

Cronología del Big Bang

La **cronología del Big Bang** describe los eventos que han ocurrido y ocurrirán de acuerdo con la teoría del Big Bang, utilizando el parámetro del tiempo cosmológico como las coordenadas comóviles.^[1] Las observaciones sugieren que el universo como lo conocemos empezó hace aproximadamente 13.810 millones de años. Desde entonces, la evolución del universo ha pasado por tres fases: el Universo muy primigenio, el Universo primigenio y la formación de estructuras. El Universo muy primigenio, que sigue siendo comprendido pobremente, fue la fracción de segundo durante la cual el universo estaba tan caliente que las partículas tenían una energía muy alta. Conseguir este estado actualmente sólo es posible en la Tierra con un acelerador de partículas. Mientras las características básicas de esta época han sido resueltas con la teoría del Big Bang, los detalles están ampliamente basados en conjeturas. Siguiendo esta fase, en el Universo primigenio, la evolución del Universo procedió de acuerdo con la conocida física de alta energía. Fue entonces cuando se formaron los primeros protones, neutrones y electrones, después los núcleos y finalmente los átomos. Con la formación de hidrógeno neutro, se emitió el fondo cósmico de microondas. Finalmente, la época de las formaciones estructurales comenzó cuando la materia empezó a agregarse en las primeras estrellas y cuasars y por último se formaron las galaxias, las agrupaciones galácticas y los supercúmulos. El futuro del Universo no es firmemente conocido.

El Universo muy primigenio

Nuestra comprensión cosmogónica del Universo muy primigenio está basada en los pocos hechos existentes relacionados con esa época, entre los que se puede citar el corrimiento al rojo, la radiación de fondo de microondas, o una serie de obervaciones proporcionadas por el telescopio espacial Hubble. Ningún experimento actual prueba suficientemente las altas energías como para proporcionar entendimiento sobre este periodo. Los escenarios difieren radicalmente. Algunas ideas son el estado inicial Hartle-Hawking, el paisaje de cuerdas, la inflación brana, la cosmología de las cuerdas gaseosas y el Universo ekpyrótico. Algunas de estas ideas son mutuamente compatibles, otras no.

La época de Planck: antes de a 10^{-43} segundos

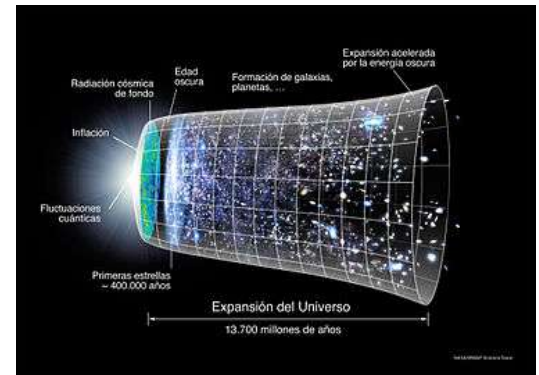
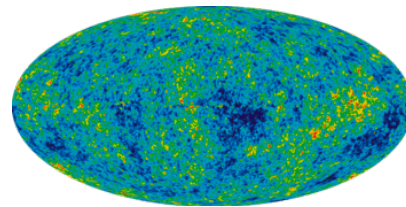


Diagrama de la evolución del universo desde el Big Bang (izquierda) hasta la actualidad.

Cosmología física



Radiación de fondo de microondas

Artículos

Universo primitivo

[Teoría del Big Bang](#) · [Inflación cósmica](#) · [Nucleosíntesis primordial](#)

Expansión

[Expansión métrica del espacio](#) · [Expansión acelerada del Universo](#) · [Ley de Hubble](#) · [Corrimiento al rojo](#)

Estructura

[Forma del universo](#) · [Espacio-tiempo](#) · [Materia bariónica](#) · [Universo](#) · [Materia oscura](#) · [Energía oscura](#)

Experimentos

[Planck \(satélite\)](#) · [WMAP](#) · [COBE](#)

Científicos

[Albert Einstein](#) · [Edw in Hubble](#) · [Georges Lemaître](#) · [Stephen Hawking](#) · [George Gamow](#)

Portales

Principal

[Cosmología](#)

De acuerdo con teorías tentativas y que por el momento no han tenido confirmación empírica adecuada como la supersimetría y otras teorías que incluirían las teorías de la gran unificación, inicialmente, lo que hoy en día se consideran como cuatro fuerzas fundamentales independientes: el electromagnetismo, la interacción nuclear débil, la interacción nuclear fuerte y la gravedad, serían manifestaciones de una única fuerza fundamental, descritas por un lagrangiano único. Así las constantes de acoplamiento de estas cuatro fuerzas fundamentales habrían tenido el mismo valor y el grupo de simetría de esta teoría incluiría los grupos parciales de simetría de las cuatro fuerzas fundamentales, razón por la que se afirma que estarían unificadas en una única fuerza fundamental.

