de la física cuántica. El universo es algo más que cuerdas vibrantes y sucesos cuánticos relacionados. La vida, la mente, la cultura y la conciencia son parte de la realidad del mundo, y una teoría del todo genuina debería tenerlos en cuenta también.

Ken Wilber, que escribió un libro titulado *A Theory of Everything*, está de acuerdo: habla de la «visión integral» que debe tener una TOE auténtica. Sin embargo, él no ofrece dicha teoría, sino que principalmente analiza lo que debería ser, describiéndola como referencia a la evolución de la cultura y de la conciencia y a sus propias teorías. Todavía no se ha creado una teoría integral del todo real y basada en la ciencia.

Se *puede* crear una TOE genuina. Aunque esté más allá de las teorías de las cuerdas y de las supercuerdas en el marco de las cuales los físicos intentan formular su propia súper-teoría, está dentro de la ciencia en sí. De hecho, la empresa de elaborar una TOE genuina resulta más sencilla que el intento de crear una TOE física. Como ya hemos visto, el objetivo de las TOE físicas es relacionar todas las leyes de la física en una única fórmula, las leyes que regulan las interacciones entre las partículas y los átomos, las estrellas y las galaxias: muchas entidades complejas de por sí con interrelaciones complejas. Es más sencillo, y atinado, buscar las leyes y procesos básicos que *dan origen a* estas entidades y a sus interrelaciones.

La simulación por ordenador de estructuras complejas demuestra que la complejidad viene creada, y puede explicarse, a partir de unas condiciones iniciales básicas y relativamente simples. Como ha demostrado la teoría del autómeta celular de John von Neumann, es suficiente para identificar los componentes básicos de un sistema y proporcionar las reglas (los algoritmos) que gobiernan su comportamiento. Un conjunto finito y sorprendentemente simple de componentes regulados por un reducido grupo de algoritmos puede generar una gran complejidad en apariencia incomprensible simplemente con permitir que el proceso se desarrolle a tiempo. Un conjunto de reglas que rigen un grupo de componentes inicia un proceso que ordena y organiza los componentes a tiempo, de forma que cada vez se crean más y más

estructuras complejas e interrelaciones. Esto constituye una base factible para una teoría que sea una auténtica teoría del *todo*.

Una TOE genuina debe tener en cuenta cada “cosa particular” y establecer las reglas por las que éstas forman “cosas complejas”. Comienza por el tipo básico de cosas, las cosas que generan otras cosas sin ser creadas por ellas. Después determina el conjunto más sencillo posible de algoritmos que explique la aparición de cosas más complejas. En principio, así debe poder explicar el origen de todas las “cosas” del mundo, además de las relaciones que prevalecen entre ellas.

Además de las teorías de las cuerdas y las súper-cuerdas, existen teorías y conceptos en la nueva física a través de los cuales puede emprenderse esta ambiciosa tarea. A partir de los descubrimientos de las modernas teorías de partículas y campos, podemos identificar la base que genera todas las cosas sin que ella misma sea generada por otras cosas. Como veremos, esta base es el mar de energía virtual conocido como el *vacío cuántico*. También podemos hacer uso de un amplio repertorio de leyes que nos indican cómo surgen los componentes primarios de la realidad (las partículas conocidas como cuantos) en esta base cósmica. Sin embargo, también debemos añadir un nuevo elemento para alcanzar una I-TOE genuina.

Las leyes actualmente conocidas por las cuales se generan las cosas existentes en el mundo a partir del vacío cuántico, son leyes de interacción basadas en la transferencia y transformación de *energía*. Estas leyes resultan adecuadas para explicar cómo se generan las cosas reales (en forma de parejas de partículas –antipartículas) en el vacío cuántico y cómo emergen de él, pero no por qué se generó un exceso de partículas sobre las antipartículas, y cómo durante el proceso cósmico las partículas que subsistieron se estructuraron en cosas cada vez más complejas: galaxias y estrellas, átomos y moléculas, y en las superficies planetarias adecuadas también en macromoléculas, células,

organismos, sociedades, sistemas ecológicos y biosferas completas. Para explicar la presencia de un número significativo de partículas en el universo (“materia” opuesta a “antimateria”), y de todo lo que siguió, en ningún caso llano y lineal, la evolución de las cosas que existen, debemos admitir la presencia de un factor físico que no es ni materia ni energía. Tanto las ciencias humanas como las sociales reconocen la importancia de este factor, así como la ciencia física y la ciencia de la vida. Se trata de *información*, información considerada como un factor real y efectivo que establece los parámetros del universo en su creación, y que, más tarde, que gobierna la evolución de sus cuantos en sistemas integrados complejos.

