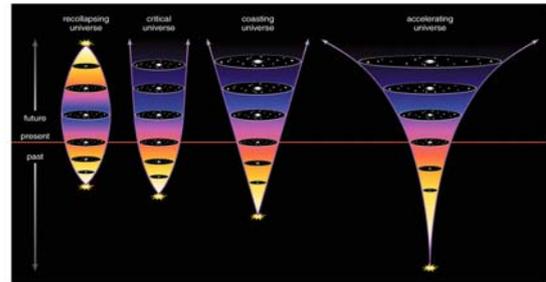


## El principio del tiempo

Prof: Patricio Rojo

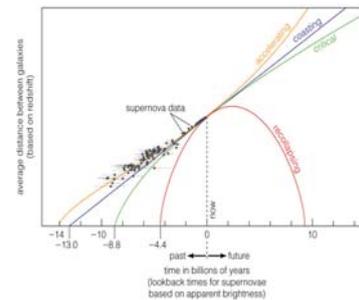
## El tiempo



## Big Bang

- Originalmente, termino fue usado en forma despectiva.

## Cuán viejo es el universo?

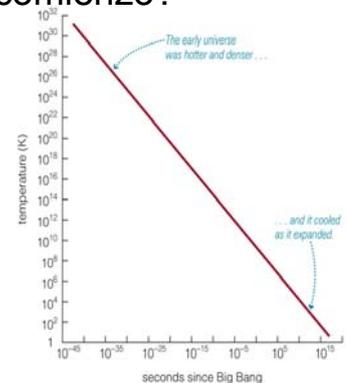


## Hace cuanto?

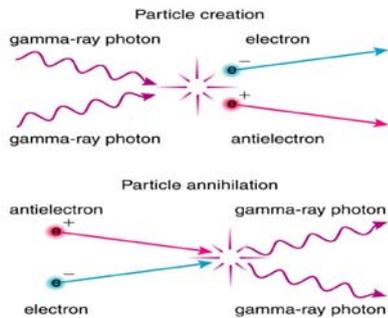
- Big Bang: 14 Ga
- Sol: 4.5 Ga
- Vida en Tierra: 3.5 Ga
- Extinción dinosaurios: 0.065 Ga
- Homo Sapiens: 0.0002 Gaz

## Y el comienzo?

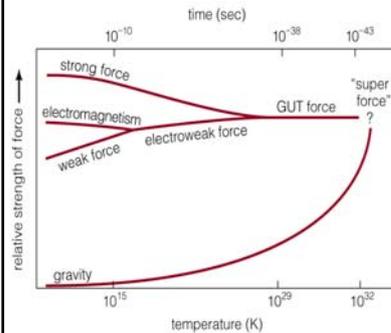
- Pequeño
- Denso
- Caliente
- Muy caliente
- Muy muy caliente



