

STEPHEN & LUCY  
HAWKING

DESCIFRAR

EL

UNIVERSO

TODO LO QUE  
NECESITAS PARA  
VIAJAR POR EL  
ESPACIO Y EL TIEMPO

HarperCollins  
*Juvenil*

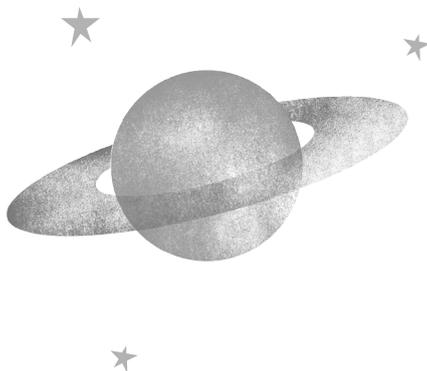
**STEPHEN HAWKING** fue un brillante físico teórico al que se le considera uno de los grandes pensadores de la historia. Fue profesor lucasiano de matemáticas en la Universidad de Cambridge y escribió *Breve historia del tiempo*, que se convirtió en un *best seller* internacional. Sus otros libros para todos los públicos incluyen *Brevísima historia del tiempo*, la colección de ensayos *Agujeros negros y pequeños universos*, *El universo en una cáscara de nuez* y *Breves respuestas a las grandes preguntas*. Falleció el 14 de marzo de 2018.

**LUCY HAWKING** se dedica a divulgar la ciencia para el gran público a través de la narrativa. Junto con su padre, Stephen Hawking, creó la serie de libros infantiles de George, que fue un gran éxito global traducido a más de cuarenta idiomas. Lucy ha recibido varios premios por su trabajo, como un doctorado honorífico en ciencias por la Universidad Queen Mary de Londres. A lo largo de los últimos años, Lucy ha creado dos proyectos muy exitosos con la Agencia Espacial Europea y la editorial Curved House para aumentar el interés por las ciencias en la educación primaria mediante el aprendizaje a través del arte. Lucy ha realizado documentales de radio para la BBC y una película de realidad virtual sobre autismo en niñas adolescentes con el Grupo Mediático Guardian, además de presidir la Fundación Stephen Hawking.

# DESCIFRAR EL UNIVERSO

STEPHEN Y LUCY  
HAWKING

Ilustrado por Jan Bielecki



HarperCollins  
*Juvenil*

Título original: *Unlocking the Universe*

Publicado originalmente por Random House Children's Publishers,  
parte de Penguin Random House group of companies.

© del texto: Lucy Hawking, 2020

© del diseño, ilustraciones y diagramas, Jan Bielecki, 2020

© de la traducción: Marta Armengol Royo, 2024

© 2024, HarperCollins Ibérica, S. A.

Avda. de Burgos 8B planta 18.<sup>a</sup>

28036 Madrid

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

ISBN: 978-84-19802-53-8

Composición digital: [www.acatia.es](http://www.acatia.es)

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública  
o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la  
autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley.  
Diríjase a CEDRO si necesita reproducir algún fragmento de esta obra.  
[www.conlicencia.com](http://www.conlicencia.com) Tels.: 91 702 19 70 / 93 272 04 47.

«Acuérdate de mirar hacia las estrellas  
y no hacia tus pies».

**Stephen Hawking**



# Índice

## Introducción

### Parte Uno: Al principio

La creación del universo, por el profesor Stephen Hawking	2
Un viaje a través del universo, por el profesor Bernard Carr	5
La uniformidad en el espacio	13
La teoría del todo	16
El Big Bang	23
La expansión del universo	31
¿Vino la vida de Marte?, por el doctor Brandon Carter	34
¿Cómo comenzó la vida?	47
La historia de la vida, por el profesor Michael J. Reiss	50
Genética, por el profesor Ammar Al Chalabi	56

