

PAUL DAVIES

**SUPER-
FUERZA**

BIBLIOTECA CIENTIFICA SALVAT

PAUL DAVIES

SUPERFUERZA

SALVAT

Versión española de la obra original norteamericana:
Superforce de Paul Davies,
publicada por Simon and Schuster de Nueva York.

Traducción: Domingo Santos

Escaneado: thedoctorwho1967.blogspot.com.ar
Edición digital: Sargont (2018)

© 1984 Paul Davies

© 1985 Salvat Editores, S.A., Barcelona

ISBN 0-671-47685-8 Edición original

ISBN 84-345-8246-5 (Obra completa)

ISBN 84-345-8376-3

Depósito legal N A -1061 85

Publicado por Salvat Editores, S.A., Mallorca 41-49, Barcelona

Impreso por Gráficas Estella. Estella (Navana)

Printed in Spain

Índice de capítulos

- [1. El Universo en desarrollo](#)
- [2. La nueva física y el desplome del sentido común](#)
- [3. La realidad y el cuanto](#)
- [4. Simetría y belleza](#)
- [5. Las cuatro fuerzas](#)
- [6. El mundo de las partículas subatómicas](#)
- [7. La doma del infinito](#)
- [8. La gran trinidad](#)
- [9. ¿Un atisbo de la superfuerza?](#)
- [10. ¿Vivimos en once dimensiones?](#)
- [11. Fósiles cósmicos](#)
- [12. ¿Cuál fue la causa del *big bang*?](#)
- [13. La unidad del Universo](#)
- [14. ¿Un plan cósmico?](#)

1. El Universo en desarrollo

LA CREACION Y LA BUSQUEDA DE LA SUPERFUERZA

A todos nos gustan las historias de aventuras. Una de las más fascinantes aventuras de todos los tiempos está ocurriendo ahora, en el insustancial mundo de la física fundamental. Los personajes de la historia son científicos, y lo que buscan es un tesoro de inimaginable valor... nada menos que la clave del Universo.

El descubrimiento científico más importante de nuestra era es que el Universo físico no ha existido siempre. La ciencia no se ha enfrentado nunca a ningún desafío mayor que el de explicar cómo surgió el Universo y por qué está estructurado como lo está. Creo que en los últimos años este desafío ha sido aceptado. Por primera vez en la historia poseemos una teoría científica racional de todo lo que existe. Este descubrimiento revolucionario representa un avance de magnitud sin paralelo en nuestra comprensión del mundo y ha de tener profundas repercusiones en la concepción humana del Cosmos y el lugar que el hombre ocupa en él.

Estos espectaculares desarrollos surgen directamente de varios avances importantes efectuados en física fundamental durante la última década, especialmente en el área conocida como física de las partículas de alta energía. En el frente experimental, importantes descubrimientos nos revelan por primera vez profundas relaciones entre las partículas subnucleares y las fuerzas que yacen ocultas dentro de la materia. Pero los avances en la comprensión teórica son, por así decir, aún más espectaculares. Dos nuevos esquemas conceptuales se están abriendo paso, uno de ellos bajo el nombre de "teorías del centro unificado", o TCU, y el otro bajo el de "supersimetría". Las dos líneas de investigación apuntan hacia una idea apremiante, la de que toda la naturaleza está en último término controlada por la acción de una única *superfuerza*. La superfuerza debería tener el poder de originar el Universo y de proporcionarle luz, energía, materia, y estructura. Pero la superfuerza debería ser más que un simple agente creador. Debería constituir una amalgama de materia, espacio-tiempo y fuerza, encuadrada en un marco integrado y armonioso que confiriera al Universo una unidad insospechada hasta la fecha.

Toda ciencia es esencialmente una búsqueda de unidad. El científico, relacionando distintos fenómenos en una teoría o descripción común, unifica parte de nuestro confuso y complejo mundo. Lo que hace tan excitantes los recientes descubrimientos es que, en teoría, *todos* los fenómenos naturales pueden ser ahora abarcados por un solo esquema descriptivo.

