

El nacimiento del tiempo

JOHN GRIBBIN

Paidós, Barcelona, 234 págs.

Trad. de Carlos Sánchez-Rodrigo

¿Qué edad tiene el tiempo?

Jesús Navarro

1 noviembre, 2000

A menudo se cita a San Agustín en libros de divulgación sobre el tiempo y el origen del universo. Entre otras posibles razones, imagino que ello se debe a que la mayoría de físicos se identifican con ciertas reflexiones de San Agustín a propósito del tiempo, al menos con tres de sus afirmaciones tal como las traigo aquí. La primera es cuando confiesa que sabe perfectamente qué es el tiempo pero es incapaz de explicarlo a otro. Tampoco en los libros de física se suele explicar qué es el tiempo, del que a lo sumo se dice que es un parámetro en las ecuaciones de evolución, o tal vez que es una cuarta, incluso una décima, dimensión. En la segunda afirma que el movimiento nos permite medir

tiempos, sea el movimiento de los astros o el de una rueda de alfarero. Parece que esté dando una definición operativa del tiempo, al gusto positivista: no sabemos definir el tiempo pero lo que realmente importa es que sabemos medirlo mediante un péndulo, rotaciones en torno al Sol o vibraciones de un átomo. Y en la última de las afirmaciones a que me refiero viene a decir que mientras la eternidad se caracteriza por la ausencia de cambio, el tiempo no existe sin ningún movimiento; carece pues de significado considerar el tiempo antes del comienzo del mundo, ya que ambos fueron creados a la vez. Por razones distintas a las de San Agustín, esto es precisamente lo que afirman las teorías cosmológicas comúnmente aceptadas, basadas en el modelo del Big Bang: el espacio y el tiempo surgieron en el mismo momento de la gran explosión inicial. El título del libro de Gribbin apunta en esta dirección, aunque puede ser engañoso, pues el libro se refiere a los métodos usados para determinar la edad del universo que, según lo dicho, coincide con el nacimiento del tiempo.

John Gribbin es un astrofísico británico, conocido divulgador científico y escritor de ciencia ficción. Durante unos años abandonó la actividad académica para dedicarse prolíficamente a estas otras tareas. En los estantes de mi librería virtual favorita he encontrado nada menos que 39 títulos diferentes, algunos de ellos escritos en colaboración, que tratan de cosmología, física cuántica, historia de la ciencia o biografías de científicos, entre otros temas. Este libro ocupa un lugar especial entre los anteriores; se refiere a una investigación en la que participó activamente con otros colegas de la universidad de Sussex, entre 1994 y 1998, con el propósito de conocer el valor de la constante H de Hubble. El tema central del libro es el proceso de determinar distancias en el universo, lo que permite deducir el valor de H , del que a su vez se puede inferir la edad del universo. Gribbin presenta un relato en general ameno, con incisos históricos y anecdóticos que cambian el ritmo y facilitan la lectura de los abundantes detalles acerca de los problemas de calibración de distancias. Es una lástima que la traducción no esté a la altura. Además de anglicismos abundan los neologismos innecesarios, que parecen ignorar el uso establecido en nuestra lengua desde hace bastante tiempo, me atrevería a decir que en muchos casos desde el momento mismo en que apareció el concepto en la comunidad científica; bastaría haber consultado algún diccionario o algún experto para evitarlos. Y quisiera advertir al lector sobre un baile de ceros, no sé si atribuible a la traducción, a propósito de los telescopios de Lowell y de Yerkes. Se les asignan diámetros de seis y de diez metros, lo que es una proeza tecnológica nunca conseguida con telescopios refractores. Unas líneas o páginas después aparecen los diámetros reales de las lentes de estos telescopios, que son diez veces más pequeños. El de Yerkes, con sus 102 cm de diámetro, es el telescopio refractor de mayor abertura jamás construido.

En los años veinte se observó en los espectros galácticos un desplazamiento global al rojo: las galaxias de igual composición tienen las mismas líneas espectrales, pero están más o menos desplazadas hacia las longitudes de onda más largas. Esto significa que las galaxias se alejan unas de otras, con una velocidad que se deduce fácilmente de la medida del desplazamiento espectral. Edwin Hubble correlacionó las velocidades de alejamiento con las correspondientes distancias, mostrando que entre ambas magnitudes existe una proporcionalidad directa, relacionadas por la que ahora se llama constante H de Hubble. Es fácil imaginar que si todas las galaxias se alejan ahora hubo un momento en que estarían juntas. La constante H permite obtener una cota superior a este momento, que corresponde a la edad del universo: basta dividir 980 por el valor de H , expresado en sus

unidades usuales de kilómetros por segundo y por megaparsec, para obtener dicho límite superior en miles de millones de años. Como esta unidad de giga años aparecerá a menudo me permito abreviarla como Ga en lo sucesivo. El telescopio espacial Hubble fue lanzado en 1990, con el propósito principal de determinar la constante H con menos de un 10% de error. El análisis preliminar efectuado en 1994 de los datos suministrados, una vez corregida la miopía inicial del telescopio, indicaba que el universo tendría unos 8 Ga, lo que no dejaba de tener su gracia pues en aquel momento se atribuían unos 15 Ga a las estrellas más viejas conocidas. Con ocasión del décimo aniversario del lanzamiento del telescopio, el pasado mes de abril se celebró un congreso en Baltimore (USA), donde se discutieron los análisis posteriores realizados por diversos equipos. Las conclusiones apuntan a edades de unos 13 Ga para las estrellas más viejas y unos 15 Ga para el universo, con lo que parece que las cosas vuelven al orden: el padre es mayor que las hijas. Pero el lector de este libro no deberá sorprenderse si estas cifras vuelven a modificarse, pues ya estará al tanto de las dificultades de medida y de interpretación de resultados, de las que Gribbin da buena cuenta.

A decir de algunos, el progreso de la ciencia se reduce a un consenso entre científicos, y en este libro se habla mucho de controversias y consensos sobre los métodos seguidos para medir distancias y determinar la constante H. Pero el consenso de que habla Gribbin no es el resultado de la correlación de fuerzas entre diferentes grupos de presión, como si se tratara de la designación de una comisión gestora tras unas elecciones generales. Para la mayoría de científicos el consenso tiene que ver en general con algo así como responder a todas las objeciones que se puedan presentar a los procedimientos de medida o a las hipótesis básicas, hasta que no haya más críticas y si subsisten éstas tomar buena nota de que no se han respondido. El que se llegue a estimaciones compatibles por equipos distintos o mediante técnicas diferentes concede un valor especial al consenso, y este valor aumenta cuando además son disciplinas diferentes las que llegan a un acuerdo en los resultados. Cualquier afirmación ha de poder ser repetida por cualquiera en cualquier laboratorio, y ha de encajar en esa especie de rompecabezas que coherentemente se está construyendo desde hace unos siglos y que es la descripción científica de la realidad externa. Por eso mismo se dice que la verdad científica es provisional, pues siempre es posible rectificar y revisar los resultados, lo que sucede cuando una nueva técnica o una nueva objeción ponen en tela de juicio el anterior consenso. Esta es una lectura paralela muy interesante que puede hacerse de este libro. El problema es que muy a menudo hay que revisar ideas y medidas que durante años se habían dado por buenas, y seguir la discusión detallada puede resultar aburrido para el no especialista. El libro de Gribbin ilustra un ejemplo particular de lo que digo, con el mérito de facilitar la digestión de tanto detalle.

La radiodatación es la única estimación directa de tiempos. En los años cincuenta las medidas de radioactividad de sedimentos marinos, de basaltos y de meteoritos condujeron a la estimación actual de la edad de la Tierra y del sistema solar que es de 4,55 Ga. Digamos de pasada que el valor aceptado en aquellos años para la constante de Hubble implicaba una edad del universo inferior a los 4 Ga, de modo que la controversia de los años noventa no ha sido ninguna novedad. Es más, el ajuste inicial del propio Hubble suponía una edad de 1,8 Ga. Para estimar la edad de estrellas en la galaxia hay que basarse en una sólida teoría de evolución estelar, que permite saber de la vida de la estrella conociendo su intensidad luminosa. Desde la Tierra se mide la luminosidad aparente, que multiplicada por el cuadrado de la distancia de la estrella a nosotros da el valor de su intensidad

luminosa. Es, pues, una cadena de razonamientos la que nos permite inferir edades a partir de medidas de distancias. Y algo semejante sucede con la edad del universo, aunque usando otro tipo de razonamientos.