### Parte Dos: Con los pies en la Tierra

¿Cómo es la Tierra?	62
¿Cuánto dura un «día» en la Tierra?	64
La zona de Ricitos de Oro	66
Los océanos de la Tierra, por la profesora Ros E. M. Rickaby	68
Volcanes de la Tierra, de nuestro sistema solar y más allá, por la profesora Tamsin A. Mather	80
¿De qué está hecha la Tierra?	88
Colisión de partículas	91
Incertidumbre y el gato de Schrödinger	102
Teoría M: ¡once dimensiones!	107
Elementos básicos de la vida, por el doctor Toby Blench	110
Terraplanistas, negacionistas del alunizaje y antivacunas, por la doctora Sophie Hodgetts	117

### Parte Tres: Explorar el universo

Zambullirse en el espacio	124
El cielo nocturno	128
Nuestra Luna	130
Luz y estrellas	134
El sistema solar	136

Mercurio	144
Venus	146
Marte	148
Júpiter	152
Saturno	157
Urano	164
Neptuno	166
Plutón	168
Un poco de todo	170
Exoplanetas	171
Alfa Centauri	172
55 Cancri	174
Andrómeda	176
Satélites en el espacio	179
El multiverso, por el profesor Thomas Hertog	185

#### **Parte Cuatro: Materia oscura**

La cara oculta de la Luna	192
La cara oscura del universo, por el doctor Paul Davies	196
Materia oscura y energía oscura	201
Lo que necesitas saber sobre los agujeros negros, por el profesor Stephen Hawking	206
Singularidades	215
A oscuras	217
Agujeros negros, por Sasha Haco	221

#### **Parte Cinco: La vida en el espacio**

¿Por qué viajamos al espacio?, por el profesor Stephen Hawking	228
Vida en Marte: ¿en serio?	233
Cohetes para ir a Marte, por Allyson Thomas	234
¿Cómo imaginamos la vida en Marte?, por Kellie Gerardi	238
Humanos en el espacio	243
El efecto perspectiva, por el doctor Richard Garriott de Cayeux	251
La ecuación de Drake	258
Vuelos en gravedad cero	261
Viajes espaciales robóticos	264
Cometas	273

La luz y cómo viaja a través del espacio	275
Entrar en contacto con los alienígenas, por el doctor Seth Shostak	278
¿Cómo viaja el sonido por el espacio?	283
¿Hay alguien ahí fuera?, por lord Martin Rees	286
<b>Parte Seis: Viajes en el tiempo...</b>	
Agujeros de gusano y viajes en el tiempo, por el doctor Kip S. Thorne	294
Espacio, tiempo y relatividad	300
Los viajes en el tiempo y el misterio de los relojes en movimiento, por el profesor Peter McOwan	304
<b>Parte Siete: ¡... Hacia el futuro!</b>	
Mi robot, tus robots, por el profesor Peter McOwan	314
Ética robótica, por la doctora Kate Darling	324
Inteligencia artificial, por el doctor Demis Hassabis	328
Sobre la ética de la IA, por Carissa Véliz	334
¿Qué es un ordenador?	340
La máquina universal de Turing	350
¿Qué es lo que no puede hacer un ordenador?	354
Ordenadores cuánticos, por el doctor Raymond Laflamme	358
Impresión 3D, por el doctor Tim Prestidge	362
Coches que se conducen solos	368
Los problemas a los que se enfrenta nuestro planeta	370
El futuro de los alimentos, por el doctor Marco Springmann	374
El futuro de la política... ¡eres tú!, por Andy Taylor	380
Ciudades del futuro, por Beth West	385
Internet: privacidad, identidad e información, por Dave King	392
Cambio climático, por Nitya Kapadia	399
Plagas, pandemias y salud planetaria: de las infecciones a la COVID-19, por la doctora Mary Dobson	407
<b>Epílogo</b>	423
<b>Glosario</b>	424
<b>Índice analítico</b>	429
<b>Agradecimientos</b>	435

# Introducción

A lo largo de mi vida, he tenido el privilegio extraordinario de pasar tiempo y conversar con algunos de los mejores y más innovadores científicos del mundo, amigos y compañeros de mi padre, Stephen. Mi padre fue un científico increíble que se dio cuenta de lo importante que era hablar de su trabajo de una forma que la gente pudiera entender. Opinaba que todo el mundo tenía derecho a conocer y comprender el trabajo de los científicos, y a mí me parecía lo más normal del mundo ser una niña que hacía preguntas y recibía respuestas. A veces, esas respuestas me confundían o me daban que pensar o incluso me hacían enfadar, pero venían de gente que sabía de qué hablaba, y al considerar esas respuestas o hacer aún más preguntas, sentía que podía alargar la mano y alcanzar la grandeza del universo.

