

# 100

preguntas sobre el

## UNIVERSO

DEL BIG BANG A  
LA BÚSQUEDA DE VIDA

Joan Anton Català Amigó



CIENX100

 Lectio  
Ediciones

# **100 cuestiones sobre el universo**

Del Big Bang  
a la búsqueda de vida

• Colección Cien × 100 – 35 •

# 100 cuestiones sobre el universo

Del Big Bang  
a la búsqueda de vida

Joan Anton Català Amigó

Primera edición: mayo de 2021

© Joan Anton Català Amigó

© de esta edición:

9 Grupo Editorial

Lectio Ediciones

C/ Mallorca, 314, 1º 2ª B – 08037 Barcelona

Tel. 977 60 25 91 – 93 363 08 23

[lectio@lectio.es](mailto:lectio@lectio.es)

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

Diseño y composición: 3 x Tres

Impresión: Romanyà-Valls, SA

ISBN: 978-84-16918-95-9

DL T 72-2021

*La naturaleza me ha hecho afortunado. A mi familia y a mis amigos.*

JOAN ANTON CATALÀ AMIGÓ

# ÍNDICE

## Nuestro universo

1. El mensajero universal .....	15
2. Imágenes del pasado.....	18
3. ¿Cómo se supo que nuestro universo tuvo un inicio?.....	20
4. ¿En qué consiste la teoría del Big Bang? .....	22
5. ¿Por qué el nombre de <i>Big Bang</i> ?.....	24
6. ¿Cuándo empezó todo?.....	25
7. ¿Cuál es el tamaño del universo?.....	26
8. ¿Qué entendemos por universo observable? .....	27
9. ¿Por qué se expande el universo? La energía oscura.....	29
10. Un globo que se hincha. ¡Así lo entiendo mejor!.....	31
11. ¿Dónde se encuentra el centro del universo? .....	33
12. ¿Nosotros también nos expandimos? .....	35
13. ¿Qué es el desplazamiento al rojo de la luz? .....	37
14. ¿Qué es el Big Crunch? ¿Acabará así el universo? .....	40
15. ¿Y el Big Rip? ¿Será este el final? .....	42
16. ¿Cómo sabemos que la expansión se está acelerando?.....	43
17. ¿Objetos que se alejan más rápido que la luz?.....	45
18. ¿Qué es el fondo cósmico de microondas?.....	46
19. ¿Es posible captar el nacimiento del universo con un televisor? .....	48
20. ¿Qué es la materia oscura?.....	49
21. La antimateria: ¿copias en negativo de nosotros mismos?.....	52
22. El sorprendente contenido del universo.....	55
23. ¿Cuándo y cómo se formaron los primeros elementos químicos?.....	56
24. ¿Dicen que el universo es plano? ¡Pues es un problema! .....	58
25. ¿Queréis más problemas? Aquí tenéis el problema del horizonte .....	61
26. ¿Qué es la inflación? ¿Y cómo resuelve los problemas del Big Bang?.....	63
27. Los primeros instantes del universo, paso a paso .....	65
28. Nuestra historia en una semana.....	67
29. ¿Cuál es el objeto más antiguo que se conoce? .....	69
30. ¿Qué estructura tiene el cosmos? .....	70
31. ¿Pueden existir otros universos? .....	71
32. ¿Cómo puede ser que digamos que el universo está vacío?.....	73

33. ¿Cuántas fuerzas de la naturaleza conocemos?.....	75
34. ¿Es homogéneo nuestro universo?.....	78
35. ¿Por qué el cielo de noche es oscuro? .....	79
36. ¿Cuántos tipos de radiación existen en el universo?.....	80
37. ¿A qué temperatura está el universo?.....	82
38. Una simulación del universo que se llama igual que un famoso ballet.....	83

