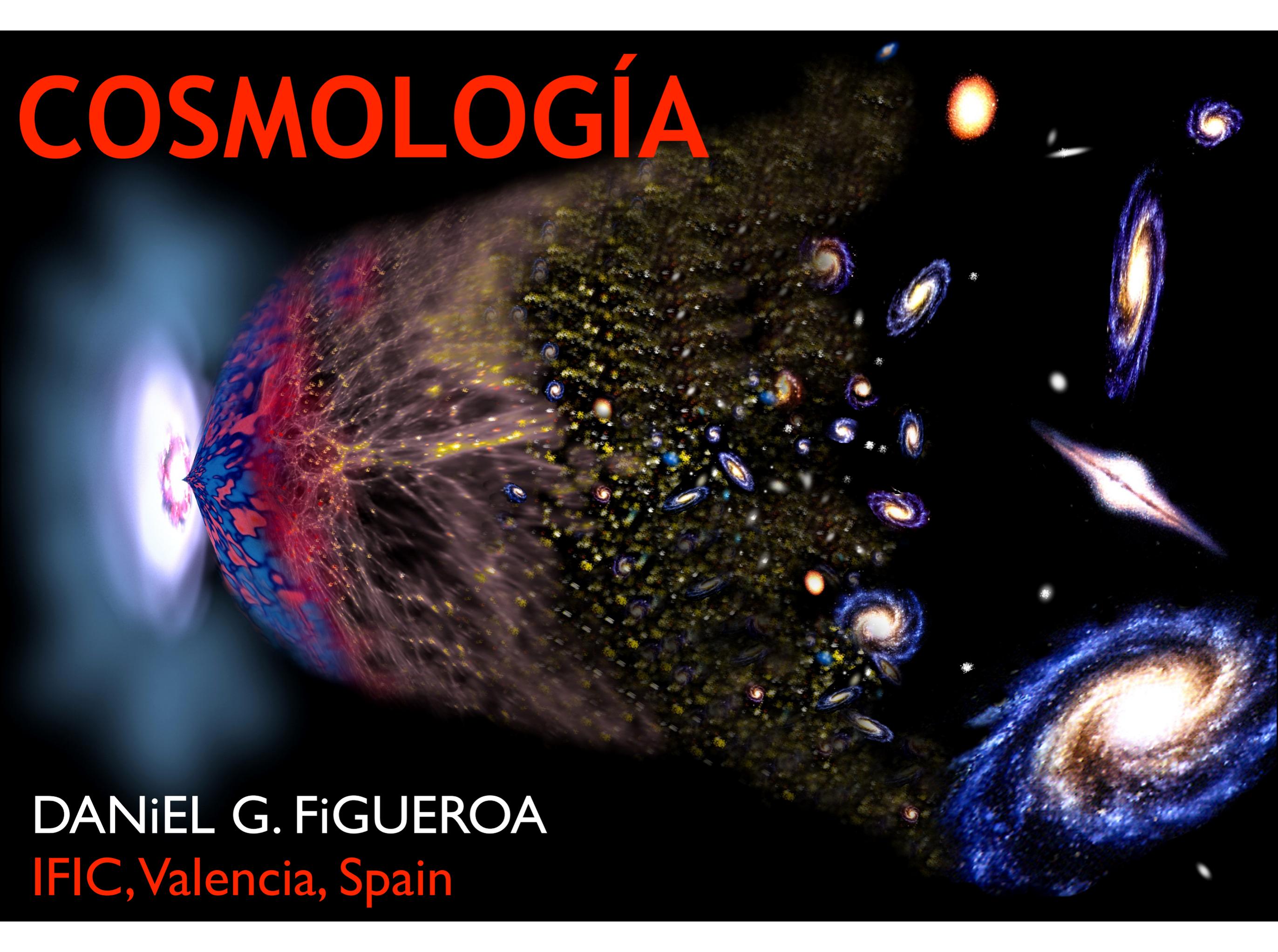


COSMOLOGÍA

A detailed cosmological simulation visualization showing the evolution of the universe. On the left, a bright blue and white point represents the initial singularity, which expands into a large, textured sphere of blue and red. This sphere is surrounded by a vast field of numerous galaxies, depicted in various colors (blue, yellow, orange) and orientations, scattered across a dark, star-filled space. The galaxies vary in size and type, including spiral and elliptical forms. The overall scene is set against a black background, with a large, prominent spiral galaxy in the bottom right corner.

DANIEL G. FIGUEROA

IFIC, Valencia, Spain

El Primer Segundo del Universo y los siguientes 13.700.000.000 años!

DANIEL G. FIGUEROA
IFIC, Valencia, Spain



¿Podemos fotografiar el Big Bang?

A visualization of the universe's expansion from the Big Bang. On the left, a bright, glowing sphere represents the initial state. From this sphere, a vast field of galaxies radiates outwards, with their distances increasing over time. The galaxies are depicted in various colors, including blue, yellow, and orange, and are shown in different orientations and stages of evolution. The background is a dark, starry space, suggesting the vastness of the universe.

DANIEL G. FIGUEROA
IFIC, Valencia, Spain

**¿ Podemos 'ver'
el 'Big Bang' ?**

¿ Podemos 'ver'
el 'Big Bang' ?



¿ Podemos 'ver'
el 'Big Bang' ?

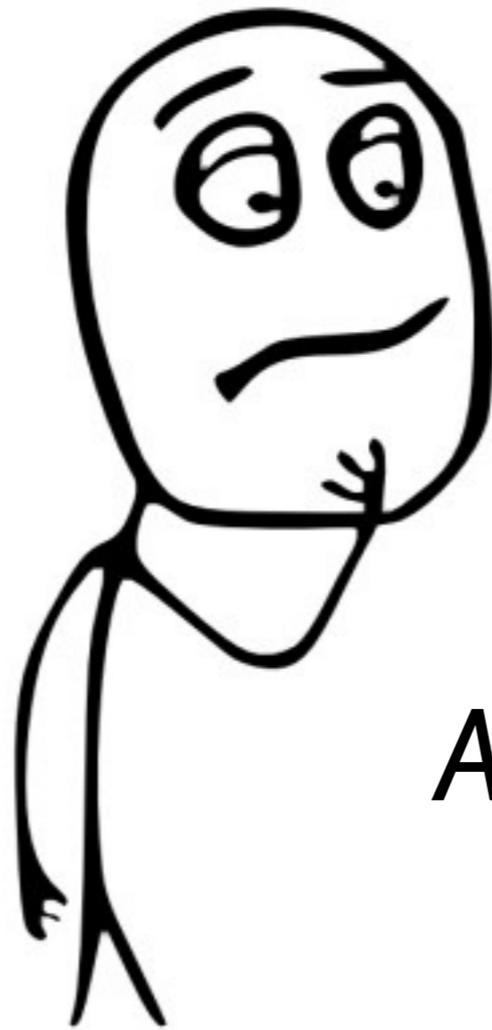


Cosmología

... *mmm, Cosmología ?*



... *mmm, Cosmología ?*



Astrofísica?

Astronomía?

Astrología, Religión?

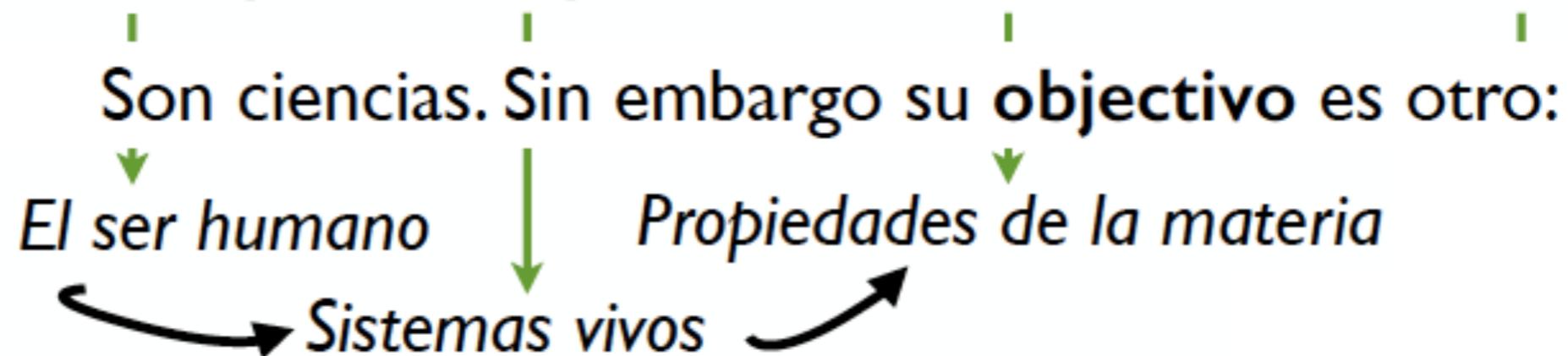
Astrología o Religión:

No son ciencias. Se basan en premisas no verificables, e incluso falsas.

Astrología o Religión:

No son ciencias. Se basan en premisas no verificables, e incluso falsas.

Psicología, Biología, Química, ...



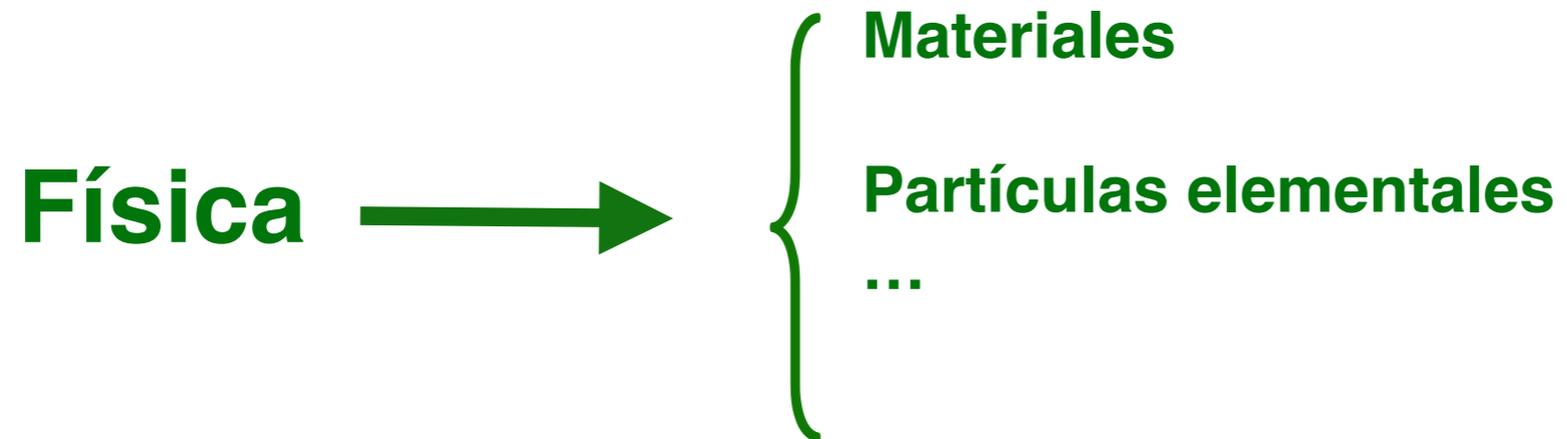
Astrología o Religión:

No son ciencias. Se basan en premisas no verificables, e incluso falsas.

Física

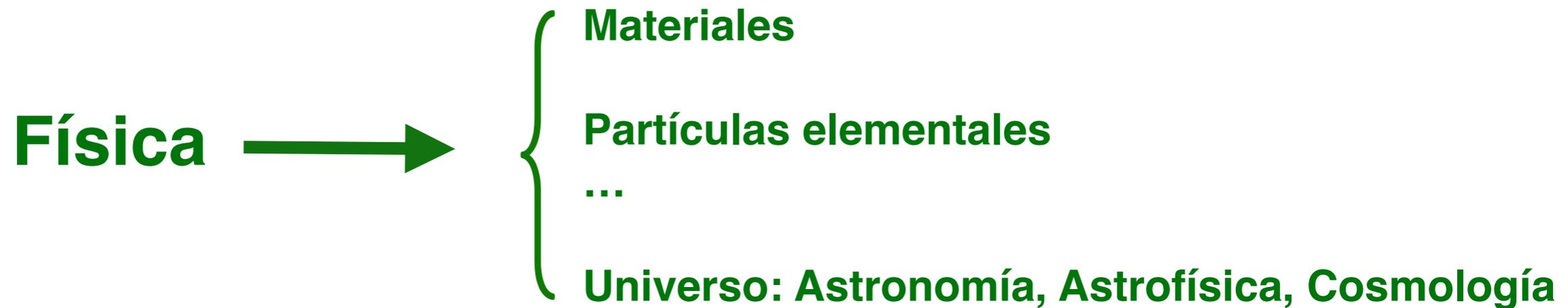
Astrología o Religión:

No son ciencias. Se basan en premisas no verificables, e incluso falsas.



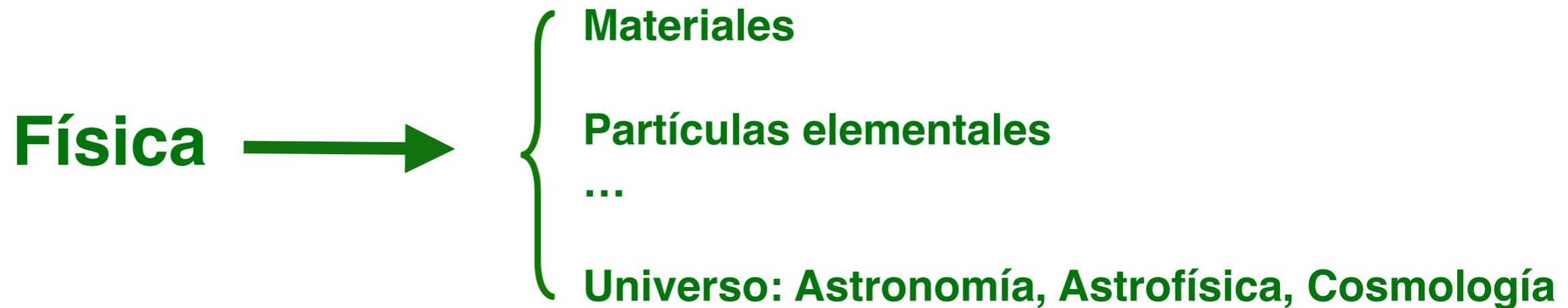
Astrología o Religión:

No son ciencias. Se basan en premisas no verificables, e incluso falsas.



Astrología o Religión:

No son ciencias. Se basan en premisas no verificables, e incluso falsas.

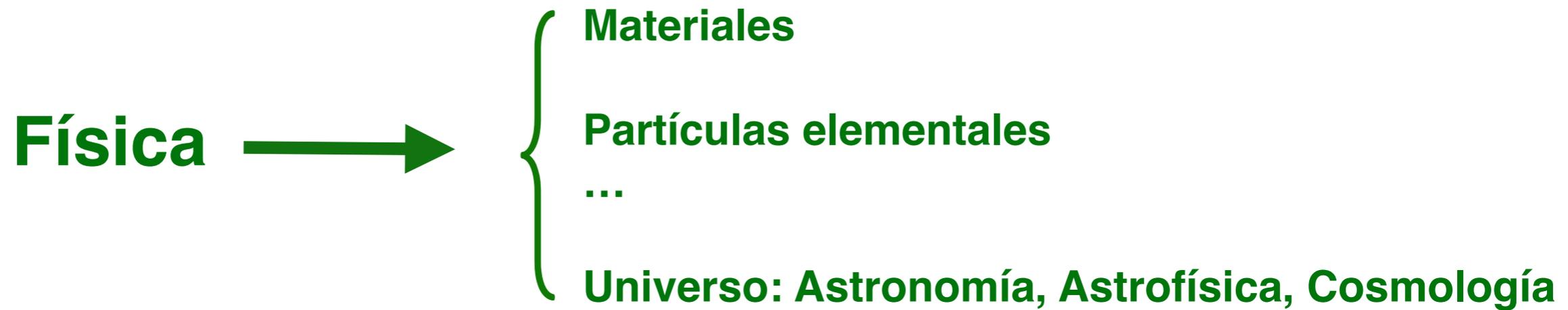


Astronomía: Medición/observación posición astros y demás objetos celestes

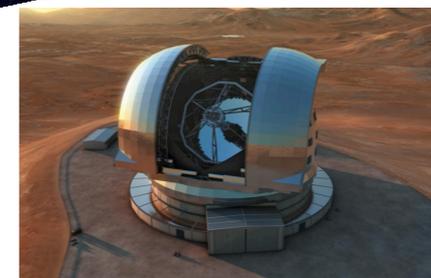
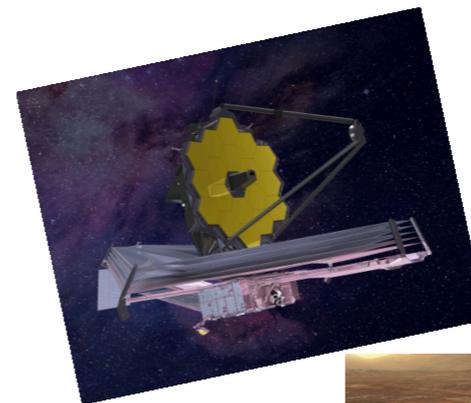


Astrología o Religión:

No son ciencias. Se basan en premisas no verificables, e incluso falsas.

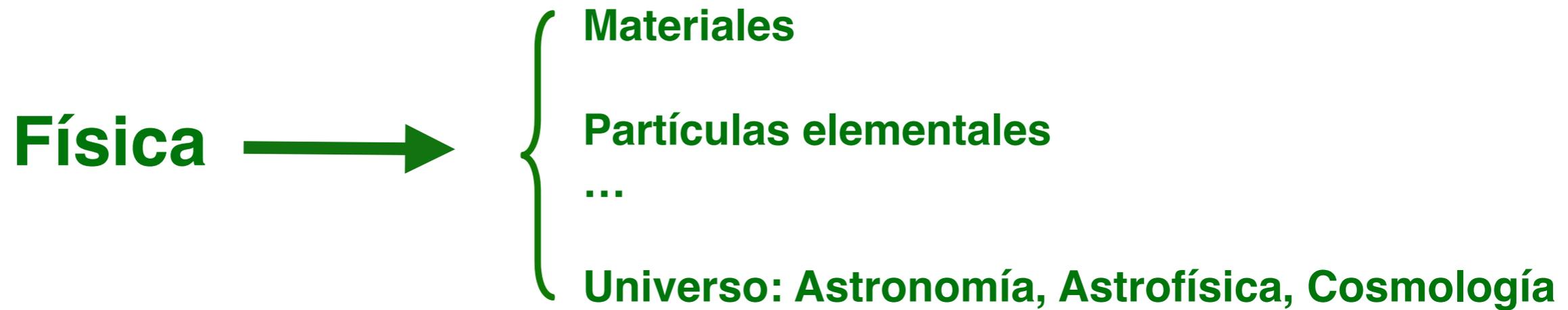


Astronomía: Medición/observación posición astros y demás objetos celestes



Astrología o Religión:

No son ciencias. Se basan en premisas no verificables, e incluso falsas.



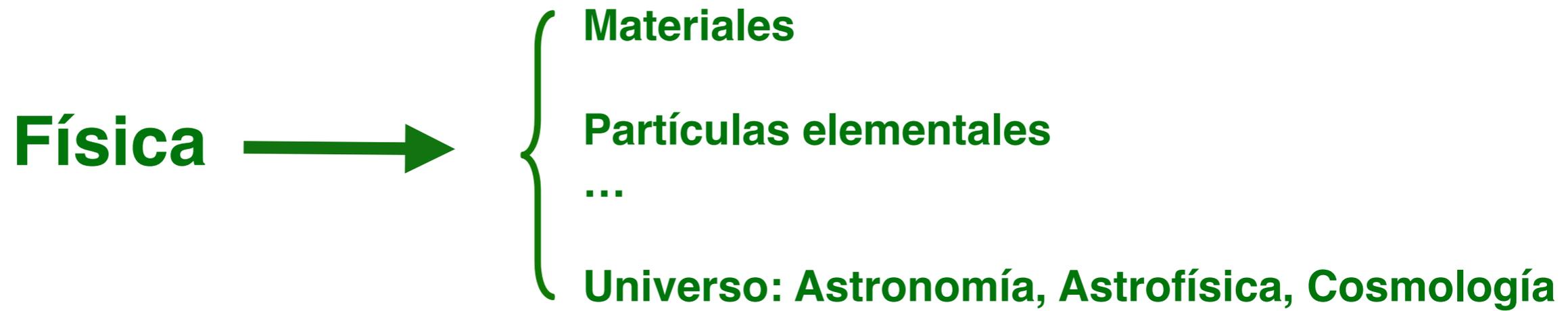
Astronomía: Medición/observación posición astros y demás objetos celestes

Astrofísica: Estudio de astros / objetos celestes (individuales)



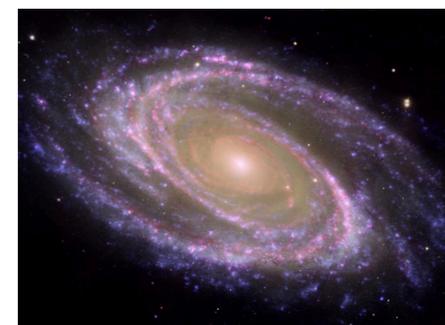
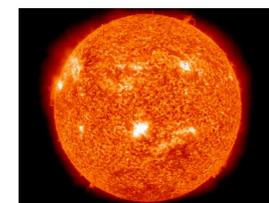
Astrología o Religión:

No son ciencias. Se basan en premisas no verificables, e incluso falsas.



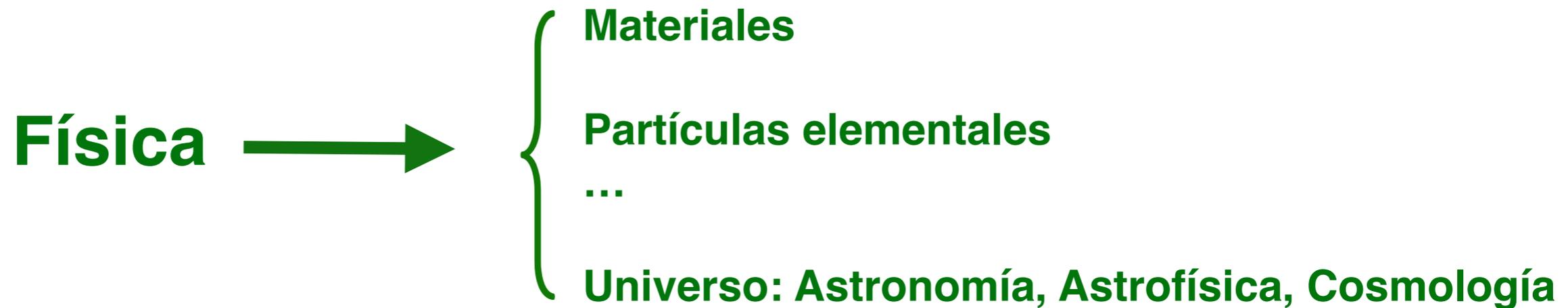
Astronomía: Medición/observación posición astros y demás objetos celestes

Astrofísica: Estudio de astros / objetos celestes (individuales)



Astrología o Religión:

No son ciencias. Se basan en premisas no verificables, e incluso falsas.



Astronomía: Medición/observación posición astros y demás objetos celestes

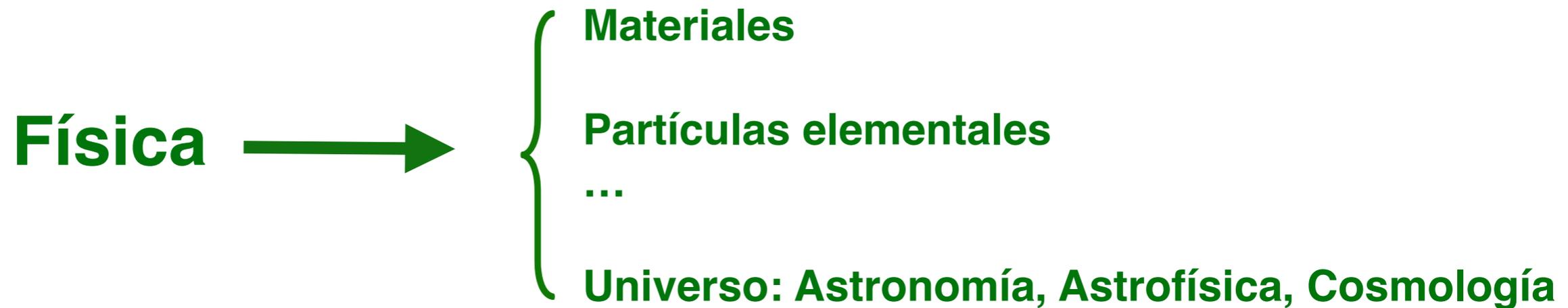
Astrofísica: Estudio de astros / objetos celestes (individuales)

Cosmología: Estudio del Universo en su **conjunto**



Astrología o Religión:

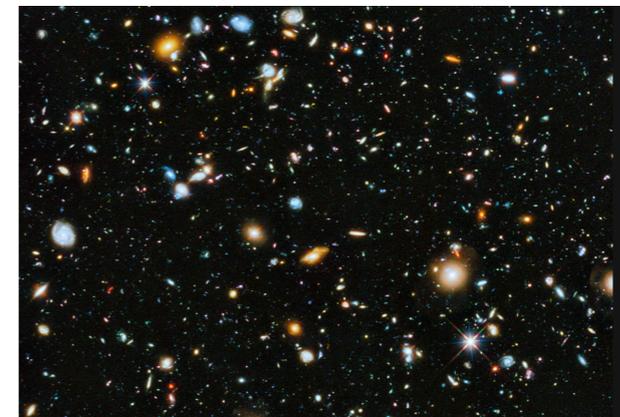
No son ciencias. Se basan en premisas no verificables, e incluso falsas.