La mayoría consideramos que la información son datos o lo que una persona sabe, pero la búsqueda de información es algo más profundo que esto. Los físicos y otros científicos empíricos están descubriendo que la información se extiende mucho más allá de la mente de un ser humano, e incluso de toda la humanidad en su conjunto. Se trata de un aspecto inherente tanto a la naturaleza física como a la biológica. El gran físico David Bohm lo denominó “in-formación”, queriendo dar a entender que es un proceso que realmente “da forma” al receptor. Éste es el concepto que adoptaremos aquí.

La in-formación no es un artefacto humano, no es algo que se genera escribiendo, calculando, hablando o mandando mensajes. Como ya sabían los antiguos sabios, y ahora los científicos están redescubriendo, la in-formación está presente en el mundo independientemente de los deseos y actos del hombre y es un factor decisivo en la evolución de las cosas que existen en el mundo. La base para crear una I-TOE genuina es reconocer que la “in-formación” es un factor real y efectivo, y de hecho absolutamente fundamental, en la naturaleza.

El concepto de un universo con energía e información imbuida, que está compuesto a partir de comienzos más simples y de grandes

picos de complejidad, tiene miles de años de antigüedad y es recurrente en la historia del pensamiento. Todo el mundo, no sólo los científicos, conoce los méritos de este concepto. Primero, porque es la clave para crear una I-TOE genuina, una que, sin ser la palabra definitiva, nos acerque a comprender la auténtica naturaleza de todo lo que existe y se desarrolla en el espacio y en el tiempo, ya sean átomos o galaxias, ratones u hombres. En segundo lugar, porque el “universo informado” es un universo lleno de significado, y en nuestro tiempo de cambio acelerado y desorientación creciente, estamos más necesitados que nunca de una visión científica integral de nosotros mismos y del mundo.

Dos

Sobre enigmas y fábulas: el siguiente cambio de paradigma en la ciencia

Breve introducción

Empezamos nuestro análisis revisando el “cambio de paradigma” que conduce a la ciencia hacia un nuevo paradigma. El elemento clave es la acumulación de enigmas: anomalías que el paradigma actual no puede aclarar. Esto lleva a la comunidad científica a buscar nuevas maneras de abarcar los fenómenos anómalos, y sus pruebas exploratorias (las denominaremos “fábulas científicas”) aportan muchas ideas nuevas, algunas de las cuales incluyen la semilla del paradigma que puede constituir la base de una I-TOE genuina.

Los grandes científicos desean ampliar y extender su conocimiento del segmento de la realidad que investigan. Cada vez conocen mejor el aspecto o parte concreta de dicha realidad, pero no pueden inspeccionar ninguna parte o aspecto directamente; sólo pueden conocerla a través de conceptos expresados en hipótesis y teorías. Pero los conceptos, hipótesis y teorías no son válidos eternamente, sino que son falibles. De hecho, se dice que la principal característica de una auténtica teoría científica es su “falsificabilidad”. Las teorías fallan cuando las predicciones realizadas a partir de ellas no se ajustan con las observaciones. En este caso, las observaciones son “anómalas”, y entonces la teoría en cuestión se considera falsa y, o bien se abandona, o se considera que debe ser revisada.

La falsificación de las teorías es el motor del progreso en la ciencia. Cuando todo funciona, puede seguir existiendo un progreso, pero es un progreso poco sistemático, que hace mejorar las teorías aceptadas para que se correspondan con otras observaciones y hallazgos. Se produce un cambio significativo cuando esto no es posible. Entonces,

tarde o temprano, llega un momento en el que en lugar de continuar revisando las teorías establecidas, los científicos prefieren buscar otras más sencillas e intuitivas. El camino hacia la innovación de la teoría fundamental está abierto: hacia un *cambio de paradigma*. El cambio va dirigido hacia el cúmulo de observaciones que no encajan dentro de las teorías aceptadas y que no se pueden hacer encajar por el simple hecho de ampliar esas teorías. Se prepara un escenario adecuado para conseguir un nuevo y más apropiado paradigma científico. El reto consiste en encontrar los conceptos fundamentales, y fundamentalmente nuevos, que constituyan la esencia del nuevo paradigma.