La búsqueda de una superfuerza puede ser rastreada hasta los primeros trabajos de Einstein y otros, que intentaron construir una *teoría del campo unificado*. Un siglo antes, Faraday y Maxwell habían mostrado que la electricidad y el magnetismo son fuerzas tan íntimamente relacionadas entre sí que pueden ser descritas por un campo electromagnético unificado. El éxito de esta descripción puede medirse por el tremendo impacto que la radio y la electrónica —que derivan del concepto de campo electromagnético— han tenido en nuestra sociedad. Siempre ha habido una gran motivación para extender el proceso unificador y fundir el campo electromagnético con otros campos de fuerza, como la gravedad. ¡Quién sabe qué extraordinarios resultados puede traer esta unificación!

El siguiente paso, sin embargo, resultó no ser tan fácil. La búsqueda de Einstein de una teoría unificada de los campos electromagnético y gravitatorio fue en vano, y sólo hacia finales de los años 60 se avanzó un tanto en el camino de la unificación al demostrarse que el electromagnetismo puede ser combinado matemáticamente con una de las fuerzas nucleares (conocida por los físicos como fuerza débil). La nueva teoría dio lugar a predicciones comprobables, entre las cuales la más espectacular fue la existencia de un nuevo tipo de luz, compuesta no por fotones ordinarios, sino por unas misteriosas partículas Z. En 1983, en una serie de experimentos de colisión a altas energías en un acelerador de partículas subatómicas cerca de Ginebra, las partículas Z fueron finalmente producidas y la teoría unificada fue confirmada triunfalmente.

Por aquel entonces, los teóricos habían ya forjado y formulado una teoría mucho más ambiciosa que unificaba el otro tipo de fuerza nuclear (la fuerte) con la fuerza electromagnética y la fuerza débil. Trabajos paralelos sobre la gravedad han empezado a mostrar cómo fundir esta fuerza con las demás en una teoría unificada. Los físicos creen que en la naturaleza actúan solamente estas cuatro fuerzas fundamentales, y así se abre el camino para una teoría completamente integrada en la cual todas las fuerzas se engloban en un solo esquema descriptivo. La teoría del campo

unificado, buscada durante tantas décadas, parece hallarse finalmente al alcance de la mano.

En sus intentos de amalgamar las cuatro fuerzas de la naturaleza en una superfuerza común, los físicos han obtenido algunas primas excelentes. La moderna teoría de las fuerzas se ha desarrollado a partir de la física cuántica, en la cual los campos de fuerza actúan transportando partículas "mensajeras". Puesto que toda la materia está compuesta también de partículas, la física cuántica proporciona una descripción común de fuerza y materia. Por supuesto, es imposible desenmarañar la naturaleza de las fuerzas a partir de la estructura microscópica de la materia: las partículas actúan sobre otras partículas (y sobre sí mismas) a través del intercambio de más partículas. De ello se sigue que la teoría unificada de las fuerzas es también una teoría unificada de la materia. El asombroso conjunto de especies de partículas catalogadas por los experimentadores a lo largo de los últimos cincuenta años no es ya una mezcolanza carente de significado; pueden ser ordenadas en un esquema sistemático.

El concepto de simetría es fundamental para el programa de unificación. En su aspecto más básico, la simetría se halla presente donde existan lazos conectores entre distintas partes de un objeto o sistema. Si las partículas subatómicas con propiedades estrechamente relacionadas se agrupan en familias, el esquema que se obtiene sugiere la labor de profundas simetrías. El análisis matemático de las fuerzas que modelan la materia revela también ocultas simetrías de una naturaleza sutil y abstracta. Basándose en él, los físicos han descubierto que las fuerzas pueden ser concebidas de una forma muy curiosa: son simplemente el intento por parte de la naturaleza de mantener varias simetrías abstractas en el mundo.