Al hacerme mayor, me di cuenta de que a mí se me había dado una oportunidad nada común, y si algo pretendo hacer con mi trabajo es compartir la gran suerte que tuve al poder acceder a esas mentes fascinantes, originales, creativas, brillantes y divertidísimas reuniéndolas todas en un libro. Empezando por el maravilloso ensayo que escribió mi padre para el primer libro que publicamos juntos, *George's Secret Key to the Universe (La clave secreta del universo)*, toda la serie protagonizada por George Greenby se ve enriquecida e ilustrada por las voces de un grupo de científicos y expertos diversos y extraordinarios que escriben acerca de su investigación y su trabajo para un público joven.

Es cierto que, gracias a Internet, hoy en día disponemos de muchísima información a la que es más fácil acceder que cuando yo era niña. Pero ¿qué significa todo esto? y ¿cómo sabemos que lo que leemos en Internet es verdad? Al escribir juntos, mi padre y yo nos dimos cuenta de que podíamos convertir la

información en conocimiento con ayuda de nuestra «familia» de expertos y científicos.

*Descifrar el universo* es una colección de ensayos fantásticos llenos de información que reunimos juntos en un solo libro, que incluye, además, contenido inédito fabuloso sobre temas que siempre me habían interesado, como la genética, el multiverso y un nuevo texto sobre agujeros negros. Nuestras nuevas incorporaciones también hablan de la ética de la inteligencia artificial (IA) y el problema del negacionismo científico, y nuestro fichaje más joven se encarga de explicarnos el cambio climático y su experiencia como adolescente en un mundo en el que la temperatura aumenta sin cesar.

El día en el que a mi padre y a mí se nos ocurrió escribir la historia de un niño que cae en un agujero negro parece ya muy lejano; el primer libro que creamos juntos surgió a partir de una pregunta que le hicieron a mi padre en una fiesta de cumpleaños. Esa pregunta nos lanzó a la misión de escribir todo un libro para responderla, y ahora que tengo entre las manos nuestro séptimo y último libro, creo que podemos afirmar con la mano en el corazón que, cuando haces una pregunta, nunca sabes lo que puede pasar. En *La clave secreta del universo*, Eric, científico y padre de Annie, está escribiendo un libro para niños titulado *Manual de usuario para el universo*, y eso, precisamente, es el libro que tienes entre las manos.

Es un placer y un privilegio emprender este viaje contigo. Si ya has leído otros libros nuestros, ¡gracias! Y si no... ¡sube a la nave espacial y prepárate para el lanzamiento! Buena suerte en todas tus aventuras cósmicas, y recuerda: no te acerques mucho a ningún agujero negro...