Existen rigurosas exigencias en un paradigma científico. Una teoría basada en él debe permitir a los científicos explicar todos los hallazgos cubiertos por la teoría previa y también debe explicar las observaciones anómalas. Debe integrar todos los hechos relevantes en un concepto más simple, global y poderoso. Esto es lo que hizo Einstein a comienzos del siglo XX cuando dejó de buscar soluciones para el desconcertante comportamiento de la luz en el marco de la física newtoniana y en su lugar creó un nuevo concepto de realidad física: la teoría de la relatividad. Como él mismo afirmaba, uno no puede resolver un problema con el mismo tipo de razonamiento del que surgió dicho problema. En un espacio de tiempo sorprendentemente corto, la mayor parte de la comunidad de físicos abandonó la física clásica fundada por Newton y adoptó en su lugar el revolucionario concepto de Einstein.

En la primera década del siglo XX, la ciencia sufrió un «cambio de paradigma» básico. Ahora, en la primera década del siglo XXI, se acumulan de nuevo anomalías y enigmas y la comunidad científica se enfrenta otra vez a otro cambio de paradigma, tan fundamental como la revolución que cambió la ciencia desde el mundo mecanicista de Newton al universo relativista de Einstein.

El actual cambio de paradigma se ha venido fraguando en los círculos vanguardistas de la ciencia desde hace algún tiempo. Las revoluciones científicas no experimentan procesos de adaptación instantánea, con una nueva teoría apareciendo de forma repentina. Puede ser rápido, como en el caso de la teoría de Einstein, o más prolongado, como por ejemplo, el cambio dentro de la biología de una teoría clásica darwiniana a otra post-darwiniana más sistémica. Antes de que se consoliden dichas revoluciones, las ciencias afectadas por ellas entran en un periodo de agitación. Los científicos convencionales defienden las teorías establecidas, mientras que los científicos inconformistas, adoptando posiciones arriesgadas, exploran otras alternativas. Estos últimos aparecen con ideas nuevas, radicalmente diferentes, que observan el mismo fenómeno que los científicos convencionales, pero con otra perspectiva. Durante algún tiempo, las concepciones alternativas, inicialmente en forma de hipótesis de trabajo, se consideran extrañas, cuando no fantásticas. Son como fábulas, ideadas por investigadores imaginativos. Ya no son trabajos de libre imaginación. Las fábulas de los investigadores serios se basan en razonamientos rigurosos, que aúnan los conocimientos ya sabidos sobre la porción de mundo que se investiga con una disciplina impuesta, con la que todavía queda por averiguar. Y son analizables, susceptibles de ser confirmados o quedar demostrada su falsedad comparando las predicciones que surgen de ellos con una atenta observación y experimentación.

Investigar las anomalías que surgen con la observación y la experimentación e idear las fábulas que las podrían explicar es lo que constituye la base de la investigación fundamental en la ciencia. Si las anomalías persistiesen a pesar de los grandes esfuerzos de los científicos convencionales y si alguna de las fábulas propuestas por los investigadores vanguardistas ofrece una explicación más simple y lógica, una masa crítica de científicos (fundamentalmente jóvenes) abandonan el

antiguo paradigma. Ya tenemos el inicio de un cambio de paradigma. Un concepto que hasta entonces era considerado como una fábula empieza a ser reconocido como una teoría científica válida.

