

El fin del principio



Adam Frank

# El fin del principio

Una nueva historia del tiempo

Traducción de Joandomènec Ros

*Ariel*

Título original: *About Time. Cosmology and Culture at the Twilight of the Big Bang*

Publicado originalmente por Free Press, sello del grupo Simon & Schuster, Inc.

1.ª edición: abril de 2012

© 2011: Adam Frank

© 2012 de la traducción: Joandomènec Ros

Derechos exclusivos de edición en español  
reservados para todo el mundo y propiedad de la traducción:

© 2012: Editorial Planeta, S. A.

Avda. Diagonal, 662-664 - 08034 Barcelona

[www.ariel.es](http://www.ariel.es)

[www.espacioculturalyacademico.com](http://www.espacioculturalyacademico.com)

Editorial Ariel es un sello editorial de Planeta, S. A.

ISBN: 978-84-344-0054-2

Depósito legal: 6.296 - 2012

Impreso en España por Liberduplex

El papel utilizado para la impresión de este libro es cien por cien libre de cloro y está calificado como papel ecológico.

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea éste electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (Art. 270 y siguientes del Código Penal).

Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita  
fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

Puede contactar con CEDRO a través de la web [www.conlicencia.com](http://www.conlicencia.com)  
o por teléfono en el 91 702 19 70 / 93 272 04 47

*Para Alana, por todo el tiempo*



# Índice

Prólogo: Inicios y finales.....	9
CAPÍTULO UNO	
Cielo hablador, piedra trabajadora y campo vivo .....	25
<i>Desde la Prehistoria hasta la Revolución agrícola</i>	
CAPÍTULO DOS	
La ciudad, el ciclo y el epiciclo .....	55
<i>Desde la Revolución urbana hasta un universo racional</i>	
CAPÍTULO TRES	
El reloj, el campanario y las esferas de Dios .....	87
<i>Desde el monasterio medieval al cosmos del Renacimiento</i>	
CAPÍTULO CUATRO	
Máquinas cósmicas, noche iluminada y el reloj de la fábrica....	123
<i>Desde el universo de Newton hasta la termodinámica y la Revolución industrial</i>	
CAPÍTULO CINCO	
El telégrafo, el reloj eléctrico y el universo de bloque .....	157
<i>Los imperativos de la simultaneidad desde las zonas horarias hasta el cosmos de Einstein</i>	
CAPÍTULO SEIS	
El universo en expansión, horas de radio y tiempo de lavadora.....	189
<i>Velocidad, cosmología y cultura entre las dos guerras mundiales</i>	

CAPÍTULO SIETE	
El Gran Estallido, <i>Telstar</i> y un nuevo Armagedón.....	225
<i>El triunfo del Gran Estallido nuclear en una era espacial televisada</i>	

CAPÍTULO OCHO	
Inflación, teléfonos móviles y el universo del <i>Outlook</i> .....	265
<i>Revoluciones de la información y el Gran Estallido tiene problemas</i>	

CAPÍTULO NUEVE	
Ruedas dentro de ruedas: Universos cíclicos y el reto de la gravedad cuántica .....	315
<i>Tiempo eterno como consecuencia del tiempo repetido</i>	

CAPÍTULO DIEZ	
Eternidades siempre cambiantes: La promesa y los peligros de un multiverso .....	343
<i>Inflación eterna, flechas del tiempo y el principio antrópico</i>	

CAPÍTULO ONCE	
Desistir: El final de los inicios y el final del tiempo .....	371
<i>Las alternativas radicales de la cosmología en tres actos</i>	

CAPÍTULO DOCE	
En los campos de hierba recostada .....	393
<i>Terminar el inicio en el tiempo humano y en el cósmico</i>	

Agradecimientos.....	419
----------------------	-----

Notas .....	423
-------------	-----

Bibliografía .....	455
--------------------	-----

Créditos de las ilustraciones .....	473
-------------------------------------	-----

Índice analítico.....	475
-----------------------	-----



## *Prólogo*

### Inicios y finales

ROCHESTER, NUEVA YORK. 16 DE ABRIL DE 2007, 15.20 H.

La muchacha de la tercera fila levanta la mano y sé que tengo un problema.

La sala de conferencias está repleta de estudiantes. Delante, los premédicos, que toman notas continuamente, han reprimido y aquietado sus bolígrafos. Generalmente desesperados por cualquier dato que pueda aparecer en el examen, la cosecha de este semestre de cazadores de grado ha dejado de transcribir ciegamente todo lo que digo y, por primera vez en todo el año, simplemente escuchan. Detrás de todo, la línea de chicos de la asociación juvenil masculina, idénticos y con sus gorras de béisbol a juego, presta realmente atención a la conferencia en lugar de esconderse detrás de sus periódicos o de susurrar a las bonitas chicas de la asociación juvenil femenina que se apiñan a su alrededor.