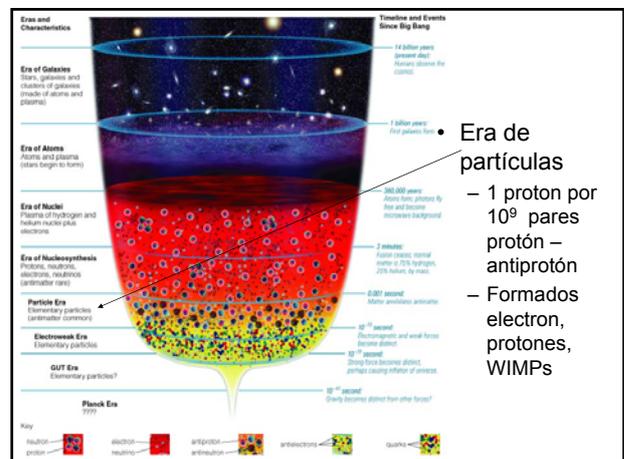
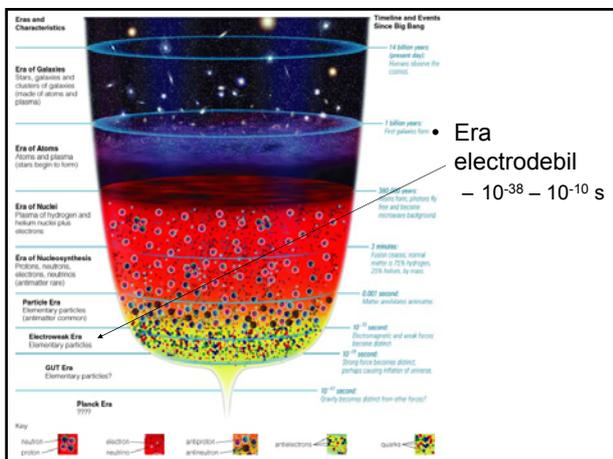
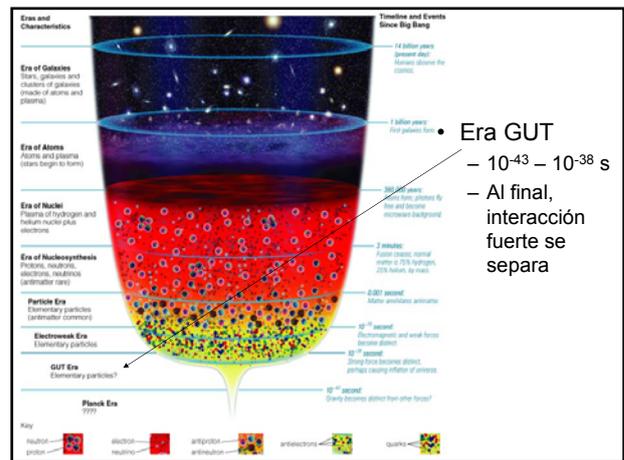
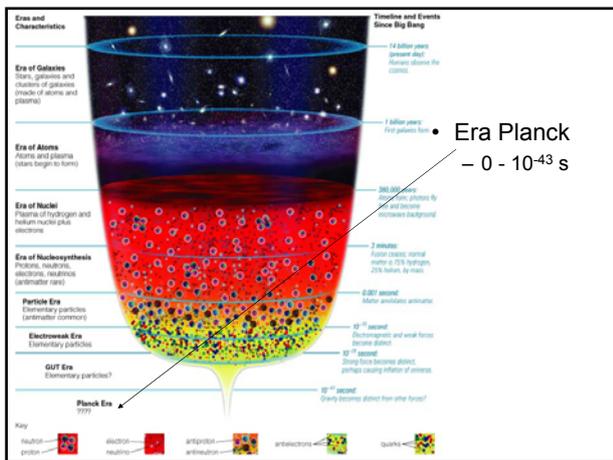
## En el comienzo: Creación y destrucción espontánea

