

# **El origen del universo y de la vida**



# Índice

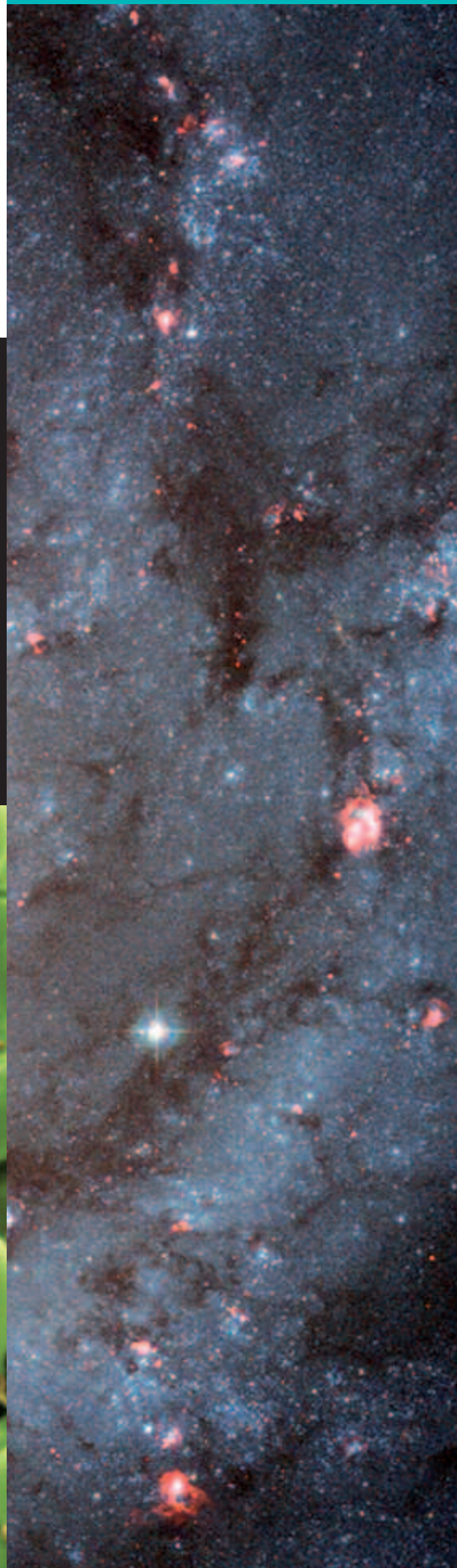
1. El origen y la evolución del uUniverso
2. El ser vivo y la vida
3. El origen de la vida y de los primeros organismos

La observación de un cielo estrellado, el movimiento de las estrellas durante la noche y la salida y la puesta del Sol cada día han llevado a los seres humanos de todas las culturas a intentar saber cómo han surgido los cuerpos celestes.

También se han planteado cómo surgió la vida en nuestro planeta y cómo se originaron los primeros seres vivos.

Tanto desde las religiones, como desde la filosofía y la ciencia, se ha intentado dar respuesta a estas cuestiones.

En los últimos años los científicos han aportado muchos datos sobre cómo y cuándo se originó el universo y la vida sobre la Tierra.



# 1. El origen y la evolución del universo

## 1.1 El universo

El universo o **cosmos** es el conjunto de toda la materia y energía existente y el espacio en el que se encuentran. La parte que podemos observar o deducir de él se denomina universo observable.

La **Cosmología** es la ciencia que estudia el universo. El nacimiento de la **cosmología moderna** puede situarse hacia el año 1700 con la propuesta de que la Vía Láctea es un sistema de estrellas, una de las cuales es el Sol, y de que existen otros sistemas similares.

### La velocidad de la luz

La velocidad de la luz es muy alta. Si se consideran dos ciudades que equidistan unos 500 km, como Madrid y Barcelona, en un segundo la luz podría ir y volver, de una ciudad a otra, 300 veces.