Ésta es la clase que aprecio. Después de años de enseñar, sé que éste es el tema que interesa a todos. Estoy en plena lección de cosmología de mi clase de Astronomía 101. Hoy toca hablar del Gran Estallido\* y de los orígenes cósmicos, y los chicos tienen los ojos muy abiertos. Y es que a partir de esta única hora, las ventanas del universo se abrirán para ellos. A partir de esta única hora, se alejarán de sus preocupaciones cotidianas sobre grados y carreras y conseguir ligar y, brevemente, quedarán maravillados ante las cuestiones más profundas que su especie ha aprendido a preguntar... y a contestar.

\* *Big Bang. (N. del t.)*

No espero que esos estudiantes presten una atención tan extasiada a mis otras lecciones: las que tratan de la evolución de las estrellas, de la historia de la astronomía o de la planetología comparada. Pero con el Gran Estallido sé que su atención estará fijada el tiempo suficiente para poder captar un breve atisbo de nuestro lugar común en la trama de la creación. Y, en el transcurso de esa hora, también sé que, antes o después, alguien romperá el hechizo y planteará esta maldita pregunta.

«¿Profesor?», dice la chica. Se llama Sophie. Es uno de los estudiantes ansiosos con el tema de este año: formal, inteligente, viva ante los grandes misterios con los que se topa de manera natural una clase de astronomía. «Muy bien», pienso, «aquí viene». Le digo que siga.

«Pero, profesor», empieza, «¿qué ocurrió *antes* del Gran Estallido?»

El vértigo usual nos rodea. «Sí», pienso, «ésta es una buena pregunta. ¿Qué demonios *ocurrió* antes del Gran Estallido?» Hay una larga pausa mientras la clase espera expectante. Como si yo, o cualquier otro, tuviéramos realmente la respuesta.

16.08. Los he perdido. Observando la sala, puedo ver que el misterio se ha disipado. El mundo real ha vuelto. Se supone que la clase termina a las 16.15. Todavía en el meollo de la lección, ya me he acercado demasiado a este límite de tiempo imaginario que marca el final de la clase. Mi relato de la creación cósmica ha perdido su urgencia y se ha convertido en una marcha fúnebre de datos y detalles. Tanto el inicio del tiempo como la naturaleza del tiempo se han convertido en abstracciones. El tiempo y el cosmos se encogen, coagulándose en las urgencias del *ahora*; la clase siguiente, la sesión de revisión de las tareas de casa, la tan esperada hora en el gimnasio, la cita en la cafetería con los amigos.

Todavía es demasiado temprano para que recojan sus libros y empiecen los movimientos y los murmullos que señalan el final de la clase. En lugar de ello, los estudiantes permanecen sentados y sienten que los minutos se hunden lentamente (muy lentamente) en una ciénaga de aburrimiento. Están atrapados en

un purgatorio de espera, un lugar vacío mediado sólo por sus dispositivos y su tecnología. Algunos contemplan cómo los minutos van pasando en sus ordenadores portátiles abiertos. Otros llenan la espera enviando mensajes instantáneos a amigos que se hallan al otro lado del patio o del continente. Otros ven que la abstracción del tiempo se torna concreta en sus teléfonos móviles, cada cajita conectada a una cadencia global de milisegundos que pasan a través de ondas de energía electromagnética y de información. Mientras continúo la lección sobre el tiempo y el universo, los estudiantes sienten sobre ellos su propia experiencia del peso de ambos. ¡Si supieran cuán estrechamente conectados están sus mundos personales con el recorrido de historia cósmica que les estoy contando! ¡Y si comprendieran lo mucho que todo está a punto de cambiar!

### Es sobre el tiempo\*

Este libro cuenta dos historias que están tan fuertemente entrelazadas que no pueden separarse, aunque hasta ahora no se han contado nunca juntas. Al igual que mi lección de cosmología de aquel día de abril de 2007, las narraciones gemelas que estoy a punto de desarrollar abarcan la concepción más grande del universo que los seres humanos hemos sido capaces de imaginar y explorar. Al mismo tiempo, abrazan nuestra experiencia más íntima y personal del mundo, la estructura misma de la vida humana.

Este libro trata del tiempo, tanto cósmico como humano.