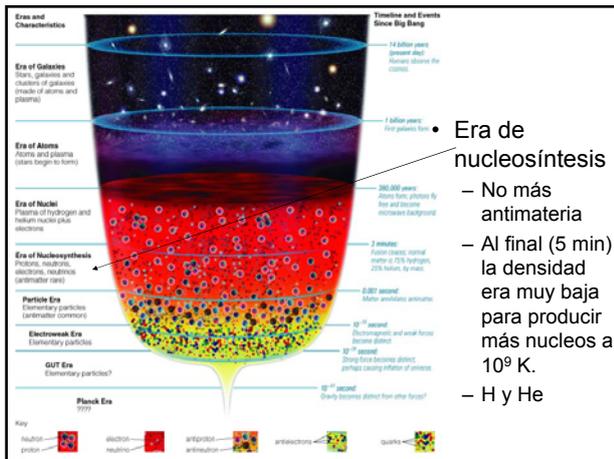


## En el comienzo: Leyes de la física desconocida

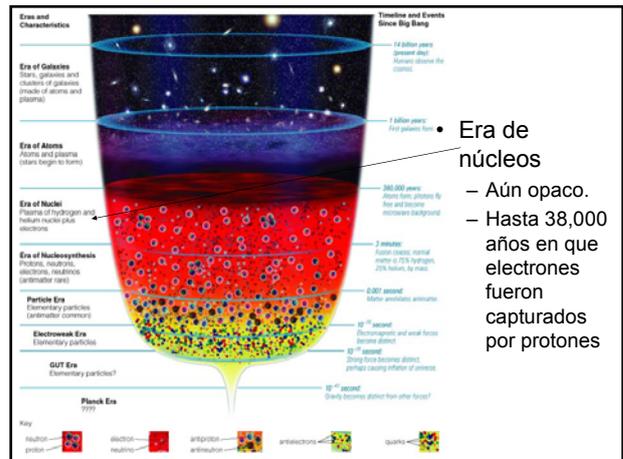


- Fuerza gravitacional
- Fuerza electromagnética
- Fuerza débil
- Fuerza fuerte

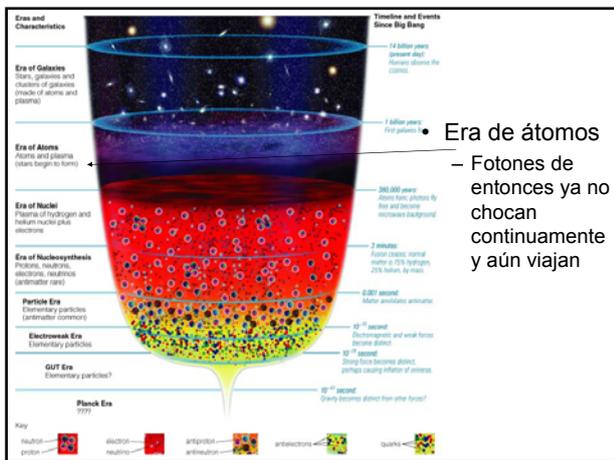




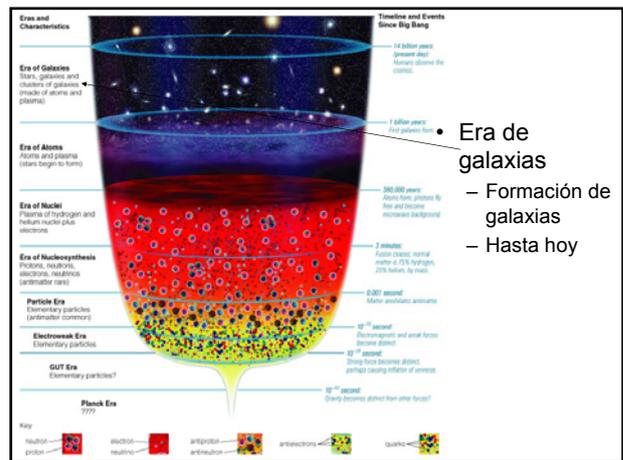
- Era de nucleosíntesis
- No más antimateria
- Al final (5 min) la densidad era muy baja para producir más nucleos a  $10^9$  K.
- H y He



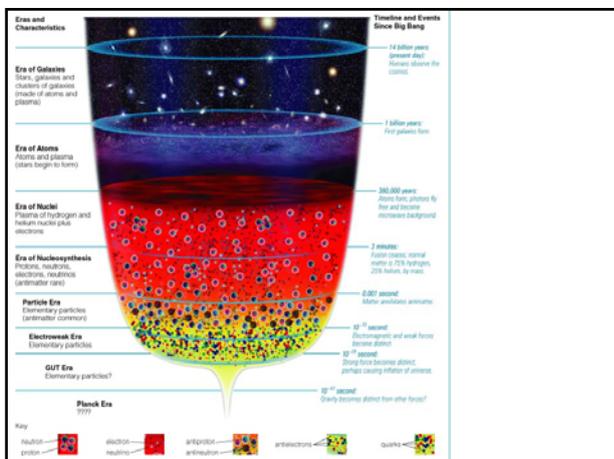
- Era de núcleos
- Aún opaco.
- Hasta 38,000 años en que electrones fueron capturados por protones



- Era de átomos
- Fotones de entonces ya no chocan continuamente y aún viajan



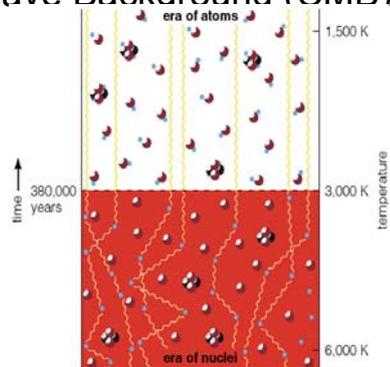
- Era de galaxias
- Formación de galaxias
- Hasta hoy