Otros

Física · Astronomía ·
Exploración espacial · Sistema
Solar

Poco se conoce sobre esta época, aunque diferentes teorías hacen diferentes predicciones. La teoría de Einstein de la relatividad general predice una singularidad espaciotemporal antes de este tiempo, pero bajo estas condiciones la teoría no parece explicar los efectos cuánticos. Se espera que las teorías propuestas de la gravedad cuántica, así como la teoría de cuerdas y la gravedad cuántica de bucles, eventualmente conducirán a una mejor comprensión de esta época.^[2]

La Época de la Gran Unificación: de 10^{-43} a 10^{-36} segundos

Como el Universo se expande y se enfría desde la época de Planck, la gravedad se empieza a separar de las interacciones de gauge: el electromagnetismo y las interacciones nucleares débil y fuerte. La física a esta escala se puede describir por una gran teoría de unificación en el que los grupos de gauge del modelo estándar se integra en un grupo mucho mayor, que se rompe para producir las fuerzas de la Naturaleza observadas. Eventualmente, la gran unificación se rompe cuando la interacción nuclear fuerte se separa de la fuerza electrodébil. Esto debería producir monopolos magnéticos.

Inflación cósmica: de 10^{-36} a 10^{-33} segundos

La temperatura, y por tanto el tiempo, en que la inflación cósmica ocurrió no se conoce. Durante la inflación, el Universo es alisado y entra en una fase de expansión rápida homogénea e isótropa en la que las bases de la formación de estructuras son sentadas en la forma de un espectro primordial de fluctuaciones de casi-invariantes en escala. Parte de la energía de los fotones se convierten en quarks virtuales e hiperiones, pero estas partículas decaen rápidamente. Un escenario sugiere que antes de la Inflación Cósmica, el Universo era frío y vacío, y el inmenso calor y energía asociada con los primeros estados del Big Bang se crearían en el cambio de fase asociado con el fin de la inflación.^{[3][4]}

Recalentamiento

Durante el recalentamiento, la expansión potencial que ocurrió durante la inflación cesa y la energía potencial del campo inflatón se descompone en calor, plasma relativista de partículas. Si la gran unificación es una característica de nuestro Universo, la inflación cósmica tiene que ocurrir a la vez o después de que la simetría de la gran unificación se rompe, de otra manera los monopolos magnéticos se podrían observar en el Universo visible. En este momento, el Universo está dominado por la radiación y se forman los quarks, los electrones y los neutrinos.

Bariogénesis

El universo actual parece contener muchos más bariones que antibariones. Esta asimetría sólo puede explicarse aceptando algún tipo de violación de la simetría CP, entonces una partícula y su correspondiente antipartícula no se comportarían de modo simétricamente equivalente en la evolución temporal del universo. Ya que el universo tiene simetría CPT, la

violación CP es posible si existe también violación T (temporal). La bariogénesis asimétrica requiere además que el equilibrio químico sea mucho más rápido que el equilibrio térmico, para que al expandirse el universo tenga una composición homogénea. Además las condiciones de Sakharov tienen que cumplirse poco tiempo después de la inflación. Hay indicios que indican que es posible en modelos físicos conocidos y del estudio de las teorías de la gran unificación, pero el cuadro completo no es conocido.

El Universo primigenio

En este punto, el Universo está relleno de plasma de quarks-gluones.

La época electrodébil: 10^{-12} s

Véase también: Modelo electrodébil

Cuando se produce la ruptura espontánea de simetría electrodébil, se cree que todas las partículas fundamentales adquieren masa vía el mecanismo de Higgs en el que los bosones de Higgs adquieren un valor esperado en el vacío. En este momento, los neutrinos se desemparejaron y empezaron a viajar libremente a través del espacio. Este fondo cósmico de neutrinos, a pesar de ser improbable su observación en detalle, es análogo al fondo cósmico de microondas que fue emitido mucho después.

Ruptura de la Supersimetría

Si la supersimetría es una propiedad de nuestro Universo, entonces tiene que romperse a una energía por debajo de 1 TeV, la escala de simetría electrodébil. Las masas de las partículas y sus supercompañeras no serían iguales, lo que explicaría por qué no se han observado supercompañeros de las partículas conocidas.