El tema del tiempo puede transportarnos a los niveles de reflexión más profundos. Cuando contemplamos las profundidades del espacio estamos mirando siempre hacia atrás en el tiempo y así, en su escala mayor, nuestra ciencia del universo es también, siempre, un relato acerca de las profundidades del tiempo. Hay muchos libros (filosóficos, técnicos y populares)

\* En todo el texto abundan las expresiones con doble sentido, que no siempre ha sido posible conservar. El doble significado de *time* en inglés, tiempo y hora, complica más la situación. Esta frase, por ejemplo, significa asimismo «Ya casi es hora». (*N. del t.*)

sobre la naturaleza del tiempo tal como la experimentamos. Hay, asimismo, otros tantos libros que cuentan el relato del tiempo cósmico al narrar la gran historia de la cosmología científica. Pero hay pocos casos en los que nos detengamos para preguntar de qué manera nuestros relatos sobre el tiempo del universo se hallan íntimamente ligados a la textura del tiempo en nuestra vida cotidiana. Ahora bien, hay una razón convincente para volver a contar las narraciones entrelazadas de la historia cósmica y del tiempo humano como un todo unificado: *el Gran Estallido está prácticamente muerto y todavía no sabemos qué lo va a sustituir.*

Están aquellos que nos dirán que la cosmología (el estudio del universo entero) se ha convertido en una ciencia exacta. Nos dirán que, en los últimos cincuenta años, este campo enorme y que lo abarca todo se ha desplazado desde los ámbitos de la especulación filosófica a los dominios más puros de la ciencia, mediante confrontaciones exigentes entre modelos teóricos y datos de alta resolución. El lector ha de saber que tienen razón. Por primera vez en la larga marcha del pensamiento humano somos capaces, finalmente, de construir un relato detallado y verificable de la historia cósmica.

De manera que cuando le digo al lector que el Gran Estallido está muerto, no me refiero al relato que empieza con un universo mucho más caliente y mucho más denso que el que vemos en la actualidad. No quiero decir la historia de un universo que se expande, de materia que se enfría y que a lo largo de miles de millones de años cuaja en estrellas y galaxias. Dicha historia, la narración científica de la evolución cósmica a lo largo de los últimos 13.700 millones de años es, a todos los efectos, segura.

Es el principio, la génesis, lo que está listo para ser sustituido. El momento singular e importantísimo de la creación en el principio del Gran Estallido (el comienzo del tiempo y la existencia) está a punto de ser abandonado. En otras palabras, es el estallido del Gran Estallido lo que, en nuestro esfuerzo interminable para comprender el mundo, estamos prontos a abandonar. Este momento único de creación sin un antes ha sido liquidado por la precisión misma de la ciencia que dio a la idea una medida de realidad.

Ahora parece que la ciencia está preparada para ir más allá del Gran Estallido, y a ir antes del mismo. La cosmología está esperando en el precipicio de su próxima gran revolución. La única pregunta es: ¿adónde (o, todavía mejor, cuándo) vamos desde aquí? Estamos terminando el principio y empezando a seguir otro camino.

La cosmología y su reforma inminente constituyen la primera línea narrativa de este libro. Si hemos de comprender de qué manera nuestras mayores teorías del universo están a punto de cambiar, antes hemos de comprender cómo llegamos primero al Gran Estallido. Por el camino nos encontraremos con las ideas más potentes de la física moderna, desde la teoría de la relatividad de Einstein al ámbito potente pero paradójico de la mecánica cuántica y de la física subatómica. En esta primera historia exploraremos los cimientos cosmológicos de manera que, cuando llegue el momento, estaremos listos para imaginar la gama y el significado de las extrañas alternativas al Gran Estallido.

Y todo esto es sobre el tiempo. Las raíces de la cosmología no pueden ser reelaboradas sin una nueva concepción del tiempo, incluyendo sus orígenes y su naturaleza física. En la cosmología del Gran Estallido los físicos imaginaron que el tiempo simplemente comenzaba, como si Dios pusiera en marcha el motor de su Porsche cósmico. Las cosmologías alternativas, que se ciernen justo al otro lado del horizonte, han de sustituir esta visión con algo nuevo.

Sin embargo, el tiempo es un asunto escurridizo. Tanto en nuestras ideas abstractas acerca del tiempo como en nuestros intentos de comprender su experiencia directa, siempre estamos caminando sobre una capa fina de hielo. Nuestra teorización científica acerca del tiempo ha de encontrarse siempre, en algún punto, con nuestro movimiento cotidiano a través del mismo. Pero ¿dónde está dicho punto? Si la ciencia de la cosmología está cerca de volver a imaginar el tiempo, entonces, ¿cómo afectará eso a la manera en que experimentamos el tiempo de un momento al siguiente?