## Evidencias?

- Abundancias de elementos
- Radiación de fondo

## Radiación de Fondo. Cosmic Microwave Background (CMB)



## CMB

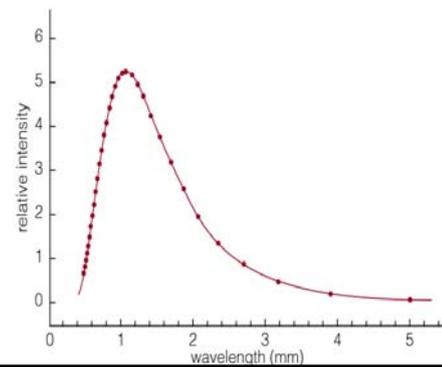
- Penzias & Wilson 1965
  - Descubridores sin querer del CMB



## CMB

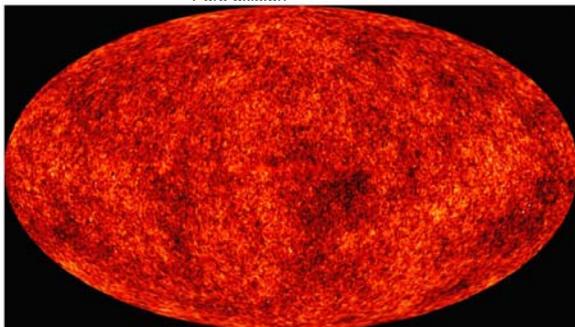
- CMB liberado a 3000K
  - Peak en el visible!
  - Actualmente el universo 1000 veces más grande.
    - Redshift en 1000x

## CMB



## Distribución espacial CMB

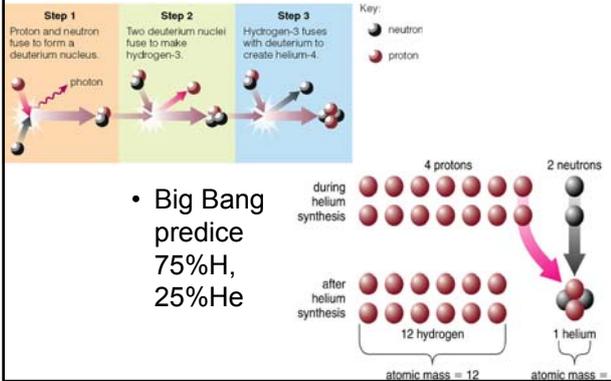
- Inhomogeneidades 1 en 10.000
  - Pero existen



## Abundancias de elementos

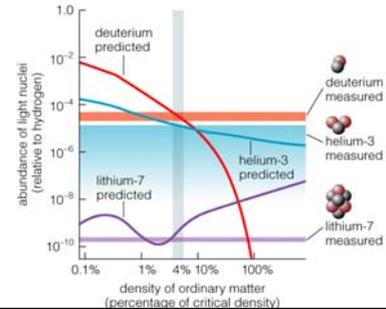
- En los primeros segundos, después de 0.001
  - Protones ↔ neutrones
- Lentamente
  - Protones preponderantes
  - Y justo al momento en que Helio estable:
    - 7 protones x 1 neutron

## Abundancia de elementos



- Big Bang predice 75%H, 25%He

- Recordar que
  - Masa oscura: 25% critica
  - Masa normal: 4.4% critica
- No hay mas masa normal!

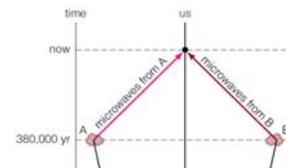


## Problemas del Big Bang?

- CMB Demasiado Uniforme
  - Incluso en regiones inconexas causalmente
- Universo plano
  - Mas denso y colapsa
  - Menos denso y nunca forma galaxias

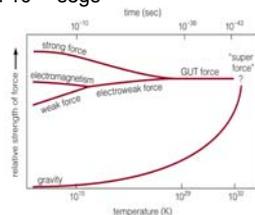
## Problemas del Big Bang

- Uniforme?



## Inflación

- Explicación natural a los problemas del Big Bang
- Fuerza electrodébil y la fuerza fuerte se separaron
  - Temperatura bajo a  $10^{27}$  K en  $10^{-35}$  segs
  - Liberación de energía



## Inflación