De estas intuiciones sobre la relación entre campos de fuerza, partículas y simetría ha surgido quizá la más notable de todas las conjeturas: la de que vivimos en un Universo de once dimensiones. Según esa teoría, el espacio tridimensional de nuestras percepciones se ve aumentado por siete dimensiones espaciales invisibles que, junto con el tiempo, suman en total once dimensiones. Aunque las siete dimensiones nuevas son invisibles para nosotros, manifiestan su existencia como *fuerzas*. Así, por ejemplo, una fuerza electromagnética es en realidad una dimensión espacial invisible en acción. La geometría de las siete dimensiones adicionales refleja las simetrías inherentes en las fuerzas. En realidad no hay campos de fuerza en absoluto, tan sólo un espacio-

tiempo de once dimensiones enrollado de distintos modos. El mundo, al parecer, puede ser construido más o menos a partir de una nada estructurada. Fuerza y materia son manifestaciones del espacio y del tiempo. Si esto es cierto, posee implicaciones muy profundas.

De estos apasionantes avances en nuestra comprensión de las fuerzas básicas que conforman el mundo físico surge la idea de que la estructura esencial del Universo actual fue determinada en las más remotas épocas cósmicas, cuando el Universo tenía mucho menos de un segundo de edad. En la actualidad, los astrónomos aceptan que el Cosmos surgió bruscamente en el famoso *big bang*, una violenta explosión en la cual las condiciones físicas excedieron en mucho los límites más extremos de temperatura y compresión presentes en el Universo actual. Por un brevísimo instante, el espacio se llenó de exóticas formas de materia controladas por fuerzas que desde entonces han permanecido reprimidas. En este primer y breve relámpago de existencia la superfuerza reinó de forma suprema.

Al principio, el Universo era un informe fermento de energía cuántica, un estado de simetría excepcionalmente grande. Por supuesto, el estado inicial del Universo pudo ser muy bien algo muy simple. Tan sólo cuando el Universo fue expandiéndose y enfriándose rápidamente las estructuras familiares de nuestro mundo empezaron a "solidificar". Una a una, las cuatro fuerzas fundamentales se separaron de la superfuerza. Paso a paso, las partículas que iban a constituir toda la materia del mundo adquirieron sus actuales identidades. También en este primitivo estadio se generaron los inicios de las galaxias. Podría decirse que el ordenado e intrincado Cosmos que vemos hoy "cuajó" a partir de la uniformidad sin estructura del *big bang*. Toda la estructura fundamental que nos rodea es una reliquia o fósil de esa fase inicial. Cuanto más primitivo el objeto, más antigua la época en que fue forjado en el homo primigenio.

El mayor misterio cósmico ha sido siempre la causa del *big bang*. Hasta ahora, sólo se han dado respuestas metafísicas a esta pregunta. Hoy podemos atisbar una explicación adecuadamente científica basada en las actividades de la superfuerza. Según estas ideas, el Universo adquirió su existencia física de forma espontánea, literalmente a partir de la nada. Incluso el espacio y el tiempo nacieron entonces. El secreto de este acontecimiento cósmico sin causa alguna es la física cuántica, un tema que será discutido en profundidad en los siguientes capítulos.

Una vez surgido, el Universo evolucionó vertiginosamente bajo el control de la superfuerza. Algunos teóricos creen que la estructura a gran escala del Universo que observamos normalmente fue establecida en los primeros 10^{32} segundos, y que este rapidísimo desarrollo del orden cósmico incluyó la transformación de las diez dimensiones espaciales a las tres que sobreviven hoy. Quizá también durante ese lapso de tiempo el Universo se vio atrapado en un "tensor cósmico" que le permitió generar enormes cantidades de energía a partir de la nada. De ser así, de esta energía primigenia se originó toda la materia que más tarde constituiría el Cosmos y toda la energía que sigue fluyendo en el Universo actual.

Los propios científicos están divididos en dos campos. Unos creen que, en principio, la ciencia puede explicar el Universo en su totalidad; otros insisten en que hay en la existencia un elemento irreducible, sobrenatural o metafísico, que no puede ser aprehendido por la investigación racional. Los científicos optimistas, si podemos llamarlos así, no llegan a proclamar que un día obtendremos una completa comprensión operativa de todos los detalles del Cosmos, pero sí mantienen que cada proceso y cada acontecimiento se conforman estrictamente a las reglas de la ley natural. Sus oponentes lo niegan.