Esta pregunta constituye el meollo de la segunda narración de este libro. Si el primer relato nos conduce al precipicio de la cosmología moderna, el segundo nos cuenta lo que

podría denominarse la historia social del tiempo: una historia del tiempo vivido. Y en este segundo relato nos espera una verdad radical: cuando nuestras ideas acerca de la cosmología y el tiempo cósmico han cambiado, el tiempo humano también lo ha hecho. La Revolución industrial, con sus raíces en los descubrimientos científicos de Newton y su reforma radical de la vida humana, es quizá el ejemplo más potente y obvio de la conexión entre tiempo humano y tiempo cósmico. A lo largo de todo el siglo XVIII, nuevas leyes universales de la física de las que Newton fue un pionero remodelaron las ideas humanas acerca de los cielos. Después, a su tiempo, la mecánica de Newton se convirtió en el anteproyecto de máquinas diferentes a todo lo que la cultura humana había construido antes, lo que preparó el terreno para el triunfo del industrialismo. A medida que los obreros entraban uno tras otro en su nueva vida de reloj marcador y de producción eficiente, su mundo se hacía eco del nuevo universo mecánico de planetas que se desplazaban por sus órbitas haciendo tictac y regidos por reglas económicas de gravedad y movimiento. El tiempo humano y el tiempo cósmico se habían emparejado en su transformación mutua. Pero los dos tiempos (cosmológico y humano) siempre habían estado entrelazados, y nunca hubo una era en la que se pudieran separar de manera clara.

Los hechos brutos del tiempo y la naturaleza son simples (el día dura desde la salida hasta la puesta del sol), pero a partir de aquí la simplicidad termina. Nuestro sentido del tiempo social y personal se ha transformado y se ha reconstruido en las muchas revoluciones habidas desde que despertamos a la conciencia de nosotros mismos hace cincuenta mil años. Desde las tribus de cazadores-recolectores al desarrollo de la agricultura y a la Revolución industrial, nuestros encuentros con el tiempo se han remodelado una y otra vez. Todavía no nos hemos dado cuenta de ello, pero la resonancia entre el tiempo humano y el cósmico es el instrumento esencial en el relato de la transformación. Las culturas necesitan una cosmología para comprender su lugar en el entramado mayor de la creación. Pero las cosmologías (mitológicas o científicas) son creaciones colaborativas que surgen de los esfuerzos y recursos colectivos

de culturas enteras. Cuando el tiempo cultural y el tiempo cósmico cambian, cambian juntos. En una época dominada por los avances científicos, la suposición simple sería que las nuevas tecnologías abren el camino, creando nuevas narraciones cosmológicas que también remodelan la cultura. Como veremos, la verdad es mucho más rica. Los imperativos de cambiar la cultura o cambiar la cosmología siempre están empujándose mutuamente de un lado a otro. En algunos momentos de la historia, un bando toma la delantera a la hora de cambiar el tiempo, y en otros momentos es el otro bando el que se avanza para iniciar el cambio. Pero, una y otra vez, el tiempo (tanto cósmico como humano) ha cambiado de maneras que todavía no hemos acabado de comprender del todo.

Preguntémosle a un amigo qué hora es y puede que mire su reloj y nos responda que es la 1 y 17 minutos de la tarde. Pero ¿qué es la 1 y 17 minutos de la tarde? ¿Cuál es el significado de una medición tan exacta de minutos? No hay nada innato, objetivo o dado por Dios acerca de este tipo de tiempo. Como veremos, los relojes mecánicos no aparecieron hasta el siglo XIV, y ni siquiera tenían minutereros (un invento que tardaría aproximadamente otros trescientos años en aparecer). ¿Acaso la 1 y 17 minutos de la tarde existía siquiera hace mil años, para campesinos que vivían en la Europa de la Edad Media, en la China de la dinastía Song o en el Imperio persa central? ¿Existía algo parecido a la 1 y 17 minutos de la tarde en los largos milenios anteriores a que la inmensa mayoría de los seres humanos tuviera acceso a alguna forma de dispositivo que midiera el tiempo?

Pero la 1 y 17 minutos de la tarde existe para nosotros. En tanto que ciudadanos de una cultura tecnológicamente avanzada y repleta de omnipresentes tecnologías medidoras del tiempo, hemos sentido la 1 y 17 minutos de la tarde de más maneras de las que probablemente queremos pensar.