### Antigüedad del universo

Se ha calculado que el universo tiene una antigüedad de 13 700 millones de años.

Para que nos hiciéramos una idea, Carl Sagan propuso la siguiente comparación: si los 13 700 millones de años transcurrieran en un solo año, la antigüedad de los acontecimientos más importantes de la historia sería la siguiente:

- ◆ El descubrimiento de América (hace unos 500 años) habría ocurrido hace solo 1 s.
- ◆ El nacimiento de Jesucristo (hace unos 2 000 años) se habría producido hace solo 4 s.
- ◆ El principio del imperio egipcio de los faraones (hace unos 5 000 años) habría sucedido hace 10 s.
- ◆ La aparición de nuestra especie, el Homo sapiens (hace unos 300 000 años), se habría producido hace solo 10 min.

### Dimensiones del universo

Para medir el universo se utiliza una unidad denominada **año luz**, que corresponde al espacio recorrido por la luz en un año. La velocidad de la luz es 300 000 km/s. A esta velocidad, en un año se recorre una gran cantidad de kilómetros:

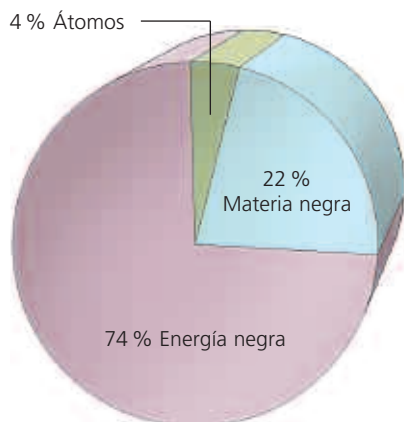
$$300\,000\text{ km} \times 60\text{ s} \times 60\text{ min} \times 24\text{ h} \times 365,25\text{ días}$$

Para ir desde la Tierra al extremo del universo observable se deberían recorrer 46 500 millones de años luz. Dicho de otro modo, a la velocidad de la luz se tardarían 46 500 millones de años en llegar.

### Composición del universo

Se considera que el universo está constituido por un 7 % de **energía oscura**, un 23 % de **materia oscura** y un 70 % de **átomos** que componen la materia observable.

- ◆ La energía oscura es similar a la energía gravitatoria, pero de sentido contrario, ya que provoca la repulsión entre partículas. La existencia de la energía oscura se dedujo en 1998 al descubrirse que el universo se encontraba en expansión, en lugar frenarse por acción de la gravedad.
- ◆ La materia oscura no puede observarse debido a que no emite ni refleja suficiente radiación electromagnética y su composición se desconoce. Su existencia se ha deducido al saber que la masa de las galaxias era mucho mayor que la suma de la masa de todas sus estrellas. Se piensa que solo podemos observar de modo



Composición del Universo

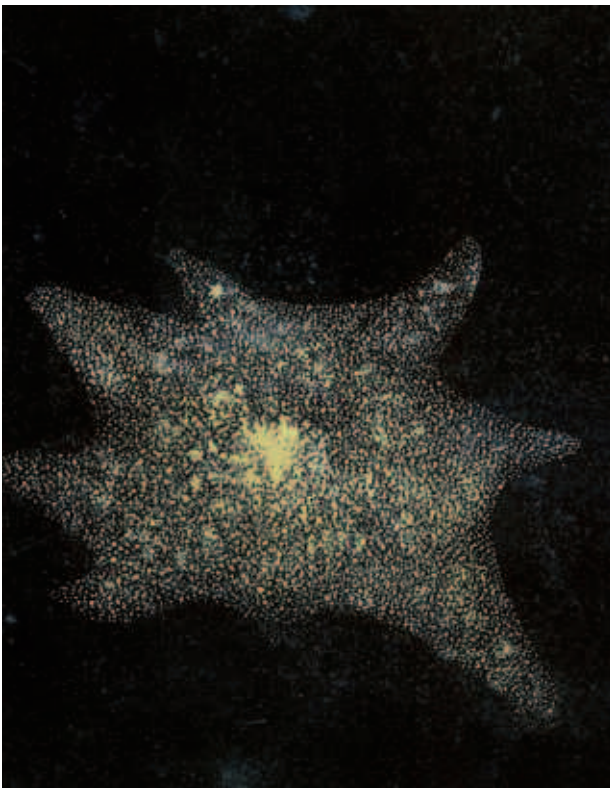
directo el % de la materia de una galaxia, ya que el 90 % restante es materia oscura.