## Los habitantes del cosmos: estrellas, planetas y otras bestias

39. ¿Qué son las estrellas? .....	87
40. ¿De qué están compuestas las estrellas?.....	88
41. ¿Por qué emiten luz las estrellas?.....	90
42. La fusión nuclear en las estrellas.....	92
43. Un trillón de neutrinos a través de tu cuerpo.....	95
44. ¿Cuánta energía puede generar una estrella?.....	97
45. Miles de años para escapar.....	99
46. ¿Cómo nacen las estrellas? .....	100
47. Las estrellas prefieren vivir en parejas. ¿Y el Sol? .....	102
48. ¿Cuál es la estrella más cercana a la Tierra?.....	104
49. ¿Cómo mueren las estrellas?.....	105
50. ¿Qué futuro le espera al Sol? .....	107
51. Las enanas blancas: cinco toneladas en una cucharilla.....	109
52. ¿Qué son las novae?.....	110
53. ¿Qué son las supernovas? .....	111
54. Somos polvo de estrellas.....	113
55. ¿Qué son las estrellas variables? .....	115
56. ¿Qué son las estrellas pulsantes? El latido de las estrellas.....	117
57. Las increíbles estrellas de neutrones.....	119
58. Los púlsares: unos relojes de altísima precisión.....	121
59. En el límite del conocimiento: los agujeros negros.....	123
60. ¿Cómo se forman los agujeros negros?.....	125
61. Descubriendo a la bestia: ¿cómo detectamos agujeros negros?.....	126
62. Un resumen de la evolución estelar.....	128
63. ¿Qué son los brotes de rayos gamma? La sorpresa al espiar las pruebas nucleares del enemigo.....	131
64. ¿Cómo se forman los planetas? .....	133
65. ¿Cómo se detectan los exoplanetas? .....	136
66. ¿Cuántos planetas conocemos alrededor de otras estrellas?.....	139
67. ¿Cuál es el exoplaneta cercano más similar a la Tierra?.....	140
68. ¿Cómo podemos detectar atmósferas en los exoplanetas? .....	142
69. ¿Qué futuro le espera a la Tierra? .....	144
70. ¿Qué es la zona habitable?.....	146

## Galaxias, ciudades del espacio

71. ¿Qué son las galaxias?.....	149
72. ¿Qué tipos de galaxias existen? .....	151
73. ¿Cómo es nuestra galaxia? .....	153
74. ¿Cuál es nuestro lugar dentro de la Vía Láctea? .....	155
75. ¿Qué pasará cuando choquen la Vía Láctea y la galaxia de Andrómeda?... 156	
76. ¿Cuántas galaxias dices que existen? ¡Es impresionante! .....	158
77. ¿Qué son los cúmulos de galaxias? .....	159
78. ¿Qué son las Nubes de Magallanes? .....	160
79. ¿Qué es el Gran Atractor? .....	161
80. ¿Qué son los cuásares?.....	163
81. ¿Cómo eran las primeras galaxias? .....	165
82. ¿Cómo podemos medir distancias? .....	166

## La relatividad y el universo

83. Los relojes de Dalí.....	171
84. Un tejido que se deforma .....	173
85. Lo demostraron con un eclipse .....	175
86. Los gemelos que envejecen a ritmo diferente .....	177
87. La relatividad en nuestro GPS.....	179
88. ¿Qué son las lentes gravitacionales?.....	181
89. ¿Qué son las ondas gravitacionales?.....	183

## La vida en el universo

90. ¿Cuándo y cómo apareció la vida en la Tierra? .....	187
91. El misterio del agua .....	189
92. Extinciones que han favorecido la vida .....	191
93. Protegidos por el campo magnético.....	192
94. ¿Qué es la teoría de la Tierra única? .....	194
95. ¿En qué sitios buscamos vida elemental? .....	195
96. ¿Por qué buscamos vida basada en el agua?.....	198
97. Una ecuación que calcula civilizaciones .....	200
98. ¿Hemos recibido alguna vez una señal proveniente del espacio?.....	202
99. Esferas extraterrestres .....	204
100. ¿Qué es la paradoja de Fermi? .....	206



## NUESTRO UNIVERSO

Nuestro universo es un sitio inmenso, insondable. Contrariamente a lo que sería un estado inmutable y eterno, el cosmos es dinámico, y sabemos que tuvo un inicio, el famoso Big Bang. También sabemos que no ha parado de expandirse, de crecer, desde entonces.

Son muchas las preguntas que podemos contestar, los enigmas que hemos podido resolver. Pero debemos reconocer que siguen existiendo cuestiones inquietantes que actualmente aún no podemos explicar. Algunos de estos misterios representan, hoy en día, nuestra frontera del conocimiento y concentran grandes esfuerzos de equipos de investigadores en todo el mundo.