Astronomía: Medición/observación posición astros y demás objetos celestes

Astrofísica: Estudio de astros / objetos celestes (individuales)

Cosmología: Estudio del Universo en su **conjunto**



Cosmología

Cosmología

Cosmología = Estudio del Universo como un TODO

Cosmología

Cosmología = *Estudio* del Universo como un **TODO**
(evolución, contenido,
'nacimiento', 'muerte',...)

Cosmología

Cosmología = *Estudio* del Universo como un **TODO**

(evolución, contenido,
'nacimiento', 'muerte',...)



Método científico:

Observar + Medir → Deducir **Leyes**

Leyes → **Predecir** nuevos fenómenos

Cosmología

Cosmología = *Estudio* del Universo como un **TODO**

(evolución, contenido,
'nacimiento', 'muerte',...)



Método científico:

Observar + Medir → Deducir **Leyes**

Leyes → **Predecir** nuevos fenómenos

¡CUIDADO! No podemos manipular
el Universo, sólo podemos observarlo

Cosmología

Cosmología = *Estudio* del **Universo** como un **TODO**

(evolución, contenido,
'nacimiento', 'muerte',...)

**El
UNiVERSO**



**Un 'espacio'
CONTENEDOR**



**... de MATERIA
(galaxias, átomos,
materia oscura,
campos mag., etc)**

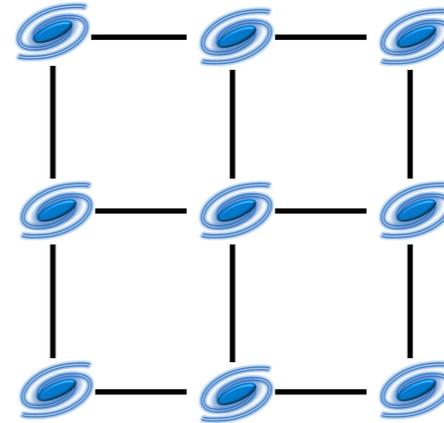
**El
UNiVERSO**



**Un 'espacio'
CONTENEDOR**



**... de MATERIA
(galaxias, átomos,
materia oscura,
campos mag., etc)**



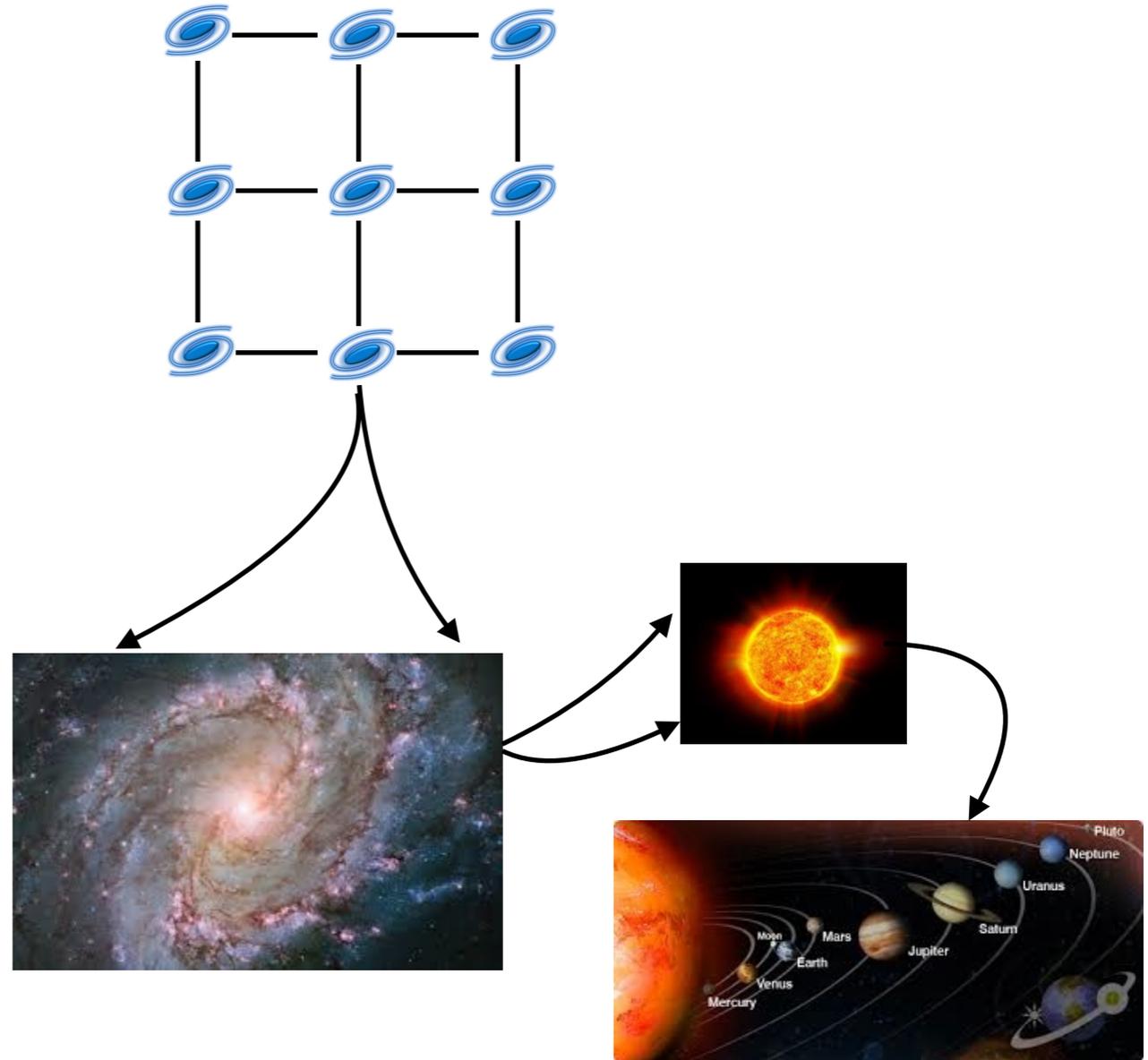
El UNiVERSO



Un 'espacio'
CONTENEDOR



... de **MATERIA**
(galaxias, átomos,
materia oscura,
campos mag., etc)



UNiVERSO = Espacio Contenedor de Materia

UNiVERSO = Espacio Contenedor de Materia



'Geometría'

UNiVERSO = Espacio Contenedor de Materia

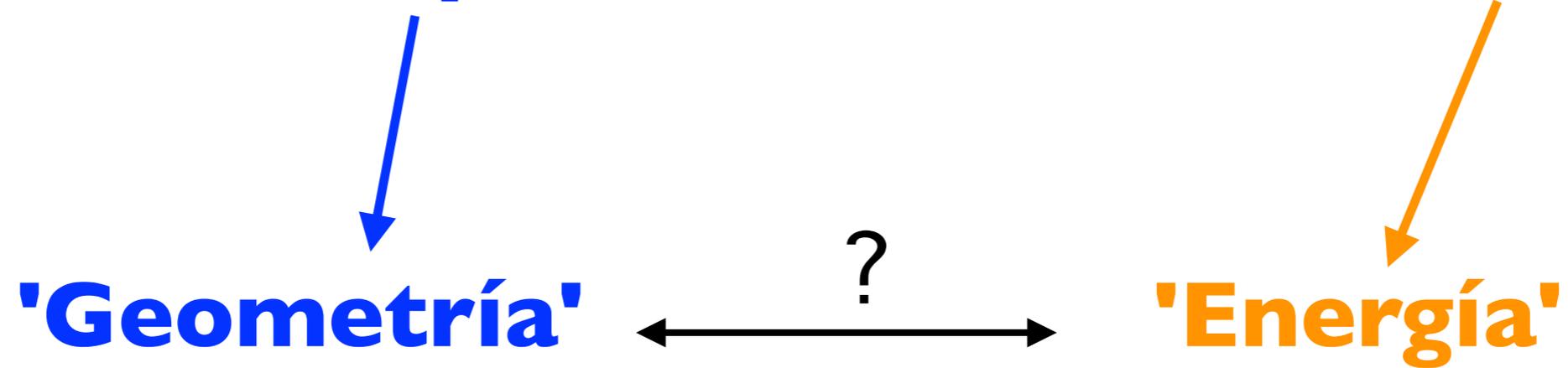


'Geometría'

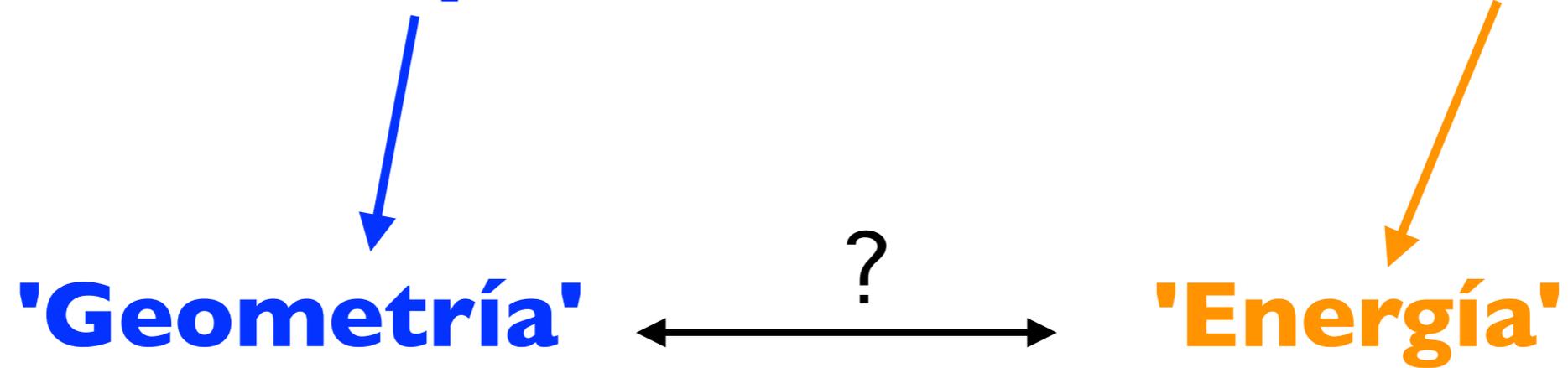


'Energía'

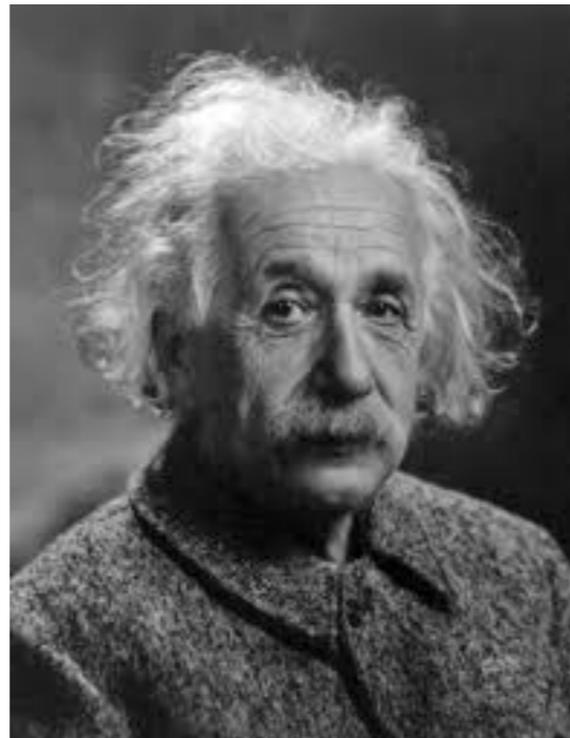
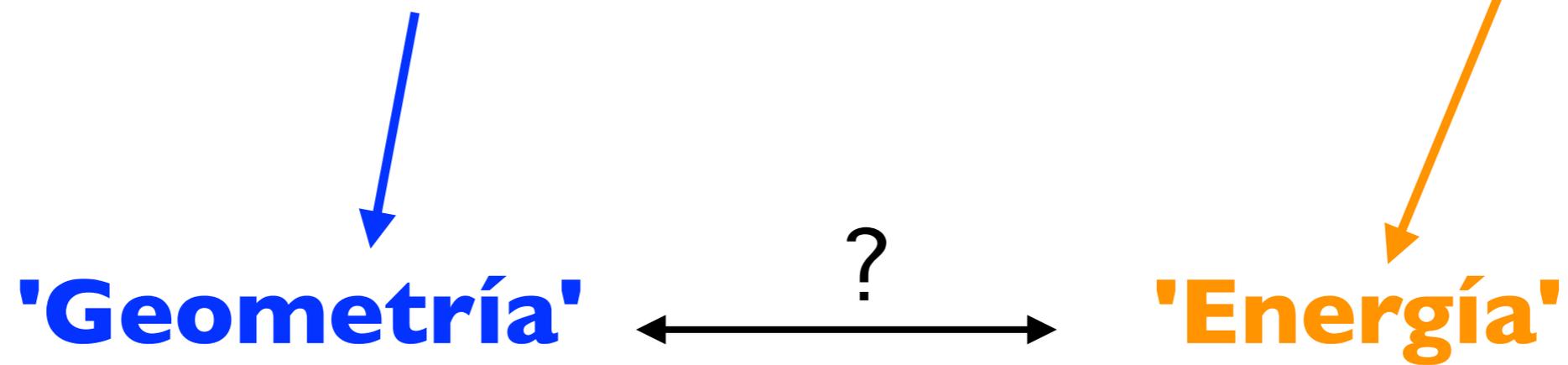
UNiVERSO = Espacio Contenedor de Materia



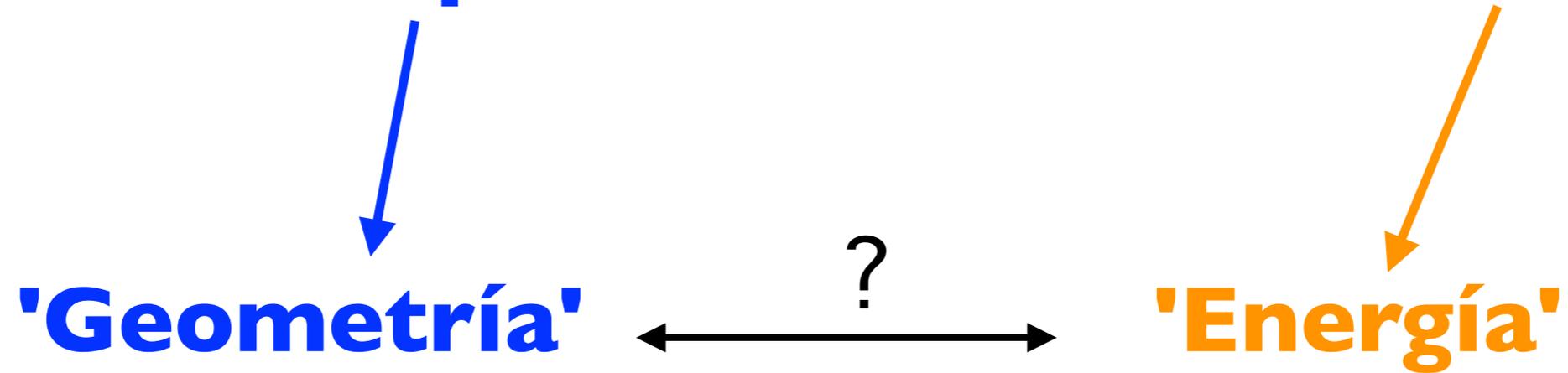
UNiVERSO = Espacio Contenedor de Materia



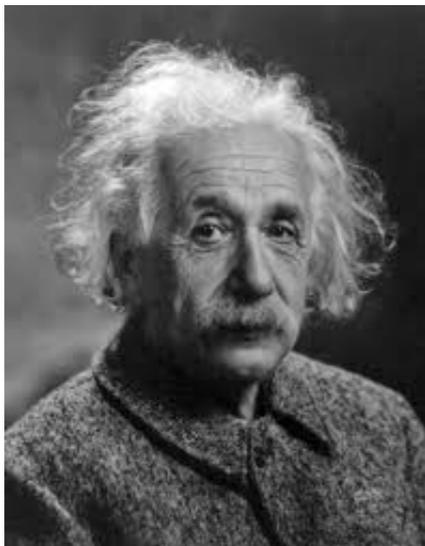
UNiVERSO = Espacio Contenedor de Materia



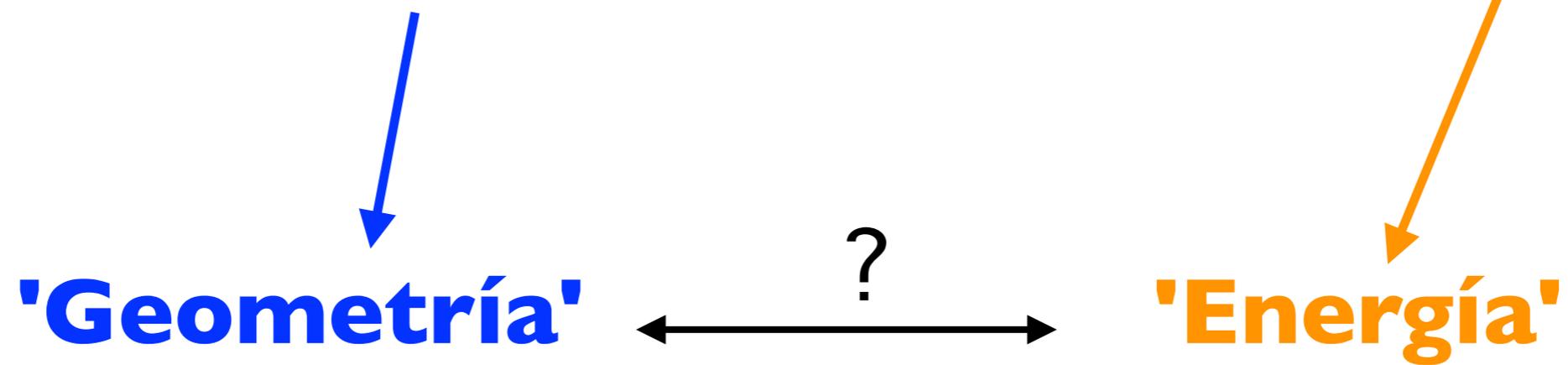
UNiVERSO = Espacio Contenedor de Materia



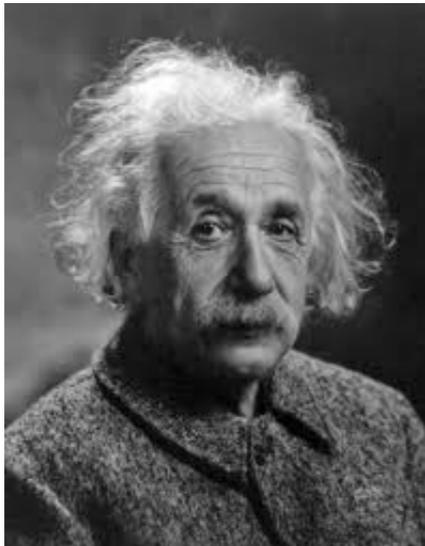
**Albert
Einstein**



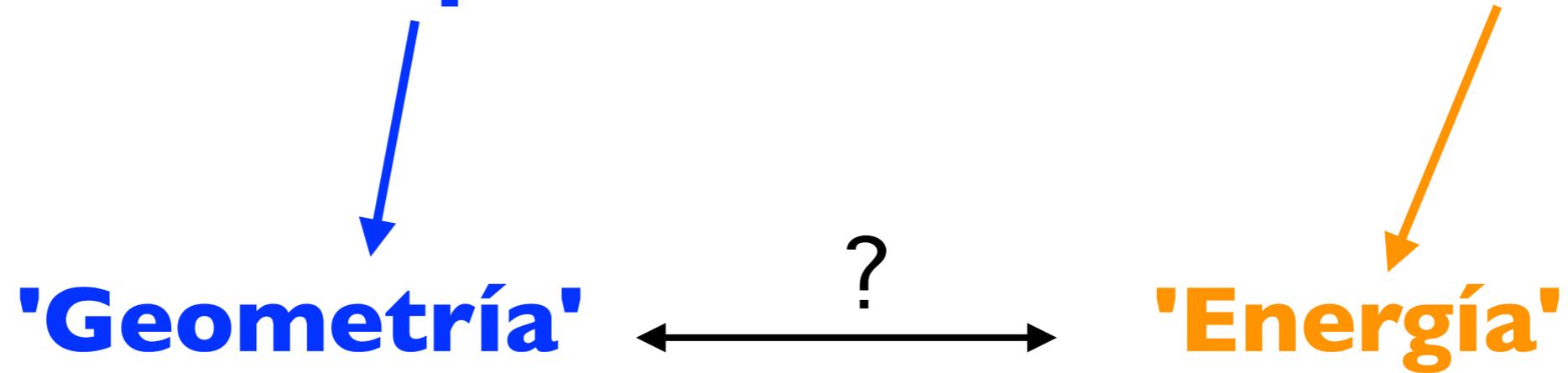
UNiVERSO = Espacio Contenedor de Materia



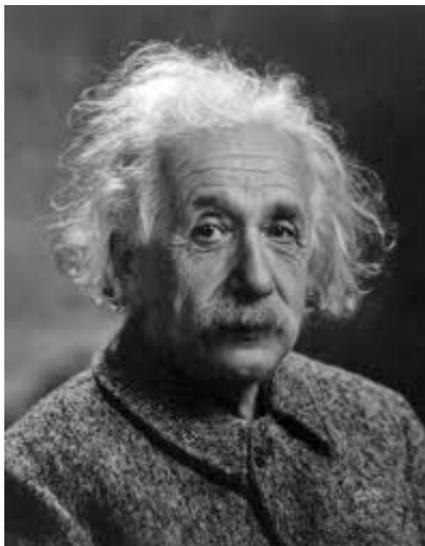
**Alberto
UnaPiedra**



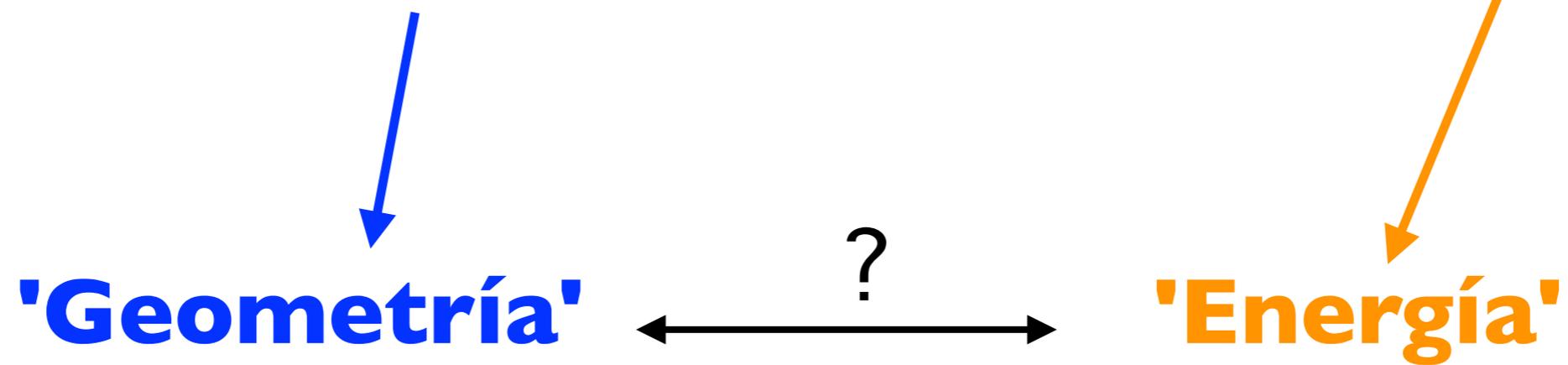
UNiVERSO = Espacio Contenedor de Materia



**Albert
Einstein**

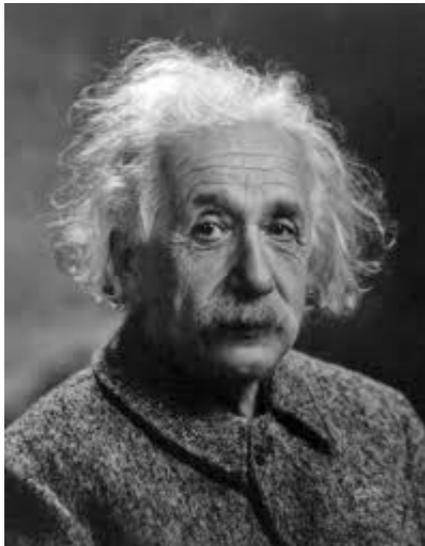


UNiVERSO = Espacio Contenedor de Materia

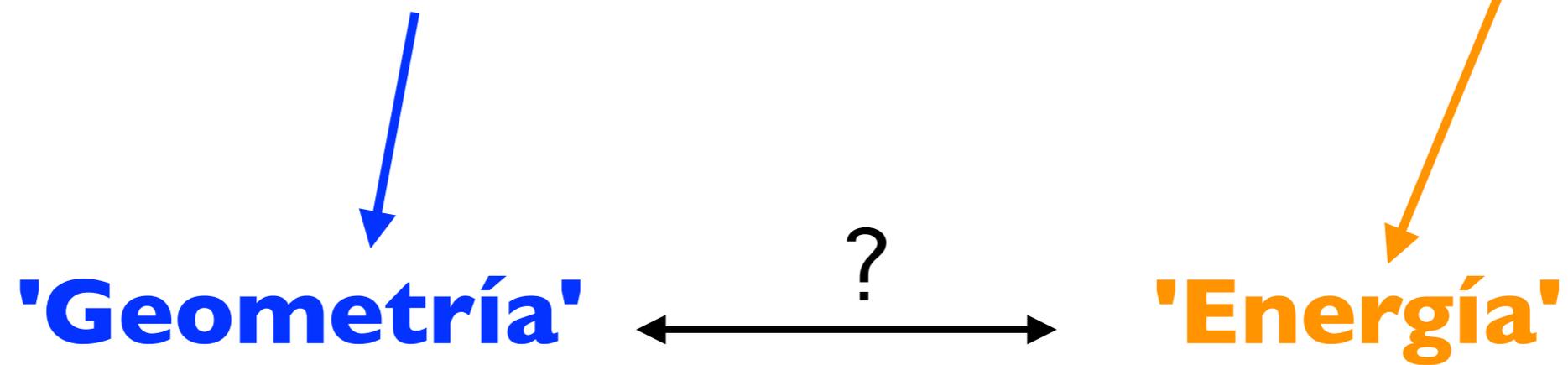


Geometría 'Espacio-Tiempo'
dicta **Movimiento de la Materia**

**Albert
Einstein**



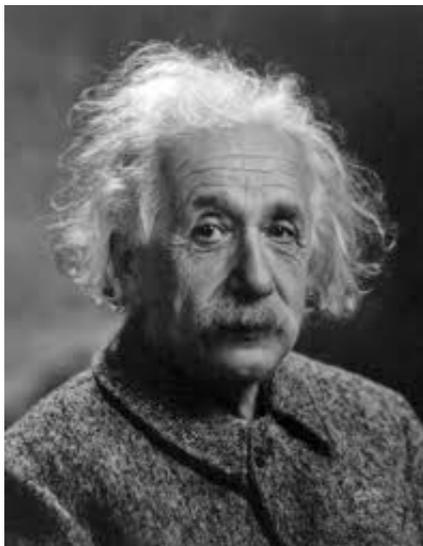
UNiVERSO = Espacio Contenedor de Materia



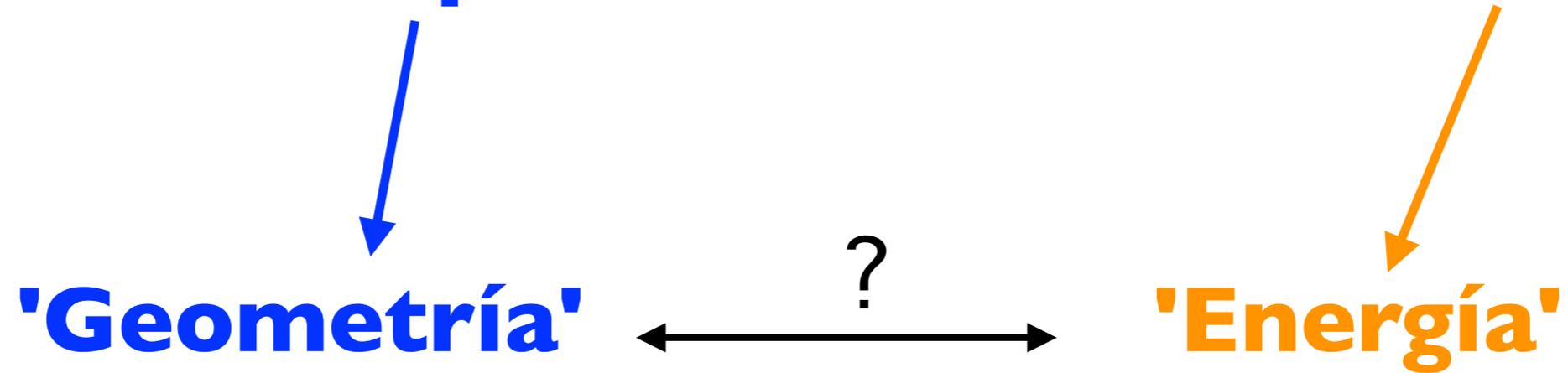
Geometría 'Espacio-Tiempo'
dicta **Movimiento de la Materia**

Presencia de Materia (Energía)
dicta **Geometría del Espacio-Tiempo**

**Albert
Einstein**



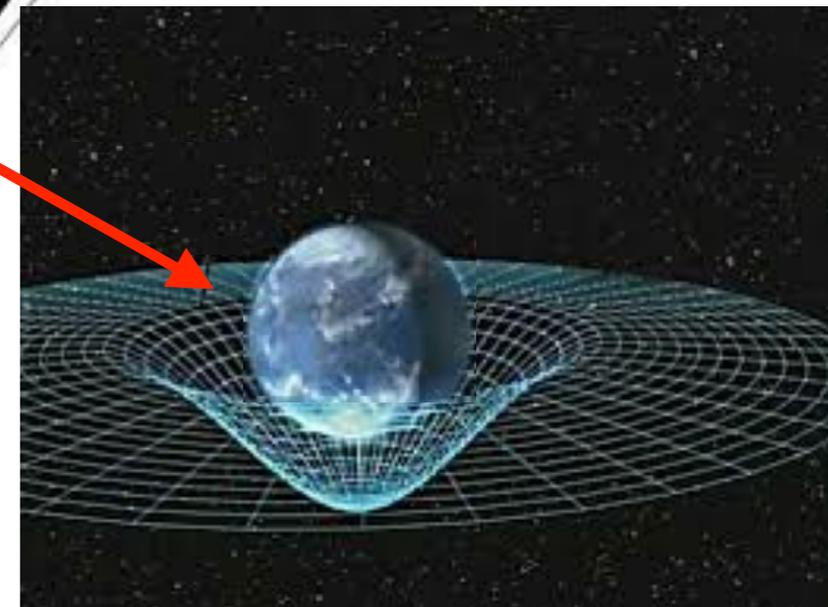
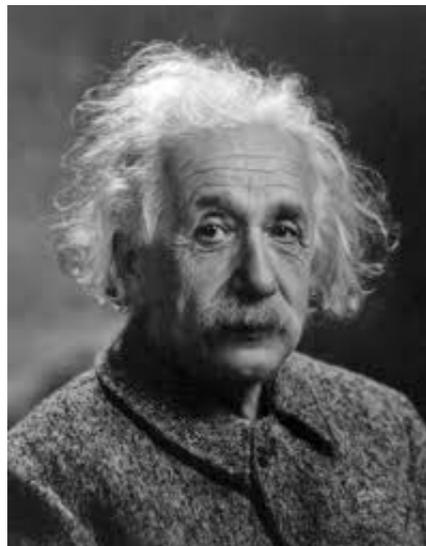
UNiVERSO = Espacio Contenedor de Materia



Geometría 'Espacio-Tiempo'
dicta **Movimiento de la Materia**

Presencia de Materia (Energía)
dicta **Geometría del Espacio-Tiempo**

**Albert
Einstein**



UNiVERSO = Espacio Contenedor de Materia

'Geometría'

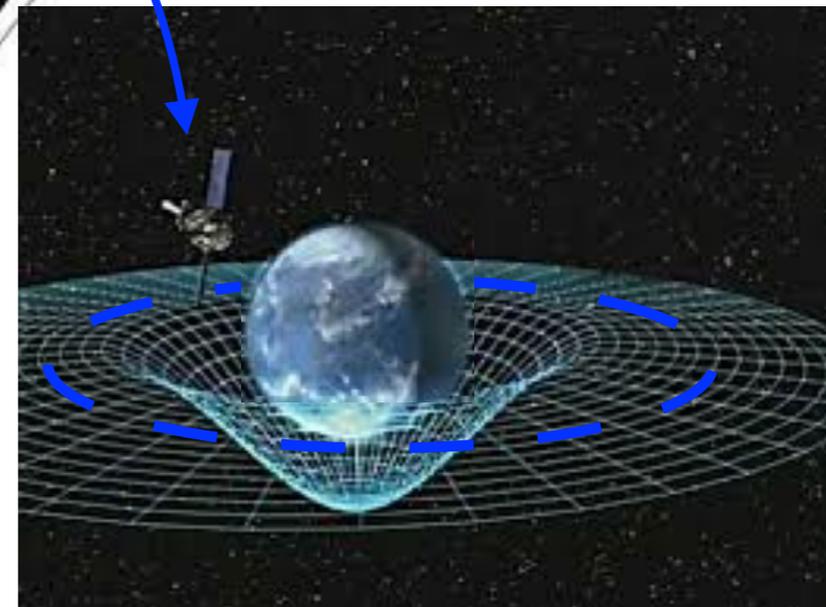
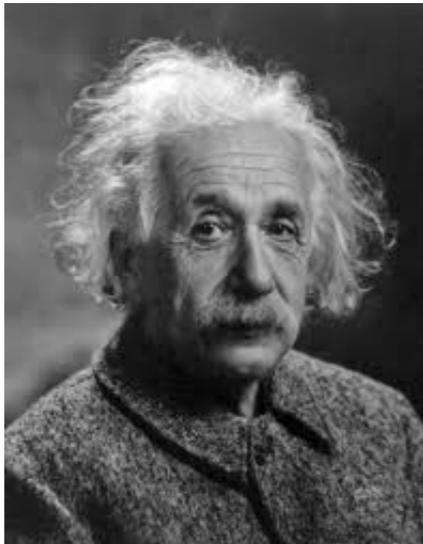
?

'Energía'

Geometría 'Espacio-Tiempo'
dicta **Movimiento de la Materia**

Presencia de Materia (Energía)
dicta **Geometría del Espacio-Tiempo**

**Albert
Einstein**



Espacio-Tiempo ↔ **Materia**

Teoría de la RELATIVIDAD
GENERAL (Einstein, 1916)

Espacio-Tiempo ↔ **Materia**

Teoría de la RELATIVIDAD
GENERAL (Einstein, 1916)

RELATIVIDAD GENERAL = TEORÍA de la GRAVEDAD

Espacio-Tiempo ↔ **Materia**

Teoría de la RELATIVIDAD
GENERAL (Einstein, 1916)

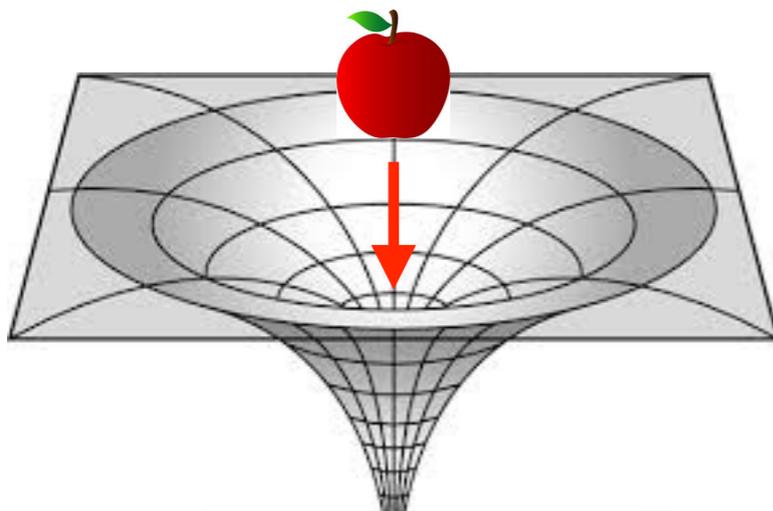
RELATIVIDAD GENERAL = TEORÍA de la GRAVEDAD



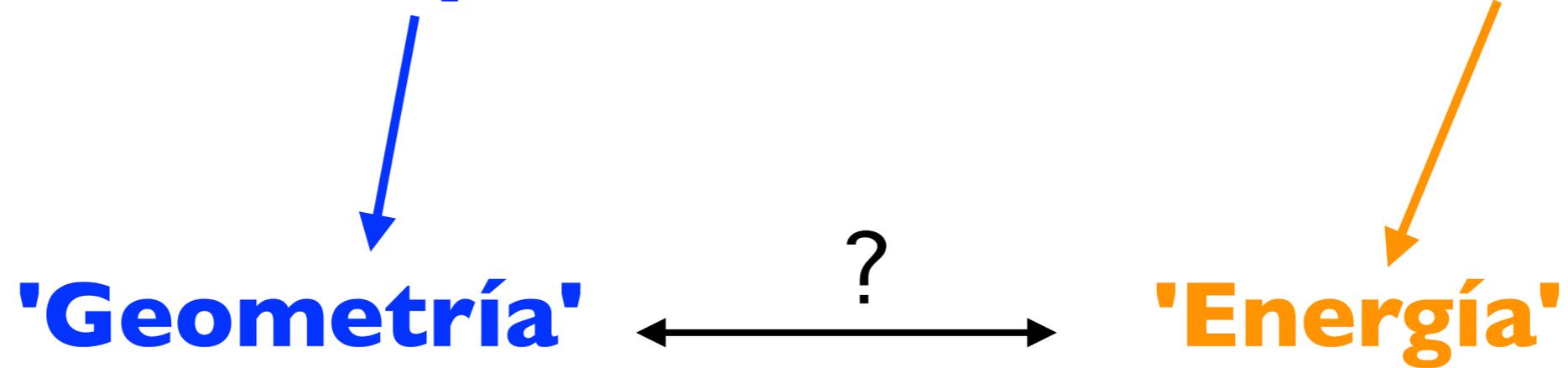
Espacio-Tiempo ↔ **Materia**

Teoría de la RELATIVIDAD
GENERAL (Einstein, 1916)

RELATIVIDAD GENERAL = TEORÍA de la GRAVEDAD



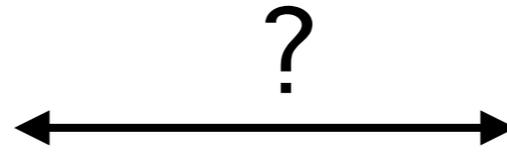
UNiVERSO = Espacio Contenedor de Materia



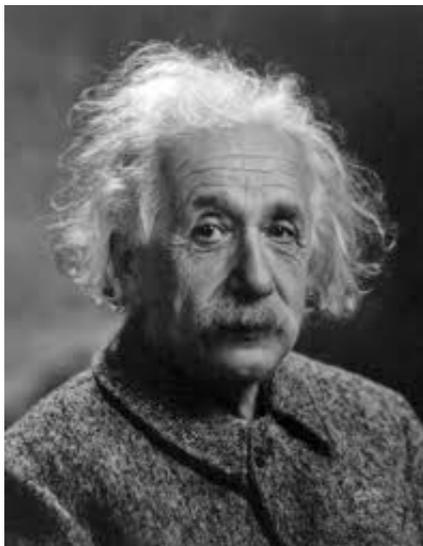
UNiVERSO = Espacio Contenedor de Materia

'Geometría'

'Energía'



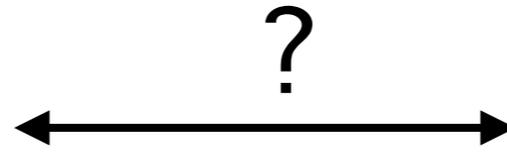
**Albert
Einstein**



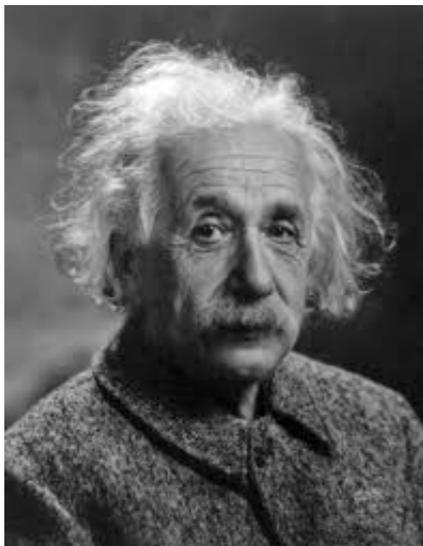
UNiVERSO = Espacio Contenedor de Materia

'Geometría'

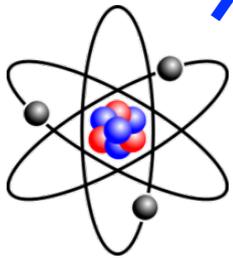
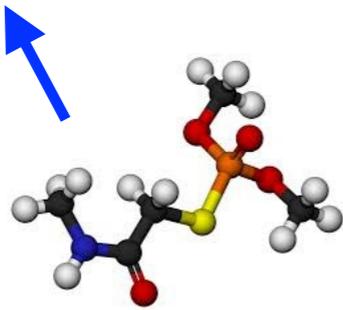
'Energía'



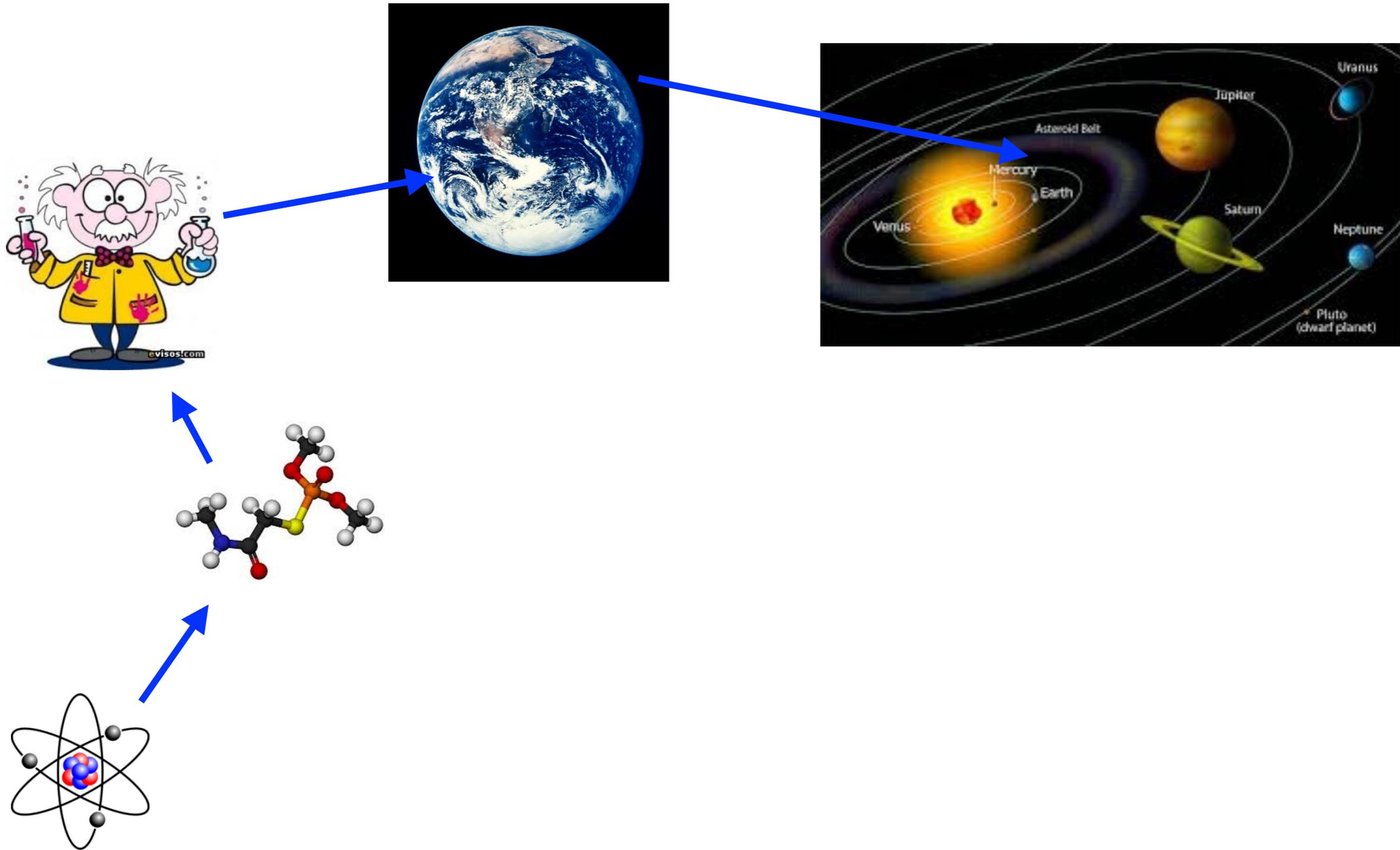
Albert
Einstein



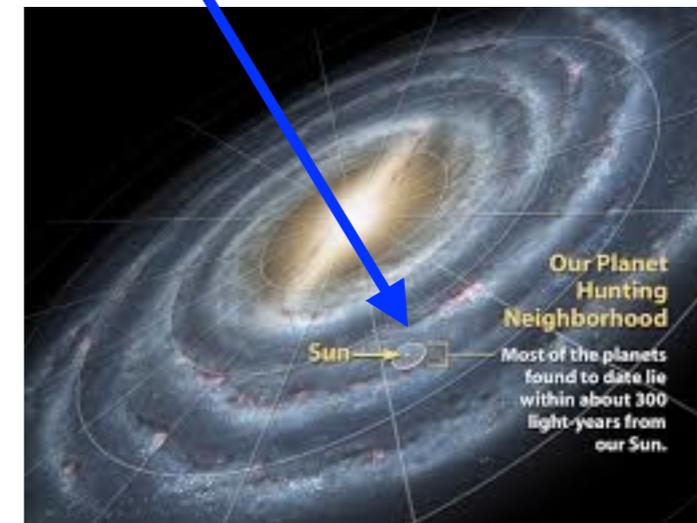
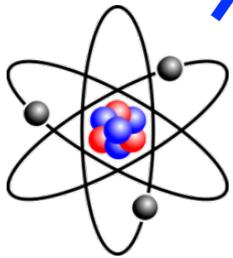
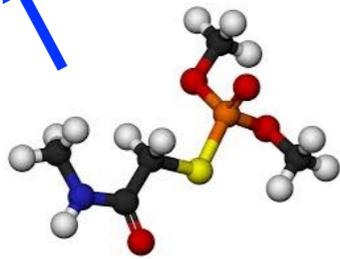
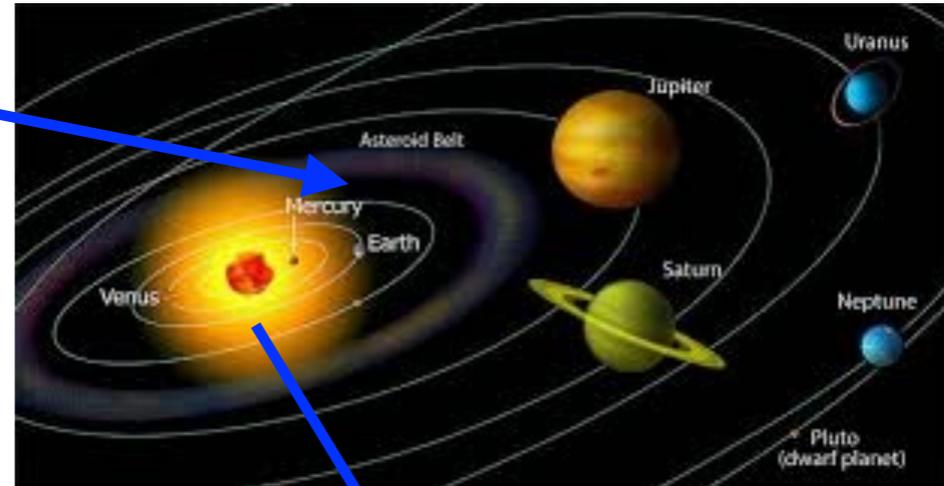
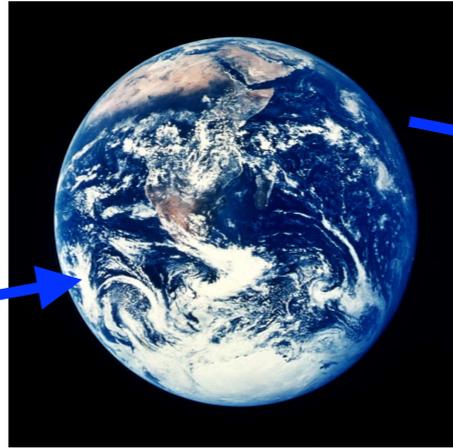
UNiVERSO = Contiene TODA la MATERIA



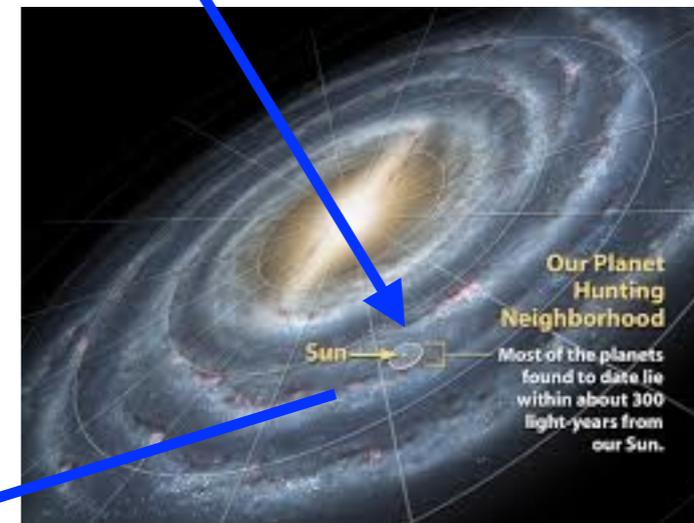
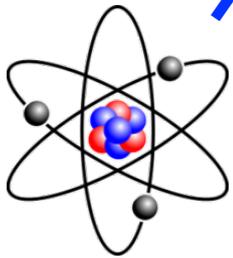
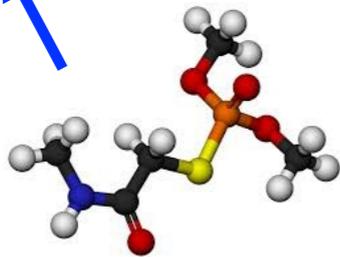
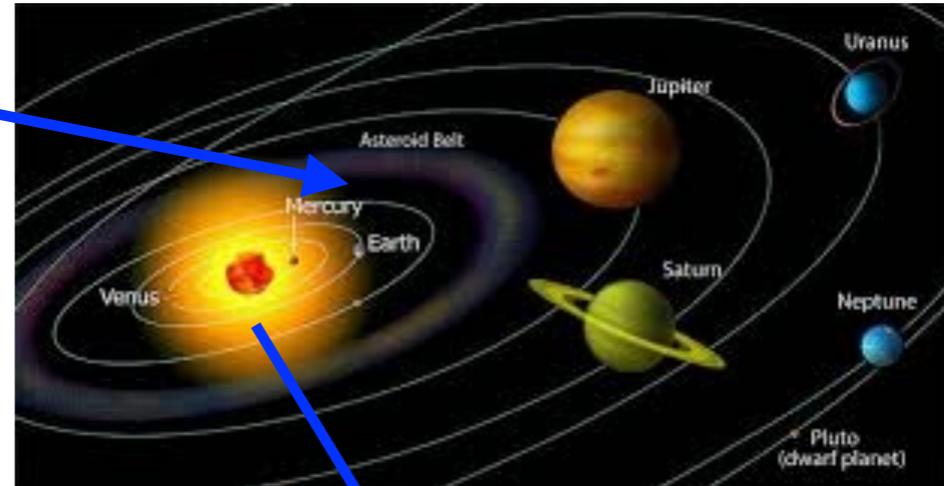
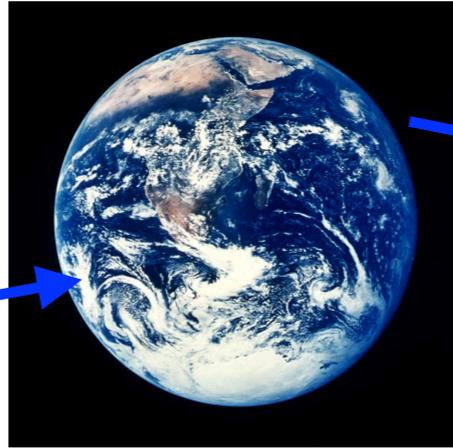
UNiVERSO = Contiene TODA la MATERIA



UNiVERSO = Contiene TODA la MATERIA



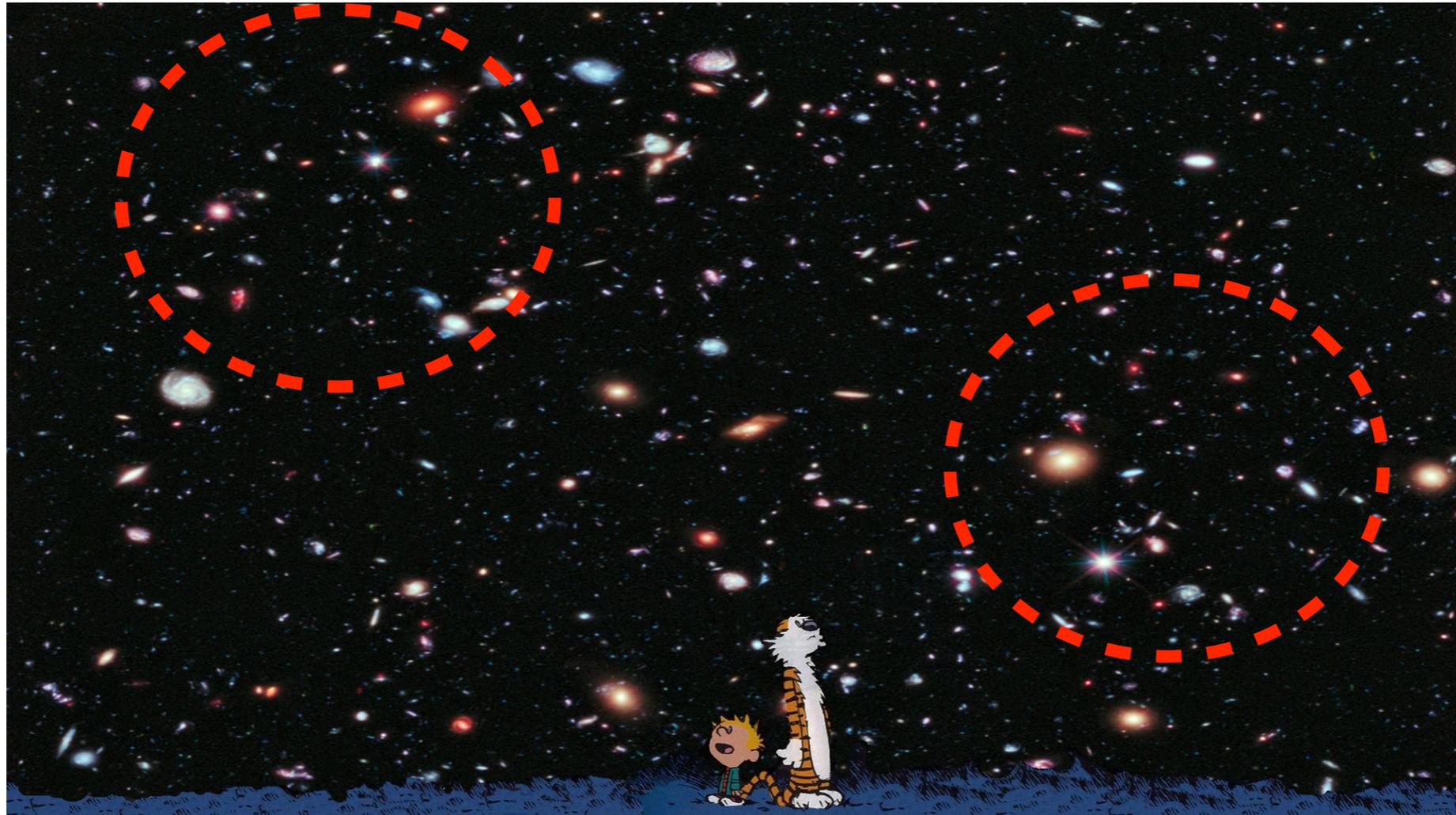
UNiVERSO = Contiene TODA la MATERIA



¿ UNiVERSO a GRAN ESCALA ?



¿ UNiVERSO a GRAN ESCALA ?



¿ UNiVERSO a GRAN ESCALA ?



Principio Cosmológico:
HOMOGÉNEO e ISÓTROPO

¿ UNiVERSO a GRAN ESCALA ?

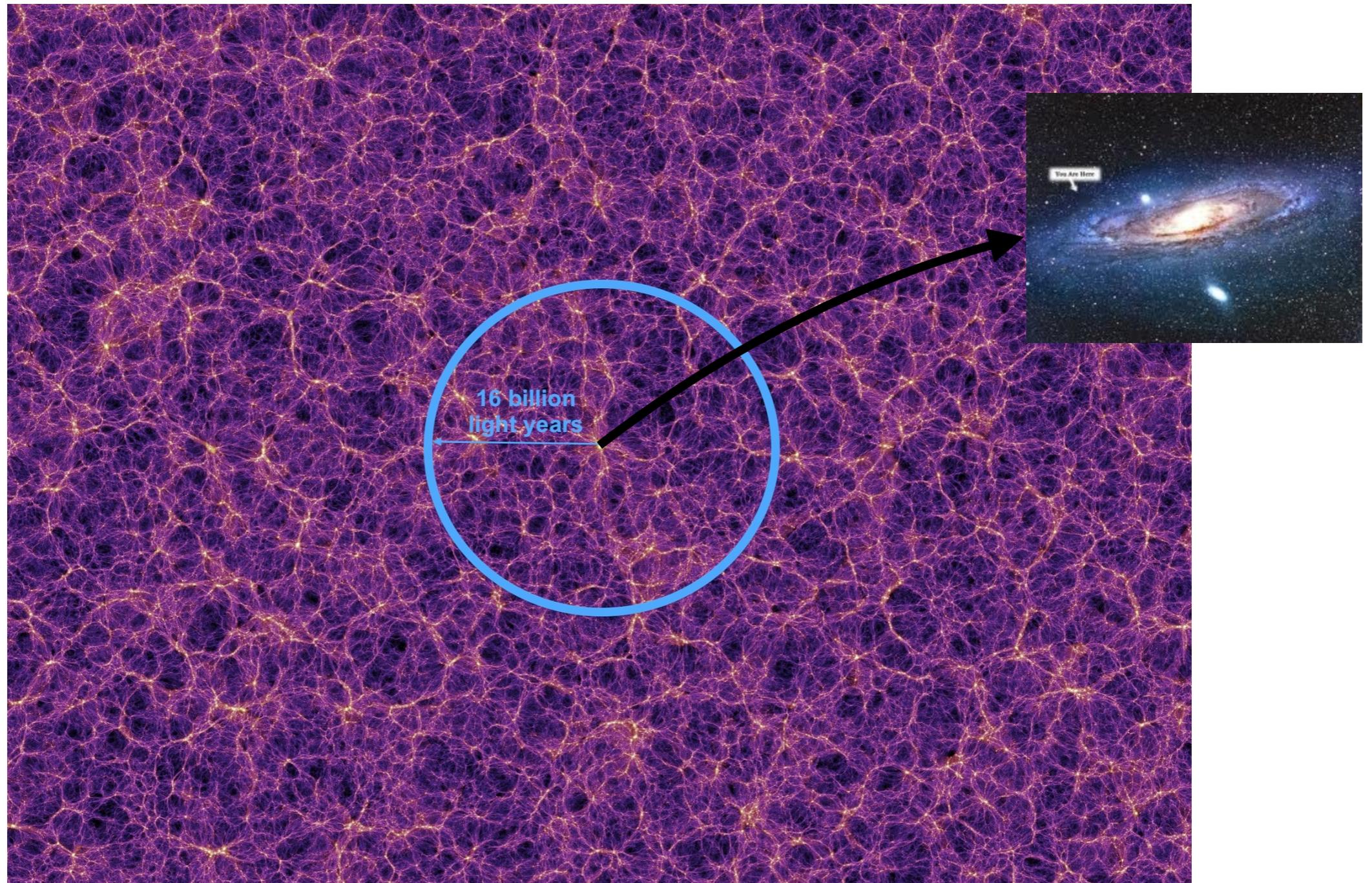


Principio Cosmológico:
HOMOGÉNEO e ISÓTROPO

IGUAL EN TODAS PARTES !

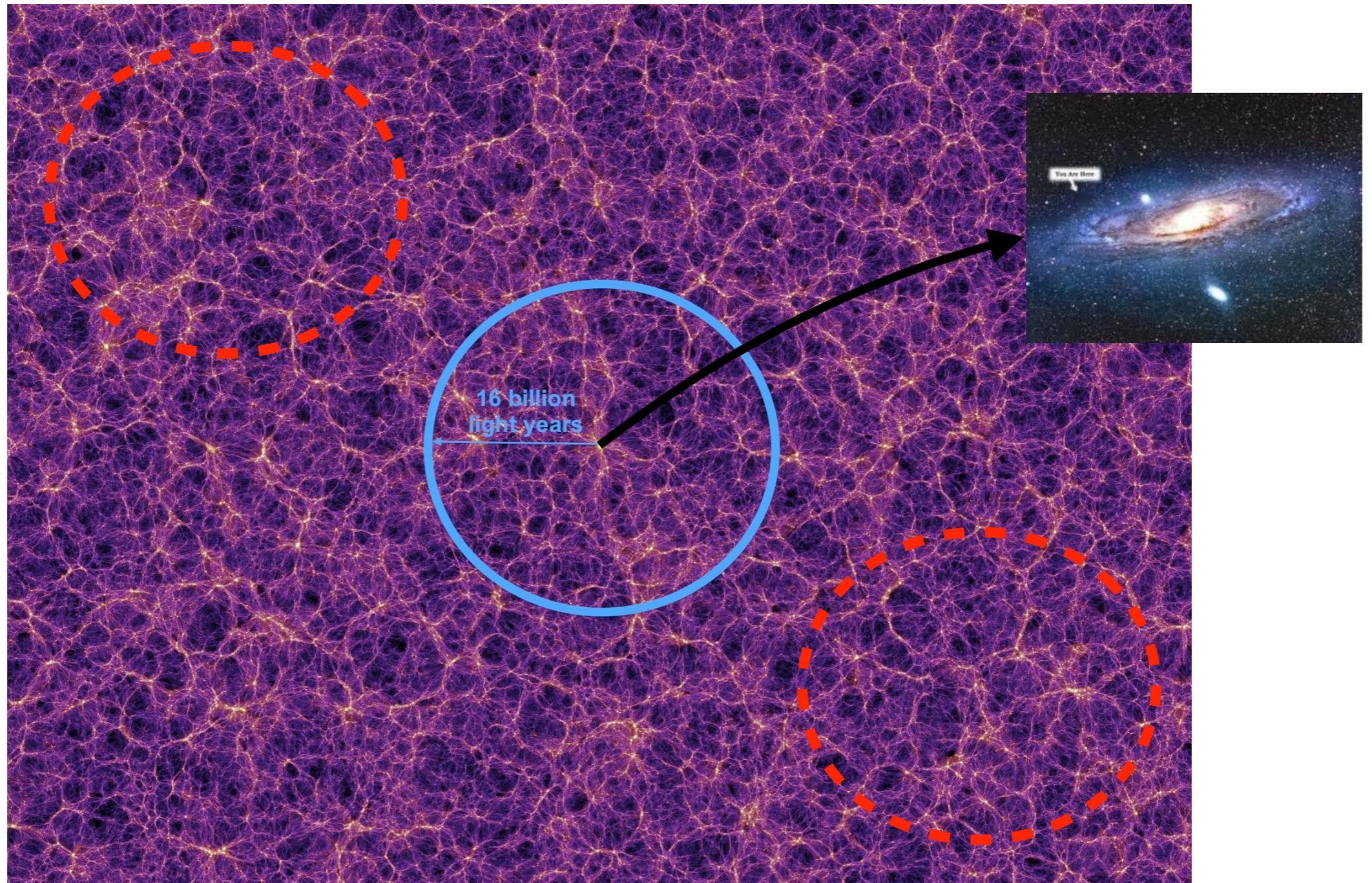
IGUAL EN TODAS DIRECCIONES !

UNiVERSO HOMOGÉNEO e iSÓTROPO



(Millenium Simulation)

UNiVERSO HOMOGÉNEO e iSÓTROPO

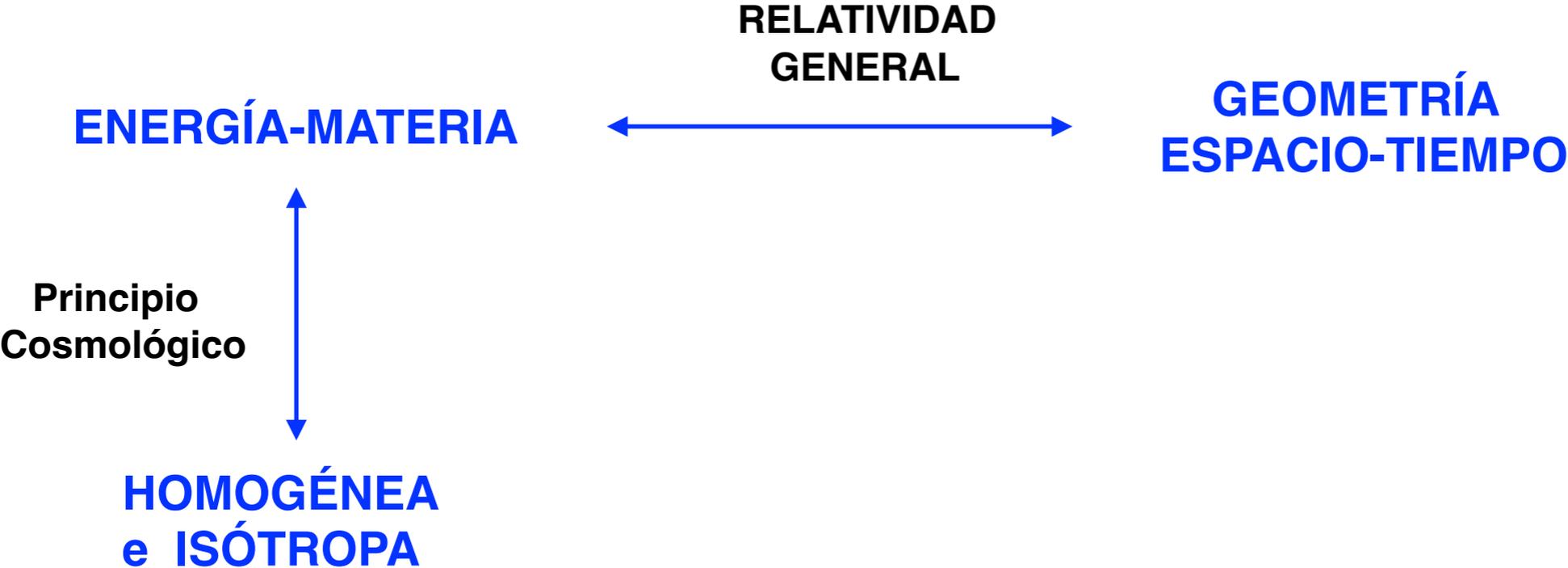


(Millenium Simulation)

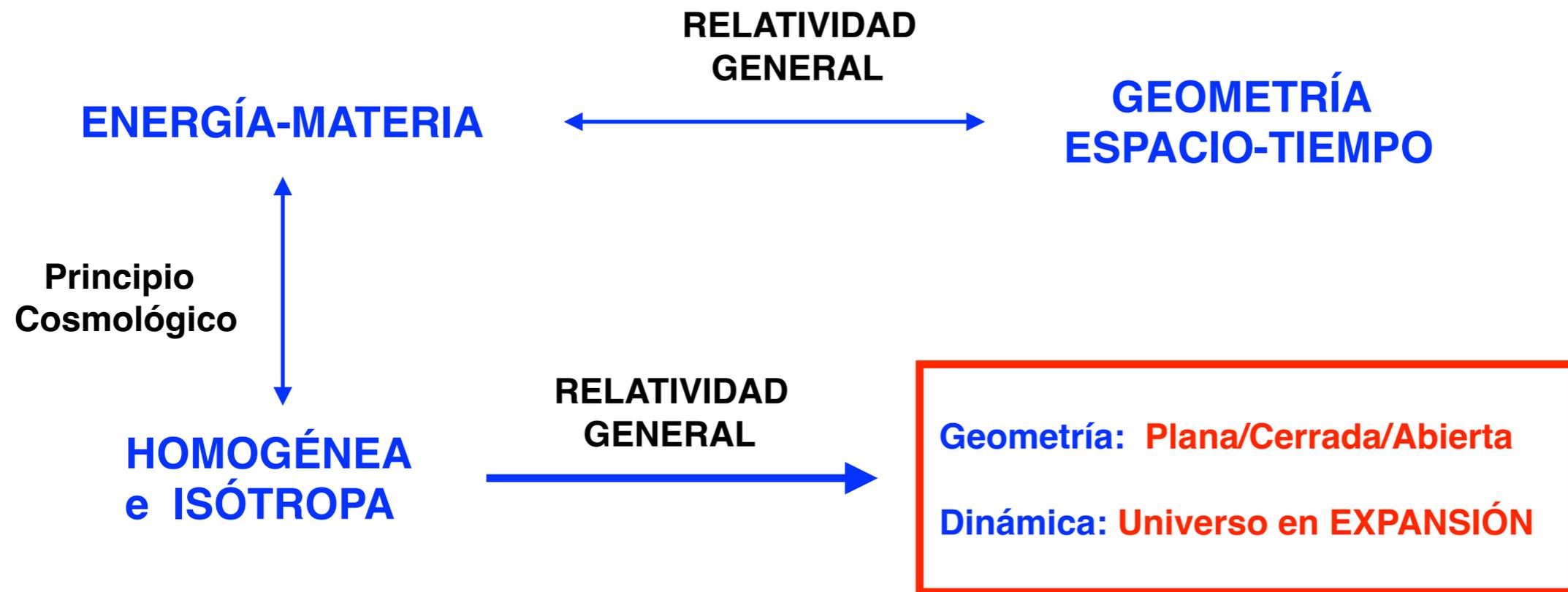
UNiVERSO HOMOGÉNEO e iSÓTROPO



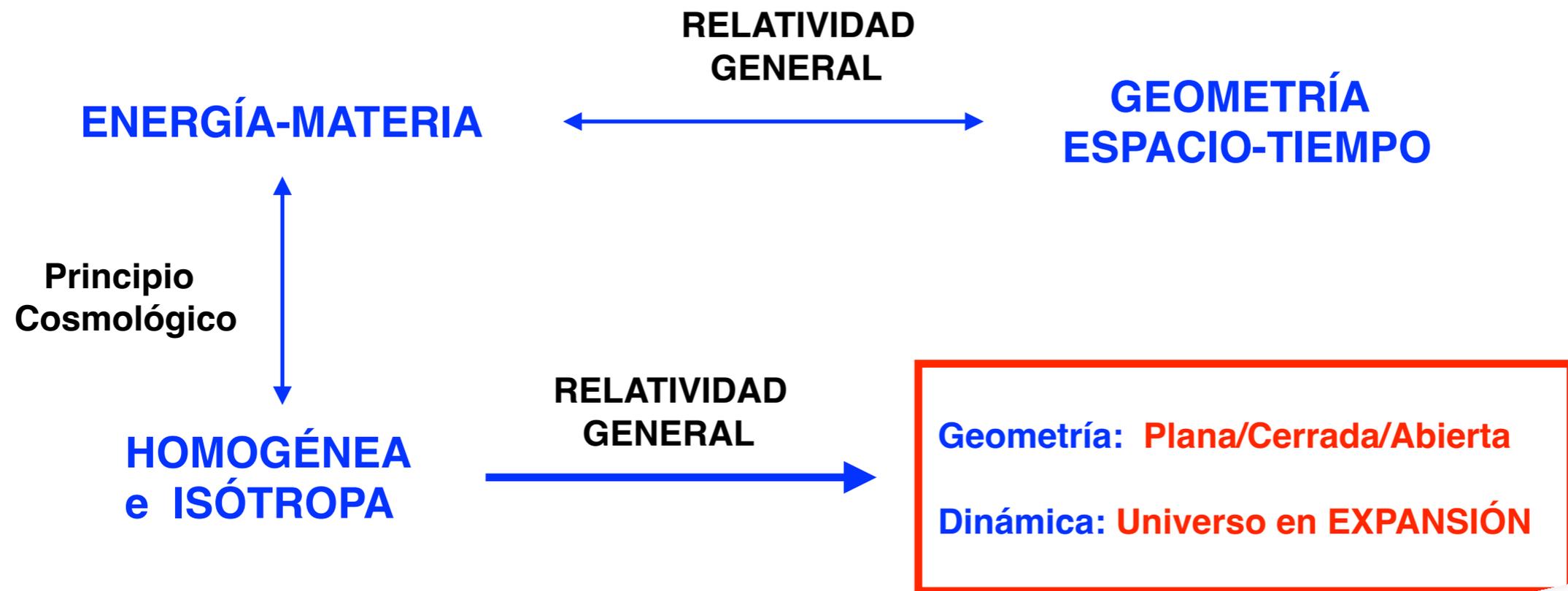
UNIVERSO HOMOGÉNEO e ISÓTROPO



UNIVERSO HOMOGÉNEO e ISÓTROPO



UNIVERSO HOMOGÉNEO e ISÓTROPO



Base de la Teoría del BIG BANG !

UNiVERSO HOMOGÉNEO e iSÓTROPO

TEORÍA DEL BIG BANG:

{ Geometría: **Negativa/Plana/Cerrada**
Dinámica: **Universo en EXPANSIÓN**

UNIVERSO HOMOGÉNEO e ISÓTROPO

TEORÍA DEL BIG BANG:

Geometría: Negativa/Plana/Cerrada

Dinámica: Universo en EXPANSIÓN

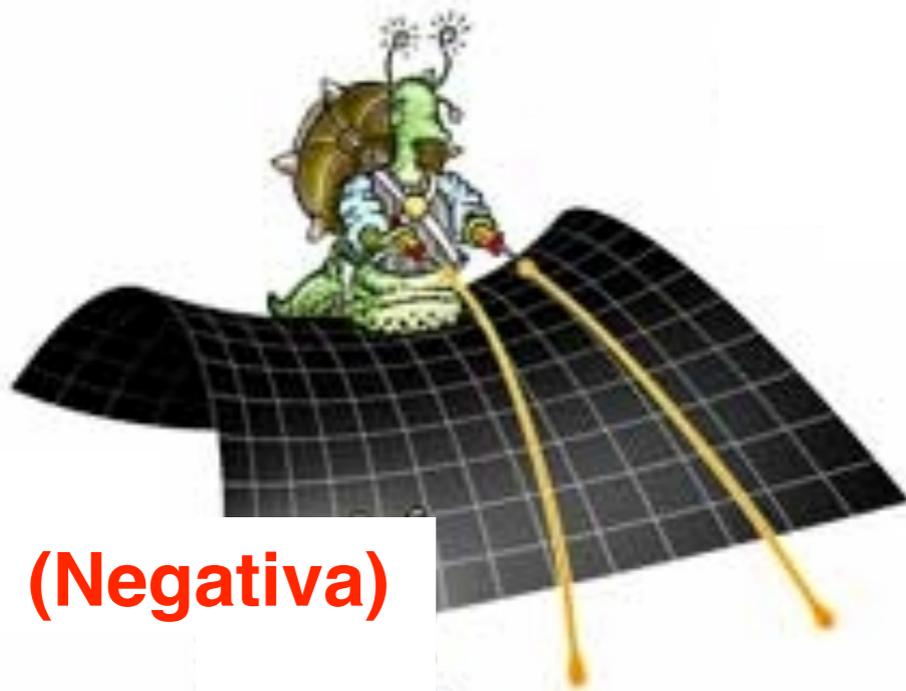


UNiVERSO HOMOGÉNEO e iSÓTROPO

TEORÍA DEL BIG BANG:

Geometría: Negativa/Plana/Cerrada

Dinámica: Universo en EXPANSIÓN



(Negativa)

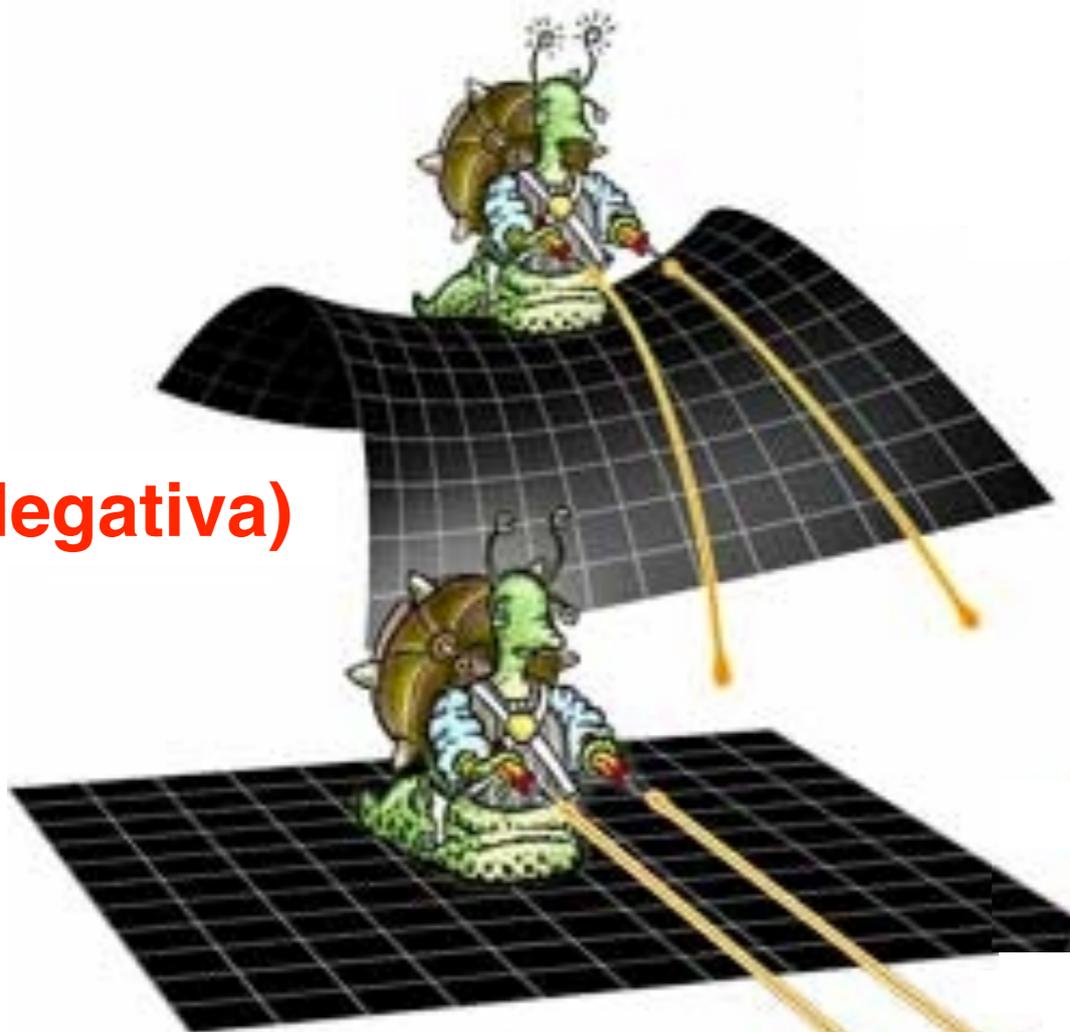
UNiVERSO HOMOGÉNEO e iSÓTROPO

TEORÍA DEL BIG BANG:

Geometría: Negativa/Plana/Cerrada

Dinámica: Universo en EXPANSIÓN

(Negativa)



(Plana)

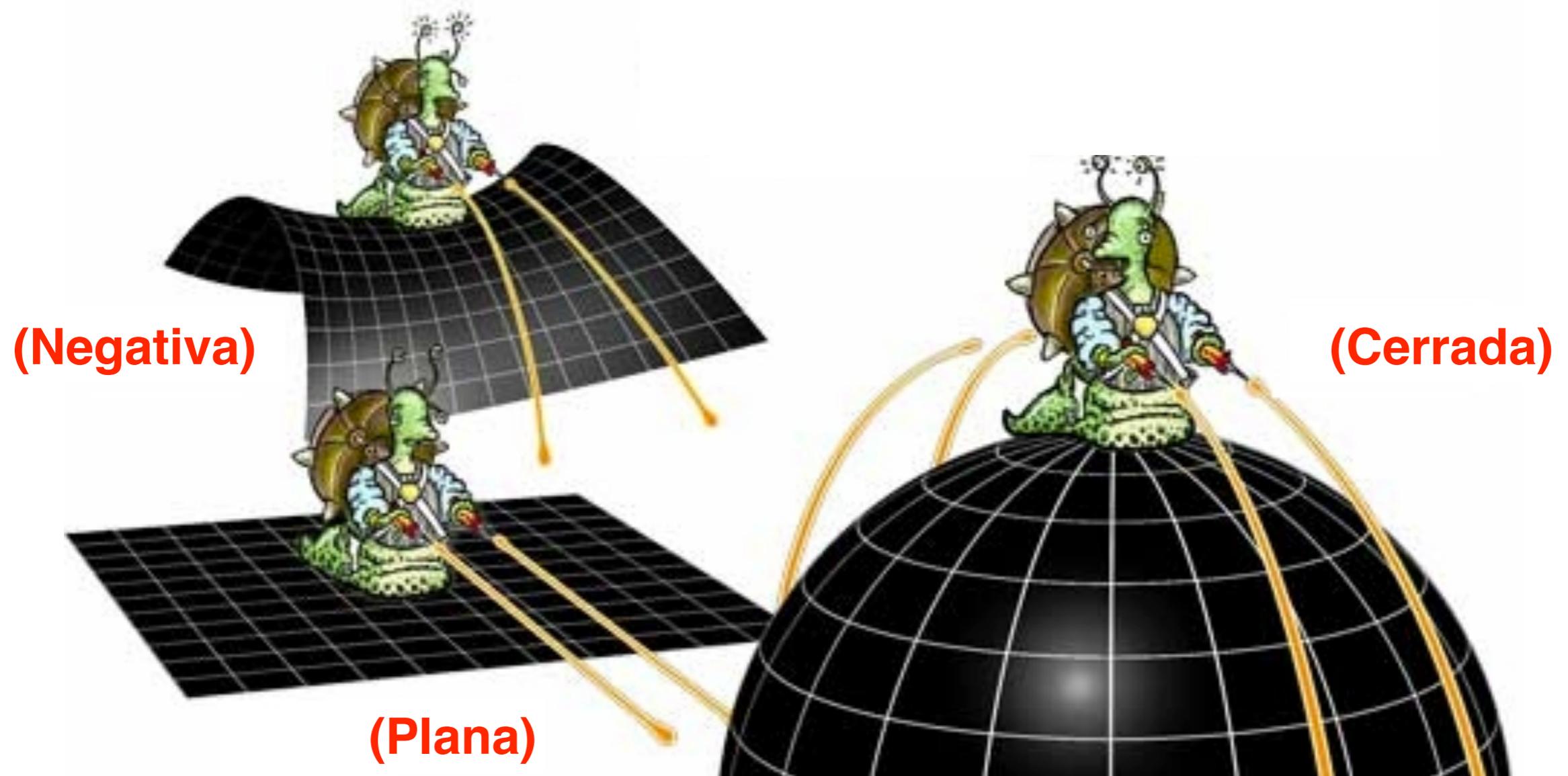


UNIVERSO HOMOGÉNEO e ISÓTROPO

TEORÍA DEL BIG BANG:

Geometría: Negativa/Plana/Cerrada

Dinámica: Universo en EXPANSIÓN

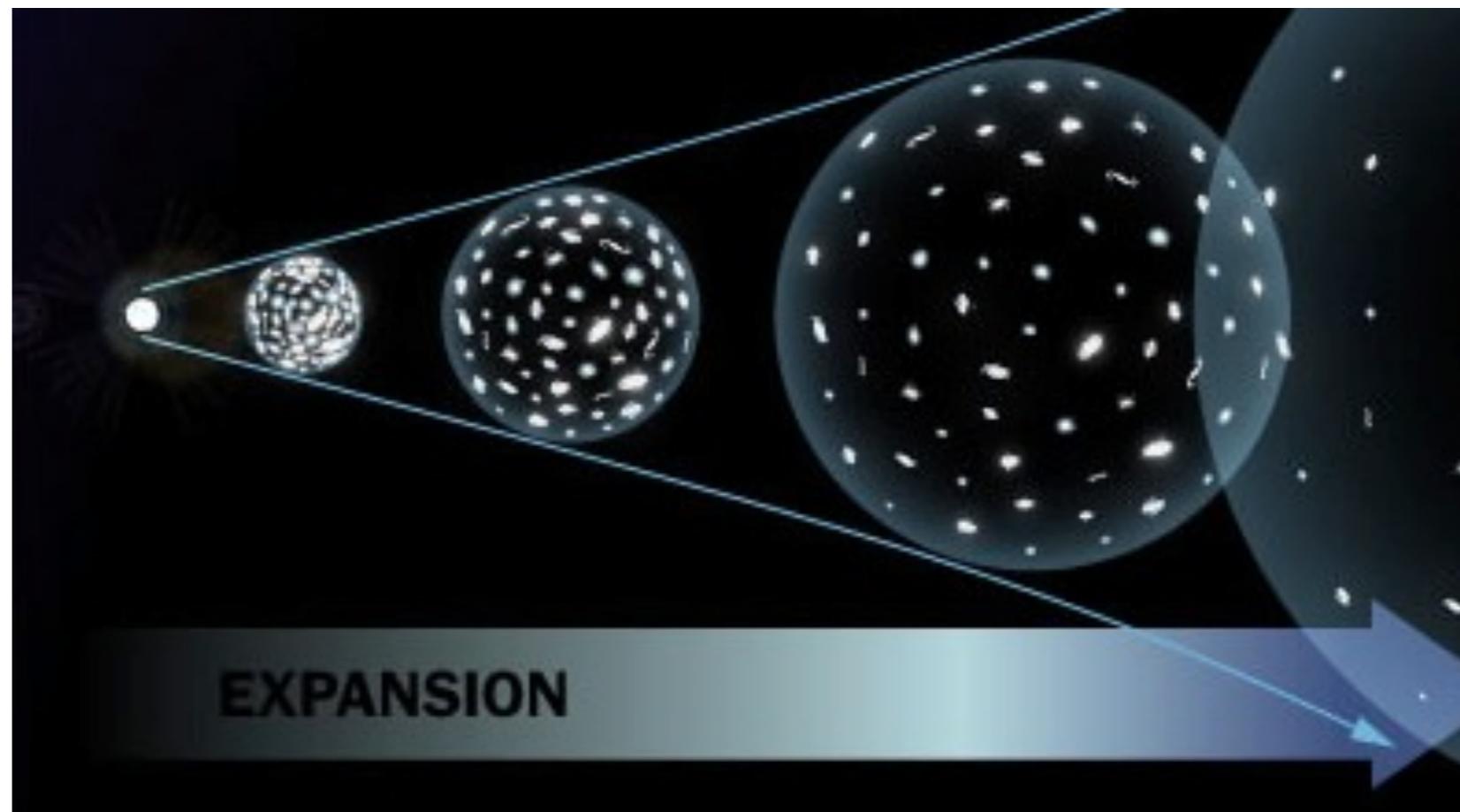


UNIVERSO HOMOGÉNEO e ISÓTROPO

TEORÍA DEL BIG BANG:

Geometría: Negativa/Plana/Cerrada

Dinámica: Universo en EXPANSIÓN



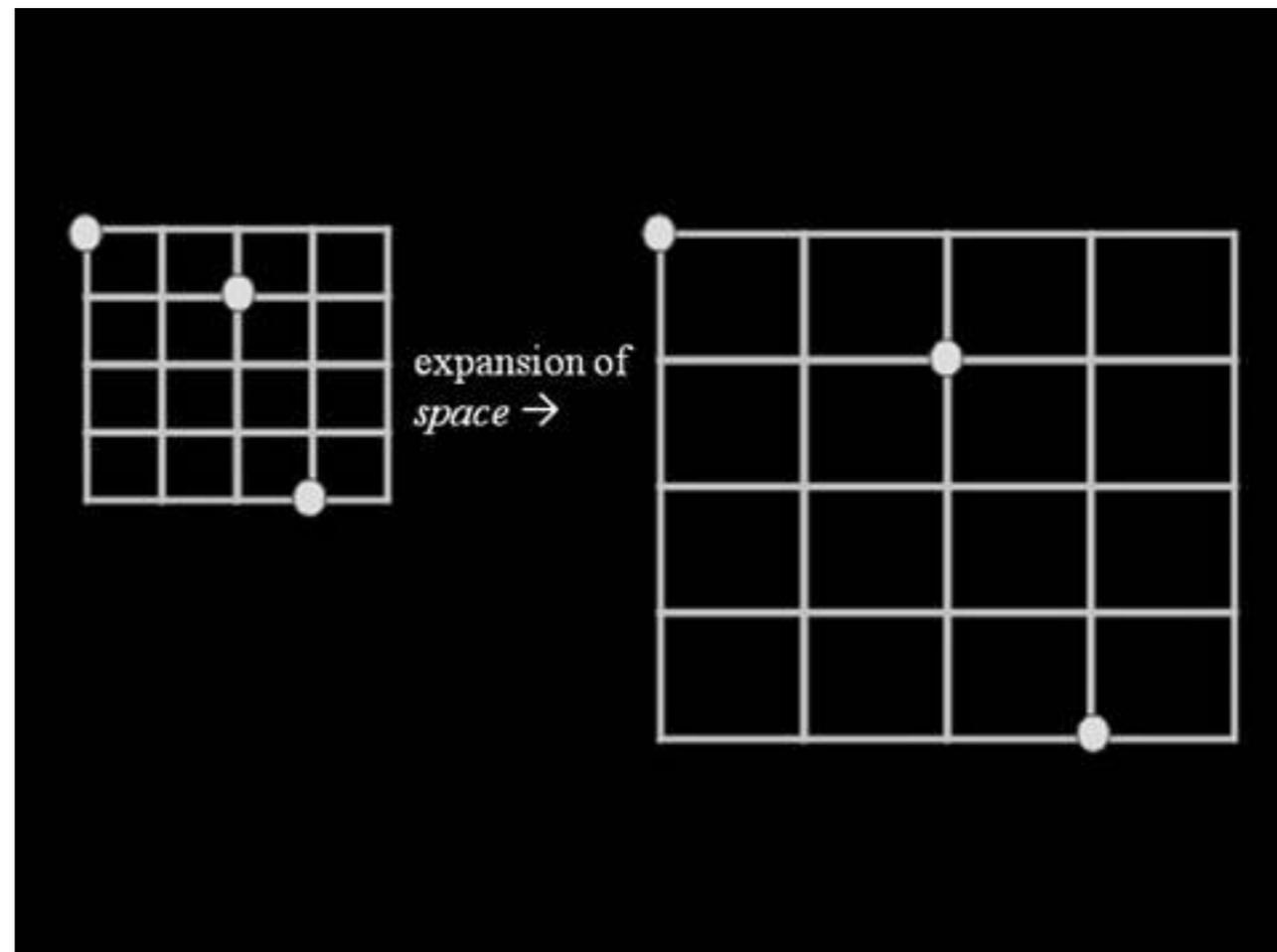
UNIVERSO HOMOGÉNEO e ISÓTROPO

TEORÍA DEL BIG BANG:

Geometría: Negativa/Plana/Cerrada

Dinámica: Universo en EXPANSIÓN

El espacio crece,
aunque las galaxias
no se muevan

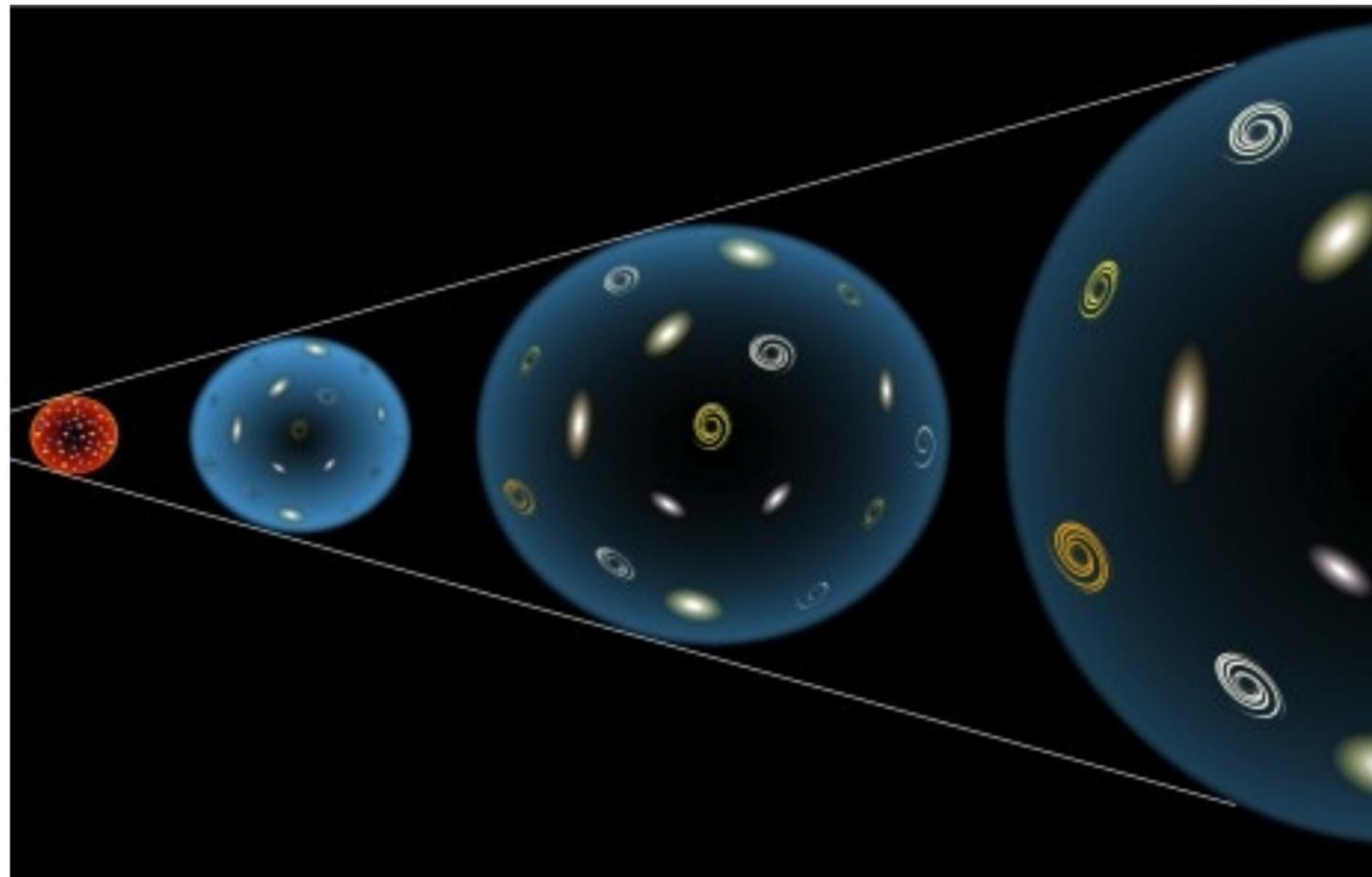


UNIVERSO HOMOGÉNEO e ISÓTROPO

TEORÍA DEL BIG BANG:

Geometría: Negativa/Plana/Cerrada

Dinámica: Universo en EXPANSIÓN



→ Tiempo

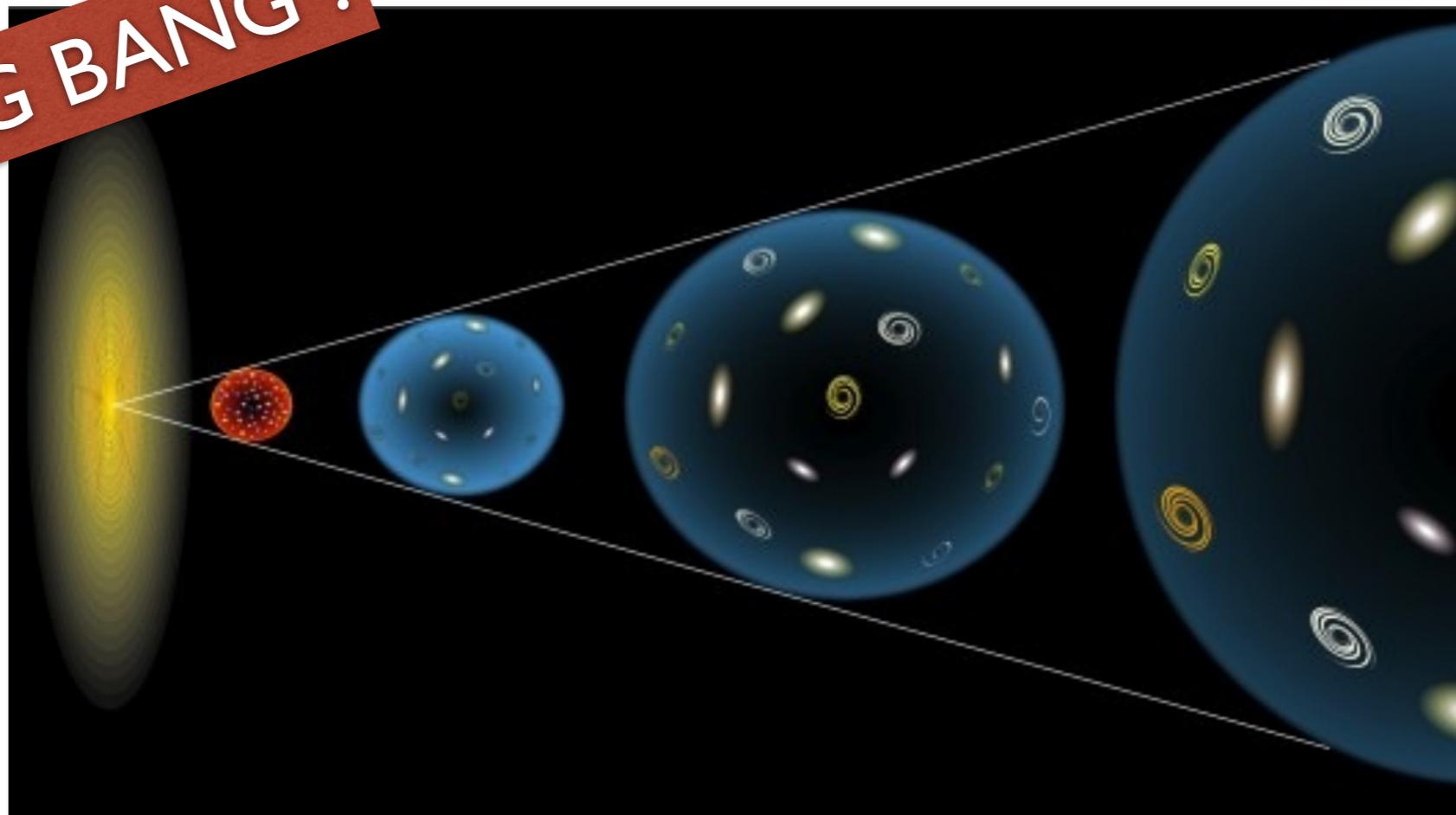
UNIVERSO HOMOGÉNEO e ISÓTROPO

TEORÍA DEL BIG BANG:

Geometría: Negativa/Plana/Cerrada

Dinámica: Universo en EXPANSIÓN

BIG BANG ?



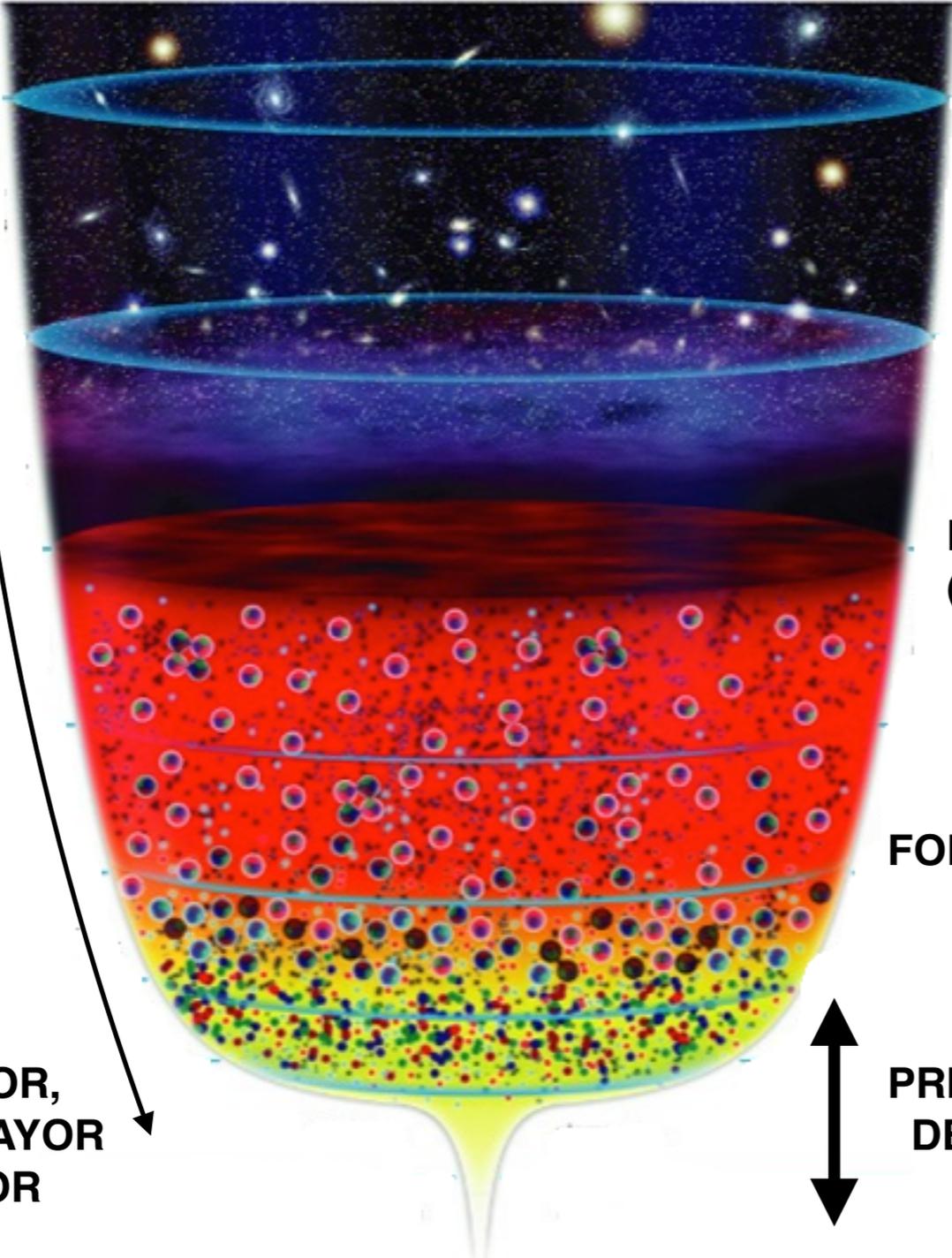
¿ $t = 0$?



Tiempo

HISTORIA CÓSMICA DEL UNIVERSO

Tamaño MAYOR,
Temperatura MENOR
Densidad MENOR



HOY [Galaxias, Cúmulos, ...]
(13.700 Millones de Años)

PRIMERAS GALAXIAS
(500 Millones de Años)

FORMACIÓN ÁTOMOS
(300.000-400.000 Años)

FORMACIÓN NÚCLEOS ATÓMICOS
(3 minutos !)

PRIMER SEGUNDO
DEL UNIVERSO !

Tamaño MENOR,
Temperatura MAYOR
Densidad MAYOR

RESUMEN



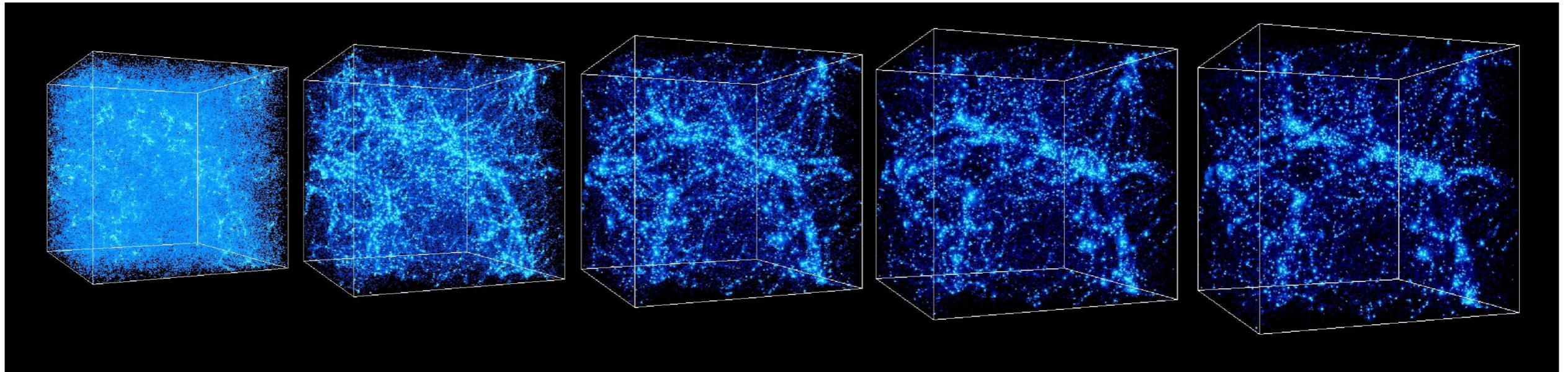
**Universo
Homogéneo
& Isótropo**

**Universo en
Expansión**
(Geom: Plana,
Cerrada, Abierta)

Etapas

**Formación Galaxias, Formación de
Átomos, Formación de Núcleos
atómicos, Creación de todas las
partículas elementales**

Etapas C3smicas: Formaci3n Galaxias (500 Millones a3os)



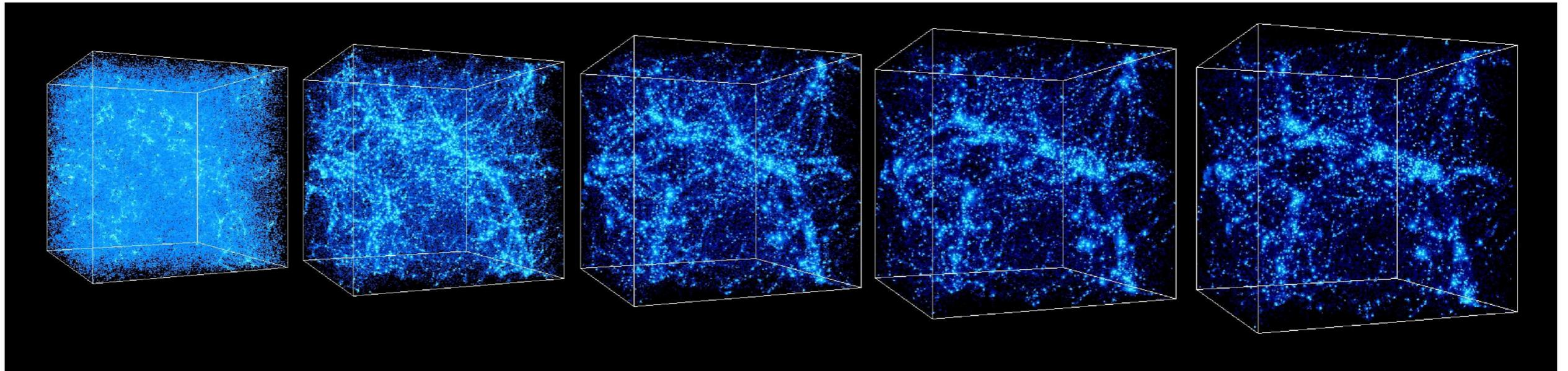
GAS DE PARTÍCULAS
(homog3neo & isotropo)

Atracci3n
→
Gravitatoria

'GRUMOS'

GALAXIAS !

Etapas Cósmicas: Formación Galaxias (500 Millones años)



GAS DE PARTÍCULAS
(homogéneo & isótropo)
(más o menos)

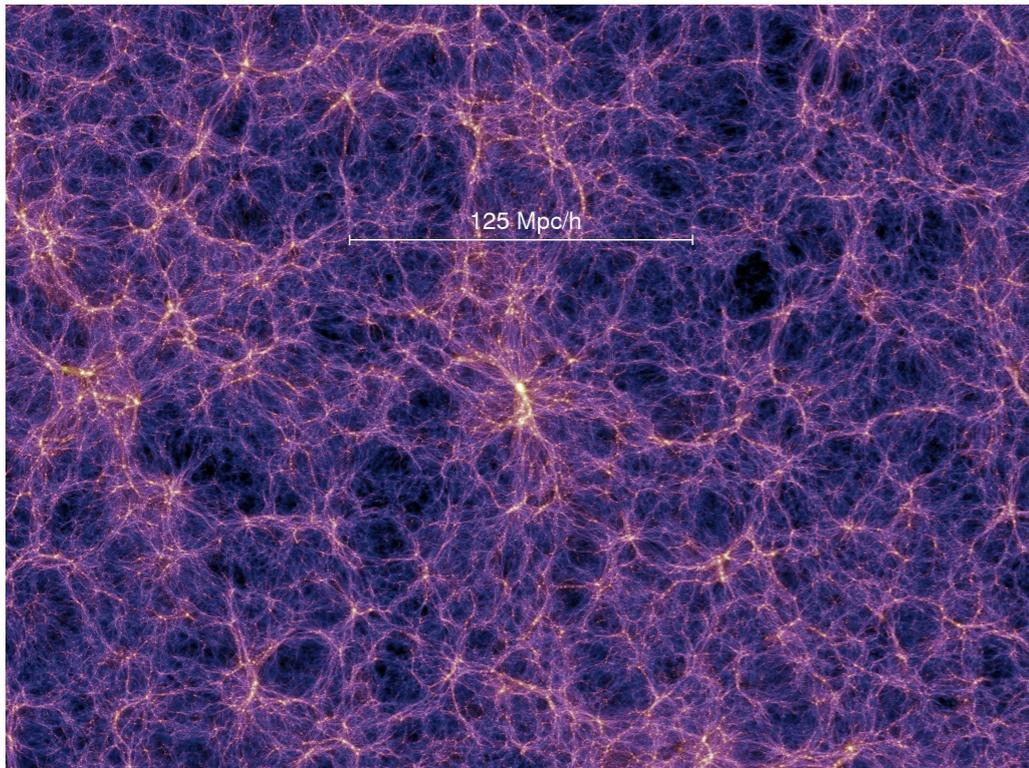


'GRUMOS'

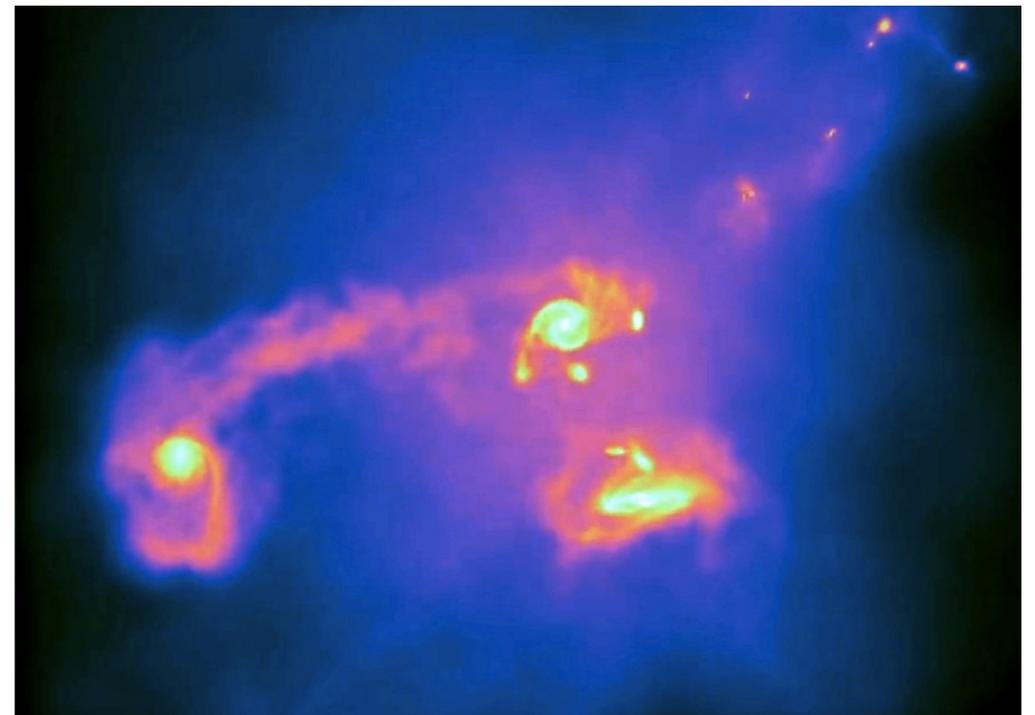
GALAXIAS !

Estructura a gran escala del del UNIVERSO (Videos)

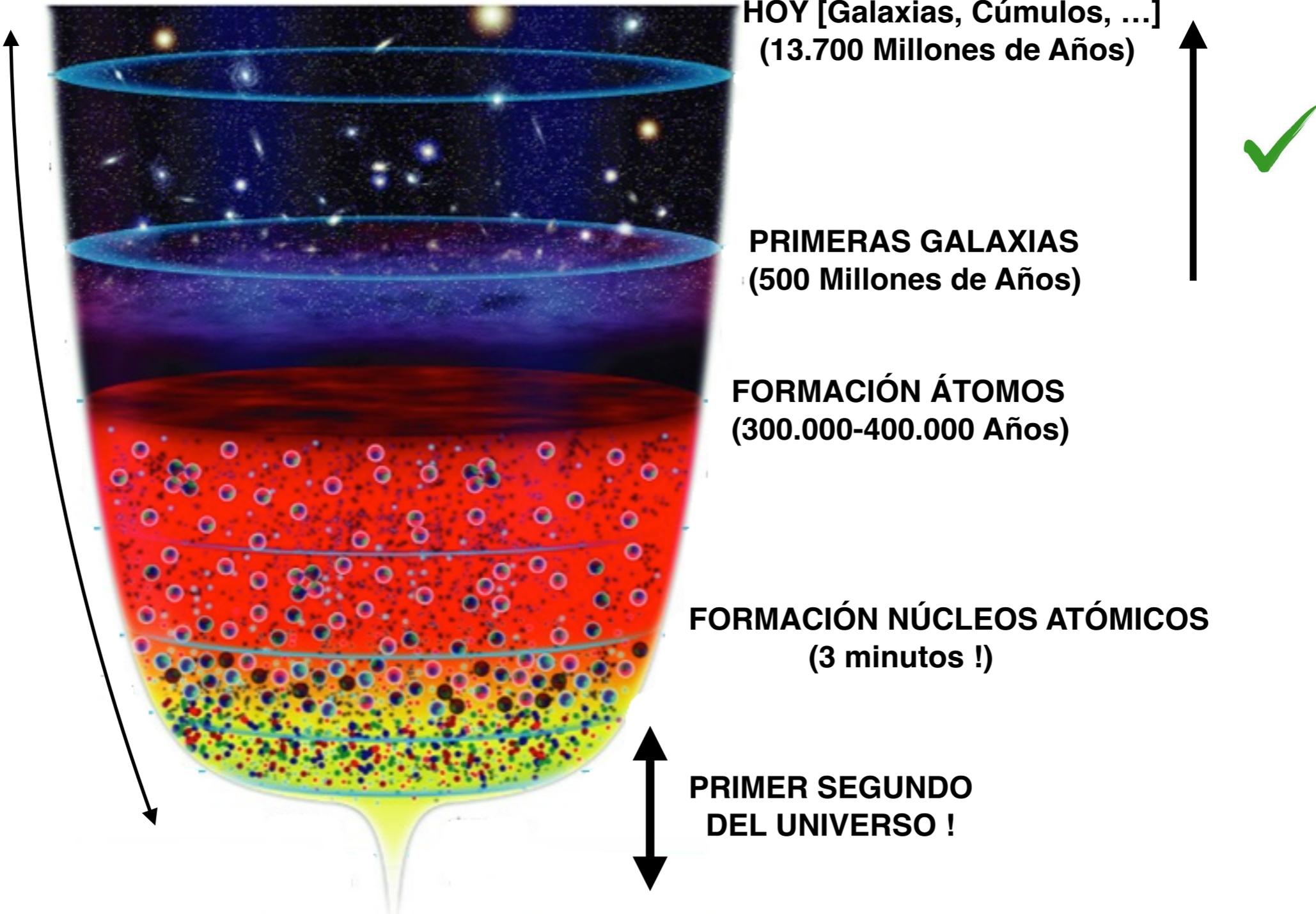
MILLENNIUM Simulation



AREPO Simulations

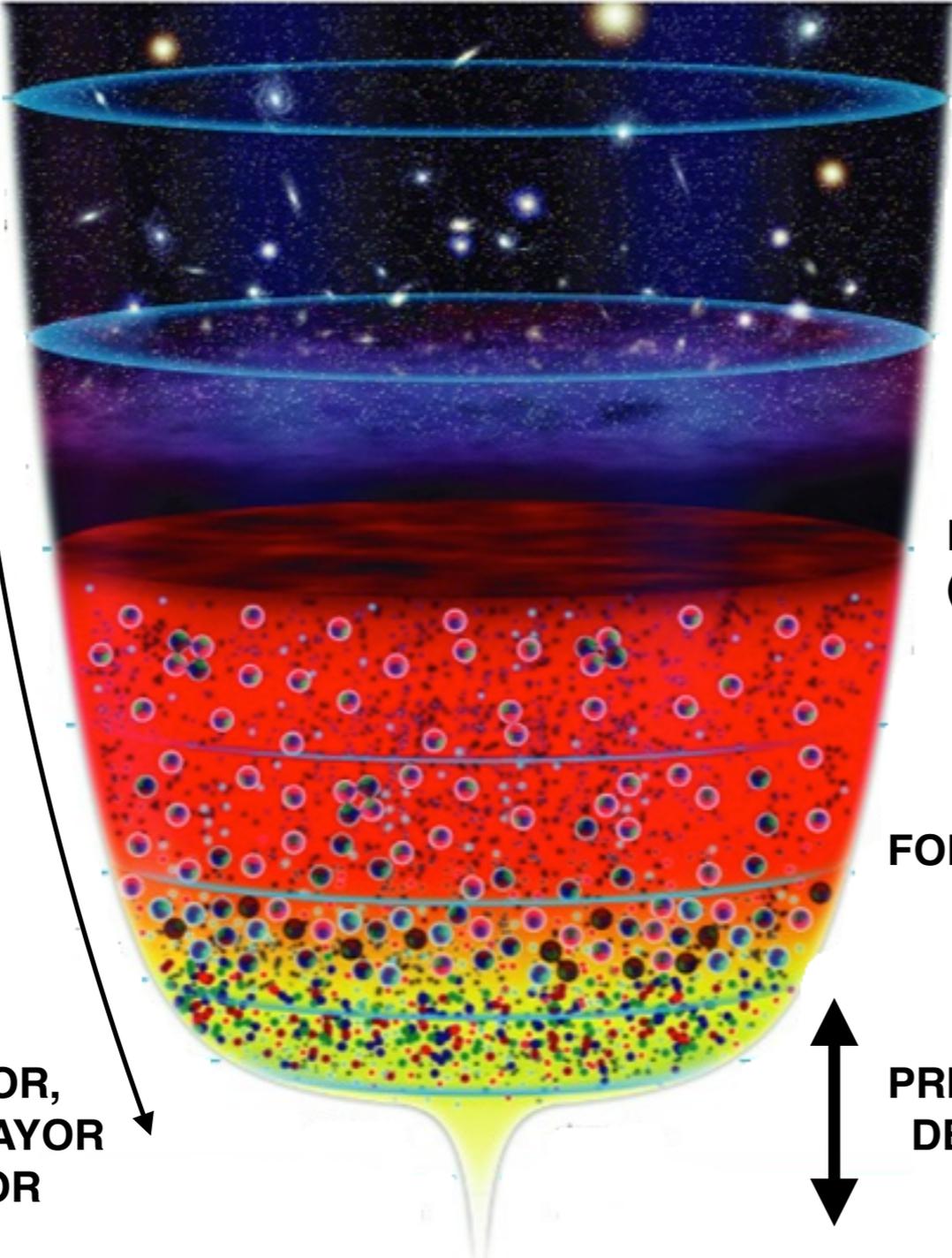


HISTORIA CÓSMICA DEL UNIVERSO



HISTORIA CÓSMICA DEL UNIVERSO

Tamaño MAYOR,
Temperatura MENOR
Densidad MENOR



HOY [Galaxias, Cúmulos, ...]
(13.700 Millones de Años)

PRIMERAS GALAXIAS
(500 Millones de Años)

FORMACIÓN ÁTOMOS
(300.000-400.000 Años)

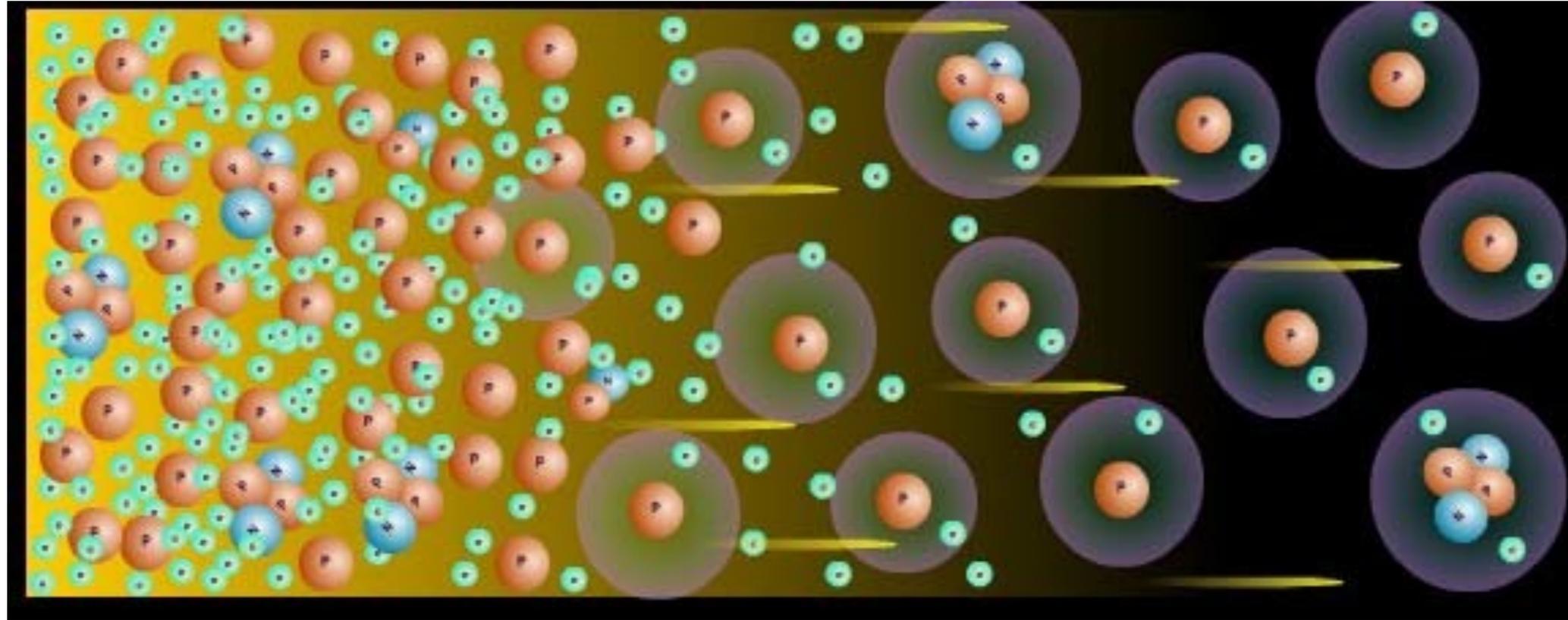
FORMACIÓN NÚCLEOS ATÓMICOS
(3 minutos !)

PRIMER SEGUNDO
DEL UNIVERSO !

Tamaño MENOR,
Temperatura MAYOR
Densidad MAYOR



Etapas Cósmicas: Formación átomos (300.000-400.000 años)



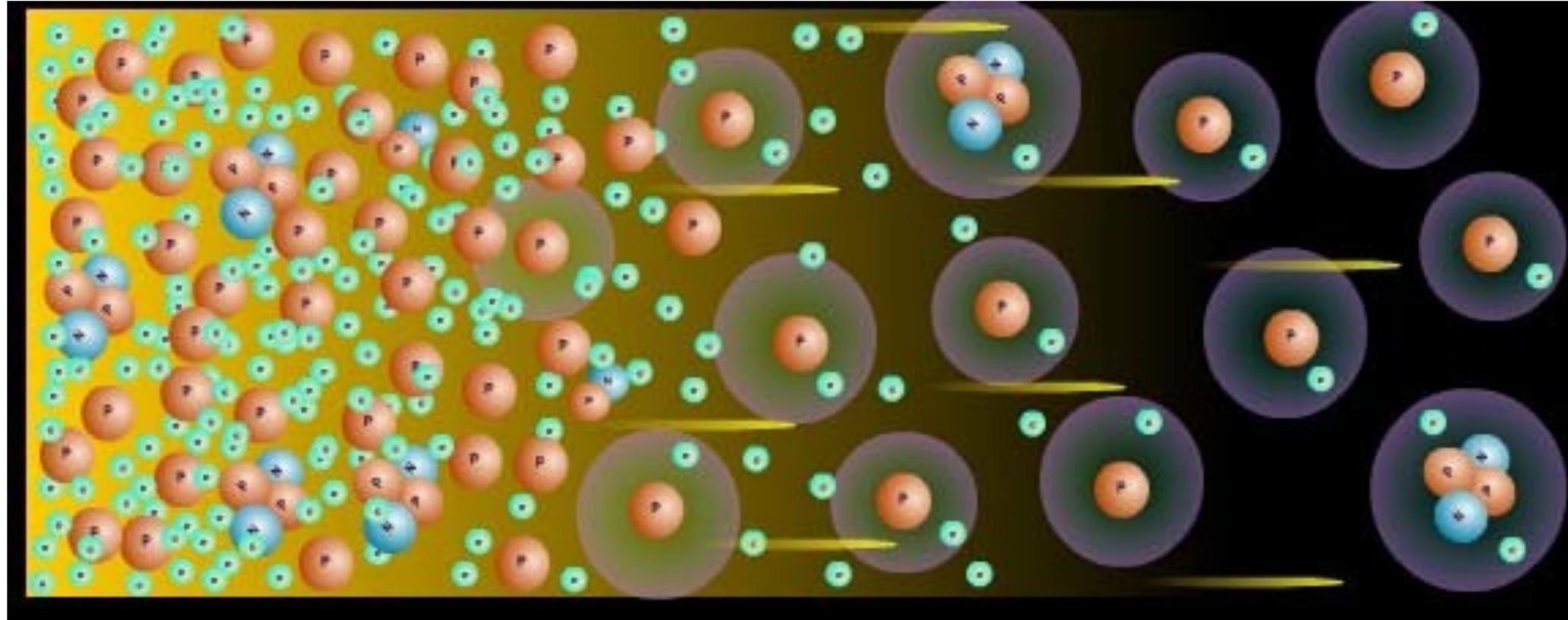
Pasado,
más caliente

Después,
más frío

**Protones,
Electrones,
Fotones**

**Interaccionan
electro-
magnéticamente**

Etapas Cósmicas: Formación átomos (300.000-400.000 años)

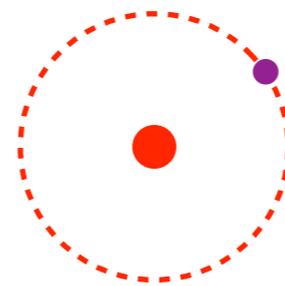


Pasado,
más caliente

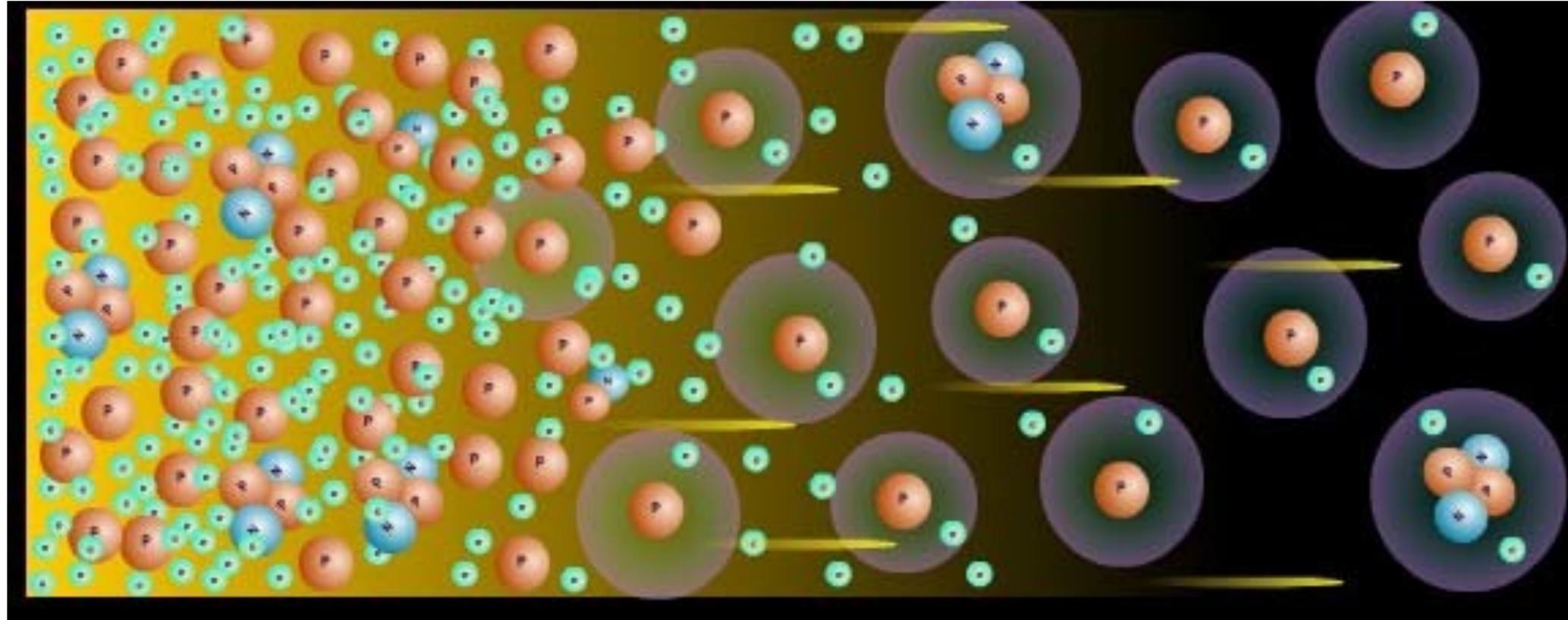
Después,
más frío

**Protones,
Electrones,
Fotones**

**Interaccionan
electro-
magnéticamente**



Etapas Cósmicas: Formación átomos (300.000-400.000 años)

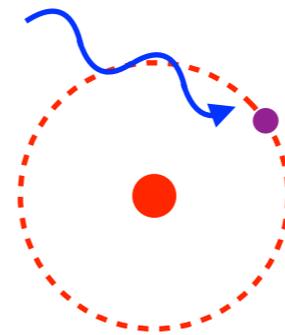


Pasado,
más caliente

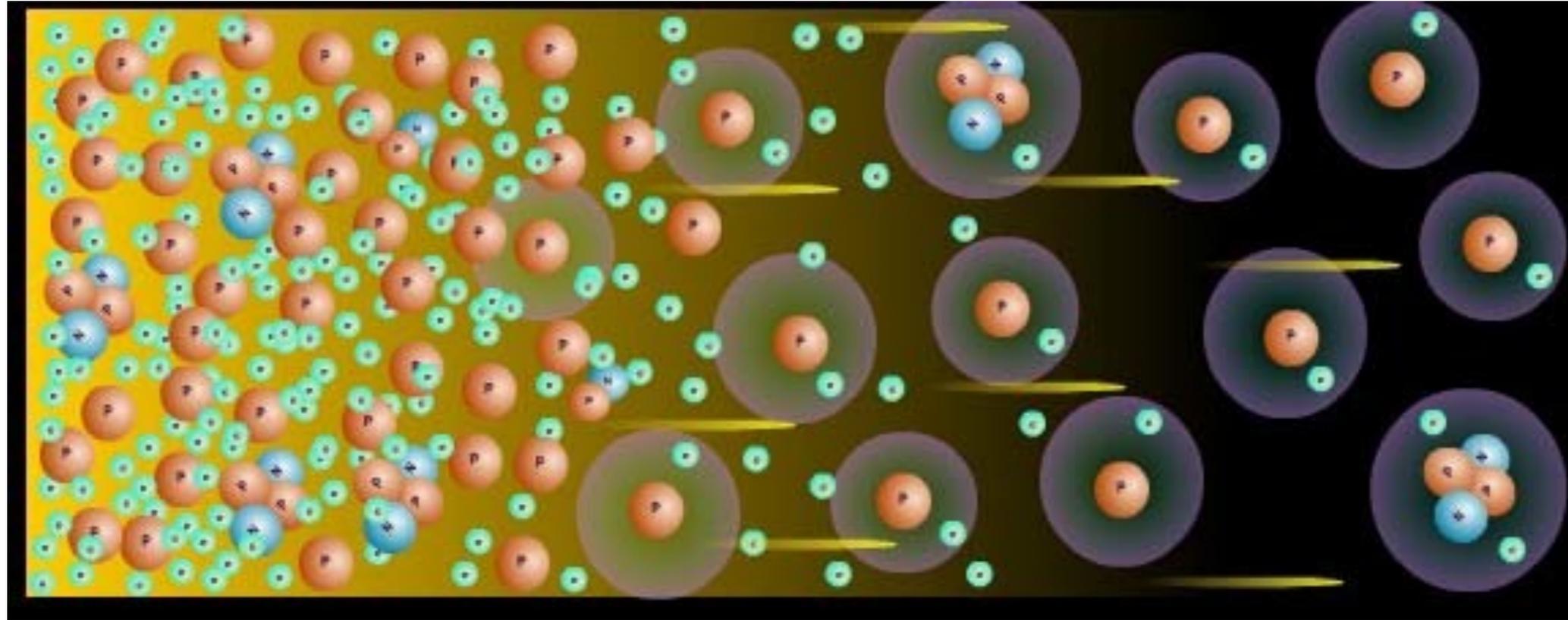
Después,
más frío

**Protones,
Electrones,
Fotones**

**Interaccionan
electro-
magnéticamente**



Etapas Cósmicas: Formación átomos (300.000-400.000 años)

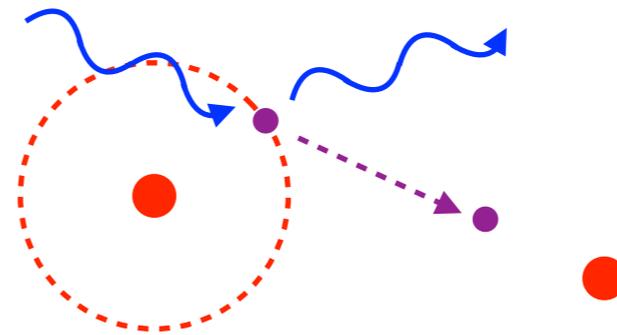


Pasado,
más caliente

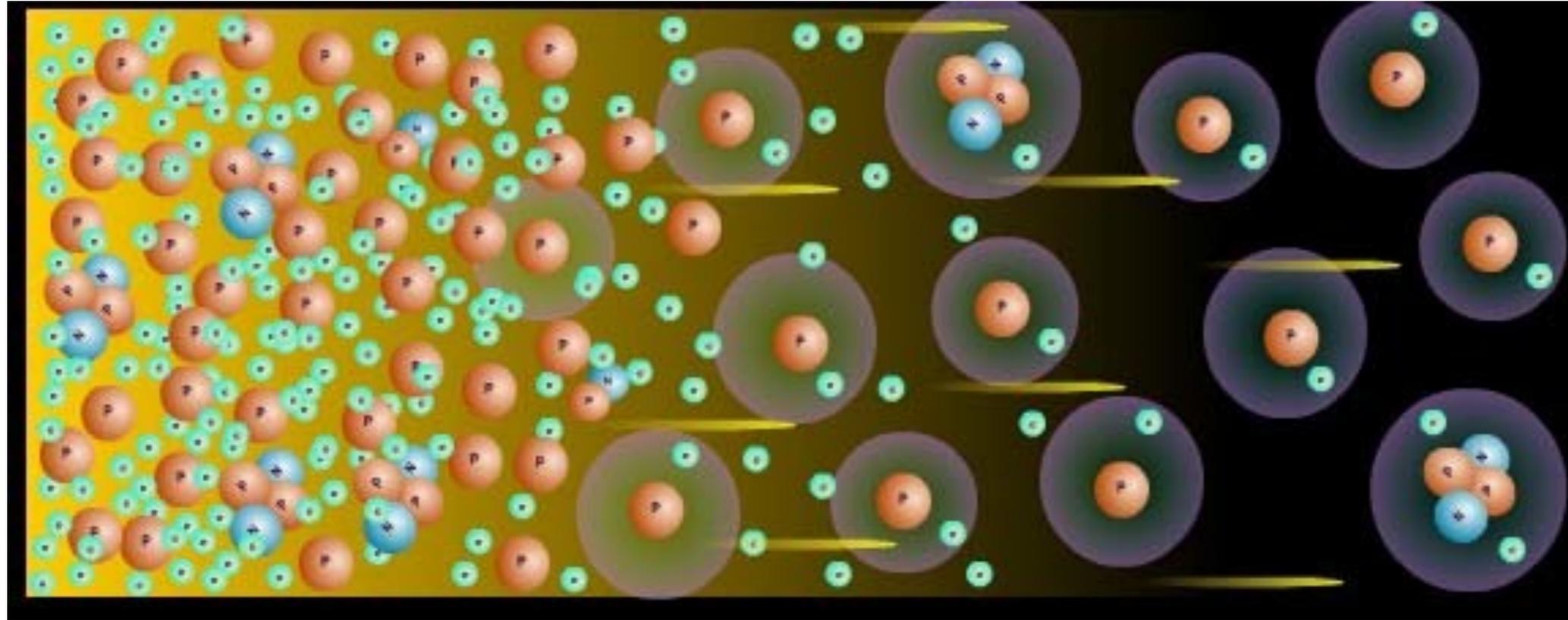
Después,
más frío

**Protones,
Electrones,
Fotones**

**Interaccionan
electro-
magnéticamente**



Etapas Cósmicas: Formación átomos (300.000-400.000 años)

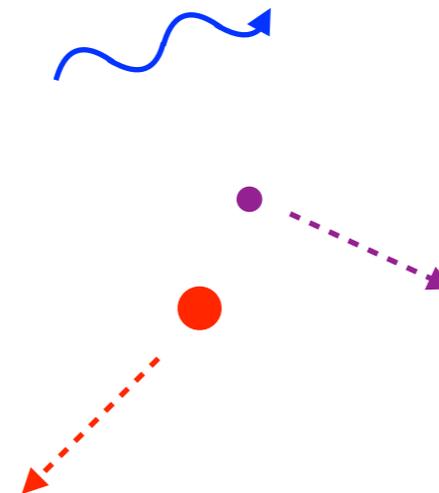


Pasado,
más caliente

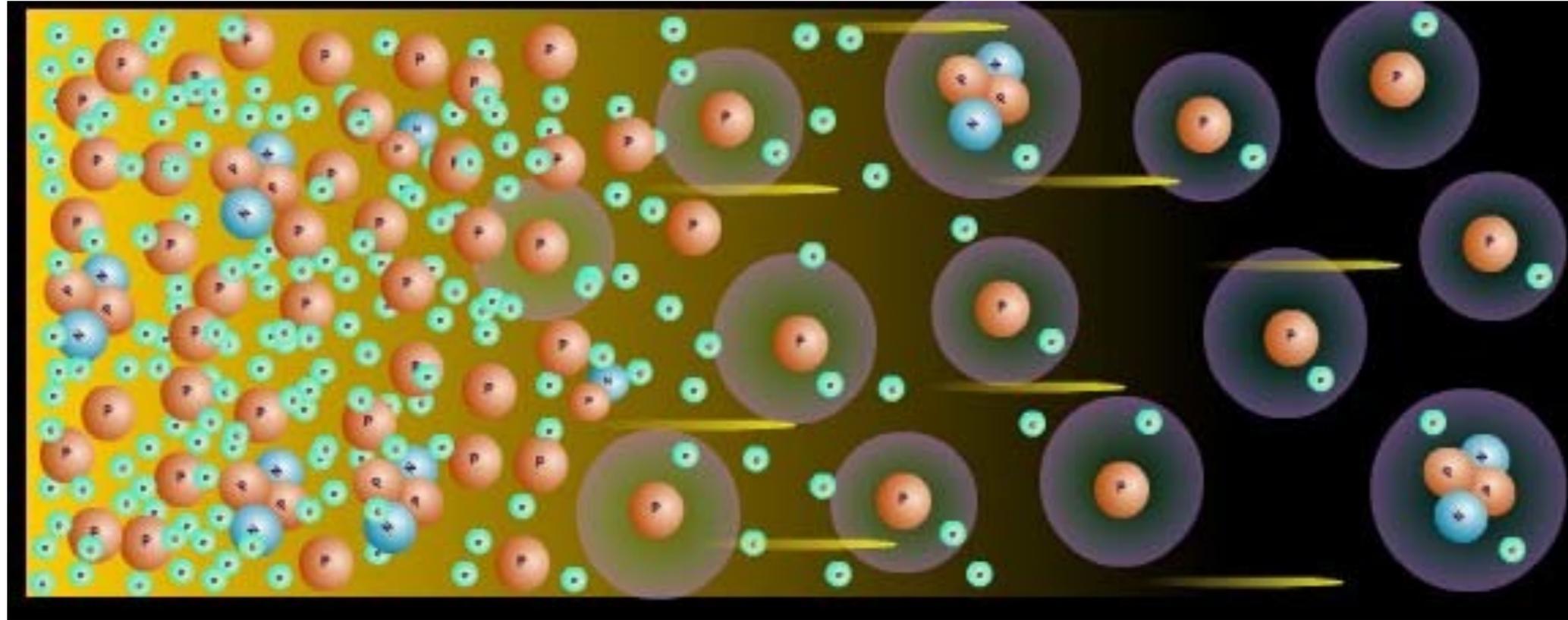
Después,
más frío

El Universo se va enfriando...

**Protones,
Electrones,
Fotones**
**Interaccionan
electro-
magnéticamente**



Etapas Cósmicas: Formación átomos (300.000-400.000 años)



Pasado,
más caliente

Después,
más frío

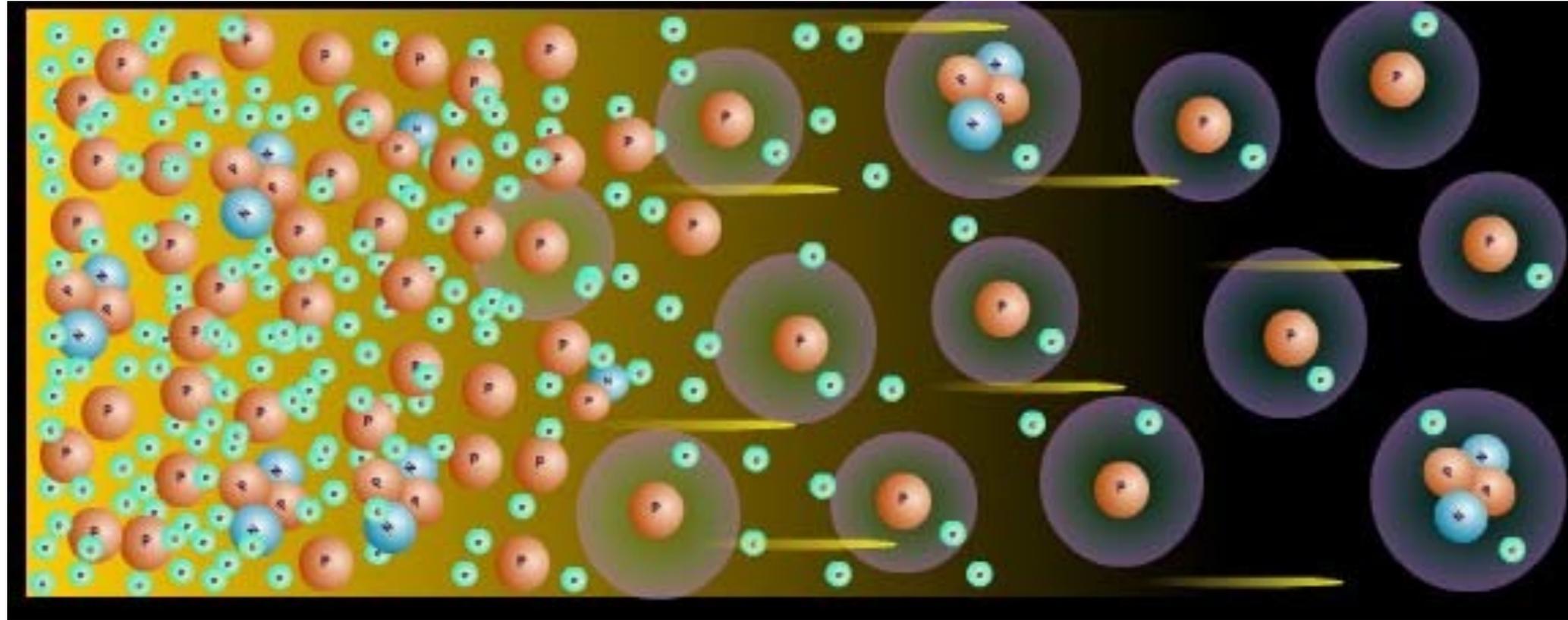
**Protones,
Electrones,
Fotones**

**Interaccionan
electro-
magnéticamente**

El Universo se va enfriando...

... Fotones **no tienen suficiente energía** para romper átomos,

Etapas Cósmicas: Formación átomos (300.000-400.000 años)



Pasado,
más caliente

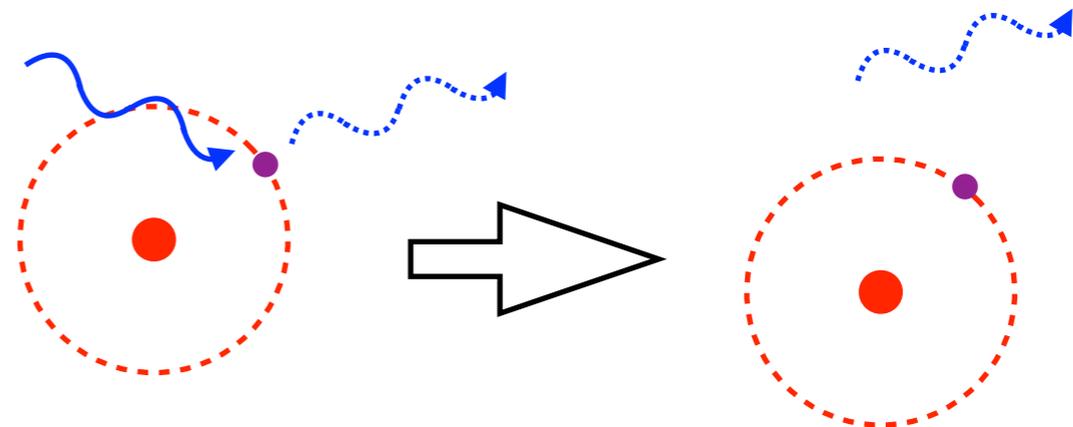
Después,
más frío

**Protones,
Electrones,
Fotones**

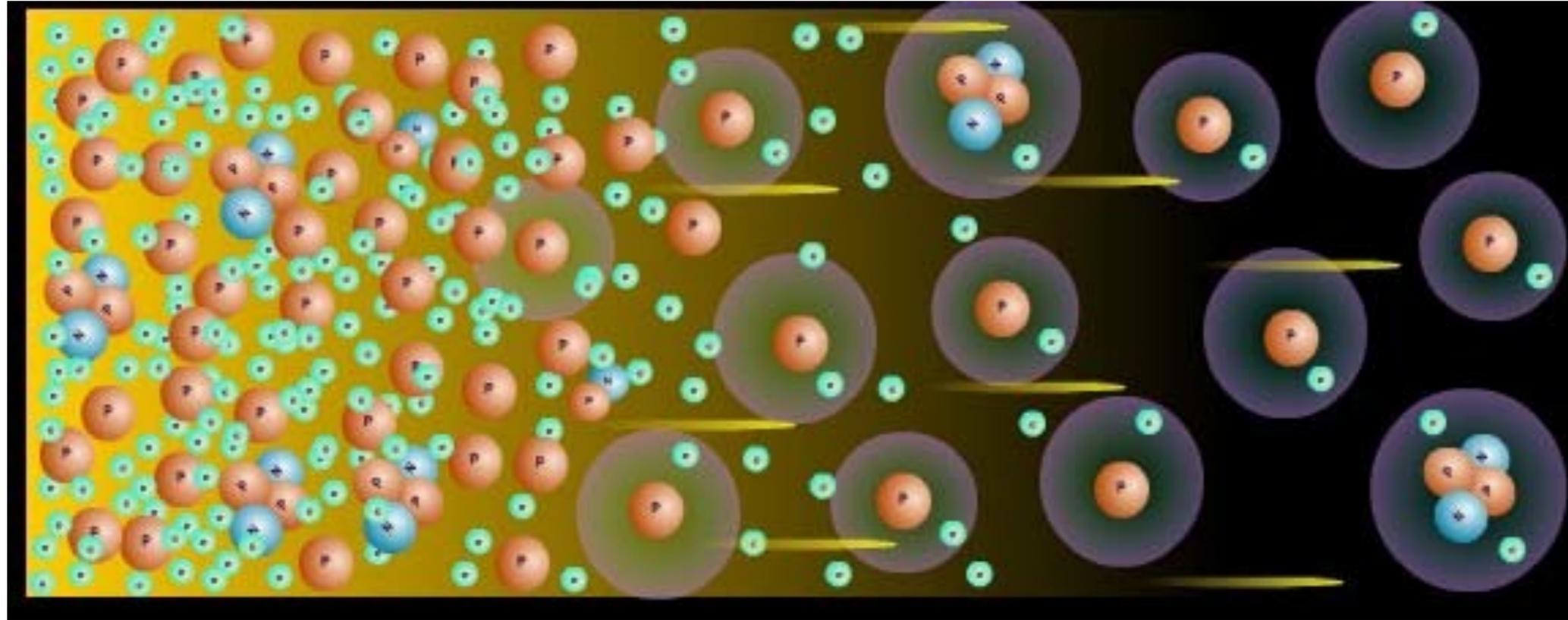
**Interaccionan
electro-
magnéticamente**

El Universo se va enfriando...