- ◆ Los átomos que constituyen la materia observable son, básicamente, los átomos de hidrógeno (75 %) y los átomos de helio (25 %). El resto de los átomos (hierro, carbono, nitrógeno, cobre, oxígeno, etc.) se encuentra en un porcentaje mínimo. Estos últimos se originan en pequeñas cantidades al explotar las estrellas de gran masa y se esparcen por el espacio. Por efecto de la fuerza gravitacional, una parte de estos átomos puede condensarse formando un planeta, en el que los elementos más pesados ocupan el centro; los intermedios, el manto y la corteza; y los más ligeros, la atmósfera. Por eso se dice que los seres vivos somos polvo de estrellas. Se calcula que en el universo hay un átomo por metro cúbico de espacio vacío.

### Estructura del universo

El universo está formado por **nebulosas** y **galaxias**.

- ◆ Las nebulosas son cúmulos de polvo cósmico de aspecto difuso.
- ◆ Las galaxias son cúmulos de estrellas y de polvo cósmico que se mueven juntas por el espacio.



*Nebulosa.*



*Vía Láctea. Galaxia.*

Nuestra galaxia, la **Vía Láctea**, está constituida por unos 200 000 millones de estrellas situados en un espacio de unos 100 000 años luz de diámetro.

Se considera que en el universo hay entre 10 000 y 100 000 millones de galaxias. Nuestro planeta es una simple mota de polvo en la inmensidad del universo.



**Albert Einstein** (1879-1955).

## 1.2 La teoría de la relatividad como inicio de la cosmología moderna

La teoría de la relatividad se debe a **Albert Einstein** (1879-1955). Este científico se planteó averiguar por qué el universo se mantiene en equilibrio, pese al tiempo transcurrido, en vez de haberse producido la compactación de los astros debido a la fuerza de la gravedad. Einstein, sin realizar ningún experimento, llegó mediante cálculos matemáticos a unas conclusiones que, años más tarde, han sido confirmadas por las observaciones de los astrónomos.

En el universo no se puede distinguir si un cuerpo está en reposo absoluto o moviéndose con una velocidad constante. Tampoco se puede distinguir entre un cuerpo en movimiento acelerado y otro que esté sometido a un campo gravitatorio. Esto significa que en el universo es lo mismo que una peonza gire o que sea el universo el que gire a su alrededor y la peonza esté quieta.

Las principales consecuencias de esta teoría son:

- ◆ El tiempo absoluto no existe, ya que la duración de un suceso depende de la velocidad del sistema en el que se realiza.
- ◆ El espacio y el tiempo constituyen una misma realidad, denominada **espacio-tiempo**. Si la transmisión de la luz fuese instantánea, podríamos observar la realidad del momento, pero como tarda en llegar lo que percibimos no es lo que sucede ahora, sino lo que sucedió en el pasado. De esto se deduce un universo de cuatro dimensiones, siendo la cuarta el tiempo.
- ◆ La masa y la energía son dos aspectos de una misma realidad física y una se puede convertir en la otra según la fórmula:

$$E = m \cdot c^2$$

Siendo  $E$  la energía,  $m$  la masa y  $c$  la velocidad de la luz (300 000 km/s). La masa de un cuerpo aumenta al aumentar su velocidad. A la velocidad de la luz, la masa de un cuerpo sería infinita.