Quizás el caso más espectacular de lo que estamos diciendo es nuestro casi total desconocimiento sobre la composición del universo en el que vivimos. Estamos convencidos de que allí afuera la materia, tal como la conocemos, formada por átomos, es absolutamente minoritaria, pero no somos capaces todavía de entender la naturaleza de la materia y energía dominantes, que hemos denominado con el intrigante nombre de oscuras.

En esta sección del libro nos adentraremos en el frío y desesperante vacío de nuestro universo. Hablaremos de su historia, que es la nuestra. De su estructura, composición y dinamismo.

## 01 / 100

### EL MENSAJERO UNIVERSAL

No podía empezar este libro sin hablar de la luz. Como veremos, la luz es el emisario que nos trae información de los objetos que habitan el universo (y también del propio universo).

Se puede decir que todo lo que sabemos del cosmos es gracias a la luz. Sin capacidad para desplazarnos a las estrellas, o a los centros de las galaxias, o cerca de los agujeros negros y estrellas de neutrones, la luz que todos estos objetos emiten, y que nos esforzamos para recibir y analizar, nos habla de ellos. En la luz se esconde información vital para entender los objetos así como los mecanismos que tienen lugar en su interior.

Necesitamos, por tanto, hablar de la luz para poder comprender muchas de las cuestiones que se explicarán a lo largo de este libro.

El nombre científico de la luz es radiación electromagnética. El elemento transmisor se conoce con el nombre de fotón, y se comporta a la vez como una partícula sin masa y como una onda (dualidad conocida desde inicios del siglo XX).

No podemos entrar, por razones de espacio, en una explicación profunda de la naturaleza y del comportamiento de la luz. Lo que sí es fundamental que entendamos es lo siguiente: un fotón de luz transporta una energía determinada, y esta energía es la que diferencia a los diversos tipos de luz entre sí.

Cuando se habla de luz, lo primero que viene a la cabeza es la luz visible. Aquella que nuestros ojos procesan, y que nos hace percibir el mundo. Si descomponemos esta luz visible con un prisma, veremos que, en realidad, eso que llamamos luz blanca es una mezcla de diferentes luces, que interpretamos como colores. Obtendremos un arco iris, con un degradado que va desde la luz azul a la roja.

La luz azul, por ejemplo, es luz más energética que la roja. Es decir, un fotón de luz azul transporta más energía que uno de luz roja.

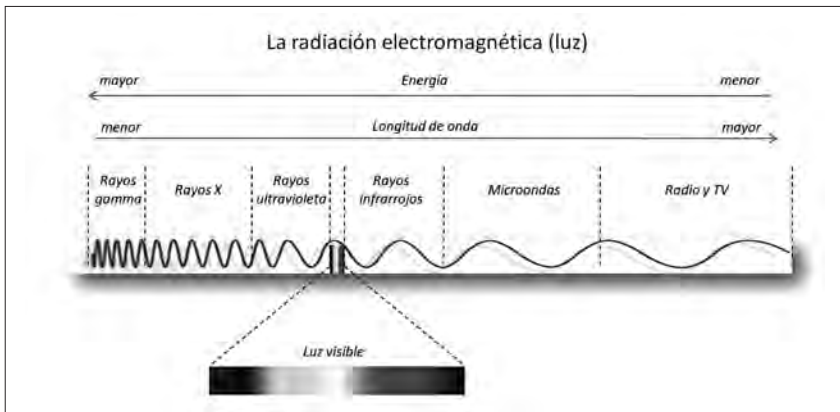
Pues bien, esto mismo lo podemos extender a otros tipos de luz. Luz no visible, pero que es igualmente luz.

Es el caso de los rayos gamma, los más energéticos de todos. También de los X, empleados en la consulta del médico. Luz ciertamente peligrosa, debido a la energía que transporta.

También es luz la ultravioleta. Y la infrarroja (que no vemos, ¡pero que nuestra piel nota!).

Las microondas de la cocina son, igualmente, luz. Como lo son las ondas de radio o de televisión. En este caso, luz con muy poca energía.

En el esquema siguiente podemos ver todas estas formas de radiación electromagnética, ordenadas según su energía. Notaréis que aparece el concepto de longitud de onda, que podríamos asimilar a la distancia que existe entre las ondas que se dibujarían para representar cada tipo de luz. Cuanto más grande es la longitud de onda, menor energía transporta aquella luz.



En el esquema vemos como la luz que llamamos visible no es más que una pequeña fracción dentro del rango de la radiación electromagnética.