De todas las ciencias, la física es la que se enfrenta más agudamente a esta alternativa, en parte debido a que es una ciencia "fundamental". Porque el trabajo del físico es comprender la naturaleza del espacio y del tiempo, la estructura básica de la materia y la forma de actuar de las fuerzas que gobiernan los objetos que colectivamente llamamos el Universo. La meta final de los físicos es explicar de qué está hecho el mundo, cómo ha sido ensamblado, y cómo funciona. Si alguna parte del mundo, pasado, presente o futuro, no puede acomodarse a este programa, es el físico quien más probablemente se sentirá alarmado.

A mediados de los años 70, algunos de los logros descritos en este libro hubieran sido impensables. La mayor parte de los cosmólogos sostenían que, si bien la física podía explicar el desarrollo del Universo desde su creación, el origen mismo del Universo se hallaba más allá del alcance de la ciencia. En particular, parecía necesario suponer que el Universo había sido dispuesto inicialmente en un estado muy especial para que pudiera evolucionar hasta adquirir su actual aspecto. Así, había que dar por supuesto que todas las estructuras físicas importantes, toda la materia y energía y su distribución a gran escala eran un don de Dios, que

habían sido fijadas “a mano” bajo unas condiciones iniciales inexplicadas. Gracias a los recientes avances, todos esos rasgos son ahora una consecuencia natural de las leyes de la física. Las condiciones iniciales —si hay lugar para ellas en un contexto cuántico— ya no ejercen ninguna influencia sobre la estructura del Universo ulterior. El Universo, pues, es un producto de la *ley*, no del *azar*.

El hecho de que la naturaleza actual del Universo esté determinada por el *big bang* original —se halla escrito en las leyes de la física— parece sugerir que esas leyes no son en sí mismas accidentales o caprichosas, sino que contienen un elemento intencional. Pese al declive de la religión tradicional, los hombres y mujeres siguen buscando un significado detrás de la existencia. La nueva física y la nueva cosmología revelan que nuestro ordenado Universo es mucho más que un gigantesco accidente. El estudio de la reciente revolución en esos temas puede ser una fuente de gran inspiración en la búsqueda del significado de la vida.

Como siempre ocurre en la ciencia, las teorías y modelos son tentativos y están sujetos a refutación a medida que se realizan nuevos descubrimientos. Muchos de los temas discutidos en este libro se hallan en la misma vanguardia de la investigación, y no dudo que futuros desarrollos darán como resultado una reconsideración de su importancia. Hay que ser, pues, precavido ante algunos de los resultados que voy a presentar. Sin embargo, no creo que futuros avances pongan en entredicho el tema esencial del libro, a saber: que por primera vez en la historia tenemos al alcance de la mano una teoría científica de todo el Universo en la que cada objeto, cada sistema físico, se rige por el mismo pequeño conjunto de principios básicos. La teoría del Universo que expondré aquí puede resultar falsa, pero al menos nos ofrecerá un atisbo de cómo es una teoría completa de todo lo que existe. Una teoría así es, por lo tanto, posible. Al fin podemos concebir un Universo libre de toda injerencia sobrenatural, un Universo que es producto solamente de leyes naturales accesibles a la ciencia, pero que sin embargo posee una unidad y una armonía que manifiestan insistentemente un profundo sentido de finalidad.

¿DÓNDE ESTAMOS?

Uno de mis primeros recuerdos infantiles es el de preguntar a mi padre dónde termina el Universo. «¿Cómo puede terminar?», respondió. «Si el espacio tuviera un límite, habría algo más al otro lado.» Fue mi primer encuentro con el concepto de infinito, y aún recuerdo la mezcla de desconcierto, maravilla y fascinación que me produjo. Sin embargo, la pregunta no admite una respuesta tan sencilla como la que mi padre me dio a entender.

Para hablar de los límites del Universo, debemos saber primero cuál es nuestra situación dentro de él. El planeta Tierra, junto con los otros ocho planetas que giran en torno al Sol, forman el Sistema Solar. El Sol es una estrella típica, y las demás estrellas que vemos en el cielo nocturno son soles relativamente cercanos (quizá un poco más grandes y brillantes que nuestro Sol), probablemente también con sus propios sistemas planetarios. Las estrellas no se hallan distribuidas en el espacio al azar, sino que se organizan en una colosal estructura circular llamada la galaxia. La amplia franja de luz conocida con el nombre de Vía Láctea se revela a través del telescopio como una enorme colección de estrellas, gas y polvo, y representa la porción más brillante de nuestra galaxia. La Vía Láctea se nos aparece como una franja de luz debido a que la galaxia tiene forma de disco: vemos la mayor parte de las estrellas cuando miramos a lo largo del plano galáctico. El Sol se halla situado en este plano aproximadamente a unos dos tercios de distancia del centro. La galaxia no tiene un borde brusco; su estructura se encuentra inmersa en un halo distendido de estrellas muy espaciadas entre sí.

Si miramos más allá de los confines de la galaxia, veremos otras galaxias de forma muy similar a la nuestra, agrupadas en distintos racimos. Una de estas galaxias es Andrómeda, visible a simple vista como una neblinosa mancha de luz. Este grupo local forma a su vez parte de un conglomerado mayor de racimos galácticos, y así sucesivamente. Los telescopios modernos revelan un Universo lleno de racimos de galaxias, miles y miles de millones de ellos, repartidos más o menos por todo el espacio. Las galaxias son los ladrillos del edificio cósmico.

Las distancias astronómicas son asombrosas por su magnitud. Si las expresamos en kilómetros, no tardaremos en perdernos en un laberinto de ceros. Una unidad más conveniente es el año luz, que es la distancia recorrida por la luz (el ente más rápido) en un año. Un año luz corresponde aproximadamente 9,5 billones de kilómetros, pero su magnitud puede apreciarse mucho más fácilmente recordando que la luz necesita tan sólo 8,5 minutos para

alcanzar la Tierra desde el Sol, que se halla a 150 millones de kilómetros de distancia. La Luna está aproximadamente a un segundo luz de la Tierra. Con estas unidades, el Sistema Solar tiene unas pocas horas luz de diámetro, y la estrella más próxima se halla a un poco más de 4 años luz de distancia. El radio de la galaxia es, en cifras redondas, de 100.000 años luz, y este enorme espacio alberga al menos 100.000 millones de estrellas. Las distancias a las otras galaxias se miden en millones de años luz. La cercana Andrómeda se halla a unos 2,5 millones de años luz, y los mayores telescopios del mundo pueden detectar galaxias que se hallan a 10.000 millones de años luz.

Esta imagen del Universo es relativamente reciente. Las antiguas culturas daban por sentado que la Tierra ocupaba el centro del Cosmos. Si bien la astronomía estuvo muy desarrollada en gran número de sociedades primitivas, la comprensión adecuada de la naturaleza de las estrellas y la macroestructura del universo tuvo que aguardar a la moderna era científica.

En la Europa precientífica, las ideas cosmológicas tendían a reflejar las ideas de los antiguos filósofos griegos. Pitágoras, en el siglo VI antes de Cristo, había concebido una Tierra esférica en el centro de un Universo esférico. Los cuerpos cósmicos eran divinos, y sus movimientos circulares eran regulados con suma perfección. Los griegos desarrollaron este tema básico a lo largo de los siglos, culminando con el complejo modelo de Claudio Tolomeo en el siglo II después de Cristo. El Universo de Tolomeo incluía un conjunto de esferas interconectadas, diseñadas para reconstruir los complicados movimientos de la Luna y los planetas.

En casi todos estos modelos primitivos, el Universo era finito en tamaño, pero había mucha expectación acerca de la naturaleza del límite cósmico. El poeta romano Lucrecio llamó la atención sobre el tema al preguntar qué ocurriría si alguien se abriera camino hasta el "límite exterior" y arrojara una lanza. ¿Sería bloqueada su trayectoria? En algunos modelos la respuesta era afirmativa, puesto que se consideraba que el Cosmos estaba rodeado por una especie de muro o superficie impenetrable, una extraña idea que sobrevivió hasta los tiempos de Kepler en el siglo XVII.

En contraste con la idea de un límite definido, Aristóteles abogaba por un desvanecimiento gradual de los dominios físicos en el mundo de los espíritus y sustancias etéreas. Todavía hay personas que se aferran a esta idea e imaginan un "cielo" más allá del espacio. Además, buena parte de nuestras supersticiones y sim-

bolismos religiosos se basan en nociones similares. De hecho, la palabra “celestes” hace referencia tanto al ámbito astronómico como al espiritual. Una tradición cosmológica alternativa era la del “vacío”. En este modelo, el universo material era finito, pero sus límites exteriores no señalaban el fin de lo existente. Más allá se extendía el espacio vacío, prolongándose hasta el infinito. Pero fuera cual fuere la naturaleza del borde cósmico, la Tierra ocupaba siempre el centro del Universo.

Esas ideas se derrumbaron en la Edad Media, cuando Nicolás Copérnico proclamó que era el Sol, y no la Tierra, el que se hallaba en el centro del Universo, centro en torno al cual giraban los planetas. El modelo del Universo de Copérnico seguía siendo finito en tamaño y poseía un borde exterior: una esfera que albergaba las estrellas fijas. Poco después Thomas Digges propuso abolir el borde exterior de Copérnico en favor de otro esquema en el cual las estrellas estaban esparcidas por un espacio sin límites. El concepto de un universo infinito había sido expuesto hacía ya mil años por Lucrecio y la llamada escuela atomista, pero los aspectos místicos y religiosos del infinito se interponían frecuentemente en el camino. Giordano Bruno, por ejemplo, fue quemado por la Iglesia por sugerir que había un número infinito de mundos.

La expansión de la astronomía científica, y en particular el desarrollo de los grandes telescopios y el invento del espectroscopio, cambiaron espectacularmente la concepción del Universo. La Vía Láctea fue considerada un “universo isla”, con una discreta identidad. A finales del siglo pasado se discutía aún si la Vía Láctea se hallaba sola en un vacío infinito o si existían otros “universos isla” además del nuestro. Para algunos astrónomos al menos, parecía concebible viajar a un lugar remoto del espacio y desde allí contemplar toda la creación, ya que la totalidad del Universo estelar se hallaba concentrado en una única región espacial, más allá de la cual se extendía un vacío sin límites.

La verdadera naturaleza del Universo no llegó a conocerse hasta los años 20 de este siglo, después de los trabajos de los astrónomos americanos Harlow Shapley y Edwin Hubble. Ellos llegaron a establecer que muchas de las llamadas nebulosas —borrosas manchas de luz que los astrónomos conocían desde hacía mucho tiempo— eran otras galaxias situadas más allá de la nuestra. Hasta el alcance máximo de nuestros telescopios hay galaxias. No se ha hallado ningún indicio de que su densidad disminuya en algún punto, ni de que desaparezcan más allá de un lími-

te. Los cosmólogos prefieren creer que no hay fronteras para el conjunto de galaxias, y que éstas existen dondequiera que hay espacio. Pese a ello, muchas personas (incluidos algunos astrónomos) siguen considerando el Universo como un cúmulo de galaxias rodeado de un vacío infinito. Los artículos de divulgación hablan a menudo del "límite del universo", dando a entender una frontera más allá de la cual solamente hay vacío. La postura oficial, sin embargo, es que no hay límite cósmico; pero tampoco centro cósmico. El Universo no es una colección de galaxias contenidas en el espacio; más bien el espacio está contenido en el Universo.