- ◆ La luz está constituida por **quanta** de energía luminosa o **fotones** que no tienen apenas masa cuando están en reposo y que se propagan siguiendo un movimiento ondulatorio. Como estos aumentan su masa al desplazarse, los campos gravitatorios hacen que la luz no siga una trayectoria rectilínea, sino que se desvíe. Este hecho fue confirmado en 1919, aprovechando un eclipse de Sol, al comprobar que la posición aparente de una estrella era ligeramente diferente, debido a que su luz al pasar cerca del Sol se veía influida por su masa.

### La relatividad

El nombre de **relatividad** hace referencia a la afirmación de que «todo movimiento es relativo», es decir, que solo se puede conocer el movimiento de un punto en relación a otro punto. Así pues, el movimiento absoluto no existe. Por ejemplo, en un tren que se desplaza sin vibraciones, los pasajeros tienen sensación de estar parados, a no ser que miren por las ventanas.

### 1.3 La teoría de la gran explosión (Big Bang)

Según esta teoría, el universo se originó a partir de una gran explosión que proyectó toda la energía y la materia existentes. La elaboración de esta teoría la inició Einstein en 1917.

Se partió de la hipótesis de que en el universo la distribución de la materia era uniforme (**universo homogéneo e isótropo**) y que no cambiaba de forma con el tiempo (universo en equilibrio). Para compensar el efecto de la gravedad, Einstein introdujo en su modelo una fuerza igual, pero de sentido contrario, a la que denominó **constante cosmológica**.

En 1924, el matemático A. Friedmann demostró que este modelo de universo no era posible, ya que con el paso del tiempo debía hacerse más grande o más pequeño, por lo que la constante cosmológica era innecesaria. A. Einstein estuvo de acuerdo con esta corrección.

En 1927, el astrónomo G. E. Lemaître expuso la teoría de que las galaxias provienen de la explosión de un núcleo inicial, llamado **huevo cósmico** o **átomo primitivo**.

En 1929, el astrónomo E. Hubble, al analizar el espectro de la luz que nos llega de las galaxias, dedujo que todas ellas se alejan de nuestro planeta, es decir, que el **universo está en expansión**.

Entre 1948 y 1952, el físico G. Gamow coincidió con la hipótesis de Lemaître sobre el origen de las galaxias (fue el que propuso el nombre de Big Bang), pero discrepaba en la idea de que los primeros átomos en formarse fueran los pesados.

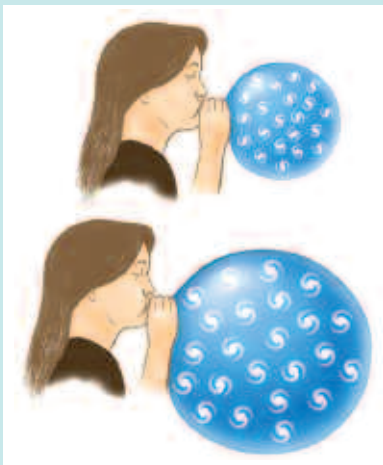
Según Gamow, el **huevo cósmico** estaba constituido por neutrones, que al descomponerse generaron protones y electrones, los cuales se aglutinaron y formaron átomos de hidrógeno y de helio, a partir los cuales se crearon los demás elementos.

A la teoría del Big Bang se le hizo la crítica de que, si a partir de las galaxias más alejadas se calculaba el tiempo transcurrido, el resultado era de 2 000 millones de años, lo cual era absurdo, ya que solamente la Tierra tiene más de 4 000 millones de años. Según los cálculos realizados posteriormente, la gran explosión se produjo hace unos 13 700 millones de años.