La época del hadrón: 10^{-6} - 10^{-2} s

El plasma quark-gluon del que está compuesto el Universo en ese momento se enfría hasta formar hadrones, incluyendo bariones como los protones y los neutrones.

Nucleosíntesis: 1 s - 3 minutos

En este momento, el Universo se ha enfriado lo suficiente como para que se empiecen a formar los núcleos atómicos. Los protones (iones de hidrógeno) y neutrones se empiezan a combinar en núcleos atómicos. Al final de la nucleosíntesis, unos tres minutos después del Big Bang (el libro de Steven Weinberg sobre el Universo primigenio se tituló *Los Tres Primeros Minutos del Universo*) el Universo se había enfriado hasta el punto que la fusión nuclear paró. En este momento, hay unas tres veces más iones de hidrógeno que núcleos de ${}^4_2\text{He}$ y solo escasas cantidades de otros núcleos.

Dominación de la materia: 70.000 años

En este momento, las densidades de materia no-relativista (núcleos atómicos) y radiación relativista (fotones) son iguales. La longitud de Jeans, que determina las estructuras más pequeñas que se pueden formar (debido a la competencia entre la atracción gravitacional y los efectos de la presión), empieza a caer y las perturbaciones, en vez de empezar a aniquilarse por la circulación libre de radiación, pudo empezar a crecer en amplitud.

Recombinación: 300.000 años

Véase también: [Radiación cósmica de microondas](#)

Los átomos de hidrógeno y helio se empiezan a formar y la densidad del Universo disminuye. Durante la recombinación ocurre el desemparejamiento, causando que los fotones evolucionen independientemente de la materia. Esto significa en gran medida, que los fotones que componen el [fondo cósmico de microondas](#) son un dibujo del Universo de esa época.

Épocas oscuras

Véase también: [Línea de hidrógeno](#)

En esta época, muy pocos átomos son ionizados, así que la única radiación emitida es el spin de 21 cm de la línea del hidrógeno neutro. Actualmente hay un esfuerzo observacional en proceso para detectar esta radiación tenue, como es en principio una herramienta más potente que el fondo de radiación de microondas para estudiar el Universo primigenio.

Formación de estructuras

Véanse también: [Estructura a gran escala del universo](#) y [Formación de estructuras](#).

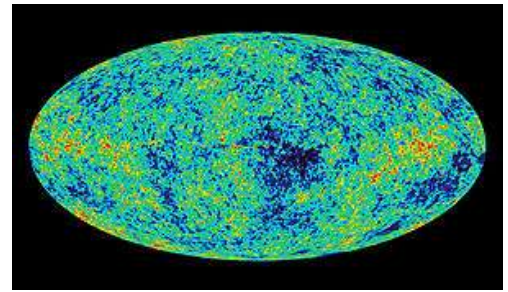
La formación de estructuras en el modelo del Big Bang avanza jerárquicamente, las estructuras pequeñas se forman antes que las grandes. Las primeras estructuras que se formaron fueron los [quasares](#), que se piensa que son brillantes, las primeras [galaxias activas](#) y las estrellas de la población III. Antes de esta época, la evolución del Universo podría comprenderse a través de la teoría de la perturbación lineal cosmológica: todas las estructuras se podrían comprender como pequeñas desviaciones de un Universo homogéneo perfecto. Esto es computacionalmente relativamente fácil de estudiar. Lo que va a formar el universo futuro, son pequeñas irregularidades en la densidad. En este momento se empiezan a formar las estructuras no lineales y el problema computacional se hace mucho más difícil, convirtiéndose en, por ejemplo, simulaciones-N con miles de millones de partículas.

Reionización

Véanse también: [Reionización](#) y [Radiación de 21 centímetros](#).

Los primeros quasares se formaron del colapso gravitacional. La intensa radiación que emiten, reioniza el Universo circundante. Desde este punto en adelante, buena parte del Universo se compone de plasma.

Formación de las estrellas



Los datos del WMAP muestran las variaciones del fondo de radiación de microondas a través del Universo desde nuestra perspectiva, aunque las variaciones actuales son más suaves que lo que sugiere el diagrama.



El Campo Ultra Profundo del Hubble a menudo exhibe galaxias de una era antigua que nos dice cómo era la Era Estelífera.