¿Con cuánta frecuencia hemos llegado a tiempo para coger un tren, un autobús o para una cita que estaban programados en un bloque exacto de nuestro calendario electrónico? Y después, de alguna manera, hubo un retraso. El autobús se retrasaba, el tren no había llegado todavía y la cita se canceló. De pronto, nos vemos forzados al purgatorio de la espera. Con

la mediación de nuestro reloj o de nuestro teléfono móvil (con su cronómetro obediente que cambia automáticamente de zona horaria), sentimos que estos minutos se arrastran lentamente, al igual que mis estudiantes notaban el peso de sus minutos hasta el final de la lección: la 1 y 11 minutos, la 1 y 15, la 1 y 17. Se prolongan tediosamente y producen frustración, aburrimiento y enfado. Para nosotros, estos minutos son reales.

Si se mide frente al largo arco de la evolución humana, esta experiencia del tiempo es algo nuevo y muy radical. Sentimos el tiempo de una manera que nadie lo sentía hace mil años. En 2000 AEC o 850 EC\* no había un acuerdo cultural con respecto a la 1 y 17 minutos. Para la inmensa mayoría de la existencia humana, sólo existía «después del almuerzo» o «por la tarde».

Hemos creado un nuevo tiempo en nuestra sociedad hiperdigital, telepresente, de mensajes instantáneos. Conectados simultáneamente a todos los puntos de un globo cartografiado en el GPS, nos esforzamos por abrir la última tanda de mensajes electrónicos enviados antes de la reunión de las 2.30 de la tarde, sólo para ver, impotentes, cómo aparece una nueva tanda. Es un nuevo tiempo el que hemos inventado, y parece que nos ha dejado sin tiempo ninguno.

Si el tiempo con el que vivimos es algo nuevo en la evolución humana, ¿es real? Si otras culturas se movieron a través de cada momento de sus días de maneras completamente diferentes, entonces, ¿cuán concreto es la 1 y 17 minutos de la tarde, con toda la importancia, la urgencia y el significado que le adjudicamos? Como veremos, el tiempo que imaginamos para el cosmos y el tiempo que imaginamos en la experiencia humana resultan estar tan fuertemente entrelazados que hemos perdido la capacidad de ver cada uno de ellos por lo que es.

Nuestras cosmologías están embebidas de tiempo y han modelado los mundos de la cultura y la experiencia. Nuestras

\* Antes de la Era Común y Era Común, respectivamente. En la actualidad se prefieren estas notaciones a a.C. y d.C. (antes y después de Jesucristo, respectivamente), por ser neutras desde el punto de vista religioso (aunque también se ha interpretado EC como Era Cristiana). (N. del t.)



culturas están embebidas de tiempo y han modelado nuestras mayores figuraciones de la cosmología, desde el mito hasta la misma ciencia y las tecnologías exigentes que encontramos hoy en día. Este trenzado de la ciencia y la cultura es un relato que no estamos acostumbrados a contar. Es fácil pensar en la ciencia como una especie de gigante enorme que recoge hechos en bruto y nos los cede en forma de tecnologías revolucionarias (teléfonos móviles, armas atómicas, antibióticos). Pero la separación precisa entre la ciencia y otras empresas humanas como el arte, la política y los anhelos espirituales es demasiado abstracta para ser cierta o útil. Queremos tener un vislumbre de las maneras en que nuestra ciencia modela la experiencia y la cultura que crea, y es modelada por ellas. La tarea requiere que planteemos las cuestiones más profundas de todas acerca de la naturaleza del tiempo, del cosmos y de sus inicios.

### **De aquí a la inicialidad: La historia de la cosmología científica**

La historia de la cosmología moderna empieza ahora y se desplaza hacia atrás. Ésta es la manera en que los astrónomos y físicos hemos aprendido a poner juntas las piezas de la historia del Gran Estallido. Empezamos con lo que vemos a nuestro alrededor (galaxias que se mueven alejándose unas de otras, transportadas junto con el flujo de espacio y tiempo): un universo en expansión. Después imaginamos que hacemos avanzar en sentido contrario la película de dicha expansión. Las galaxias se acercan unas a otras en lugar de apartarse rápidamente. El espacio se torna denso, las galaxias se disuelven y los átomos golpean con estrépito unos contra otros, acercándose a una densidad infinita. El calor liberado eleva la temperatura de todo el universo a alturas imposibles, hasta que retrocedemos hasta aquel momento singular, el principio inimaginable en el que nació el tiempo mismo.