*El Telescopio Espacial Hubble, que fue puesto en órbita en el año 1990, representa uno de los proyectos más importantes par el estudio del espacio.*

#### Analogía de la expansión del universo



Si hinchamos un globo y nos fijamos en un punto cualquiera del mismo, podemos observar que todos los demás puntos se alejan respecto del punto considerado. De manera análoga, de la observación de que todas las galaxias se alejan respecto de la Tierra no se deduce que esta sea el centro del universo, pues esta misma sensación se tendría desde cualquier otro punto del espacio.

## 1.4 Teoría del estado estacionario o de la creación continua

Esta teoría fue presentada entre 1948 y 1950 por los astrónomos H. Bondi, T. Gold y F. Hoyle.

Según esta hipótesis, el universo es uniforme en todo el espacio y no varía en el tiempo. Aunque el universo se expande, su densidad se mantiene constante gracias a que continuamente se está creando nueva materia.

El debate entre los seguidores de la **teoría del Big Bang** y los seguidores de la teoría del estado estacionario se decantó hacia los primeros a partir de los siguientes descubrimientos: la distribución de las radiofuentes celestes, los cuásares, la radiación de fondo y la proporción de átomos de hidrógeno y helio.

### Las radiofuentes celestes

Son galaxias o nebulosas que emiten ondas de radio. Se descubrieron al estudiarse algunos problemas de radiocomunicación. Para detectarlas se utilizan radiotelescopios: antenas de radio, generalmente parabólicas, de decenas de metros de diámetro.

En 1955, el astrónomo M. Ryle publicó el primer catálogo de radiofuentes. En él se observa que las galaxias más próximas, por lo tanto las más jóvenes, emiten más radiaciones y que a partir de los

3 000 millones de años luz de distancia se reduce mucho el número de radiofuentes. Lo anterior indica que al principio y durante un periodo de tiempo no había radiofuentes. Esto no contradice la teoría del Big Bang, pero sí la teoría del estado estacionario.

### Los cuásares

En 1960 se descubrieron radiofuentes que correspondían a puntos muy pequeños. Posteriormente, en 1963, el astrónomo M. Schmidt comprobó que eran galaxias que se encontraban a una distancia de entre 2 000 y 4 000 millones de años luz y que se alejaban a una velocidad enorme (casi un tercio de la velocidad de la luz).

Según la teoría del Big Bang, se trataría de galaxias muy pequeñas y muy brillantes que se formaron solo durante el período anteriormente indicado y que, por lo tanto, constituyen un fenómeno transitorio. Este hecho también contradice la idea de un universo que no varía con el tiempo.

### La proporción de átomos de hidrógeno y helio

La teoría del Big Bang afirma que, al producirse la gran explosión, la energía empezó a transformarse en materia. Al cabo de tres minutos aparecerían los átomos más sencillos (hidrógeno y helio).

Según los cálculos realizados, a partir de ese momento, el universo debía de estar formado por un 75 % de hidrógeno y un 25 % de helio, aproximadamente.

Estos resultados coinciden con las proporciones de hidrógeno y helio que hay en las galaxias, en las que los demás tipos átomos en conjunto no llegan al 1 %. La coincidencia de estas proporciones y su presencia en todas las galaxias indican un origen común y, por tanto, confirman la teoría del Big Bang.



Vía Láctea.