**Lucy Hawking**



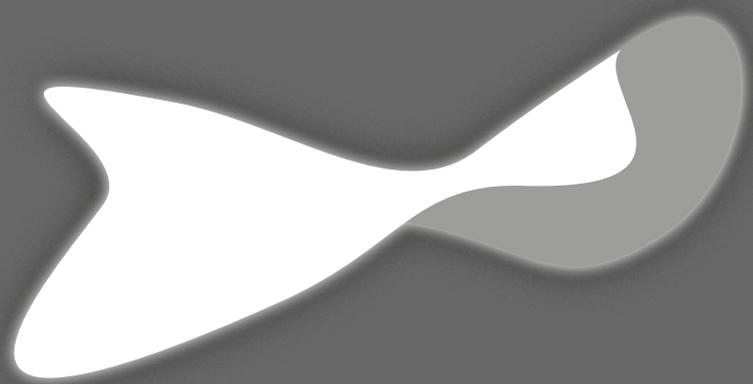
**Parte Uno**

# **AI principio**



# La creación del universo

Profesor STEPHEN HAWKING



**H**ay muchos relatos distintos sobre el comienzo del mundo. Por ejemplo, según el pueblo bushongo de África central, al principio no había más que oscuridad, agua y el gran dios Bumba. Un buen día, Bumba, que tenía dolor de tripa, vomitó el Sol. El Sol secó parte del agua, con lo que apareció la Tierra. Bumba, que seguía dolorido, vomitó entonces la Luna, las estrellas y algunos animales: el leopardo, el cocodrilo, la tortuga y, finalmente, el ser humano.

Otras culturas tienen relatos distintos, que son los primeros intentos de dar respuesta a las grandes preguntas:

· **¿Por qué estamos aquí?**

· **¿De dónde venimos?**

La primera evidencia científica que respondía a estas preguntas se descubrió hará cosa de un siglo con el hallazgo de que existen otras galaxias y que se alejan de nosotros. El universo se expande; las galaxias se separan. Eso significa que, en el pasado, las galaxias estaban más próximas. Hace casi 14 000 millones de años, el universo se encontraba en un estado muy caliente y denso. El momento en el que empezó a separarse se llama Big Bang.

El universo comenzó con el Big Bang, que provocó una expansión cada vez más rápida en un proceso llamado inflación, palabra que también describe el fenómeno del aumento de precios. La inflación al comienzo del universo fue mucho más rápida que la inflación de los precios: consideramos que la inflación es muy alta si los precios se doblan en un año, pero

el universo dobló su tamaño muchas veces en una minúscula fracción de segundo.

La inflación hizo que el universo se volviera muy grande, muy uniforme y plano, aunque no era del todo uniforme: había pequeñísimas variaciones en algunos lugares que causaban diminutas diferencias en la temperatura del universo temprano reflejadas en lo que se conoce como la radiación de fondo de microondas. Esas variaciones significan que algunas regiones se expandirán algo más despacio y en algún momento dejarán de hacerlo y colapsarán formando galaxias y estrellas. Debemos la vida a esas variaciones; si el universo temprano hubiera sido totalmente uniforme, no habría galaxias ni estrellas y, por lo tanto, la vida no podría haber surgido.

## **El Big Bang**

El Big Bang es una teoría —una idea o grupo de ideas— acerca de cómo surgió el universo. Los científicos se dedican a buscar pruebas de que sus ideas son correctas, y la mayoría de ellos aceptan la teoría del Big Bang.



# Un viaje a través del universo

Profesor BERNARD CARR

Facultad de Física y Astronomía,  
Universidad Queen Mary de Londres



**A**ntes de partir, hay que dejar claro lo que entendemos por «viaje» y por «universo». La palabra «universo» hace referencia a absolutamente todo lo que existe. Sin embargo, la historia de la astronomía puede entenderse como una serie de pasos y, a cada paso, el universo parece crecer, así que nuestra definición de «todo» también ha cambiado con el tiempo.

Hoy en día, la mayoría de los cosmólogos aceptan la teoría del Big Bang, según la cual el universo empezó su existencia en un estado de gran compresión hace unos 14 000 millones de años. Eso significa que solo podemos ver hasta la distancia a la que la luz ha llegado desde el Big Bang, que define el tamaño del universo observable.

¿Y qué queremos decir con «viaje»? En primer lugar, hay que distinguir entre observar el universo y viajar por él. Observar es lo que hacen los astrónomos y, como veremos, implica mirar



atrás en el tiempo. Viajar es lo que hacen los astronautas e implica cruzar el espacio, pero también puede referirse a otro tipo de viaje, porque, al viajar desde la Tierra hasta los confines del universo observable, lo que hacemos es, en esencia, remontar la historia que el pensamiento humano ha tenido acerca de la escala del universo. Hablemos por orden de esos tres viajes:



## **El viaje a través del tiempo**

La información que reciben los astrónomos procede de ondas electromagnéticas que viajan a la velocidad de la luz (300 000 kilómetros por segundo). Es una velocidad rapidísima, pero tiene un límite, y los astrónomos suelen medir la distancia según el equivalente en tiempo de viaje de la luz. La luz del Sol tarda varios minutos en llegar hasta nosotros, por ejemplo, pero la luz procedente de la galaxia grande que nos queda más cerca (Andrómeda) tarda años en llegarnos, y la de las galaxias más lejanas, muchos miles de millones de años.

Eso significa que, al abarcar grandes distancias con la mirada, estamos mirando hacia el pasado. Por ejemplo: si observamos una galaxia que se encuentra a 10 millones de años luz de distancia, la vemos tal y como era hace 10 millones de años. En ese sentido, un viaje por el universo no solo es un viaje a través del espacio, sino también a través del tiempo, hasta el mismísimo Big Bang.

En realidad, no podemos llegar a ver hasta el Big Bang, porque el universo temprano estaba tan caliente que formó una niebla de partículas que no deja ver. A medida que se expandía,





se fue enfriando y, unos 380 000 años después del Big Bang, la niebla se disipó. Sin embargo, podemos seguir con nuestras teorías para especular acerca de cómo era antes el universo. Como la densidad y la temperatura aumentan a medida que retrocedemos en el tiempo, nuestra especulación está sujeta a las teorías formuladas en un ámbito llamado física de altas energías, o física de partículas, pero ahora tenemos una imagen bastante completa de la historia del universo.

Sería de esperar que nuestro viaje a través del tiempo acabara en el Big Bang. Sin embargo, actualmente los científicos intentan entender la física de la propia creación y, en principio, cualquier mecanismo capaz de producir nuestro universo debería poder generar otros. Por ejemplo, hay quien cree que el universo pasa por ciclos de expansión y colapso, lo que nos daría universos encadenados en el tiempo. Otros opinan que nuestro universo es una de tantas «burbujas» que flotan en el espacio. Son variantes de la llamada propuesta del «multiverso».

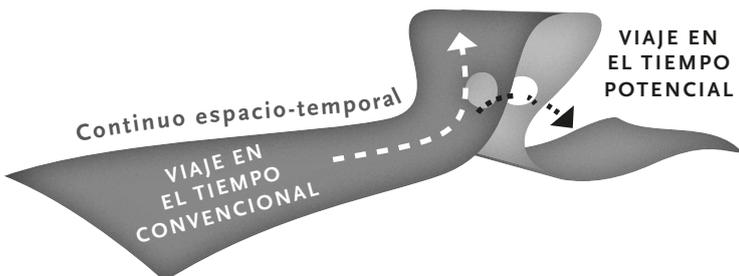
## **El viaje a través del espacio**

Viajar físicamente por el espacio es mucho más complejo a causa del tiempo que llevaría. El físico Albert Einstein planteó dos teorías importantes acerca del espacio y el tiempo. En su teoría especial de la relatividad (1905), afirma que ninguna nave espacial podría superar la velocidad de la luz, lo que significa que tardaríamos al menos 100 000 años en cruzar la galaxia y 10 000 millones de años en cruzar el universo, eso desde la perspectiva de alguien que se queda en la Tierra. Pero la relatividad

especial también predice que el tiempo fluye a menos velocidad para quien lo observa mientras transita por él, de modo que el viaje sería mucho más rápido para los astronautas. De hecho, si se pudiera viajar a la velocidad de la luz, ¡el tiempo no correría!

No existe una nave espacial que pueda viajar tan rápido como la luz, pero se podría acelerar gradualmente hacia esa velocidad máxima, de modo que el tiempo experimentado sería mucho más breve que el que transcurriría en la Tierra. Por ejemplo, con el impulso de la aceleración a la que la gravedad hace caer los cuerpos en la Tierra, un viaje por nuestra Vía Láctea tendría una duración aparente de unos treinta años. Por lo tanto, cuando el viajero regresara a la Tierra, descubriría que todos sus amigos habían fallecido mucho tiempo atrás. Y, si acelerara de forma constante más allá de la galaxia durante un siglo, ¡se podría, en principio, viajar hasta el confín del universo observable hoy en día!