Para determinar la constante H hay que hacer medidas de distancias y de velocidades. Aunque pueda parecer poco intuitivo, la medida de velocidades es muy sencilla a partir de los espectros galácticos, y la dificultad está en la medida de distancias. Para determinar las distancias a estrellas y galaxias se utiliza la calibración de las cefeidas, que son cierto tipo de estrellas de luminosidad variable, de las que se conoce desde 1912 que existe una relación lineal entre su período y su luminosidad. Conocidos los parámetros de la relación lineal, basta medir el período para deducir la distancia, puesto que la luminosidad aparente se mide desde la Tierra sin dificultad. Pero para ello hay que calibrar la relación, midiendo las distancias reales de unas cuantas cefeidas por otros procedimientos, básicamente haciendo medidas de triangulación tal como haría un topógrafo. El origen de la controversia está en las calibraciones de cefeidas, y esta calibración depende del conocimiento que tengamos de ellas. Por ejemplo, en los años cuarenta se descubrió que hay dos tipos de cefeidas: unas en los brazos espirales de las galaxias y otras en los cúmulos, con distintas características. Hubble había mezclado datos de ambos tipos, por lo que su determinación de H no era correcta. A lo largo de la década de los cincuenta Allan Sandage revisó cuidadosamente cada paso en la cadena de medidas que hiciera Hubble. A su favor tenía un mejor telescopio, el reflector de 5 metros de Palomar, una mayor abundancia de cefeidas detectadas y un mejor conocimiento de éstas. Su conclusión fue que H está entre 50 y 100, en las unidades usuales, lo que implica una edad máxima para el universo entre 10 y 20 Ga. Estos dos valores han centrado el debate posterior, que se mantuvo en los años setenta, pareció resuelto a finales de los ochenta, y resurgió en los noventa. Una de las misiones del satélite Hipparcos, lanzado en 1989, era la de mejorar apreciablemente la precisión en las medidas de paralajes. En los últimos años se han utilizado otros procedimientos, independientes de las cefeidas, para calibrar distancias. Por ejemplo, las supernovas de tipo Ia, de las que la teoría estelar da una idea precisa de sus luminosidades. El resultado es que este y otros procedimientos han convergido para dar calibraciones compatibles, reflejadas en el mencionado congreso de Baltimore, que obviamente no pudo considerar Gribbin. El valor de la constante de Hubble es así de 65 kilómetros por segundo y por megaparsec, con un error de un 10%, y en consecuencia el universo empezó hace menos de quince mil millones de años.

Hay un par de cuestiones que no están reflejadas en el libro de Gribbin y quisiera mencionar aquí aunque sea brevemente. En primer lugar, dentro del modelo del Big Bang la edad del universo es función de tres parámetros: la constante H , la densidad del universo y la constante cosmológica. La estimación de la edad obtenida a partir de la inversa de H supone que la expansión del universo se ha producido siempre al mismo ritmo. Pero la densidad del universo puede frenar la expansión, mientras que la constante cosmológica puede acelerarla, y no se sabe con certeza qué valores toman estos parámetros. Remito al lector a la «Carta a Amalia» que A. Fernández-Rañada escribió en esta revista el pasado mes de marzo, donde se extiende sobre la constante cosmológica. En segundo lugar, el modelo del Big Bang tiene ciertos inconvenientes; por ejemplo, no explica por qué el universo es tan homogéneo ni por qué el espacio es tan plano, y además hace empezar todo con una desagradable singularidad. El modelo del universo inflacionario, del que se ocupó L. Álvarez Gaumé en el número 19-20 de esta revista, puede remediar estos inconvenientes. El modelo inflacionario llega a la

conclusión sorprendente de que tal vez nuestro universo sea uno más entre una multitud de otros universos, no necesariamente iguales al nuestro, dentro de un Universo con mayúsculas o, como ya ha sido bautizado, un Multiverso. Otros físicos exploran la teoría de supercuerdas, un intento de unificar las cuatro interacciones fundamentales conocidas. Tal vez hubo un universo primitivo antes del Big Bang, que ya no sería una singularidad. Aunque se trabaja en estas teorías desde hace algunos años, todavía no tienen el apoyo experimental que las pueda convertir en alternativas fiables. Si las menciono es porque dan bases adecuadas para especular acerca de lo que pudo existir antes del Big Bang, antes del tiempo si se me permite la expresión. Y es que ni siquiera lo que parece una frontera absoluta como el origen de todo puede durar mucho tiempo sin que haya intentos por atravesarla.