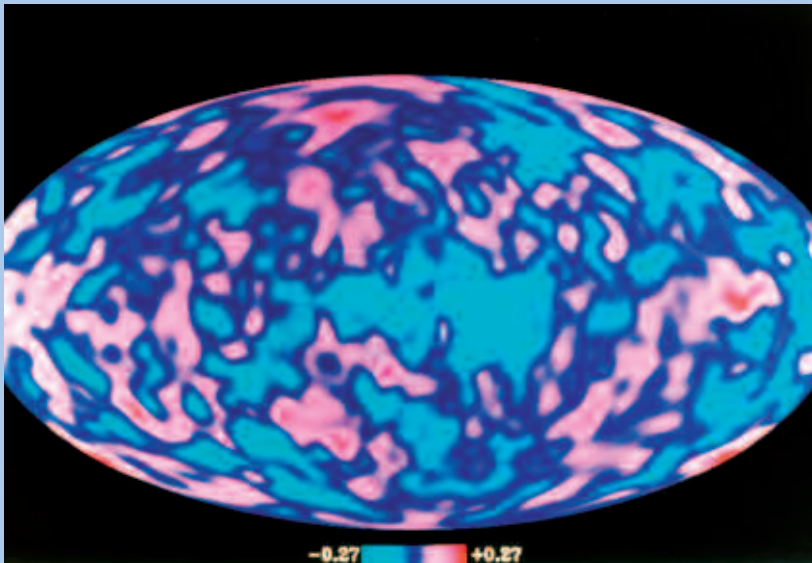
## La radiación de fondo

Según la teoría del Big Bang, en el momento de la gran explosión la temperatura sería muy alta (unos 3 000 millones de grados); a continuación se produjo un enfriamiento que, en los límites del universo, debía de ser inferior a los seis grados Kelvin (6 °K), es decir, a 267 grados Celsius bajo cero (-267 °C). A esta temperatura, una radiación que emiten los cuerpos no luminosos es prácticamente indetectable.

En 1965, los radioastrónomos A. Penzias y R. Wilson captaron una radiación muy débil, de 7,35 cm longitud de onda, que era idéntica en cualquier dirección del universo y a la que se denominó **radiación de fondo**.

Tal y como afirma la hipótesis del Big Bang, esta radiación sería el eco de la gran explosión. Sin embargo, la teoría del estado estacionario no explica esta radiación.

### documento



### Proyecto Cobe

Imagen de la radiación de fondo obtenida por el satélite Cobe, enviado al espacio en el año 1989. Es la imagen de la huella más antigua del universo,

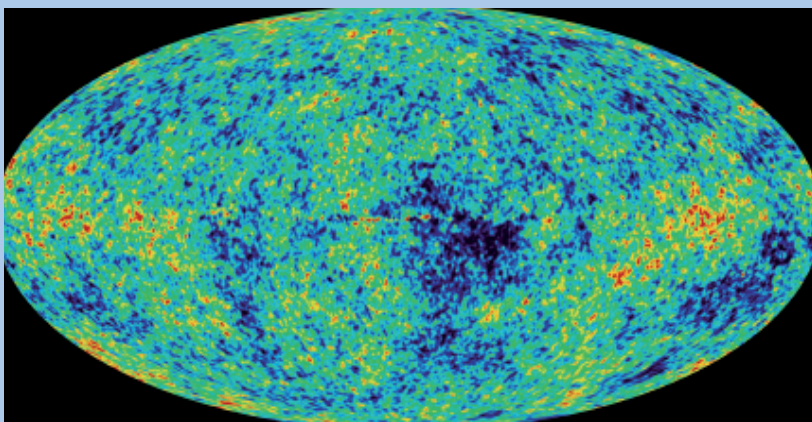
El proyecto Cobe (Cosmic Background Explorer) fue dirigido por J. Mather y el responsable de estudiar los espectros fue G. Smoot. Los primeros resultados se publicaron en 1992 y confirmaron la teoría del Big Bang. Ambos científicos obtuvieron el premio Nobel de Física de 2006.

Los resultados del proyecto Cobe indican que el universo tiene una antigüedad de 13 700 millones de años y que las primeras galaxias se formaron hace 200 millones de años.

### Proyecto WMAP

Imagen de la radiación de fondo obtenida por la sonda WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe), lanzada el año 2001.

Los puntos rojos indican más calor y los azules, más frío y se corresponden, respectivamente, con materia más y menos densa.