Es importante notar que, con independencia de su energía, todas las formas de luz viajan a la misma velocidad: la velocidad de la luz (que, en el vacío, es de 299.792 kilómetros por segundo).

Como decía antes, los objetos del cosmos emiten luz. Diferentes formas de ella. Nuestro Sol, por ejemplo, emite por supuesto luz visible. Pero también libera rayos ultravioleta, infrarrojos y ondas de radio. Cada objeto tiene preferencia por generar ciertos tipos de luz, en función de cuáles sean los mecanismos que la fabriquen.

Dado que la radiación electromagnética es la que nos trae información del cosmos, necesitamos instrumentos para capturarla y analizarla. Los familiares telescopios son instrumentos que captan mayoritariamente la luz visible. Pero también disponemos de telescopios que observan en luz gamma, X o infrarroja (todos estos telescopios se sitúan fuera de la atmósfera). Y tenemos los siempre espectaculares radiotelescopios, especializados en capturar microondas y ondas de radio.

Precisamente, algunos de los grandes avances en la astronomía moderna se han producido a partir de que el hombre ha sido capaz de captar luz no visible. A lo largo del libro hablaremos de objetos como por ejemplo estrellas, galaxias, agujeros negros o estrellas de neutrones. También del Big Bang, el acontecimiento que puso en marcha nuestro universo. Todos ellos emiten luz, radiación electromagnética, y en la mayoría de los casos con energías que la sitúan fuera del rango de la luz visible. Fotones portadores de información, de mensajes que nos envían los objetos emisores, y de los que emana prácticamente todo nuestro conocimiento actual sobre el universo.

## 02 / 100

### IMÁGENES DEL PASADO

El universo nos habla de su pasado, y nos permite rebobinar el tiempo y observar directamente cómo era en su infancia. Un hecho extraordinario, que nos está permitiendo ver acontecimientos pretéritos, como si dispusiésemos de una gran máquina del tiempo.

La radiación electromagnética, es decir, la luz, de la que acabamos de hablar en la cuestión anterior, es el mensajero más rápido que tiene la naturaleza. En un segundo, un fotón (partícula) de luz puede dar, ni más ni menos, que ¡7 vueltas enteras a la Tierra! Según nuestra física, nada puede superar su velocidad en el vacío.

Pero a pesar de esta capacidad la luz debe enfrentarse, cuando cruza el universo, con inmensas distancias. Tan grandes que, aun siendo luz, tarda miles, millones, centenares o miles de millones de años en atravesar.

Por tanto, cuando nos llega esta radiación nos trae información del pasado. Sí, información de cómo era el objeto emisor cuando liberó la luz y esta inició su recorrido por el espacio.

Es un hecho fascinante, porque nos permite contemplar nuestro pasado, nuestra historia. Un ejemplo que utilizo a menudo: es como poder observar la escena de un crimen que aconteció hace mucho tiempo, sin poder interaccionar. El sueño de un detective, ¿verdad? Pues resulta que es un sueño hecho realidad para los científicos que estudian el origen y el desarrollo del universo.

Cuanto más instrumentos más potentes tenemos, más hacia atrás en el tiempo podemos observar. Por ejemplo, el telescopio espacial Hubble, la actual joya de la corona (que esperamos poder jubilar en pocos años, sustituyéndolo por el deseado James Webb Telescope), nos está mostrando galaxias que existieron apenas unos pocos millones de años después del Big Bang, del momento cero.

Analizando su luz podemos entender cómo eran aquellos objetos. Objetos que, por otro lado, con toda probabilidad ya no existen.

Cuando contemplamos el cielo, cualquier noche oscura, también estamos recibiendo imágenes del pasado. De un pasado próximo, eso sí, ya que sin ayuda de instrumentos vemos estrellas relativamente cercanas. Aun así, vemos esas estrellas como eran hace veinte, doscientos, o dos mil años. Y cuando, boquiabiertos, observamos la Vía Láctea sobre nuestras cabezas, en una noche de verano sin Luna, estamos recibiendo luz que fue emitida... ¡cuando el hombre habitaba en cavernas, hace unos 25.000 años!

Es, pues, la luz antigua la que nos ha permitido teorizar sobre el Big Bang, entender cómo se crearon las primeras estrellas, o ver las primeras galaxias.

