

El Universo actual

El Universo en el que vivimos tiene aproximadamente **catorce mil millones de años**. Es el resultado de la expansión a partir de un estado inicial en el que la temperatura y la densidad eran extremadamente elevadas. Durante su evolución, el Universo fue atravesando diversas etapas a medida que su temperatura y densidad disminuían.

¡Aún desconocemos la naturaleza de los ingredientes principales del Universo! Por medio de observaciones astronómicas y del estudio del "Fondo de Radiación de Microondas" sabemos que el Universo actual está formado en su mayor parte por unas desconocidas "**Energía Oscura**" (70%) y "**Materia Oscura**" (26%). La materia que conocemos, formada por protones y neutrones, sólo constituye el 4% del total. La identificación de estas componentes es uno de los problemas fundamentales de la Cosmología y Física de Partículas.

Tiempo transcurrido desde el Big Bang
13.700.000.000 años

Temperatura

3 K

Formación de galaxias y estrellas

Finalmente, las galaxias se forman y, en el interior de las mismas, la materia se condensa en forma de estrellas.

Alrededor de una de estas estrellas, en una galaxia espiral que hoy conocemos como la "**Vía Láctea**", se formó nuestro planeta, la Tierra.

100 K

Formación de estructuras

A partir de las pequeñas inhomogeneidades presentes en el plasma de partículas, la materia empieza a agruparse por efectos gravitacionales, dando lugar a la formación de **estructuras a gran escala**. El estudio de esta época se suele llevar a cabo mediante simulaciones numéricas en superordenadores.

1.000.000.000 años

Recombinación

Los electrones y los protones se combinan para formar átomos de **hidrógeno neutro**. Asimismo, aunque en mucha menor cantidad, los electrones se combinaron con núcleos de Helio.

500.000 años

10⁴ K

Desacoplo de la luz

400.000 años después del "Big Bang", los fotones dejaron de interactuar con el resto de partículas. Esta radiación electromagnética sobrevive hasta nuestros días y ha sido observada como un "**Fondo de Microondas**". Esto es una espectacular confirmación de la teoría del "Big Bang".

Formación de protones y neutrones

El Universo se sigue enfriando y alcanza una temperatura por debajo de la cual los quarks no pueden existir como partículas libres. Se agrupan entonces en forma de **bariones** (formados por tres quarks, tales como protones y neutrones) y **mesones** (compuestos por un quark y un anti-quark).

100.000 años

10⁵ K

Nucleosíntesis

Entre 1 y 300 segundos después del "Big Bang" el Universo se enfría lo suficiente como para permitir la **formación de núcleos ligeros** a partir de los protones y neutrones. Las abundancias que la teoría del "Big Bang" predice para estos núcleos, coinciden muy bien con las observadas.

100 segundos

10¹⁰ K

Ruptura electrodébil

Tan sólo durante la primera diez mil millonésima parte de segundo, se cree que **las interacciones electromagnética y débil estuvieron unificadas**. Cuando la temperatura disminuyó por debajo de 10¹⁵K estas interacciones se desligaron. Técnicamente, esto se conoce como "ruptura electrodébil" y sus detalles serán explorados en futuros aceleradores de partículas (como el **LHC**).

10⁻⁶ segundos

10¹³ K

Bariogénesis

A toda partícula le corresponde una antipartícula. Sin embargo, sólo observamos partículas en el Universo. Por lo tanto, en algún momento de la evolución cósmica (entre el final de Inflación y el comienzo de Nucleosíntesis) hubo de generarse un **exceso de partículas frente a antipartículas**. Actualmente se investiga el mecanismo responsable de esta "Bariogénesis" (génesis de bariones).

10⁻¹⁰ segundos

10¹⁵ K

Inflación cósmica

Tras su creación el Universo comienza a expandirse. Durante esta hipotética primera etapa, la expansión es exponencial (acelerada). Esta **rapidísima expansión** explicaría por qué el Universo que observamos es homogéneo e isótropo. Además, genera las "perturbaciones" que luego darán lugar a la formación de galaxias.

Al final del proceso de inflación el Universo atraviesa una etapa de "recalentamiento", durante la cual se crea **toda la materia del Universo**, en forma de partículas elementales y radiación.

Actualmente se trabaja de manera muy activa para entender los detalles de este proceso.

Teorías de Gran Unificación

El éxito de la unificación de las interacciones débil y electromagnética en el "Modelo Estándar", nos invita a pensar que, a temperaturas muy altas, existe una **teoría que describe todas las interacciones de manera unificada** (salvo la gravedad).

Cuando la temperatura descendió por debajo de 10²⁹K (si es que el Universo alguna vez alcanzó estas elevadas temperaturas), la interacción fuerte se habría desligado de la interacción electrodébil. Éstas habrían estado unificadas sólo durante los primeros 10⁻³⁸ segundos después del "Big Bang".

10⁻³⁸ segundos

10²⁹ K

"Big Bang"

Hipotético inicio del Universo. El espacio y el tiempo son creados, quizás a partir de una "**fluctuación cuántica**" de la gravedad. Las teorías de las que disponemos no son capaces de describir este instante correctamente. Esto es en parte debido a que no se ha desarrollado una teoría cuántica consistente de la gravedad.

LHC