Las primeras cosmologías eran los mitos de nuestros antepasados distantes. En sus relatos de dioses celestiales y diosas madre encontramos el mismo impulso explicativo que mueve nuestros esfuerzos científicos. Lo que es nuevo en nuestras ver-

siones científicas y tecnológicas de la narración cosmológica es la capacidad absolutamente importante de comprobar nuestros relatos con los datos. Podemos preguntarle al universo si estamos en lo cierto y ver si conviene en ello. Pero la cosmología del Gran Estallido no es realmente un relato: son muchos. Es una red entrelazada de narraciones científicas acerca de la naturaleza de la realidad. Forjada en laboratorios terrestres, observatorios astronómicos y la imaginación de físicos teóricos durante los últimos quinientos años, es una culminación, uno de nuestros grandes logros como cultura. Si hemos de comprender el Gran Estallido (sus triunfos, sus fracasos y el horizonte de posibilidades que puede sustituirlo) tendremos que abarcar un amplio paisaje de la física y la astronomía. Hemos de obtener una visión completa de dónde estamos ahora para poder estar preparados para imaginar qué es lo que viene después.

Para comprender el Gran Estallido y sus alternativas que ya se vislumbran hemos de cubrir un terreno que tiene una topografía salvaje de notable belleza y extensión, modelada por las leyes más profundas de la naturaleza. A medida que atravesemos dicho paisaje, en los capítulos que siguen exploraremos los cimientos de la física moderna: la teoría de la relatividad de Einstein, la física cuántica y de partículas, la termodinámica y la astrofísica. Nos entretendremos el tiempo suficiente con estas ideas fundamentales para conseguir una apreciación de cómo el universo ha tomado la forma que vemos mediante nuestros ojos y nuestros telescopios.

Atravesar este territorio nos llevará al precipicio ante el que ahora nos encontramos. A pesar de todo su poder, nuestras dos mayores teorías de la física (la mecánica cuántica y la teoría de la gravedad de Einstein, llamada de la relatividad general) se enfrentan a un único e importante punto débil: no pueden hablarse mutuamente. Los ámbitos de lo muy pequeño (la física cuántica) y los ámbitos de lo muy grande (la gravedad) no pueden reconciliarse. Después de cincuenta años de intentarlo, todavía nos falta el Santo Grial de la física, una teoría de la gravedad cuántica: una teoría del espacio y del tiempo a escalas tan pequeñas que a un átomo puedan enlazarse universos enteros. Para comprender el estallido del Gran Estallido necesitamos la

gravedad cuántica. En consecuencia, nuestra cosmología permanece incompleta.

La búsqueda de la gravedad cuántica y las ideas que implica formará una parte de nuestro relato. Los problemas y las paradojas que han infestado el Gran Estallido formarán la otra. Para rescatar la cosmología del Gran Estallido de sus propios y mejores datos, astrónomos y físicos se vieron obligados a imaginar acontecimientos que ocurrieron en el universo inicial (los pocos instantes después de la creación) que han sacudido el concepto mismo de un «momento de creación». Junto al ataque contra la gravedad cuántica, el rescate del Gran Estallido ha conducido a un Salvaje Oeste de nuevas ideas que abrirán de par en par las fronteras del espacio, del tiempo y de la creación. La última parte de nuestro relato será la exploración de esas fronteras.

¿Pudo haber existido no sólo un estallido, sino varios seguidos? ¿Puede nuestro universo ser sólo uno de una larga línea de ciclos? ¿Pudo haber muchos estallidos que se produjeron al mismo tiempo, creando un número infinito de universos que existen simultáneamente, un multiverso de infinitas posibilidades? Quizá, todavía de forma más radical, toda nuestra concepción del tiempo está equivocada. Quizá el tiempo es una ilusión. Quizá no existe el paso de un momento al siguiente. Una vez hayamos conseguido una panorámica de dónde nos hallamos ahora, en medio de nuestra estimada pero malhadada teoría del Gran Estallido, podremos explorar ésta y otras posibilidades cuando consideremos el futuro de la cosmología y nuestro concepto del propio tiempo.

## **Desde el principio hasta estar aquí y ahora: El relato del tiempo humano**

Para nosotros, construir cosmologías es un asunto muy, muy antiguo. Mitos y religiones han concebido Grandes Estallidos antes. Pero cuando los científicos descubrieron que sus propias sendas de investigación les llevaban hacia  $t = 0$ , con sus ecos de un momento bíblico de creación, esto no dejó de cons-

tituir una sorpresa. Lo que muchos de ellos no sabían es que incluso modelos cosmológicos alternativos tenían antecedentes en la mitología y la religión.