Paradójicamente, no es necesario asumir que un universo sin límites es infinito en volumen y alberga una infinidad de galaxias. Una de las curiosidades de la cosmología moderna es que el Cosmos puede ser finito y, sin embargo, ilimitado. Si esto nos parece contradictorio, pensemos en las propiedades de una circunferencia. En cierto sentido, una circunferencia "se extiende indefinidamente". No tiene límite o fin, como tampoco tiene un centro (al menos no uno que se halle en la circunferencia misma). Pese a esto, una circunferencia es finita. Podríamos decir que una circunferencia es una línea que se curva hasta unirse a sí misma. Es posible generalizar esta idea a tres dimensiones e imaginar que el Universo se curva hasta unirse a sí mismo, dando lugar así a un espacio finito pero sin límites. A muchas personas les es difícil imaginar un Universo cerrado y finito: siempre tienden a pensar que hay algo fuera de él. Sin embargo, este concepto es coherente y puede recibir una descripción matemática apropiada. De todos modos, no hay acuerdo entre los cosmólogos respecto a si el Universo es realmente así.

Si no hay límite exterior al reino de las galaxias, la pregunta "¿Dónde estamos?" pierde gran parte de su significado. El espacio en sí no posee señalizaciones, e incluso en las más remotas regiones el aspecto general del Cosmos es en buena parte el mismo que en las inmediaciones de nuestra propia galaxia. A menor escala, el concepto de "Dónde" tiene sentido, porque podemos medir nuestra localización en relación a algún objeto cercano conspicuo, como el Sol o el centro de la galaxia. Pero en el Universo como un todo no hay ningún lugar privilegiado respecto al cual determinar la localización de los objetos. Es como permanecer de pie en un tablero de ajedrez infinito: podemos decir cuán lejos estamos del vértice más próximo de un cuadrado da-

do, pero no tiene sentido hablar de nuestra posición general en el tablero.

¿CUÁNDO ESTAMOS?

Aunque no podemos dar un sentido general a la pregunta “¿Cuándo?”, los cosmólogos hablan a menudo de la edad del Universo. La situación respecto al tiempo es muy parecida a la del espacio, y hay una larga historia de polémicas y confusión en torno al tema. Platón creía que el mundo creado por Dios era perfecto y, en consecuencia, inmutable en sus rasgos generales. Sostenía que, aunque las cosas cambian día a día, continúan siendo más o menos las mismas a lo largo de los eones. Si la creencia de Platón fuera correcta, el mundo no podría haber sido creado en el tiempo, sino que existiría desde toda la eternidad. La pregunta “¿Cuándo estamos?” carecería de sentido, puesto que el tiempo no tendría principio.

Una tradición alternativa es la de un Universo creado, que posee una edad finita y experimenta un cambio constante e irreversible. Obviamente, si la creación original fuera perfecta no seguiría siéndolo, aunque bien podría haber empezado con algunos fallos y evolucionar hacia (o tender a) la perfección.

Los relatos míticos del génesis forman legión, y normalmente son muy imaginativos. La versión científica de la creación no ha sido desarrollada en detalle hasta los tiempos modernos. Sus orígenes se remontan a los trabajos de Hubble sobre los objetos extragalácticos en la tercera década de nuestro siglo. Con sus cuidadosas investigaciones sobre los espectros de las galaxias distantes, Hubble hizo un trascendental descubrimiento sobre el que se iba a basar toda la cosmología científica moderna. Al analizar la distorsión sufrida por la luz —el “corrimiento al rojo”—, descubrió que las galaxias se alejan de nosotros a una enorme velocidad. Un estudio sistemático de su movimiento y su variación con la distancia mostró que las demás galaxias se alejan también unas de otras. De hecho, todo el Universo se halla en estado de expansión por todas partes.

El tema de la expansión del Universo puede conducir también a problemas de imaginación, y a menudo exagera la confusión acerca del “Cuándo”. Es tentador pensar en la expansión como en la explosión de una masa concentrada de materia cuyos fragmentos son lanzados en todas direcciones en un ilimitado vacío