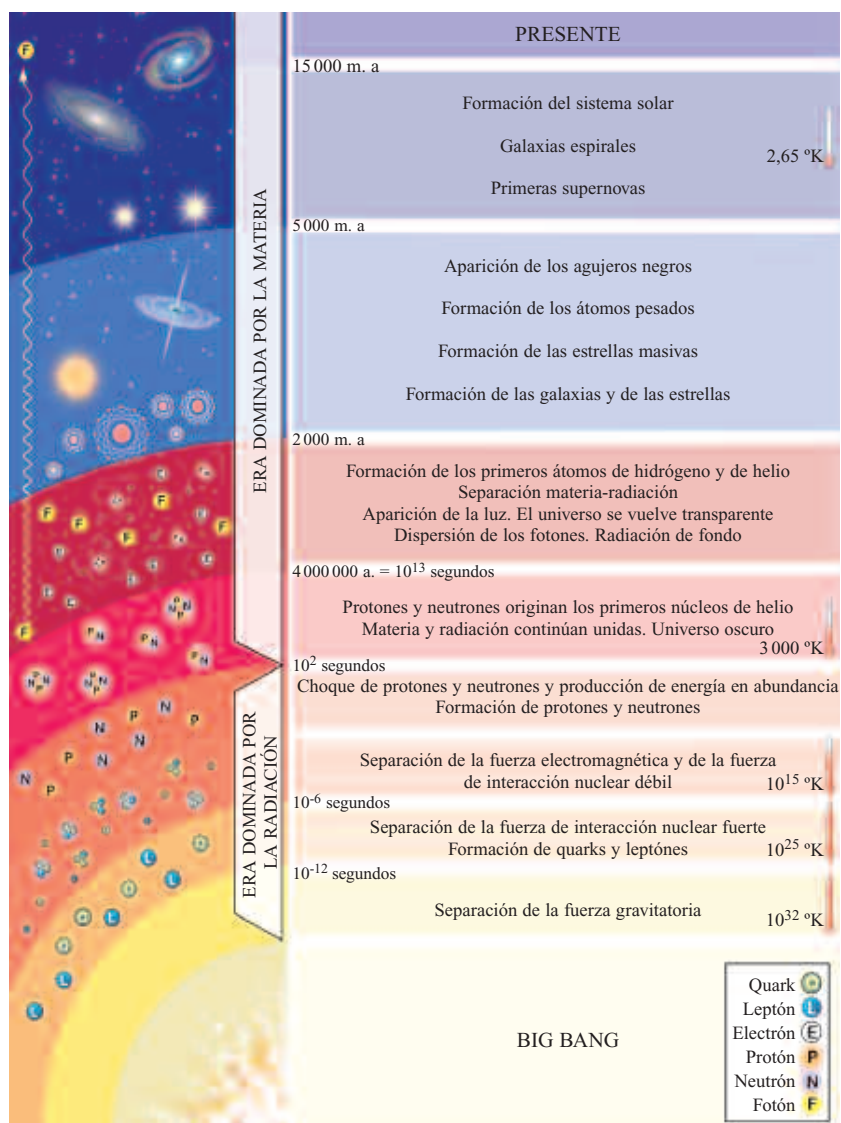
**Stephen William Hawking** (1942), físico, cosmólogo británico.

## 1.5 La cronología de la gran explosión

Según la teoría del Big Bang, el inicio del universo se sitúa en el instante en el que la denominada **singularidad inicial** sufre la gran explosión.

Actualmente solo se conoce lo que sucedió a partir de 10-43 segundos después de la gran explosión, pero no lo acontecido antes de ese momento. Para ello habría que saber cómo las cuatro fuerzas naturales estaban unidas en una sola.

Estas cuatro fuerzas son: la **gravedad**, la **interacción nuclear fuerte** (fuerza que une las partículas del núcleo atómico), la **fuerza electromagnética** y la **interacción nuclear débil** (fuerza responsable de la radiactividad natural, como la de la desintegración de los neutrones). Actualmente, el principal investigador en este campo es S. Hawking.



La gran explosión y evolución del universo.