La otra teoría de Einstein, la teoría de la relatividad general (1915), permite posibilidades aún más exóticas. Por ejemplo, que los astronautas pudieran llegar a usar agujeros de gusano o el efecto de curvatura —como hacen en *Star Trek* y otras series famosas de ciencia ficción— para que estos viajes fueran aún más rápidos y así poder regresar a casa sin perder a la familia o los amigos. Pero, por ahora, todo eso es ficción.





## El viaje a través de la historia del pensamiento humano sobre el universo

Para los antiguos griegos, la Tierra era el centro del universo, y los planetas, el Sol y las estrellas se encontraban relativamente cerca. Este modelo geocéntrico (*geos* = Tierra) se derrumbó en el siglo xvi, cuando Copérnico demostró que la Tierra y los demás planetas giraban alrededor del Sol (*helios*). Sin embargo, el modelo heliocéntrico no duró mucho: algunas décadas más tarde, Galileo probó, mediante el telescopio que acababa de inventar, que la Vía Láctea —que, hasta entonces, no se consideraba nada más que una banda luminosa en el cielo— consiste en muchísimas estrellas como el Sol, descubrimiento que no solo disminuyó la importancia del Sol, sino que aumentó hasta proporciones descomunales el tamaño del universo conocido.

Llegado el siglo xviii, se aceptó que la Vía Láctea era un disco de estrellas (la galaxia) sostenido por la gravedad. Sin embargo, la mayoría de los astrónomos seguían creyendo que la Vía Láctea contenía todo el universo, una visión galactocéntrica que persistió hasta bien entrado el siglo xx, 1924 para ser exactos, cuando Edwin Hubble midió la distancia hasta la galaxia grande más cercana a nuestro planeta (Andrómeda) y demostró que tenía que estar fuera de la Vía Láctea. ¡Otro cambio en el tamaño del universo!

En cuestión de pocos años, Hubble obtuvo información sobre varias docenas de galaxias cercanas. Los datos que recabó mostraban que todas las galaxias se alejan de nuestro planeta a una velocidad proporcional a la distancia de la Tierra a la que se encuentran. La forma más fácil de entenderlo es imaginar el



espacio en expansión, con las galaxias dibujadas en la superficie de un globo que se hincha. Esta expansión se conoce como ley de Hubble-Lemaître, y se ha demostrado que se aplica a distancias de hasta decenas de miles de millones de años luz, en una región que contiene cientos de miles de millones de galaxias. ¡Otro cambio de escala tremendo!

La visión cosmocéntrica (cosmos = universo) cree que este es el último salto en el tamaño del universo porque la expansión cósmica significa que, a medida que retrocedemos en el tiempo, las galaxias se van acercando hasta fusionarse —hasta el Big Bang, hace 14 000 millones de años, y no podemos ver más allá de la distancia que la luz ha recorrido desde ese momento—. Sin embargo, hace poco se produjo un avance interesante: aunque es de esperar que la expansión del universo se vea ralentizada a causa de la gravedad, las observaciones más recientes indican que, en realidad, acelera. Las teorías que intentan explicarlo dan a entender que el universo observable que conocemos podría formar parte de una «burbuja» mucho mayor. ¡Y esa burbuja, a su vez, podría ser una de muchas!



## Y ahora. ¿qué?

El punto final de nuestros tres viajes —el primero, hacia atrás en el tiempo; el segundo, por el espacio, y el tercero, a través de la historia del pensamiento humano— es el mismo: ¡esos universos inobservables que solo podemos entrever en nuestra imaginación mediante teorías!



# **Albert Einstein**

## **[1879-1955]**

Albert Einstein, físico y matemático, nació en Alemania, pero su familia se trasladó primero a Italia y luego a Suiza. Dio muestras de su interés por la ciencia desde una edad muy temprana: a los 5 años quedó fascinado por una brújula y la forma en que la aguja siempre apuntaba en la misma dirección. A los 12, aprendió de forma autodidacta álgebra y geometría.

En 1905, a la edad de 26 años, publicó tres artículos científicos. Uno de ellos, «Sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento», es más conocido como «Teoría de la relatividad especial». Diez años después, en 1915, escribió la «Teoría de la relatividad general».

Einstein era judío y, en diciembre de 1932, un mes antes de que Adolf Hitler se convirtiera en canciller de Alemania, Einstein renunció a la ciudadanía alemana y se trasladó a los Estados Unidos, donde vivió el resto de su vida. Era un pacifista y se opuso a la bomba atómica. Deseaba la paz entre todas las naciones y un gobierno mundial.

Albert Einstein recibió el Premio Nobel de Física en 1921. Muchos lo consideran el mejor físico matemático de la historia.

# Las teorías de Einstein

## La teoría de la relatividad especial

En el universo, todo se mueve. La relatividad describe los vínculos entre el espacio, el tiempo y el movimiento. En su teoría de la relatividad especial, Einstein planteó que la velocidad de la luz en el vacío es la misma para cualquier observador, por más que se mueva la fuente luminosa. Además, las leyes de la física son iguales para todos los observadores si se encuentran en movimiento uniforme entre sí. Esta teoría ofrece algunos resultados interesantes, como el hecho de que la energía y la masa son intercambiables y que no hay nada que pueda viajar a más velocidad que la luz. De esta teoría surge el famoso teorema de Einstein:

$$E = mc^2$$

## La teoría de la relatividad general

Esta teoría habla de la gravedad. Einstein afirmaba que la materia en el espacio distorsiona el espacio a su alrededor, lo curva. La curva es lo que percibimos como gravedad, pero la geometría que usamos habitualmente solo sirve para objetos planos, de modo que no nos vale para describir el espacio curvo. La relatividad general explica cómo la gravedad afecta tanto al tiempo como al espacio.

# La uniformidad en el espacio

**P**ara aplicar la relatividad general a todo el universo, debemos hacer algunas suposiciones:

- Todos los lugares del espacio deberían comportarse de la misma forma (homogeneidad).
- Todas las direcciones en el espacio deberían ofrecer el mismo aspecto (isotropía).

Esto conduce a una imagen del universo que:

- es uniforme en el espacio;
- empieza con el Big Bang;
- y se expande por igual en todas partes.

Esta imagen está respaldada con firmeza por la observación astronómica, que es lo que vemos en el espacio a través de telescopios que se encuentran tanto en la Tierra como fuera de ella.

Sin embargo, el universo no puede ser exactamente uniforme en el espacio, porque eso significaría que estructuras como las galaxias, las estrellas, los sistemas solares, los planetas y las personas no podrían existir. Necesitamos un patrón de ondas diminutas que pasan por encima de la uniformidad para explicar cómo las primeras zonas de gas y materia oscura pudieron empezar a colapsar de modo que las leyes de la física entraran en acción y crearan estrellas y planetas.

Averiguarás  
más acerca de  
la materia oscura  
en las págs. 21  
y 201.

Como el gas y la materia oscura empiezan siendo prácticamente uniformes y creemos que las leyes de la física que conocemos se aplican en todas partes, es de esperar que todas las galaxias se formen de la misma manera, de modo que las galaxias más lejanas deberían contener tipos de estrellas, planetas, asteroides y cometas parecidos a los que vemos en nuestra Vía Láctea.

Aún no se sabe muy bien de dónde salieron esas pequeñas ondas iniciales. La mejor teoría de que se dispone actualmente es que surgieron a partir de temblores cuánticos microscópicos magnificados por una fase inicial de expansión muy veloz —llamada inflación— que tuvo lugar durante una fracción diminuta del primer segundo que siguió al Big Bang.

The page features a light gray background decorated with several stylized galaxies and stars. At the top, there are five stars and several galaxies of different orientations and sizes. Dotted white arrows point from these galaxies towards the central title. The title itself is in a bold, black, sans-serif font. Below the title, there are two paragraphs of text. The first paragraph is flanked by a star on the left and another on the right. The second paragraph is flanked by a star on the left and another on the right. At the bottom of the page, there are three more galaxies and stars. Dotted white arrows point from these galaxies towards the bottom right corner of the page. The page number '15' is centered at the bottom.

## Edwin Hubble (1889-1953)

Edwin Hubble fue un astrónomo estadounidense. En el colegio, era un as del deporte y sacaba buenas notas en todas las materias excepto en ortografía. Como astrónomo, trabajó en California, en el Observatorio Mount Wilson. En 1923, contempló la nebulosa de Andrómeda a través del enorme telescopio Hooker, de 2,5 m. Allí descubrió un tipo de estrella muy particular, llamada estrella variable Cefeida, que le permitió demostrar que esa nebulosa se hallaba a unos 900 000 años luz de la Tierra, y, por lo tanto, no podía encontrarse en nuestra galaxia, la Vía Láctea, cuyo radio mide 52 850 años luz, lo que significaba que la nebulosa de Andrómeda era, en realidad, la galaxia de Andrómeda. Se trataba de la primera vez que se descubría otra galaxia, y el hallazgo dio a entender que el universo estaba formado por muchas más, algunas de las cuales localizó Hubble más tarde. También inventó una forma de clasificar las galaxias según su forma, y descubrió que, cuanto más lejos se encontrara una galaxia del sistema solar, más rápido viajaría.

Desde entonces, se ha calculado que Andrómeda está a unos 2 millones de años luz de distancia; sin embargo, el descubrimiento de Hubble fue revolucionario y demostró que Andrómeda se hallaba fuera de nuestra galaxia.

# La teoría del todo

**A** lo largo de la historia, la gente ha contemplado el mundo que la rodea y ha tratado de entender las cosas asombrosas que veía mediante el planteamiento de distintas preguntas:

- **¿Qué son esos objetos?**
- **¿Por qué se mueven y cambian como lo hacen?**
- **¿Han estado siempre?**
- **¿Qué nos dicen de por qué estamos nosotros aquí?**

Solo en los últimos siglos hemos comenzado a encontrar respuestas científicas para todas estas preguntas.



## La teoría clásica

En 1687, Isaac Newton, el gran matemático y físico inglés, publicó las famosas «leyes del movimiento», que describen cómo hay fuerzas que cambian la forma en la que los objetos se mueven, además de la «ley de la gravitación universal», que dice que todos los objetos del universo atraen al resto de los objetos con una fuerza —la gravedad— que es el motivo por el que estamos pegados a la superficie de la Tierra, por el que la Tierra gira alrededor del Sol y por lo que se crearon los planetas y las estrellas. A escala de planetas, estrellas y galaxias, la gravedad es el arquitecto que controla la grandiosa estructura del universo. Incluso hoy en día, las leyes de Newton nos sirven para poner satélites en órbita y enviar naves espaciales a otros planetas, aunque para objetos muy rápidos o muy grandes hacen falta teorías más modernas, incluidas las de la relatividad de Einstein, y para explicar el comportamiento de cosas diminutas, como los átomos y las partículas, hace falta otra teoría distinta.

# Las leyes del movimiento

1. Toda partícula permanece en reposo o movimiento en línea recta a velocidad constante a menos que una fuerza externa incida sobre ella.
2. La velocidad a la que cambiará la inercia de una partícula será igual en magnitud y dirección a la fuerza externa.
3. Si una partícula ejerce una fuerza sobre otra partícula, la segunda partícula ejercerá una fuerza igual pero opuesta sobre la primera.

## La ley de la gravitación universal



Todas las partículas del universo atraen al resto de las partículas con una fuerza que señala la línea entre las partículas, que es directamente proporcional al producto de sus respectivas masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ellas.