Véase también: [Formación estelar](#)

Las primeras estrellas, muchas estrellas parecidas a las de la Población III, se formaron y empezaron el proceso de unir los elementos que se formaron en el Big Bang (hidrógeno, helio y litio) en elementos más pesados.

Formación de galaxias

Véase también: [Formación y evolución de galaxias](#)

Los grandes volúmenes de materia colapsan para formar una galaxia. Las estrellas de la *Población II* se formaron pronto en este proceso y las estrellas de la *Población I* se formaron después.

Formación de grupos, cúmulos y supercúmulos

Véase también: [Estructura a gran escala del universo](#)

La atracción gravitacional atrae a las galaxias las unas a las otras para formar grupos, cúmulos y supercúmulos.

Formación del Sistema Solar, 8.000 millones de años

Véase también: [Sistema Solar](#)

Finalmente, se forman los objetos de la escala de nuestro Sistema Solar.

Nuestro Sol es una estrella de generación tardía, incorporando los escombros de muchas generaciones de estrellas primigenias y formado hace unos 5.000 millones de años, es decir, unos 8.000 ó 9.000 millones de años después del Big Bang.

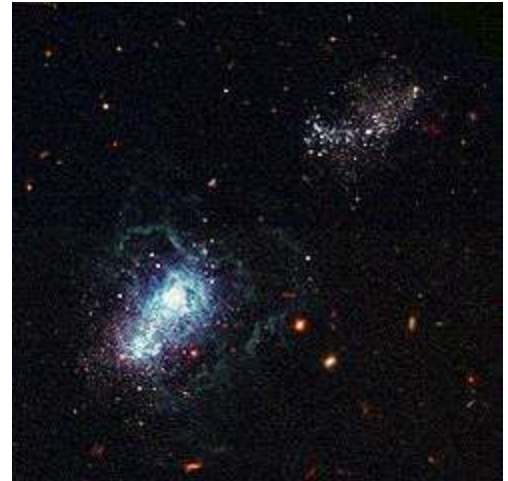
Hoy, 13.700 millones de años después

Las mejores estimaciones actuales de la edad del Universo dicen que han pasado 13.700 millones de años desde el Big Bang hasta la actualidad. Como la expansión del Universo parece que se está acelerando, los [supercúmulos](#) son considerados como las estructuras más grandes que se habrán formado en el Universo. La presente expansión acelerada impide la creación de cualquier estructura inflacionaria de entrar en el horizonte e impide la formación de nuevas estructuras gravitacionalmente unidas.

Destino final del Universo

Así como con las interpretaciones de lo qué ocurrió en el Universo muy primigenio, se necesitan avances en Física fundamental antes de que sea posible conocer con mayor certeza el destino final del Universo. Abajo se mencionan algunas de las principales posibilidades .

Muerte térmica, 1-100 billones de años



Otra imagen del Hubble muestra la galaxia más joven encontrada hasta el momento I Zwicky 18, en la parte inferior izquierda. Esta galaxia puede haberse formado hace solo 500 millones de años, es decir recientemente en la escala temporal cosmológica de 13.800 millones de años desde el Big Bang. Esta es una prueba de que el Universo no está acabado en cuanto a la formación de galaxias.

Este escenario es generalmente considerado como el más probable y ocurrirá si el Universo continúa en expansión como hasta ahora. Sobre la escala de tiempo en el orden de un billón de años, las estrellas existentes se apagarán y la mayor parte del Universo se volverá oscuro. El Universo se aproxima a un estado altamente entrópico. Sobre una escala del tiempo mucho más larga en las eras siguientes, las galaxias colapsarían en agujeros negros con la evaporación consecuente vía la [radiación de Hawking](#). En algunas teorías de la gran unificación, la descomposición de protones convertirá el gas interestelar subyacente en positrones y electrones, que se recombinarán en protones. En este caso, el Universo indefinidamente consistirá solamente en una sopa de radiación Uniforme que estará ligeramente corrida hacia el rojo con cada vez menos energía, enfriándose.

El Big Crunch, 100.000 millones de años

Véase también: [Big Crunch](#)

Si la densidad de energía de la [energía oscura](#) fuera negativa o el Universo fuera [cerrado](#), entonces sería posible que la expansión del Universo se revirtiera y el Universo se contrajera hacia un estado caliente y denso. Esto sería análogo a una inversión temporal del [Big Bang](#). A menudo se propone como parte de un escenario de [Universo oscilante](#), como el [modelo cíclico](#). Las observaciones actuales sugieren que este modelo del Universo es poco probable que sea correcto y la expansión continuará.