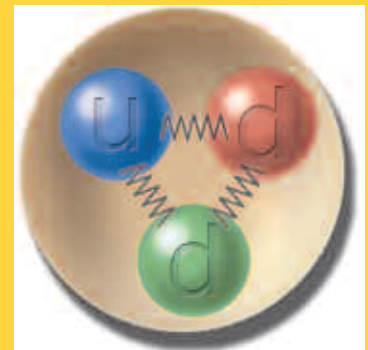
Evolución del universo	
<p>Después de <math>10^{-43}</math> s</p> <p>Inicialmente, el universo tenía un diámetro de <math>10^{-28}</math> cm (mil billones de veces más pequeño que un átomo de hidrógeno), una densidad casi infinita y una temperatura de <math>10^{32}</math> °K.</p>	<p>El universo empezó a enfriarse y a dilatarse a una velocidad superior a la de la luz (<b>inflación</b>) aumentando su masa <math>10^{50}</math> veces.</p> <p>Inicialmente las cuatro fuerzas naturales estaban unidas en una sola, pero en este corto período de tiempo la fuerza gravitatoria se separó de las otras tres fuerzas.</p>
<p>Después de <math>10^{-32}</math> s</p> <p>El universo alcanzó un diámetro entre 7 y 8 cm y la temperatura descendió a <math>10^{25}</math> °K.</p>	<p>La fuerza de interacción nuclear fuerte se separó y comenzaron a formarse las partículas elementales del átomo (quarks y leptones).</p> <p>La materia formada superó en una cantidad pequeñísima a la de antimateria (materia formada por núcleos atómicos negativos y envolturas atómicas positivas). Si no hubiese ocurrido así, materia y antimateria se habrían anulado y ya no habría materia en el universo.</p> <p>El universo se hizo homogéneo y plano.</p>
<p>Después de <math>10^{-12}</math> s</p> <p>La temperatura descendió a <math>10^{15}</math> °K.</p>	<p>Gran cantidad protones y neutrones chocó entre sí y se transformó en energía.</p>
<p>Después de <math>10^{-6}</math> s</p>	<p>Los protones y neutrones se unieron y formaron núcleos de helio (dos protones y dos neutrones). Los fotones continuaban unidos a las partículas y el universo era oscuro (opaco).</p>
<p>Después de <math>10^{13}</math> s</p> <p>Continuó el enfriamiento hasta unos 3 000 °K.</p>	<p>Los fotones perdieron energía y, como consecuencia, los electrones fueron retenidos por los núcleos atómicos, constituyéndose los primeros átomos de hidrógeno y de helio.</p> <p>Los fotones, al dejar de interactuar con los electrones, se dispersaron y recorrieron grandes distancias constituyendo la llamada radiación de fondo.</p> <p>380 000 años después del Big Bang, los fotones, al separarse de la materia, originaron la luz y un universo transparente.</p>
<p>Después de 200 m. a.</p> <p>Continuó el enfriamiento. Actualmente, la temperatura media del universo es de 2,65 °K.</p>	<p>Se formaron las primeras galaxias y 200 millones de años después, debido a reacciones internas de fusión del hidrógeno, aparecieron las primeras estrellas.</p>

### Quarks y leptones

Quarks y leptones son partículas atómicas elementales.

Los quarks forman el núcleo atómico (neutrones y protones).

Los leptones no forman el núcleo atómico. Un tipo de leptones son los electrones.



Quarks (u, d, d) en un neutrón.

## Gracias por visitar este Libro Electrónico

Puedes leer la versión completa de este libro electrónico en diferentes formatos:

- HTML(Gratis / Disponible a todos los usuarios)
- PDF / TXT(Disponible a miembros V.I.P. Los miembros con una membresía básica pueden acceder hasta 5 libros electrónicos en formato PDF/TXT durante el mes.)
- Epub y Mobipocket (Exclusivos para miembros V.I.P.)

Para descargar este libro completo, tan solo seleccione el formato deseado, abajo:

