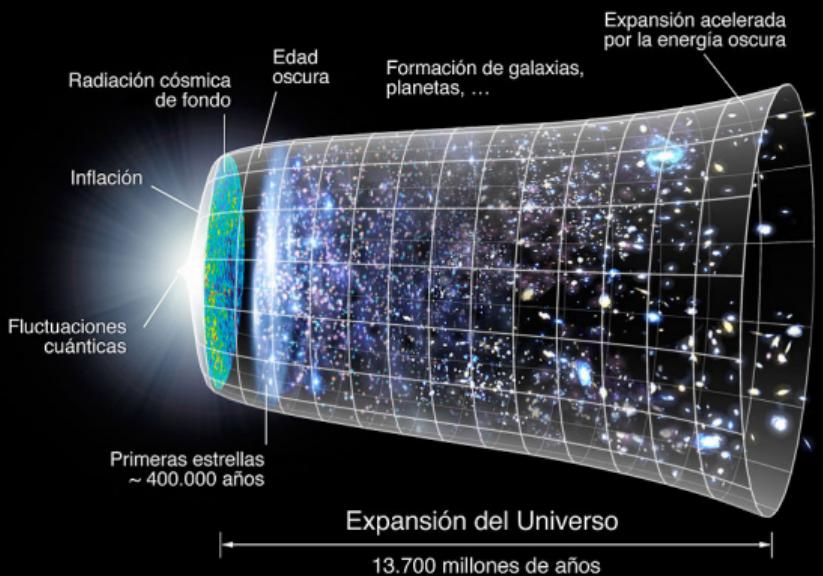


Evolución del universo

Curso de introducción a la astronomía

Ernesto Nicola y Mateu Esteban

Calvià, 2023-02-11



- 1** ¿Qué es la cosmología?
- 2** Evolución del universo
 - Big Bang y el universo en expansión
 - El futuro del universo

1 ¿Qué es la cosmología?

¿Qué es la cosmología?

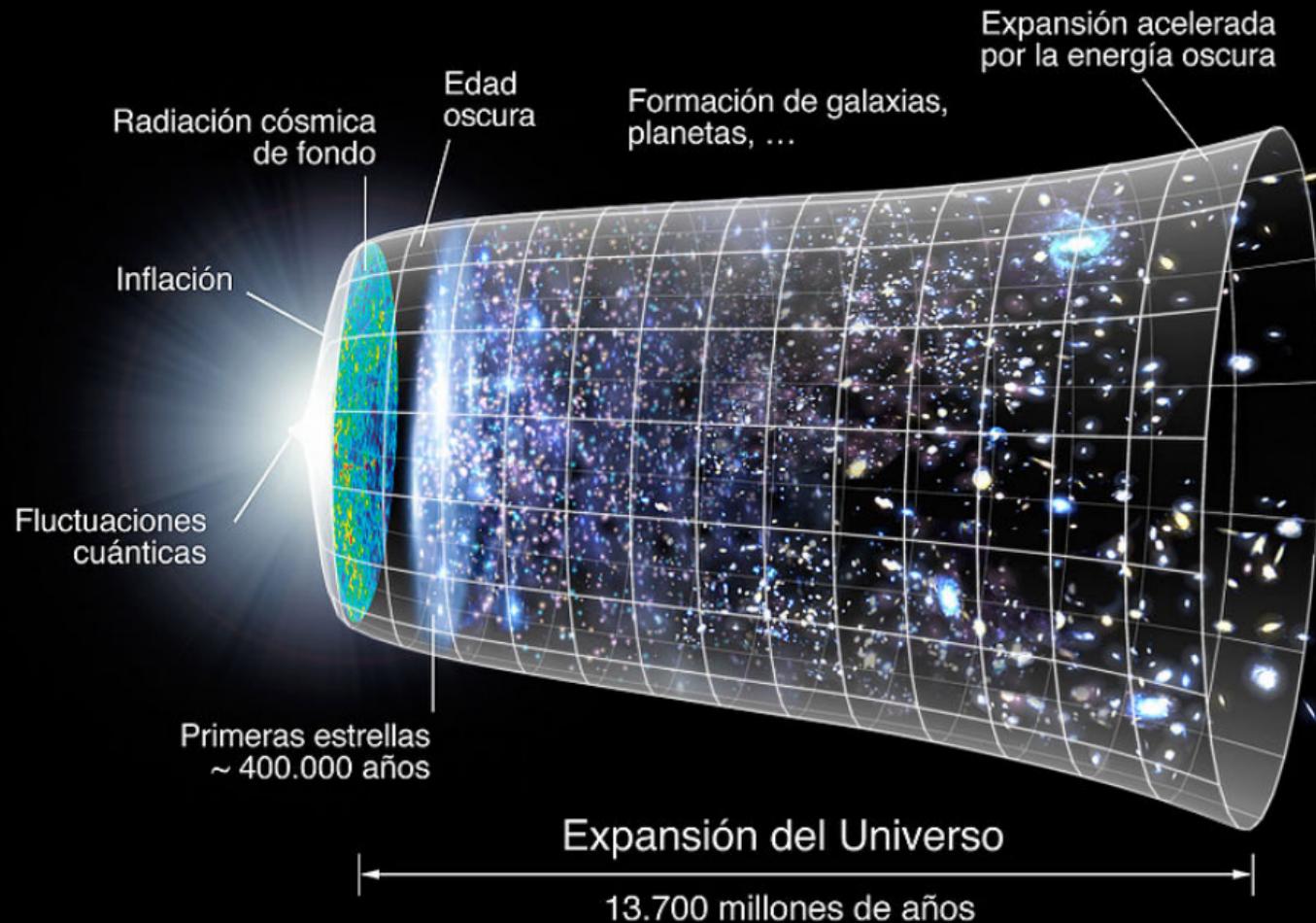
- La Cosmología estudia el origen y evolución del universo; desde el Big Bang hasta el presente, y también hacia el futuro.

El avance de la cosmología



Sidney Harris

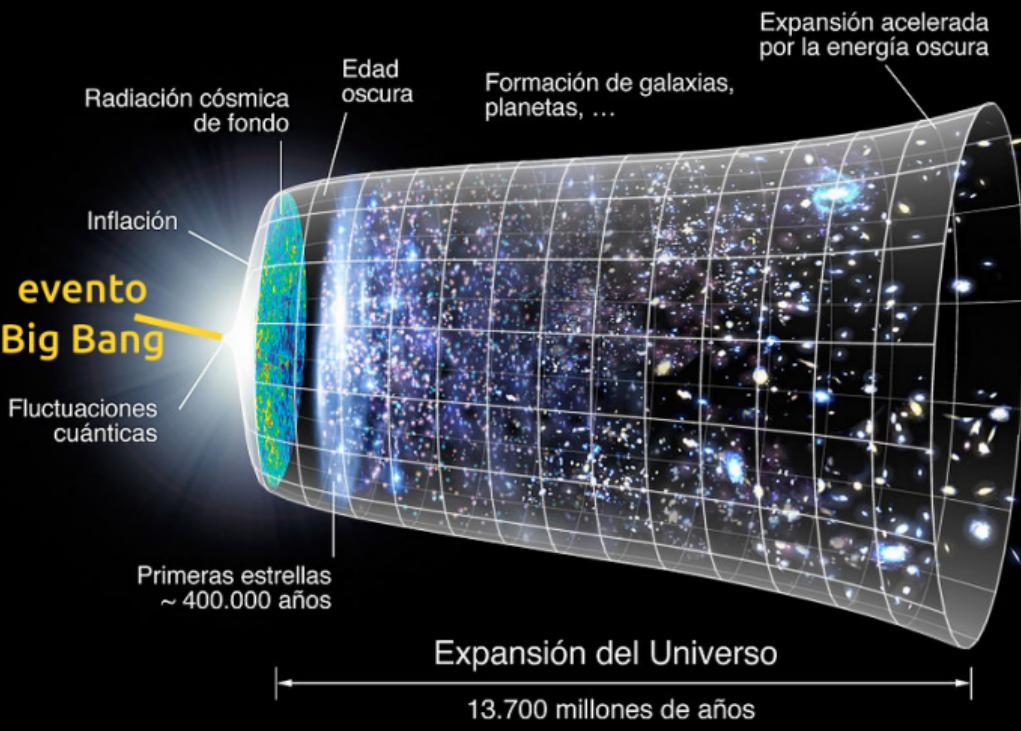
2 Evolución del universo



2 Evolución del universo

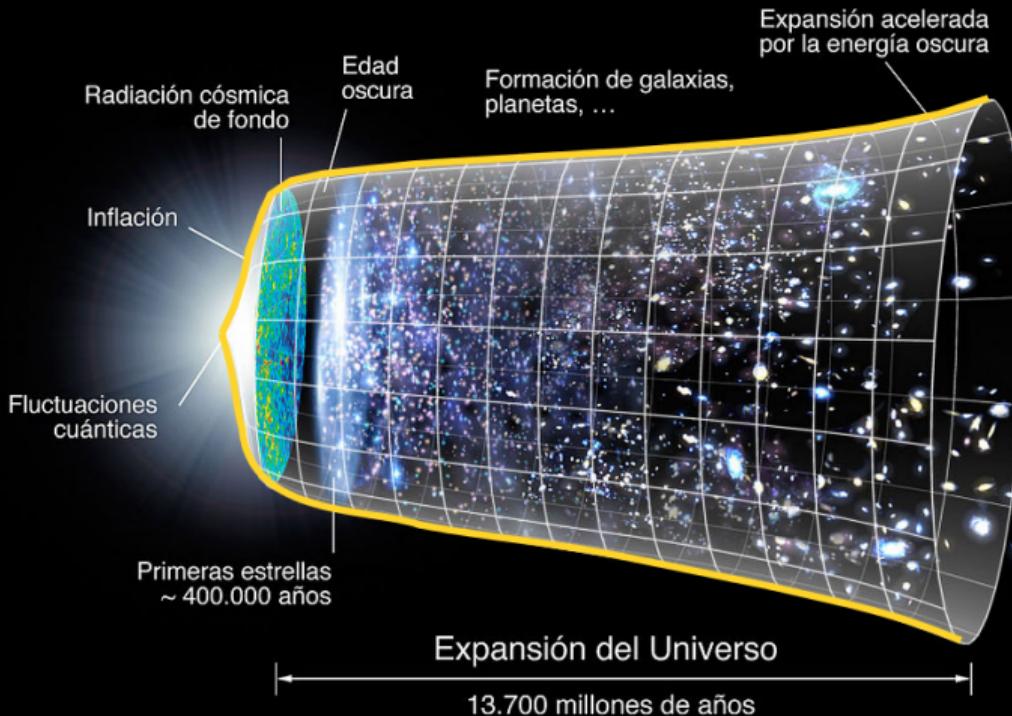
2.1 Big Bang y el universo en expansión

El origen del universo: el Big Bang



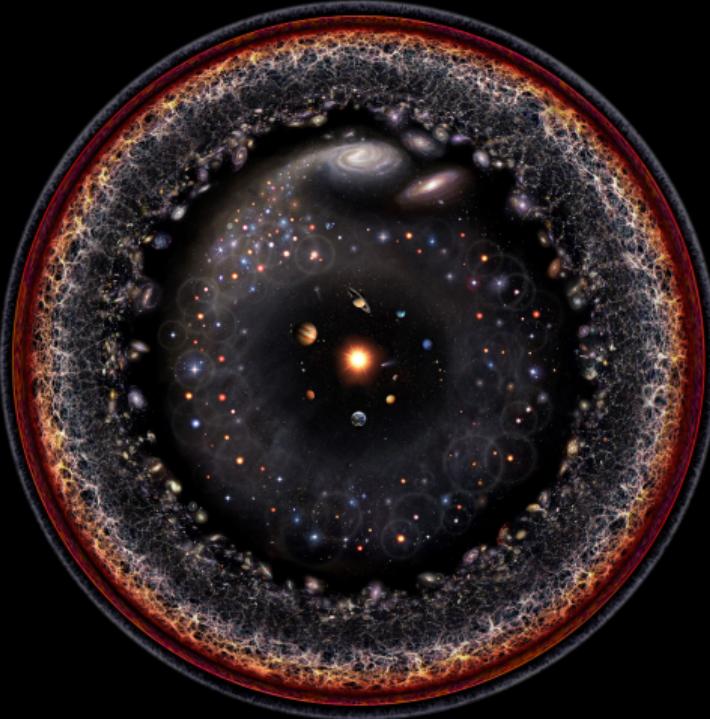
- El Universo se originó en un evento llamado **Big Bang** hace 13.800 millones de años.
- El modelo del Big Bang es la idea de que **el universo se expandió y enfrió a partir de un estado anterior muy denso y caliente**.
- El evento del Big Bang ocurrió en un momento dado del tiempo pero no en un sitio específico del espacio (no fue una "explosión"!).

Un universo en expansión



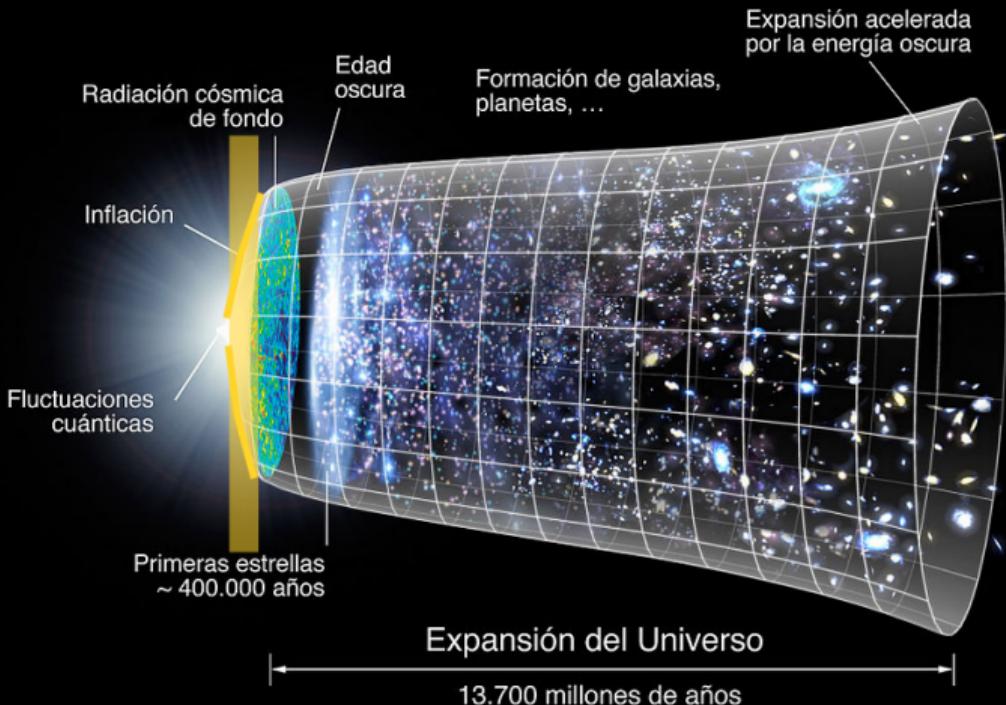
- El Universo se ha expandido desde el evento del Big Bang
- El modelo del Big Bang es compatible con un universo infinito (¡incluso en el momento de su creación!)

Mirar lejos es mirar al pasado: el universo observable



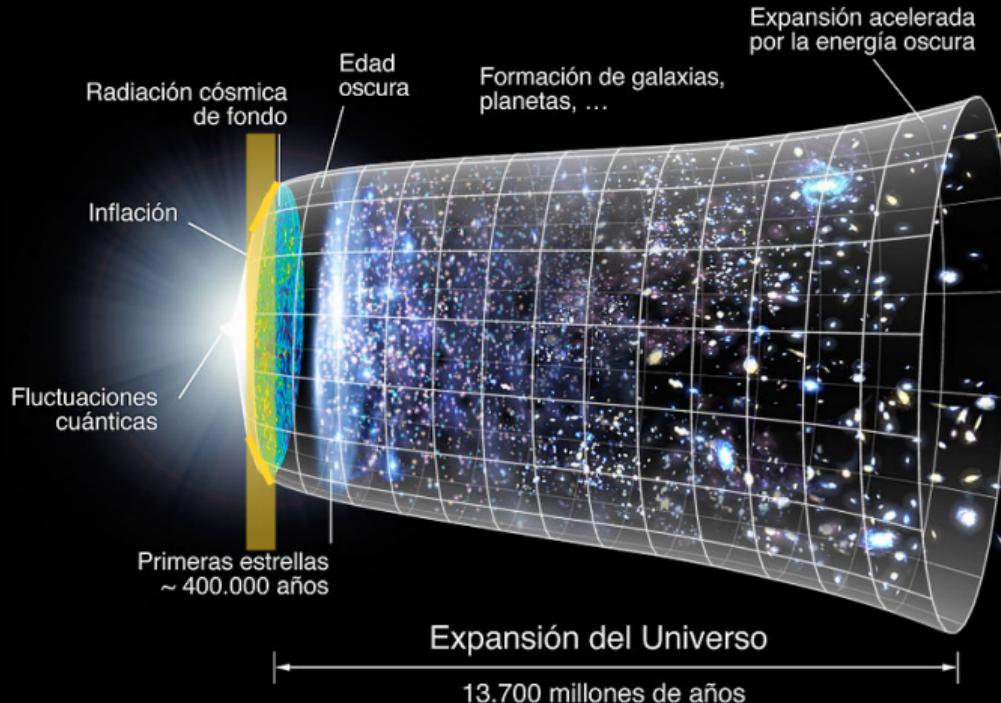
- Mirar lejos en el universo es contemplar su pasado
 - Los fotones son lo más rápido que existe, pero no son infinitamente rápidos.
 - necesitan tiempo para llegar desde su origen hasta nosotros.
 - Los fotones que llegan aquí ahora informan de cómo era la fuente en el momento de su emisión y de eso puede hacer hasta miles de millones de años
 - Pero como el universo no ha existido siempre, solo podemos observar una región del universo con forma de esfera: el **universo observable**.

El período inflacionario



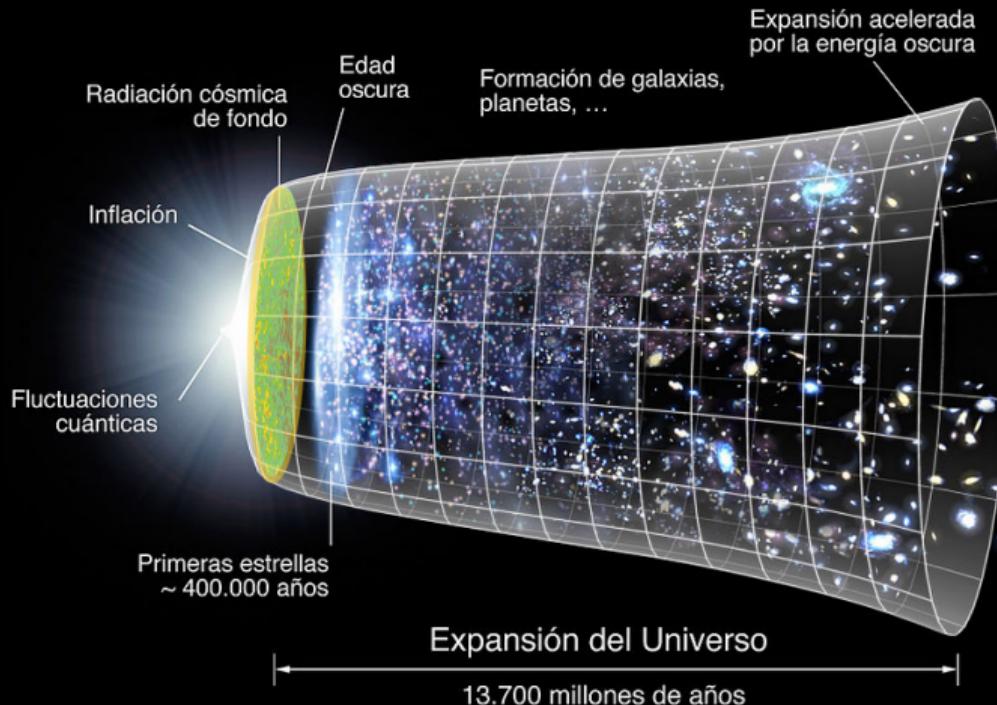
- Poco después del Big Bang ocurre la llamada "**inflación Cósmica**"
- Durante la inflación cósmica el universo se expandió de manera extremadamente rápida
 - La inflación solo dura una fracción minúscula de un segundo en la cual el universo se expande a una velocidad muy superior a la de la luz

El universo opaco: los primeros átomos



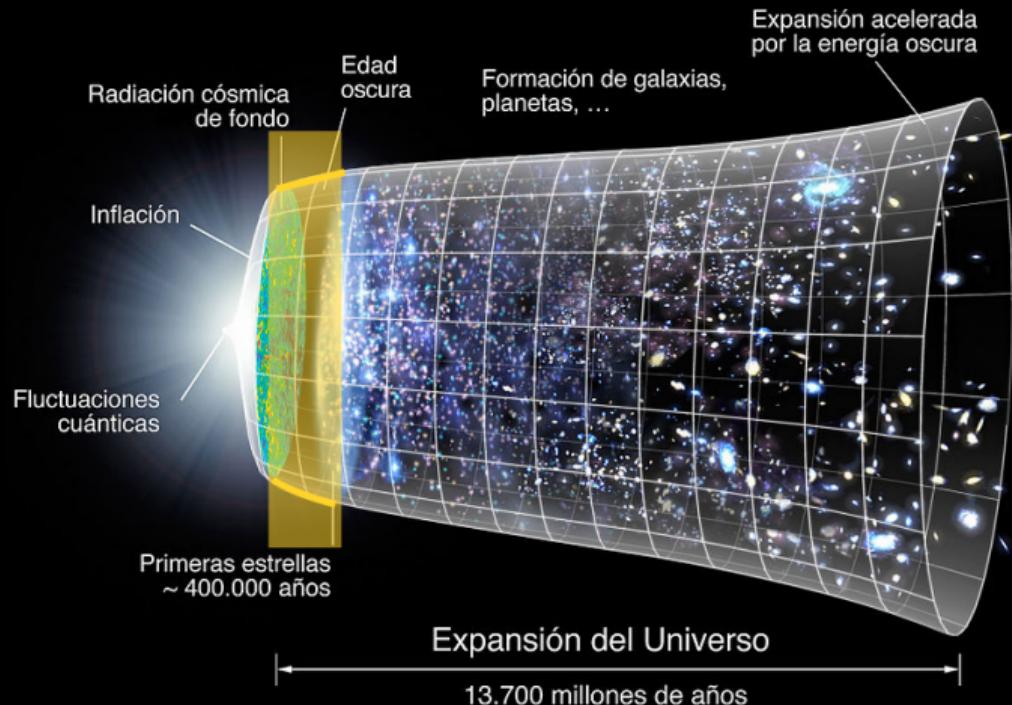
- Durante los primeros segundos posteriores al Big Bang **se forman los átomos** que hoy componen el universo
- Durante este período el **universo era opaco**, ya que los fotones (la luz) no podían moverse libremente

El universo se hace transparente: radiación del fondo cósmico



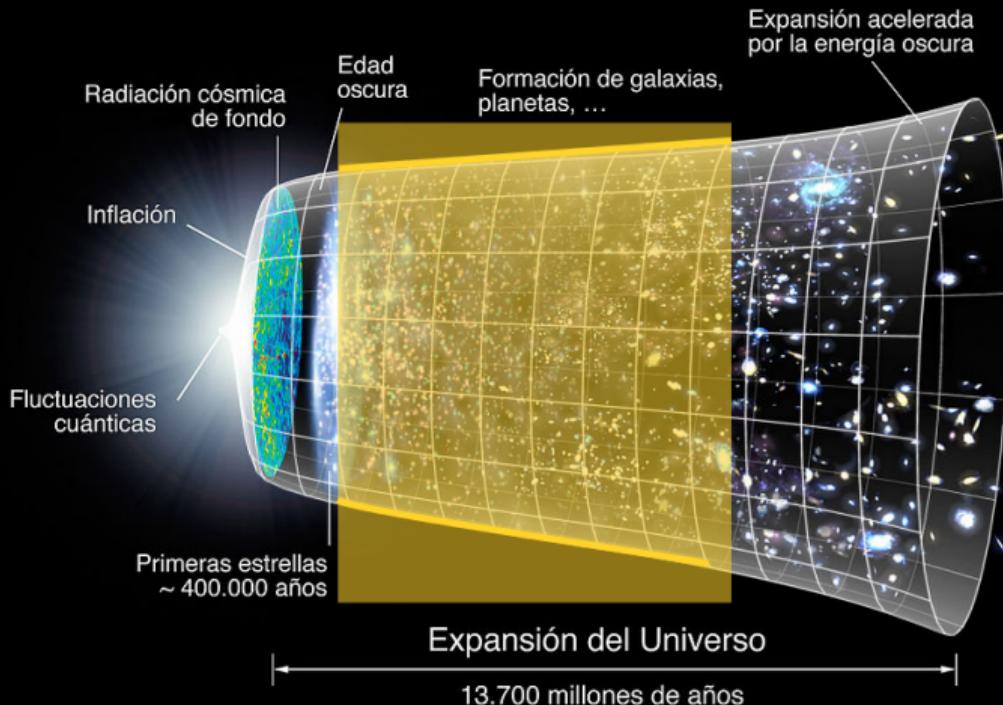
- Hasta los ~ 375.000 años el universo fue opaco, pero en ese momento se transforma en transparente.
- La **radiación de microondas del fondo cósmico** es la "luz fósil" del Big Bang que podemos observar en la actualidad

La era oscura



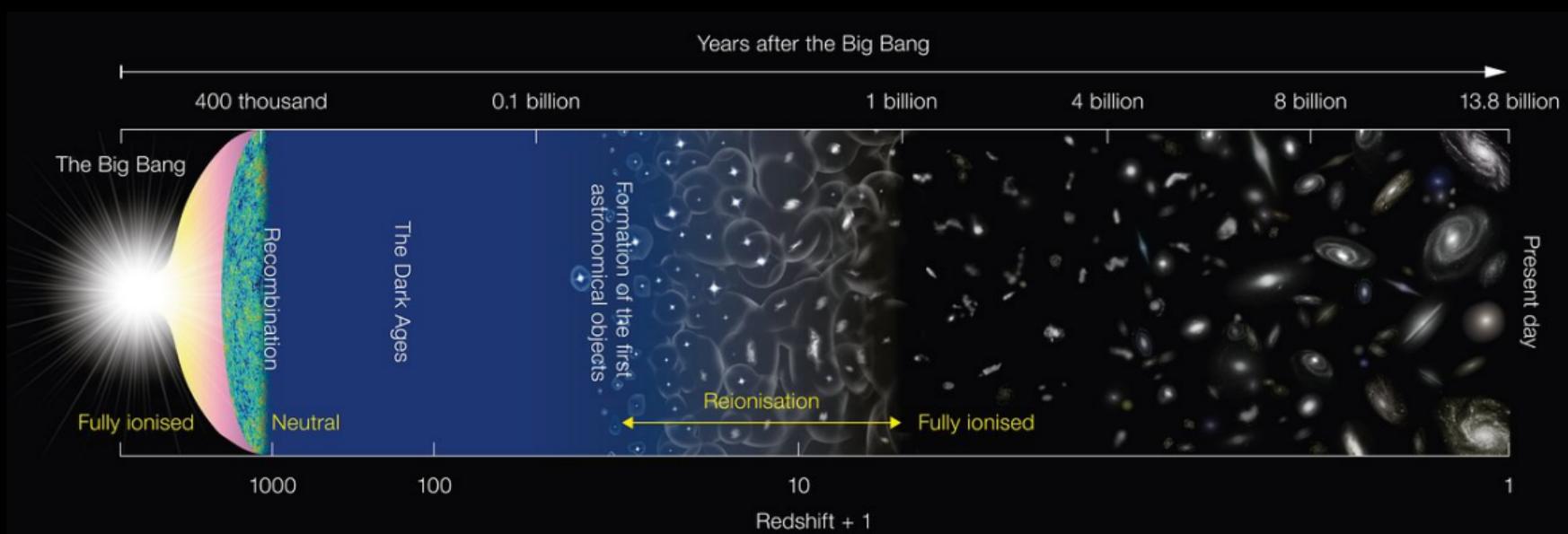
- La "era oscura" es el tiempo transcurrido entre el origen de la Radiación de del Fondo Cósmico (unos ~ 375.000 años después del Big Bang) hasta la formación de las primeras estrellas (dura unos ~ 400 millones de años).
- En este período se observa un universo oscuro ya que no hay ninguna fuente de "luz"

Las primeras estrellas y galaxias



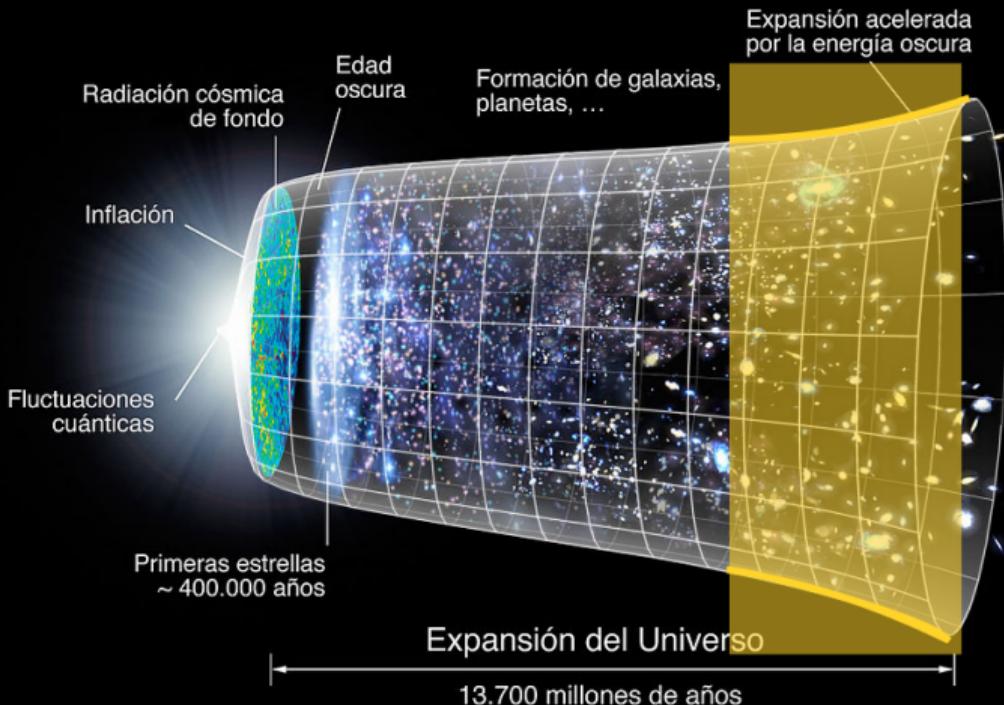
- A partir de ~ 400 millones de años después del Big Bang se crean las primeras estrellas, galaxias, planetas, etc.
 - ~ 9.000 millones de años después del Big Bang se forma el Sol y el sistema solar

La era oscura y la formación de las primeras estrellas



- 1 Era Oscura
- 2 Formación de las primeras estrellas y galaxias (la "reionización")

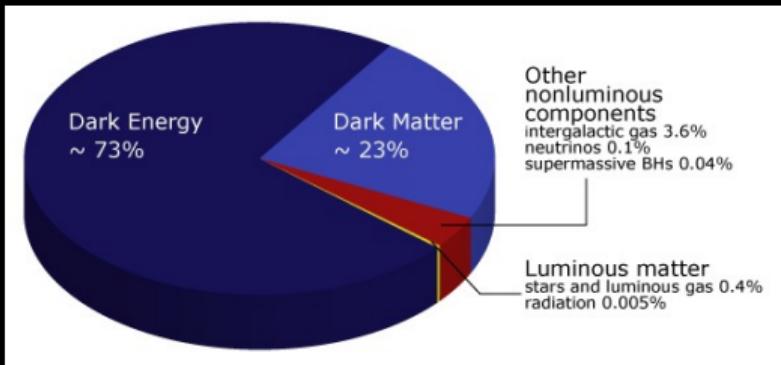
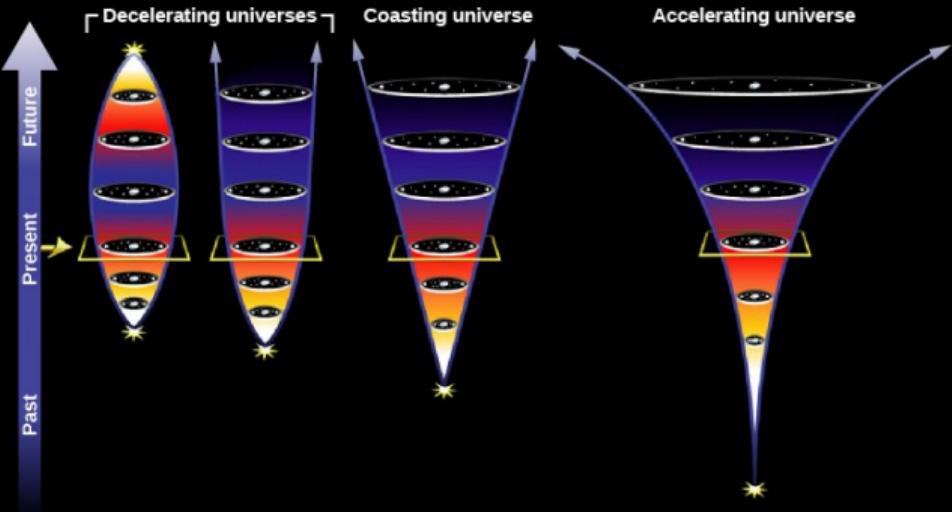
La expansión acelerada del universo (la era actual)



■ Era de la Energía Oscura: Expansión acelerada del Universo.

- Etapa dominada por la Energía Oscura
- Incluye el presente

La expansión acelerada del universo y la energía oscura

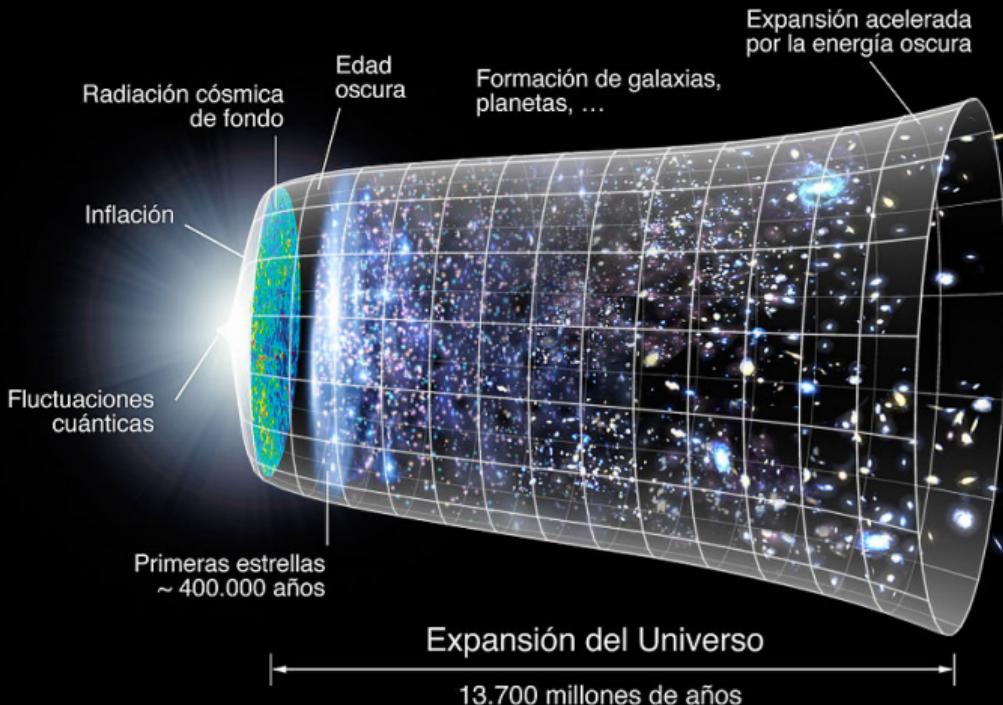


- ¿Qué provoca la expansión acelerada del universo?
- La **energía oscura** actúa como una especie de "anti-gravedad" que hace que objetos masivos se repelan (con la gravedad siempre se atraen).
 - La energía oscura solo actúa si los objetos son muy lejanos y es imperceptible para objeto cercanos.

2 Evolución del universo

2.2 El futuro del universo

El futuro del universo



■ Destino del Universo

- Creemos que el universo se expandirá para siempre
- Las estrellas eventualmente dejarán de existir y el universo pasará a estar dominado por agujeros negros
- Más tarde, los agujeros también decaerán dejando un universo totalmente vacío. Esta es la llamada **muerte térmica** del universo