Big Rip

Véase también: [Big Rip](#)

En castellano traducido por **gran desgarró**. Este escenario es posible sólo si la densidad de energía de la [energía oscura](#) realmente se incrementa sin límite a lo largo del tiempo. Tal energía oscura se llama [energía fantasma](#) y es diferente de cualquier tipo de energía conocida. En este caso, la tasa de expansión del Universo se incrementará sin límite. Los sistemas vinculados gravitacionalmente, como los cúmulos de galaxias, las galaxias y en última instancia los sistemas solares se destrozarán. Eventualmente la expansión será tan rápida que superará las fuerzas que sustentan las moléculas y los átomos. Finalmente incluso los núcleos atómicos se desintegrarán y el Universo tal como le conocemos acabará en un inusual tipo de [singularidad espacio-temporal](#). En otras palabras, el espacio mismo se expandirá tanto que la fuerza electromagnética que mantiene a las partículas unidas caerá a esta expansión, haciendo que la materia se desintegre.

Metaestabilidad del vacío

Véase también: [Falso vacío](#)

Si nuestro Universo está en un [falso vacío](#) de larga vida, es posible que el Universo haga un [túnel](#) hacia un estado de energía menor. Si esto ocurriera, todas las estructuras se destruirán instantáneamente, sin alertar.

Véase también

- [2dF Galaxy Redshift Survey](#)
- [Agujero blanco](#)
- [Albert Einstein](#)
- [Alexander Friedman](#)
- [Anexo:Cronología de la cosmología](#)
- [Formación y evolución de las galaxias](#)
- [Forma del universo](#)
- [George Gamow](#)
- [Georges Lemaître](#)
- [George Smoot](#)

- [Arno Allan Penzias](#)
- [Big Bang](#)
- [Big Freeze](#)
- [COBE](#)
- [Corrimiento al rojo](#)
- [Cosmología](#)
- [Cosmología física](#)
- [Cosmos](#)
- [Destino último del Universo](#)
- [Ecuaciones de Friedmann](#)
- [Edad del Universo](#)
- [Edwin Hubble](#)
- [El Big-Bang. Cronología gráfica](#)
- [Energía oscura](#)
- [Estructura a gran escala del Universo](#)
- [Expansión métrica del espacio](#)
- [Flujo oscuro](#)
- [Fondo cósmico de neutrinos](#)
- [Formación de estructuras](#)
- [Inflación cósmica](#)
- [John C. Mather](#)
- [Ley de Hubble](#)
- [Materia oscura](#)
- [Métrica de Friedman-Lemaître-Robertson-Walker](#)
- [Modelo Lambda-CDM](#)
- [Nucleosíntesis primordial](#)
- [Radiación de fondo de microondas](#)
- [Robert Woodrow Wilson](#)
- [Singularidad desnuda](#)
- [Sloan Digital Sky Survey](#)
- [Teoría del Big Crunch](#)
- [Teoría del Big Rip](#)
- [Teoría del estado estacionario](#)
- [Teoría del universo inflacionario](#)
- [Universo](#)
- [WMAP](#)
- [Ylem](#)

Referencias

1. ↑ [David W. Hogg](#) (11 de mayo de 1999). *Distance measures in cosmology*. Consultado el 23 de febrero de 2007.
2. ↑ [The Planck Era - The Astronomy Cafe](#), Dr. Sten Odenwald
 - [Archivado](#) el 26 de junio de 2010 en la [Wayback Machine](#).
3. ↑ [Página de A. Gulth](#)
4. ↑ [Andrew R. Liddle](#) (11 de enero de 1999). «An introduction to cosmological inflation». *nombre de la revista o publicación donde apareció el artículo*. Consultado el 23 de febrero de 2007.

Enlaces externos

- [Brian Holtz](#) (2002). [Cronología del Conocimiento Humano: Fundamentos y Límites](#).
- [PBS Online](#) (2000). [Desde el Big Bang al Final del Universo - Los Misterios de la Cronología del Espacio Profundo](#).
- [Eric Schulman](#) (1997). [La Historia del Universo en 250 Palabras o Menos](#).
- [Página Principal del Telescopio Espacial Hubble](#).
- [Fermilab graphics](#)
- [Primeras pistas de los astrónomos de qué pasaría dentro de mil millones de años desde un segundo antes de que empezara el tiempo](#)
- [La Aventura del Universo](#)

This article is issued from Wikipedia. The text is licensed under Creative Commons - Attribution - Sharealike. Additional terms may apply for the media files.