La conexión, construcción e invención humanas del tiempo empezó con nuestro despertar mental. El arqueólogo Steven Mithen llama a esto, adecuadamente, el «Gran Estallido de la conciencia», y sigue siendo tan misterioso y enigmático como el origen del cosmos. Hace dos mil generaciones, en lo más profundo del frío de la última Edad del Hielo, los humanos despertamos a nuestra situación difícil en el tiempo. Con el fin de salir adelante, inventamos nuevas formas de organización social y nuevas maneras de pensar que pusieron a la especie en una trayectoria evolutiva sin precedentes. Inventamos la cultura y, al hacerlo, nos inventamos a nosotros mismos.

Todo empezó hace unos sesenta mil a cuarenta mil años, con el enterramiento de los muertos. La muerte ha sido siempre un portal al gran misterio del tiempo. Al terminar el tiempo (al menos tal como lo conocemos) para el yo, la muerte actúa como una invitación a considerar la realidad del tiempo y su significado. Esto lo sentimos incluso en los estadios tempranos de nuestro desarrollo cultural. Disponiendo a los que se habían ido en posturas acurrucadas de reposo, colocamos a nuestros seres queridos en tumbas con bienes preciosos, tales como cuentas y cuchillos, lo que significaba una conciencia de la muerte como tiempo. Posteriormente, en paredes de cuevas y acantilados rocosos, empezamos a dejar un registro permanente de nuestra respuesta interior ante el mundo en forma de arte que, hasta nuestros días, sigue siendo perturbador. En estas cuevas cubiertas de pinturas de bisontes y mamuts, los arqueólogos han encontrado también flautas hechas de hueso, y grabados sobre fragmentos de hueso que parecen reseguir las fases de la Luna. Como especie, nos despertamos no sólo a la expresión simbólica a través del arte, sino también a la experiencia explícita del tiempo a través de los ritmos internos expresados en la música y de los ritmos externos que advertíamos en el cielo.

El tiempo personal y el tiempo cósmico han estado relacionados desde los orígenes más tempranos de la cultura. Cuando el desarrollo de la agricultura siguió a los glaciares en retirada,

hace unos doce mil años, con ella surgió un nuevo sentido del tiempo. La agricultura llevó a los excedentes y a la riqueza, las aldeas se transformaron en pueblos, los pueblos en ciudades, y las ciudades crecieron hasta convertirse en imperios. En cada estadio surgirían nuevos encuentros con el tiempo que nacían directamente de las necesidades materiales de la cultura. Fue mediante un compromiso directo y personificado con el mundo material (lo que hacíamos, cómo lo hacíamos y cómo esto cambió la manera en que nos organizábamos) como cambió el tiempo mismo. Cada cultura modeló su vida cotidiana mediante las tecnologías que construía y mediante sus «hechos institucionales»: la realidad social inventada que las tecnologías permitían y sostenían.

Pero las culturas (con sus instituciones inventadas) necesitan justificación y apoyo. Necesitan situarse frente a un fondo cósmico para conferir sentido a las vidas individuales y colectivas. El tema central de este libro será explorar el enigmático enmarañamiento que ligaba el tiempo humano a las narraciones cosmológicas del cielo y las estrellas, los orígenes y las conclusiones finales.

Es fundamental reconocer que cada gran cambio en la historia humana ha modificado algo más que simplemente las ideas sobre el tiempo. Por el contrario, es la experiencia del tiempo, sus contornos sentidos, lo que se ha transformado. Para comprender este relato, y para ver lo estrechamente conectados que nuestros encuentros directos con el tiempo están con las concepciones cosmológicas de éste, hemos de recorrer una senda paralela a la que tomaremos en nuestra exploración de la física y la astronomía. Un agricultor del Paleolítico avanzaba a lo largo de su día y experimentaba el tiempo de una forma radicalmente distinta a como lo hacía un mercader que viviera en la gran ciudad de Babilonia. El encuentro humano con el tiempo es fluido y maleable. Puede cambiar de nuevo, y lo hará.

Así, nuestra historia del tiempo humano empezará hace cincuenta mil años con nuestros antepasados cazadores-recolectores y avanzará a través de las experiencias de los primeros agricultores y constructores de ciudades. Adoptará nuevos temas cuando se inicie el Renacimiento y se introduzcan por

primera vez los relojes en las plazas de los pueblos. Con la Revolución industrial, una forma completamente nueva del tiempo llega a dominar la cultura, y una nueva política le sigue los pasos. Al empezar el siglo xx, el mundo electrificado da nacimiento a otra forma todavía de tiempo encontrado que presagia nuestro propio mundo inalámbrico. Entonces, con el alba de la era espacial y de la revolución digital, llegamos a nuestro propio hogar en la era de la precisión, del justo a tiempo, del nunca se tiene bastante tiempo.