Con nuevos telescopios, como explicaba, nos esforzaremos para rebobinar más páginas en el libro de nuestra historia. Pero lo podremos hacer hasta un límite. El llamado momento de la recombinación, del que hablaremos más adelante, es como una pared que nos impide acercarnos a menos de 380.000 años después del nacimiento del universo, al menos utilizando luz como emisario. Una cifra extraordinaria, en cualquier caso.

## 03 / 100

### ¿CÓMO SE SUPO QUE NUESTRO UNIVERSO TUVO UN INICIO?

Hasta inicios del siglo XX, los científicos creían mayoritariamente que el universo era estático. Es decir, que ni se expandía ni se contraía. Era, pues, un cosmos felizmente estable y eterno, sobre el que tenía poco sentido preguntarse cuándo había nacido, o si moriría alguna vez. De hecho, no existían pruebas de lo contrario, y la observación del cosmos parecía apoyar la inmutabilidad del mismo.

El modelo ortodoxo del cosmos estático estaba tan extendido que el mismo Albert Einstein, uno de los mayores genios que ha dado la humanidad, lo defendía. Y lo hacía hasta tal punto que decidió modificar las ecuaciones de su relatividad general para domarlas artificialmente, ya que la revolucionaria teoría ponía en evidencia que el universo no podía ser estático.

Fueron, por tanto, otros científicos, haciendo uso de la relatividad general de Einstein, los que predijeron que el universo se expandía, y que, por tanto, rebobinando el tiempo hacia atrás, habría habido un momento en el que todo el cosmos habría estado concentrado en un punto. Sería el "momento cero", el nacimiento de nuestro universo. Dos de estos grandes científicos fueron Alexander Friedmann y George Lemaître.

Se cuenta que este último, un clérigo belga, se citó con el mismo Einstein en Bruselas en el año 1927, aprovechando la asistencia a un congreso, para presentarle sus deducciones. El gran genio, en un ataque seguramente incontrolable de soberbia, le desautorizó con una frase que se hizo famosa: "sus cálculos son correctos, pero su física es abominable".

Pero en poco tiempo las pruebas a favor de un cosmos dinámico y de la existencia de un inicio se fueron acumulando, y acabaron

hundiendo el modelo ortodoxo. Einstein adoptó el nuevo modelo en 1928, después de revisar el trabajo presentado por el astrónomo americano Edwin Hubble con pruebas evidentes de la expansión del universo. Algunas fuentes recogen que, posteriormente, Einstein se refirió al hecho de no haber visto que su teoría de la relatividad general ya predecía este modelo dinámico como la mayor ceguera de su vida.

Hubble, analizando la luz de las pocas galaxias que entonces se conocían, detectó que la mayoría de estos objetos se alejaban de nosotros. Más interesante todavía, observó que cuanto más distantes eran, más rápidamente parecían alejarse. De forma correcta, dedujo que no debería existir ningún sitio privilegiado, y que, por tanto, cualquier otro habitante del universo, desde su propia galaxia, observaría exactamente lo mismo: que todas las demás galaxias se alejan.

La fuga de las galaxias, separándose unas de las otras, era justamente la prueba que necesitaban los defensores del modelo dinámico, y de la existencia de un comienzo, el Big Bang, para ganarle definitivamente la batalla al modelo estático.

Posteriormente, otras evidencias han apoyado el nacimiento del universo. Entre ellas, la detección, en el año 1968, del llamado fondo cósmico de microondas, una radiación que llena el espacio, tal como el modelo expansionista había predicho, y que se liberó poco tiempo después del momento cero.



## 04 / 100

### ¿EN QUÉ CONSISTE LA TEORÍA DEL BIG BANG?

El Big Bang es el modelo cosmológico más sólido que tenemos actualmente para explicar el nacimiento y el desarrollo posterior del universo en el que vivimos.

La teoría explica que nuestro universo empezó a partir de un estado extremadamente caliente y denso, que se puso en marcha en un proceso de expansión en el que todavía hoy en día estamos inmersos. Además, nos proporciona un relato, paso a paso, de los principales acontecimientos que tuvieron lugar en los primeros instantes del cosmos, desde la creación de la materia hasta la formación de los átomos.

Como hemos explicado en la cuestión anterior, a inicios del siglo XX se empezaron a acumular sospechas sobre el carácter dinámico del universo. Las propias ecuaciones de la relatividad general, una desafiante física que Einstein había desarrollado, ya hablaban de un cosmos en movimiento. Posteriormente, el descubrimiento de la expansión del universo por parte de Hubble permitió entender que si todo se expandía, rebobinando en el tiempo uno podría llegar a un momento, en la historia del universo, en el que todo estaba increíblemente cerca y concentrado.

El físico ruso George Gamow fue uno de los máximos defensores del modelo del Big Bang e introdujo la idea de que, justamente en el momento cero del universo, en condiciones extremas de temperatura, se habrían forjado los primeros elementos químicos de la naturaleza.

Aparte de la expansión del universo, numerosos hechos experimentales han ido apoyando esta teoría, como por ejemplo la detección del fondo cósmico de microondas, una radiación omni-

presente en todo el espacio y que ya había predicho el modelo del Big Bang; o la abundancia de elementos químicos que observamos en el cosmos, que cuadra a la perfección con lo que se deriva de la teoría.

El modelo del Big Bang ha ido incorporando alguna modificación a lo largo de los años, siendo una de las más relevantes la inflación cósmica, que se explicará más adelante.

En definitiva, el Big Bang se presenta, actualmente, como una teoría sólida y robusta, aunque todavía existen muchas preguntas sin respuesta. Por ejemplo, la física que tenemos es incapaz de explicar el mismo momento cero, el punto inicial del universo.

## 05 / 100

### ¿POR QUÉ EL NOMBRE DE *BIG BANG*?

No todos los científicos aceptaron fácilmente las pruebas aportadas por Edwin Hubble a inicios del siglo XX y que demostraban que nuestro universo se encuentra en expansión.

Uno de los máximos defensores del modelo estático e inmutable del universo, y por tanto gran detractor de la existencia de un momento cero, fue el astrofísico Sir Fred Hoyle.

En el año 1949, Hoyle, en un programa de radio de la BBC, utilizó el nombre Big Bang (la 'gran explosión') para ridiculizar la revolucionaria teoría que, apoyándose en la expansión del cosmos, decía que todo había tenido un inicio. Contrariamente a lo que intentaba Hoyle, el nombre triunfó rápidamente, y fue adoptado para referirse al momento en el que todo empezó.

La comprensión que actualmente tenemos del nacimiento de nuestro universo se basa en una enorme y rápida expansión del espacio a partir de un estado de extraordinaria densidad.

A pesar de evocar una explosión, la expansión del cosmos no presenta apenas similitudes con el concepto de un estallido. A diferencia de este, el momento cero del universo no tuvo un lugar, un centro, simplemente porque el espacio, tal como lo entendemos, no existía todavía.

## 06 / 100

### ¿CUÁNDO EMPEZÓ TODO?

Tú y yo empezamos a existir hace aproximadamente 13.800 millones de años.

Esta extraordinaria fecha, el inicio de nuestro universo, se ha podido calcular con mucha precisión mediante varios métodos, de los que el descubrimiento de la expansión del cosmos ha sido el puntal fundamental.

Supongamos que observamos unos ciclistas alejándose de nosotros, e imaginemos que podemos medir la distancia a la que se encuentran y su velocidad. Un sencillo cálculo nos permitirá saber cuánto tiempo hace que estos deportistas partieron de nuestro lado. Conoceremos, por tanto, el momento cero en el que estábamos todos juntos.

Este ejemplo nos muestra, de forma muy simplificada, eso sí, el fundamento para estimar la edad del universo (el momento cero).

Ya os podéis imaginar que la realidad es bastante más compleja. Por ejemplo, sabemos que el universo no se ha expandido siempre siguiendo el mismo ritmo. Después de un crecimiento inicial extraordinariamente rápido, la expansión se habría ralentizado por efecto de la resistencia de la gravedad, para volver a acelerarse posteriormente empujada por una enigmática energía que todavía no somos capaces de comprender.

El análisis de la luz de objetos muy antiguos, que iluminaron el espacio en diferentes momentos de la historia del cosmos, así como el estudio de una radiación que llena todo el espacio, proveniente de los primeros momentos del Big Bang y llamada fondo cósmico de microondas, nos ha ayudado a refinar los cálculos sobre el momento inicial en el que todo empezó.

Las sucesivas mejoras en el cálculo nos han permitido estimar la edad del universo con una precisión de tan solo unos sesenta millones de años!

## 07 / 100

### ¿CUÁL ES EL TAMAÑO DEL UNIVERSO?

Desgraciadamente no tenemos respuesta para esta pregunta, simplemente porque pensamos que es tan inmenso que la mayor parte de él queda totalmente fuera de nuestro alcance de observación.

Como ya hemos explicado, prácticamente todo lo que sabemos del cosmos es gracias a la radiación electromagnética, es decir, a la luz. Es a través del estudio de la luz, ya sea en forma de rayos gamma, rayos X, luz visible, infrarrojos, microondas u ondas de radio, que podemos conocer la existencia de los objetos que habitan el cosmos y de sus propiedades.

La luz es el viajero más rápido que tiene la naturaleza, y nada puede superar su velocidad en el vacío. Un fotón, la partícula fundamental que compone la radiación electromagnética, se mueve a 299.792 kilómetros por segundo en el vacío. Si esta cifra no os dice nada, pensad en lo siguiente: en poco más de un segundo, un rayo de luz completa un viaje a la Luna. Y en un año, la luz salta, ni más ni menos, que 9,5 billones de km, una distancia que conocemos como año luz.

Pero, a pesar de esta increíble rapidez, al ser las distancias en el universo gigantescas incluso la luz tiene dificultades para recorrerlas. Así se entiende que puedan existir regiones del universo tan alejadas de nosotros que no hayamos podido observarlas ni recibir ninguna información proveniente de ellas, simplemente porque la luz no haya tenido tiempo todavía para alcanzarnos.

La teoría del Big Bang, mejorada con el modelo de la inflación, que veremos más adelante, esboza un cosmos gigantesco, mucho más allá de lo que nunca tendremos capacidad de estudiar. Según este modelo, el universo que actualmente observamos, y del cual recibimos luz, sería una ínfima parte de un espacio mucho mayor.

## 08 / 100

### ¿QUÉ ENTENDEMOS POR UNIVERSO OBSERVABLE?

Es el fragmento de universo contenido dentro de una esfera, a nuestro alrededor, que contiene todo lo que actualmente podemos observar.

Parece una definición simple, ¿verdad? En realidad, amaga más complejidad de la que uno podría pensar en una primera lectura.

Imaginemos un objeto, una galaxia por ejemplo, situada tan lejos de nosotros que, en toda la vida del universo, la luz no haya tenido todavía tiempo de traernos información sobre su existencia. Simplemente no sabríamos que existe, no la podríamos haber detectado aún. Pues bien, diríamos que esta galaxia queda fuera de nuestro universo observable, fuera de la esfera.

¿Podríamos calcular las dimensiones de la esfera, es decir, del universo observable?

Si el universo fuese estático, sin expansión, sería sencillo. Antes hemos visto que le estimamos una edad de 13.800 millones de años. Por tanto, la esfera tendría un radio de exactamente 13.800 millones de años luz. Cualquier objeto situado más allá quedaría fuera de nuestro alcance, y su luz todavía no nos habría llegado.

Pero resulta que el espacio se expande, como ya hemos visto. En la práctica, esto hace que podamos detectar objetos que estaban suficientemente cerca cuando emitieron la luz que ahora nos llega de ellos, pero que en realidad, y debido a la expansión del universo, están situados actualmente mucho más allá.

Según esto, las dimensiones del universo observable deben ser mayores que lo que arroja el simple cálculo que hemos realizado, suponiendo que el espacio era estático.

Teniendo en cuenta los ritmos de expansión que hemos medido, estimamos que el universo observable tiene un radio de unos 47.000 millones de años luz.

Fijaos que el concepto de universo observable no tiene nada que ver con la capacidad tecnológica que tengamos para observar objetos, es decir, con la sensibilidad de nuestros instrumentos, sino con la capacidad teórica de hacerlo, suponiendo que no existiesen limitaciones técnicas.

A pesar de obtener un volumen increíblemente grande, actualmente creemos que el universo observable es, tan solo, una pequeña parte de un cosmos mucho más inmenso.

Existe una razón de lógica para pensar así. Anteriormente hemos dibujado mentalmente una esfera alrededor de la Tierra, pero podríamos también haber ubicado esta misma esfera, de radio 47.000 millones de años luz, sobre cualquier otro punto del universo. En otras palabras, para una galaxia lejana, su universo observable será diferente, y su esfera podrá incluir espacio que queda fuera de la nuestra.