Existen innumerables ejemplos tanto de fábulas que han tenido éxito como de las que han fracasado en la historia de la ciencia. Dentro de las fábulas confirmadas, teorías que son válidas hoy en día, pero que no serán ciertas eternamente, se incluyen: el concepto de Charles Darwin de que todas las especies vivas descienden de ancestros comunes y la hipótesis de Alan Guth y de Andrei Linde de que el universo se originó en una «inflación» ultra-rápida al que siguió su nacimiento explosivo con el Big Bang. Dentro de las fábulas fracasadas (aquellas que resultan no ser una explicación exacta, o en ningún caso la mejor, del fenómeno en cuestión) se incluyen: la noción de Hans Driesch de que la evolución de la vida sigue un plan preestablecido en un proceso predestinado llamado entelequia y la propia hipótesis de Einstein de que una fuerza física adicional, llamada constante cosmológica, libra al universo de derrumbarse bajo la atracción de la gravedad. (Sorprendentemente, como vamos a ver, algunas de estas teorías se cuestionan de nuevo: puede ocurrir que la «teoría de la inflación» de Guth y Linde sea reemplazada por el concepto que engloba mejor al universo cíclico y que la constante cosmológica de Einstein no sea errónea al fin y al cabo...).

UN EJEMPLO DE FÁBULAS CIENTÍFICAS ACTUALES

Ahora, como ejemplo, vamos a presentar tres hipótesis de trabajo imaginativas, o «fábulas científicas», defendidas por físicos muy respetables. Las tres han captado la atención de la comunidad científica, aunque son bastante inconcebibles como descripciones del mundo real.

10¹⁰⁰ universos

En 1955, el físico Hugh Everett avanzó una fabulosa explicación del mundo cuántico, que luego sería la base de *Timeline*, una de las mejores novelas de Michael Crichton. La «hipótesis de universos paralelos» de Everett hace referencia a un enigmático descubrimiento de la física cuántica: mientras una partícula no sea observada, medida o se interactúe con ella, se encuentra en un curioso estado que es una superposición de todos sus estados posibles. Sin embargo, cuando la partícula es observada, medida u objeto de cualquier interacción, este estado de superposición se resuelve: la partícula está solo en uno de sus posibles estados, como cualquier cosa «corriente». Como el estado de superposición se describe como una función de onda compleja asociada con el nombre de Erwin Schrödinger, cuando el estado de superposición se resuelve se dice que la función de onda de Schrödinger se ha «colapsado».

La cuestión es que no hay manera de predecir en cuál de sus muchos posibles “estados virtuales” estará la partícula. La elección de la partícula parece ser indeterminada, completamente independiente de las condiciones que hacen que la función de onda se colapse. La hipótesis de Everett es que la indeterminación del colapso de la función de onda no refleja las condiciones reales del mundo. No hay ninguna indeterminación aquí: cada estado virtual seleccionado por una partícula es determinístico en sí, ¡simplemente ocurre en un universo que le es propio!

Así es como ocurriría el colapso: cuando se mide un cuanto hay un número de posibilidades, cada una de las cuales está asociada con un observador o un dispositivo de medida. Percibimos sólo una de esas posibilidades mediante un proceso aparentemente aleatorio de selección. Pero, de acuerdo con Everett, la selección no es aleatoria,

ya que no tiene lugar en primer lugar: todos los posibles estados de la partícula se dan cada vez que es medida u observada, solamente que no en el mismo universo. Los muchos estados posibles del cuanto se dan en otros tantos universos.

Supongamos que cuando se mide un cuanto, como por ejemplo un electrón, tiene un cincuenta por ciento de probabilidad de ir hacia arriba y otro cincuenta por ciento de ir hacia abajo. Entonces no tendremos un solo universo en el que la partícula tiene una probabilidad 50/50 de ir hacia arriba o abajo, sino dos universos paralelos. En uno de esos universos el electrón iría realmente hacia arriba y en el otro, realmente, hacia abajo. También tendríamos un observador o un instrumento de medida en cada uno de esos universos. Los dos resultados existen simultáneamente en los dos universos, de igual manera que los observadores o los instrumentos de medida.

Por supuesto, cuando el estado de superposición múltiple de una partícula cambia a estado simple, no hay sólo dos, sino un número mucho más grande de estados virtuales posibles que esta partícula puede ocupar. En consecuencia, deben existir un gran número de universos, quizá del orden de 10^{100} , completos, con sus observadores e instrumentos de medida.

El universo creado por el observador

Hay otra fábula más reciente sobre este enigma: por qué vivimos en un universo tan sumamente sincronizado que permite la evolución de la vida, incluso aunque haya hasta 10^{100} universos. Se trata del universo “creado por el observador”. Nos cuenta que en potencia todos los universos son dados a la vez, y es nuestra existencia en un universo determinado la que decide la historia evolutiva que conduce a nuestro universo particular. Esta teoría fue avanzada por Stephen

Hawking de la Universidad de Cambridge y por Thomas Hertog del CERN (el Consejo Europeo para la Investigación Nuclear).

Como se analiza en el capítulo 1, el paisaje de la teoría de las cuerdas está poblado por todos los universos posibles. Según la teoría del universo creado por el observador, en lugar de existir diversos universos por separado que se bifurcan en el transcurso del tiempo y existen por sí mismos, todos los universos posibles existen simultáneamente en un estado de superposición. El método para tomar el camino que lleva a nuestro universo consiste en sumar todos los caminos que existen en potencia. Al observar nuestro universo particular se selecciona el camino que conduce a nuestro universo de entre todos los caminos restantes; los demás quedan eliminados. Por lo tanto, la historia de nuestro universo es el subconjunto de historias de universos que nosotros mismos elegimos. Nuestra existencia en este universo decide la historia que lleva hasta él de entre todas las posibilidades de universos.

En el universo creado por el observador, el flujo casual de acontecimientos se invierte: el presente determina el pasado, lo que no sería posible si el universo tuviera un estado inicial definitivo, ya que un estado único conduce a una historia única. Pero, como afirman Hawking y Hertog, el universo no tiene un estado inicial definitivo, no tiene un punto de partida: esa “frontera” simplemente no existe.

El universo holográfico

Esta fábula viene a decir que el universo entero es un holograma o, por lo menos, que puede ser tratado como tal. Toda la información que constituye el universo está almacenada en su periferia, que por supuesto es una superficie de dos dimensiones. Esta información bidimensional reaparece dentro del universo en tres dimensiones. Vemos el universo en tres dimensiones, aunque lo que hace que sea

así es un campo de información en dos dimensiones. ¿Por qué esta idea tan extravagante en apariencia ha sido objeto de tanto análisis e investigación?

El problema que el concepto del universo holográfico intenta resolver proviene de la termodinámica. De acuerdo con su sólidamente establecida segunda ley, el desorden nunca puede disminuir en un sistema cerrado. Esto significa que el desorden no puede disminuir en el universo como un todo, ya que cuando tomamos el cosmos como un todo es un sistema cerrado: no hay nada «fuera» y, por lo tanto, nada a lo que se pueda abrir. Si el desorden no puede disminuir, el orden, que puede representarse como información, no puede aumentar. De acuerdo a la teoría cuántica, la información que crea o mantiene el orden debe ser constante, no solamente no puede aumentar, sino que tampoco puede disminuir o desaparecer.

Pero ¿qué le pasa a la información cuando la materia se colapsa dentro de agujeros negros? Parecería que los agujeros negros acabarían con la información contenida en la materia. En respuesta a este enigma, Stephen Hawking y Jacob Bekenstein, por entonces en la Universidad de Princeton, enunciaron que el desorden en un agujero negro es proporcional a su área de superficie. Dentro del agujero negro hay mucho más espacio para el orden y la información que en su superficie, pero la información que realmente hay presente en el agujero negro es generada por la información dada en su superficie. (En un centímetro cúbico, por ejemplo, hay espacio para 1099 volúmenes de Planck, pero sólo hay espacio para 1066 bits de información en su superficie —un volumen de Planck es un espacio rodeado de lados que miden 10⁻³⁵ metros, algo inconcebiblemente pequeño). Cuando la materia implosiona en un agujero negro, parece que se pierde una enorme cantidad de información dentro del agujero negro. Hawking estaba listo para aseverar que esto era así, pero esto iría en

contra de la afirmación de la teoría cuántica de que en el universo la información nunca se pierde. La solución a este dilema apareció en 1993 cuando, trabajando independientemente, Leonard Susskind, de la Universidad de Stanford, y Gerard 't Hooft, de la Universidad de Utrecht, defendieron la idea de que la información dentro de un agujero negro no se perdería si estuviera almacenada holográficamente en su superficie.

Las matemáticas relacionadas con los hologramas encontraron una aplicación inesperada en 1998, cuando Juan Maldacena, por entonces en la Universidad de Harvard, intentó considerar una teoría de cuerdas bajo condiciones de gravedad cuántica. Maldacena descubrió que era más sencillo tratar con cuerdas en espacios de cinco dimensiones que en los de cuatro dimensiones. (Nosotros percibimos el espacio en tres dimensiones: dos planos para determinar la superficie y uno hacia arriba y hacia abajo. Una cuarta dimensión estaría en una dirección perpendicular a éstas, pero esta dimensión no puede percibirse. Los matemáticos pueden añadir cualquier número de dimensiones, aunque éstas no existan en el mundo de la experiencia). La solución parecía evidente: supongamos que el espacio de cinco dimensiones dentro del agujero negro es realmente un holograma de una figura de cuatro dimensiones en su superficie. Entonces ya podemos hacer cálculos en el espacio más manejable de cinco dimensiones mientras consideramos un espacio de cuatro dimensiones.

¿Funcionaría la aplicación de una reducción de dimensiones para el universo como un todo? Los teóricos de las cuerdas están luchando con muchas dimensiones extra, habiendo descubierto que el espacio tridimensional no es suficiente para su búsqueda de la ecuación maestra que relacione las vibraciones de las distintas cuerdas del universo. Ni siquiera valdría el continuo espacio-tiempo tetradimensional. Al

principio, las TOE necesitaban hasta veinte dimensiones para relacionar todas las vibraciones en una teoría consistente, pero hoy en día los científicos han descubierto que serían suficientes diez u once dimensiones, siempre que las vibraciones tuvieran lugar en un «hiperespacio» de más dimensiones. El principio holográfico ayudaría: se podría suponer que el universo completo es un holograma de muchas dimensiones, conservado en un número menor de dimensiones en su periferia.

Puede que el principio holográfico consiga que los cálculos de la teoría de cuerdas sean más sencillos, pero hace suposiciones fabulosas acerca de la naturaleza del mundo. Incluso Gerard 't Hooft, uno de los creadores de este principio, cambió de opinión sobre su contundencia. Más que un «principio», dijo, en este contexto la holografía es realmente un «problema». Quizá, especulaba, la gravedad cuántica pueda derivarse de un principio más profundo que no obedezca a la mecánica cuántica.

En periodos de revolución científica, cuando el paradigma establecido se encuentra bajo presión, se plantean muchas fábulas pero no todas dan su fruto. Los teóricos parten de la asunción de que, como dijo Galileo, “el libro de la naturaleza está escrito en el lenguaje de las matemáticas” y olvidan que no todo en el lenguaje de las matemáticas tiene un lugar en el libro de la naturaleza. Como consecuencia muchas fábulas matemáticamente sofisticadas se quedan en eso, en fábulas. Otras, sin embargo, constituyen la semilla de un significativo avance científico. En principio, nadie sabe con seguridad cuál de estas semillas germinará y dará fruto. El campo está agitado, en un estado de caos creativo.

Hoy en día este es el caso en una gran variedad de disciplinas científicas. Un número creciente de fenómenos anómalos salen a la luz en

la cosmología física, en la física cuántica, en la biología evolutiva y cuántica y en el nuevo campo de investigación de la conciencia. Estos fenómenos provocan crecientes incertidumbres e inducen a los científicos sin prejuicios a buscar más allá de los límites de las teorías establecidas. Mientras que los investigadores conservadores insisten en que las únicas ideas que pueden ser consideradas científicas son aquellas publicadas en revistas científicas acreditadas y reproducidas en libros de texto, los investigadores vanguardistas buscan conceptos fundamentalmente novedosos, incluyendo algunos que eran considerados años atrás como inaceptables para su disciplina. Como consecuencia, el mundo, en un número creciente de disciplinas, se está volviendo cada vez más «fabuloso». Está formado por materia y energía oscuras y espacios multidimensionales en cosmología, de partículas que están instantáneamente conectadas con el espacio-tiempo por niveles más profundos de realidad en la física cuántica, de materia viva que demuestra la coherencia de los cuantos en biología, y de conexiones transpersonales independientes espacio-tiempo en la investigación de la conciencia, por mencionar sólo algunas de las «fábulas» ya validadas, ahora consideradas teorías científicas de buena fe.