Al explicar la narración de nuestro tiempo, a la par con nuestra comprensión creciente del tiempo cósmico, nos encontraremos en una posición mejor para ver dónde estamos ahora y qué otros tiempos podremos crear.

Hemos de señalar que hubo (y hay) muchas trayectorias de desarrollo para la cultura humana. En este libro nos centraremos en la amplia extensión de la historia, la ciencia y el tiempo, pero al hacerlo nos centraremos principalmente en la trayectoria del desarrollo cultural asociado con Occidente. Esto tiene sentido, desde luego, porque la ciencia y la cosmología científica surgieron de tradiciones nacidas en lo que el historiador Ian Morris denomina el «núcleo occidental»: Mesopotamia, Egipto, Grecia, etc.<sup>1</sup> Hemos de tener presente, sin embargo, que las tradiciones que surgieron en el núcleo oriental (China, Corea y otras) tuvieron sus propios usos culturales para el tiempo y asimismo sus propias visiones cosmológicas para éste. Ahora que la ciencia se ha hecho realmente global puede ser que nuestro futuro vea metáforas asociadas con estas otras tradiciones que encuentran su camino en la teorización cosmológica y las construcciones culturales del tiempo. Es una posibilidad que no podemos perder de vista mientras miramos hacia el futuro.

## **El redescubrimiento del hombre**

Son sólo las 9 de la mañana en Lindos y el sol cae inclinado y fuerte sobre mi amigo astrónomo y yo mientras trepamos por los estrechos peldaños hasta la cumbre del acantilado. La noche

pasada dormimos en la playa, sabiendo que sería la única manera de llegar al templo antes de que lo hagan el calor imposible y la muchedumbre.

Lindos es un pequeño pueblo costero en la isla griega de Rodas. Aquí, hace unos dos mil quinientos años, en un promontorio de granito que se eleva decenas de metros sobre el mar, los griegos construyeron un templo a la diosa Atenea. Desde la playa que hay debajo es una visión asombrosa: una acrópolis que pende del aire. Ahora, cuando alcanzamos la cima de las escaleras y penetramos en el terreno del templo, es abrumadora.

Llegamos a esta isla no como turistas, sino para un asunto que se remonta en el tiempo tan atrás como este templo. Toda la semana hemos asistido a una conferencia sobre astronomía. Mi compañero y yo estudiamos la formación de las estrellas, una rama de la astronomía que se centra en la agregación de estrellas y planetas a partir de vastas nubes de gas polvoriento interestelar. Junto a otros 150 astrónomos, nos reunimos en un hotel en el otro lado de la isla para compartir nuevos datos, nuevos modelos y nuevos descubrimientos sobre la vida temprana de estrellas muy parecidas a la que ahora lanza su luz y su calor sobre nosotros. Les hemos debido parecer raros a los turistas, con nuestra afición a permanecer en el interior del hotel todo el día, hacinados en una sala de reuniones oscura, contemplando una serie interminable de diapositivas de PowerPoint.

Situar esta conferencia en Rodas no fue una elección arbitraria por parte de sus organizadores. Hace dos mil años, la ciudad de Rodas era el hogar de Hiparco, el mayor de los astrónomos observacionales de la antigua Grecia. En la época en que este templo era la sede de sacerdotes al servicio de los asuntos de Atenea en la Tierra, Hiparco estaba atareado en la ciudad catalogando los cielos estrellados.

Me sitúo bajo las altas columnas del templo para resguardarme de la ferocidad del sol y para contemplar un cielo imposiblemente vacío y un mar Egeo obstinadamente azul. Aquí, en un templo en el que cada día debía medirse por las plegarias a los dioses, en una isla en la que la verdadera investigación astronómica consiguió un apoyo temprano, la cola que une el tiempo

humano y el cósmico parece tan concreta como las pétreas y gigantescas columnas que montan guardia sobre el océano.

Lo que empezó aquí ha sido reformulado continuamente en una larga marcha que conduce directamente al cosmos que mis colegas y yo exploramos en la reunión de la semana pasada. Ahora, todos nosotros, a la vez científicos y no científicos, estamos a punto de empezar esta marcha de nuevo, incluso aunque no lo reconozcamos. Estamos dispuestos a acabar con un tipo de tiempo y un tipo de universo. Estamos dispuestos para acabar con el principio y para empezar de nuevo.