... Fotones **no tienen suficiente energía** para romper átomos,



Etapas Cósmicas: Formación átomos (300.000-400.000 años)



Pasado,
más caliente

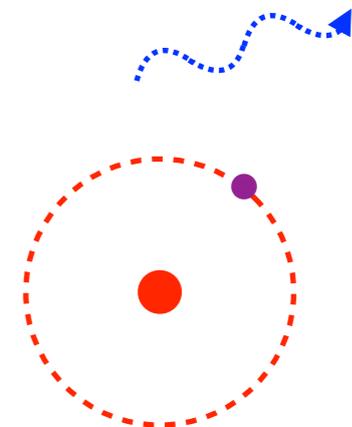
Después,
más frío

**Protones,
Electrones,
Fotones**
**Interaccionan
electro-
magnéticamente**

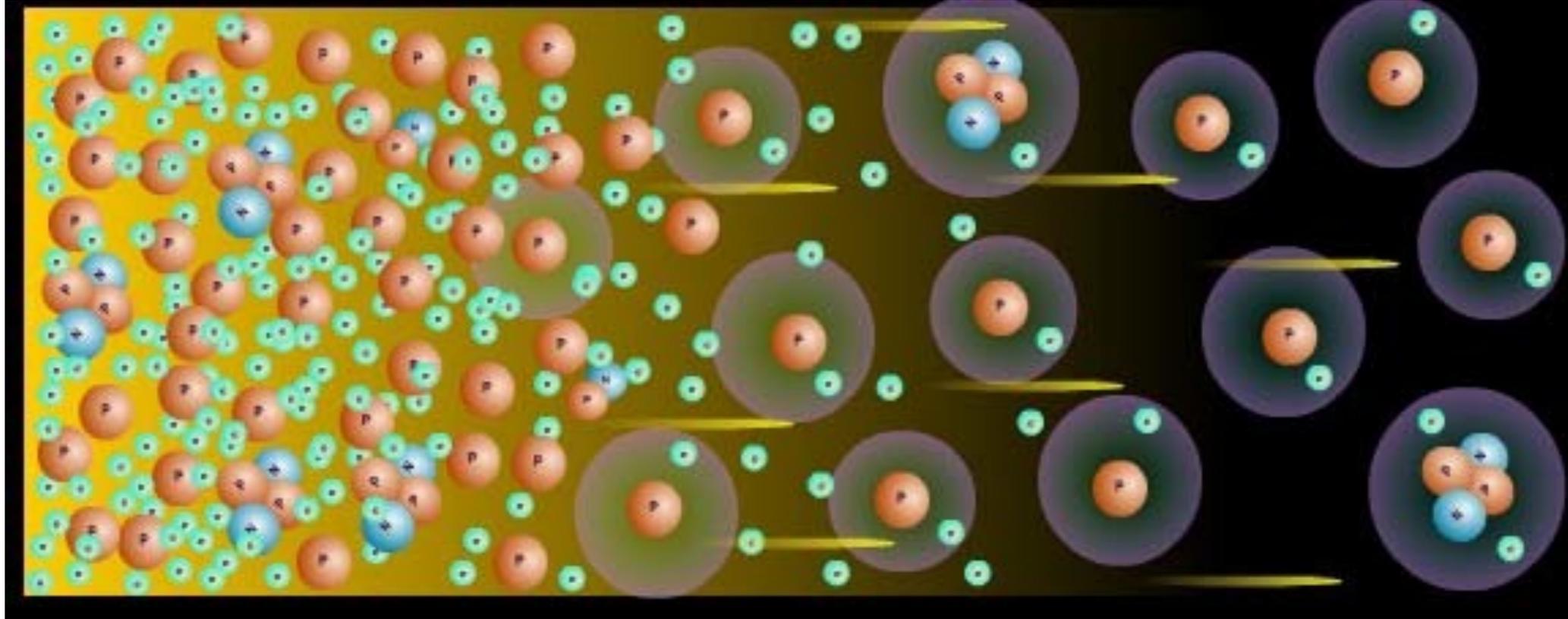
El Universo se va enfriando...

... Fotones **no tienen suficiente energía** para romper átomos,

Entonces **electrones se unen a nucleos** atómicos: Átomos !



Etapas Cósmicas: Formación átomos (300.000-400.000 años)



Pasado,
más caliente

Después,
más frío

**Protones,
Electrones,
Fotones**

**Interaccionan
electro-
magnéticamente**

El Universo se va enfriando...

... Fotones **no tienen suficiente energía** para romper átomos,

Entonces **electrones se unen a núcleos** atómicos: Átomos !

**Átomos
creados !**

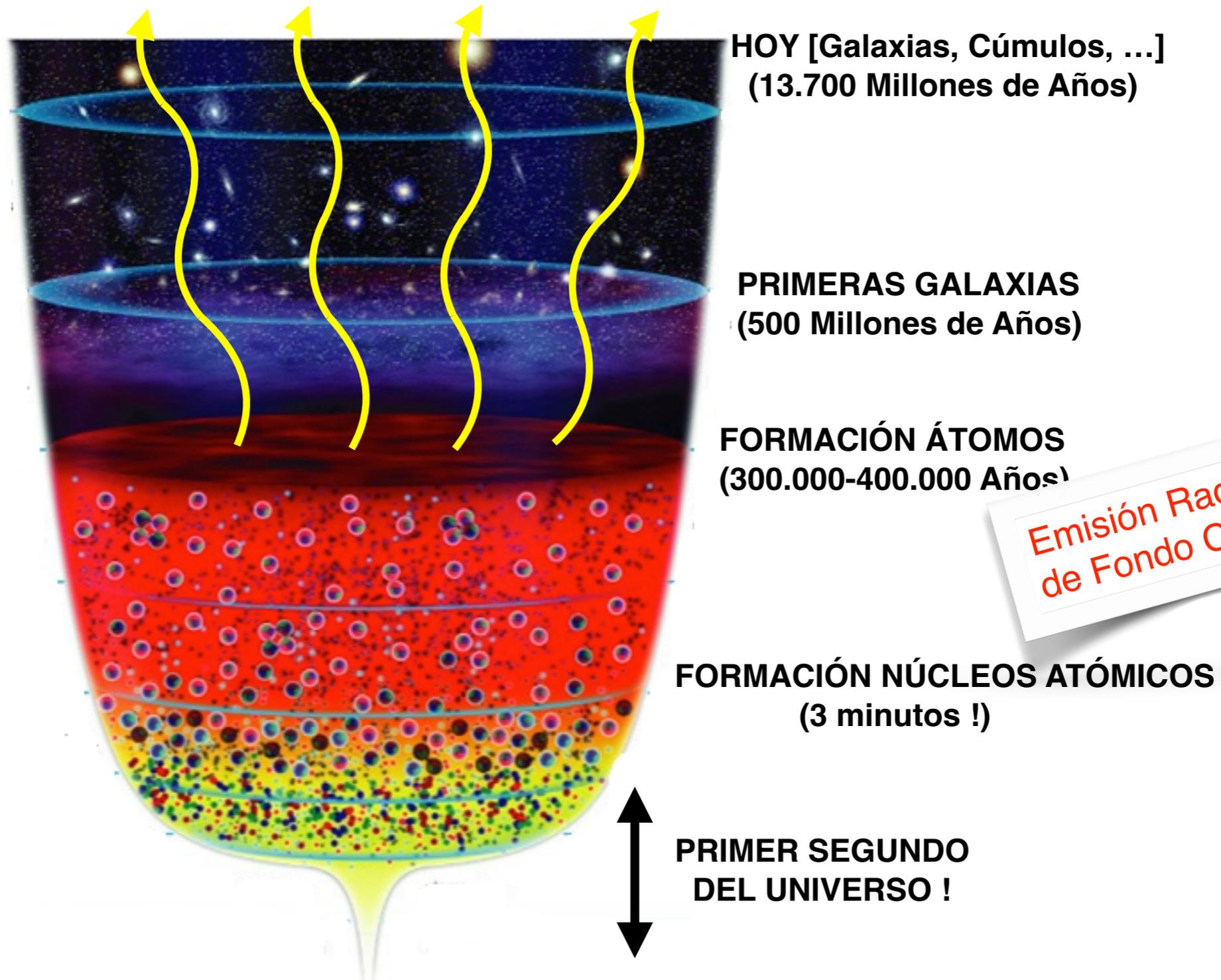
**Luz (radiación
electromagnética)
libre !**

Etapas Cósmicas: Formación átomos (300.000-400.000 años)



Formación átomos: Propagación libre de la luz !

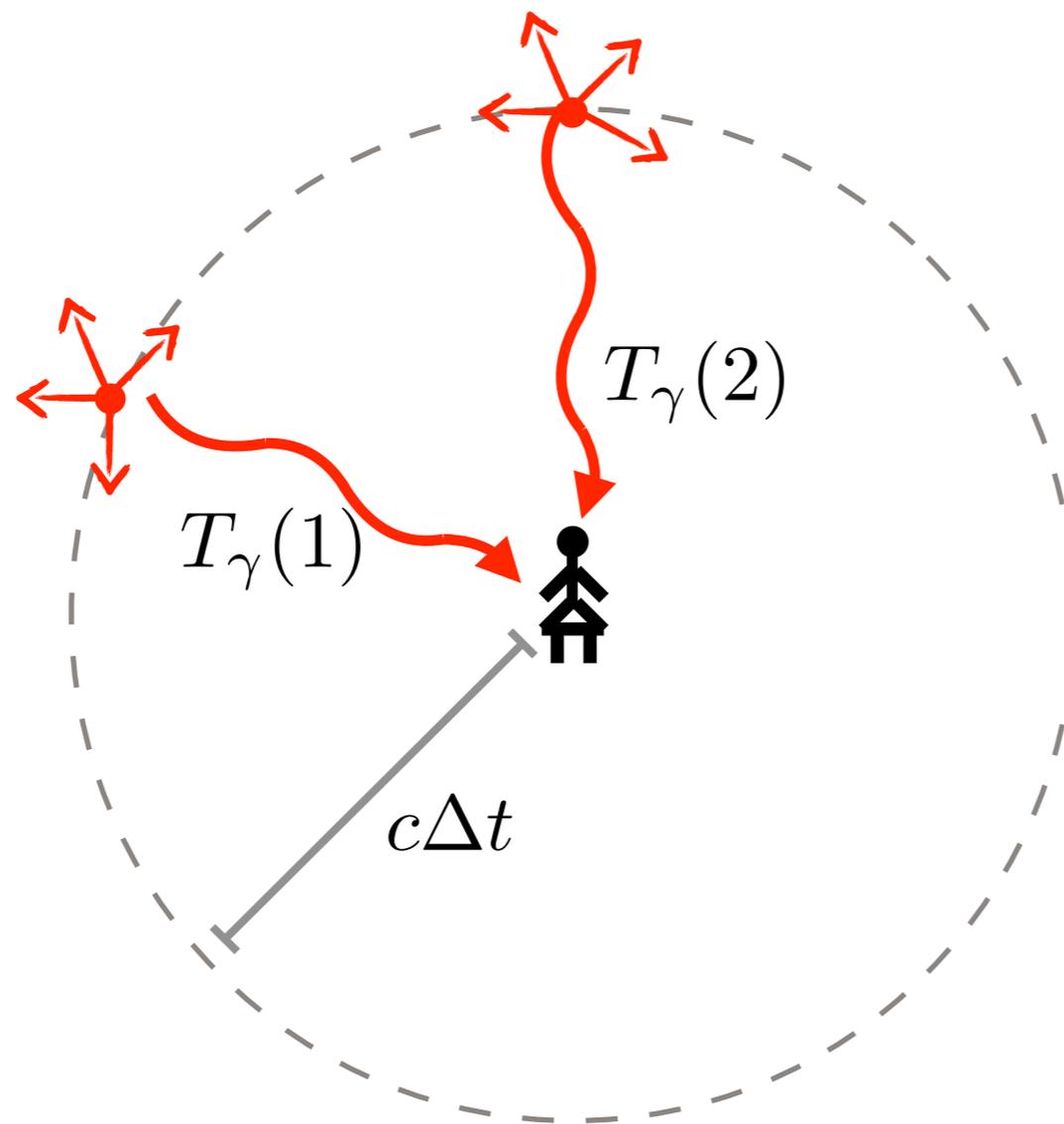
Etapas C3smicas: Formaci3n 3tomos (300.000-400.000 a3os)



*Emisi3n Radiaci3n
de Fondo C3smico !*

Etapas C3smicas: Formaci3n 3tomos (300.000-400.000 a3os)

¿ D3nde est3 esa luz? En Todas partes!

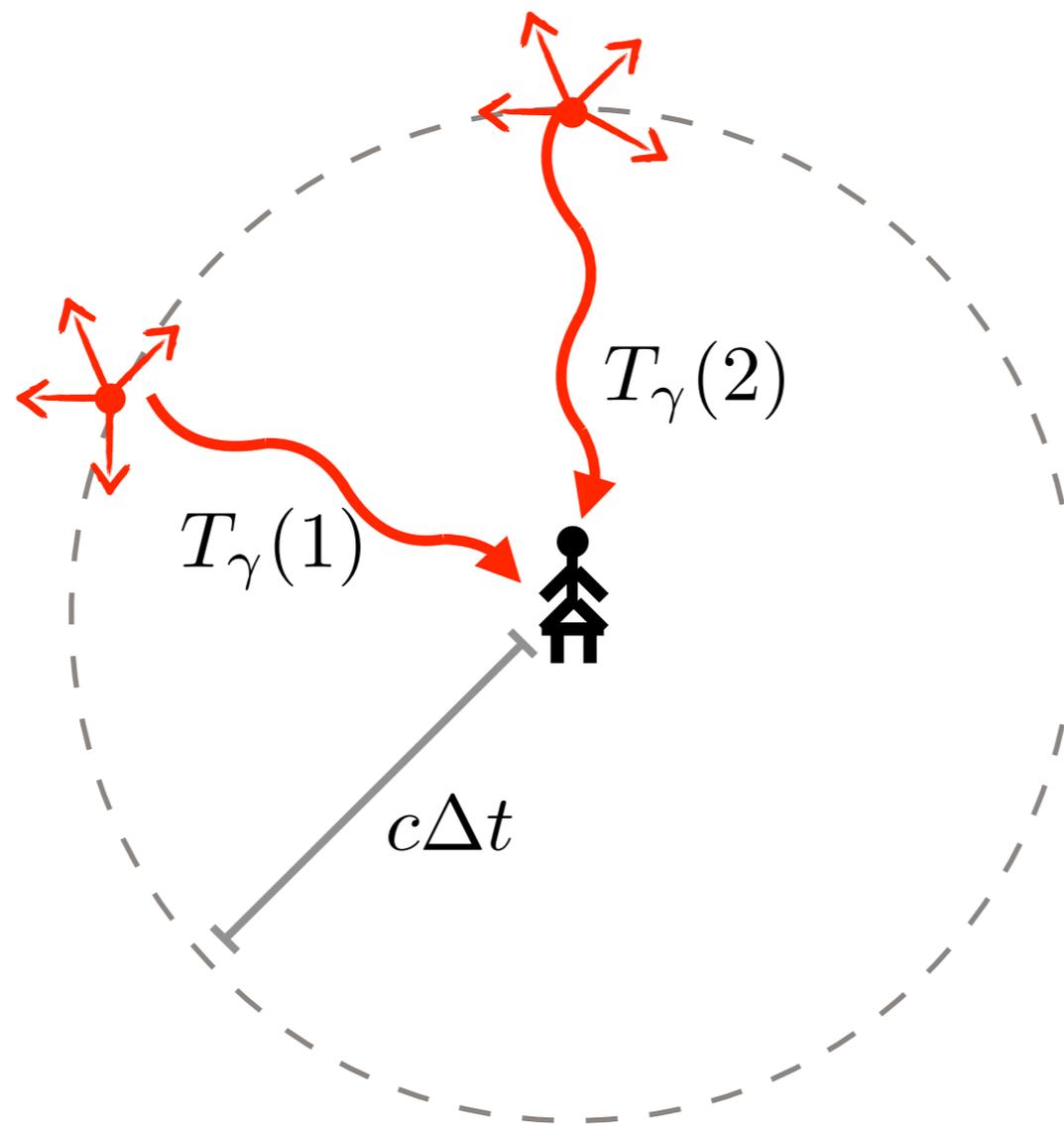


**Fondo C3smico
de Microondas**

Detected in 1965
Measured in detail in
1992, 2001, 2003, 2013

Etapas Cósmicas: Formación átomos (300.000-400.000 años)

¿ **Dónde está esa luz?** **En Todas partes!**



**Fondo Cósmico
de Microondas**

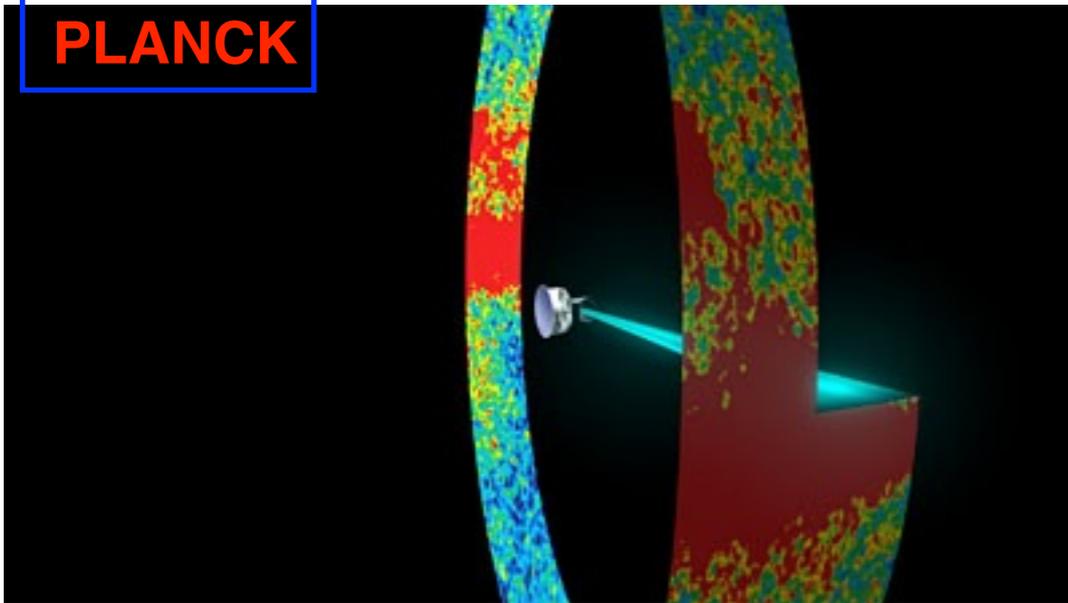
**Detectado en 1965
Medido en detalle en
1992, 2001, 2003, 2013**

**Prueba definitiva de
la teoría del Big Bang !**

Etapas Cósmicas: Formación átomos (300.000-400.000 años)

¿ **Dónde está esa luz?** **En Todas partes!**

Satélite
PLANCK



Fondo Cósmico
de Microondas

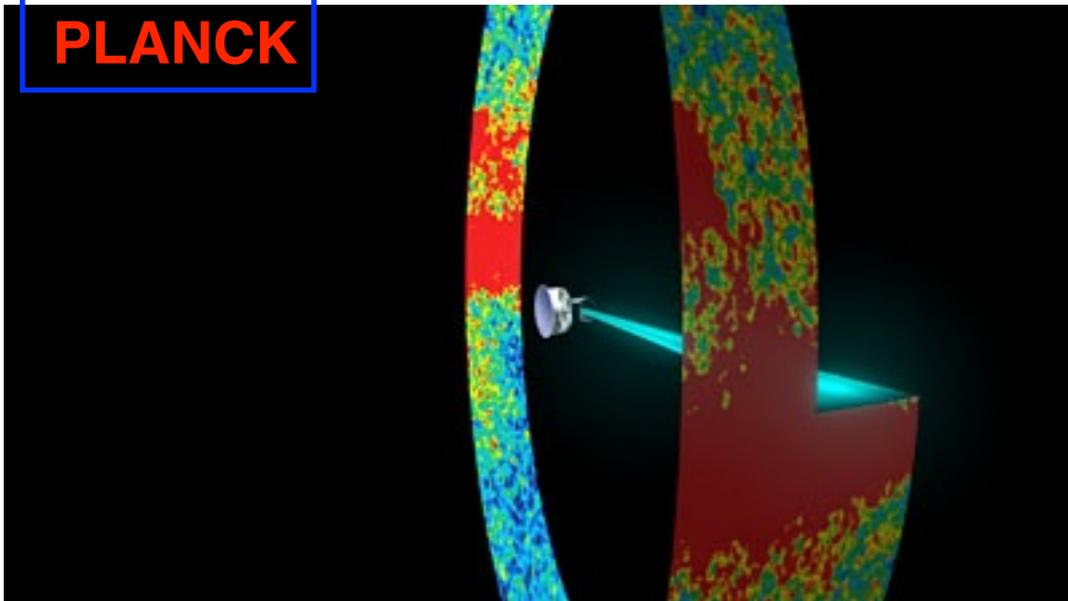
ISÓTROPO
(mismo en todas
direcciones)

Prueba definitiva de
la teoría del Big Bang !

Etapas Cósmicas: Formación átomos (300.000-400.000 años)

¿ **Dónde está esa luz?** **En Todas partes!**

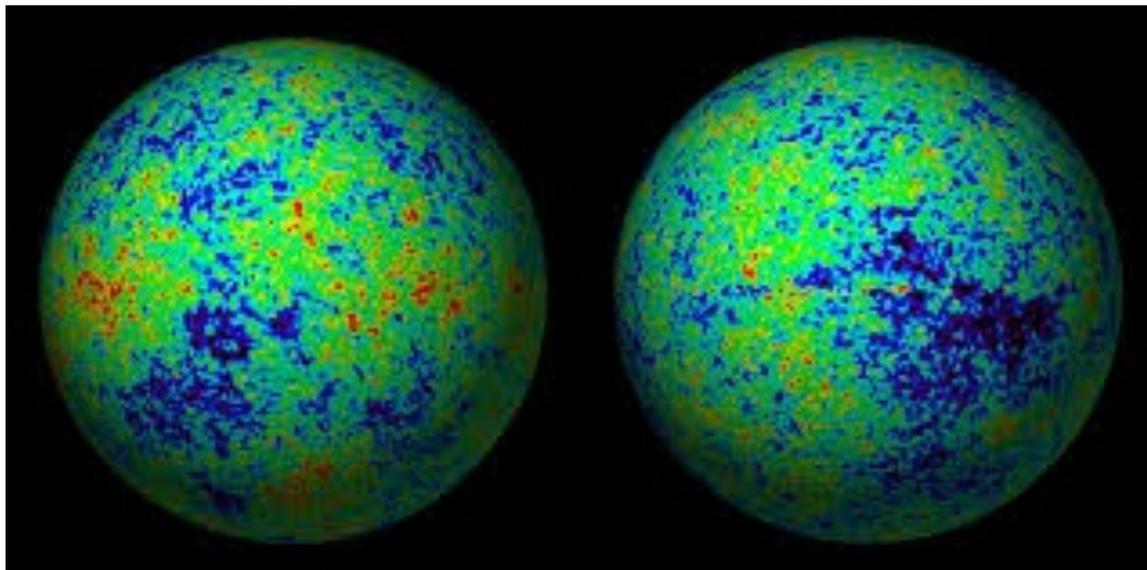
Satélite
PLANCK



**Fondo Cósmico
de Microondas**

Prueba definitiva de
la teoría del Big Bang !

ISÓTROPO
(mismo en todas
direcciones)

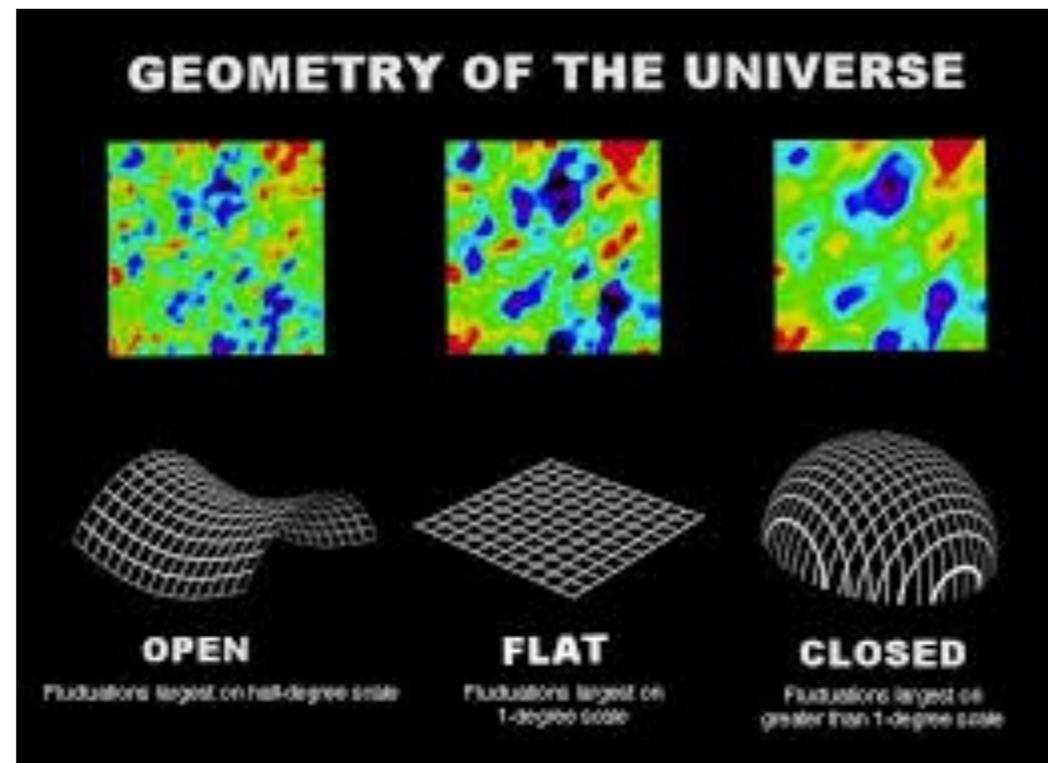


pero

**Hay Pequeñas
'Inhomogeneidades' !
(variaciones de 1/100.000)**

Etapas Cósmicas: Formación átomos (300.000-400.000 años)

Propiedades del Fondo Cósmico de Microondas

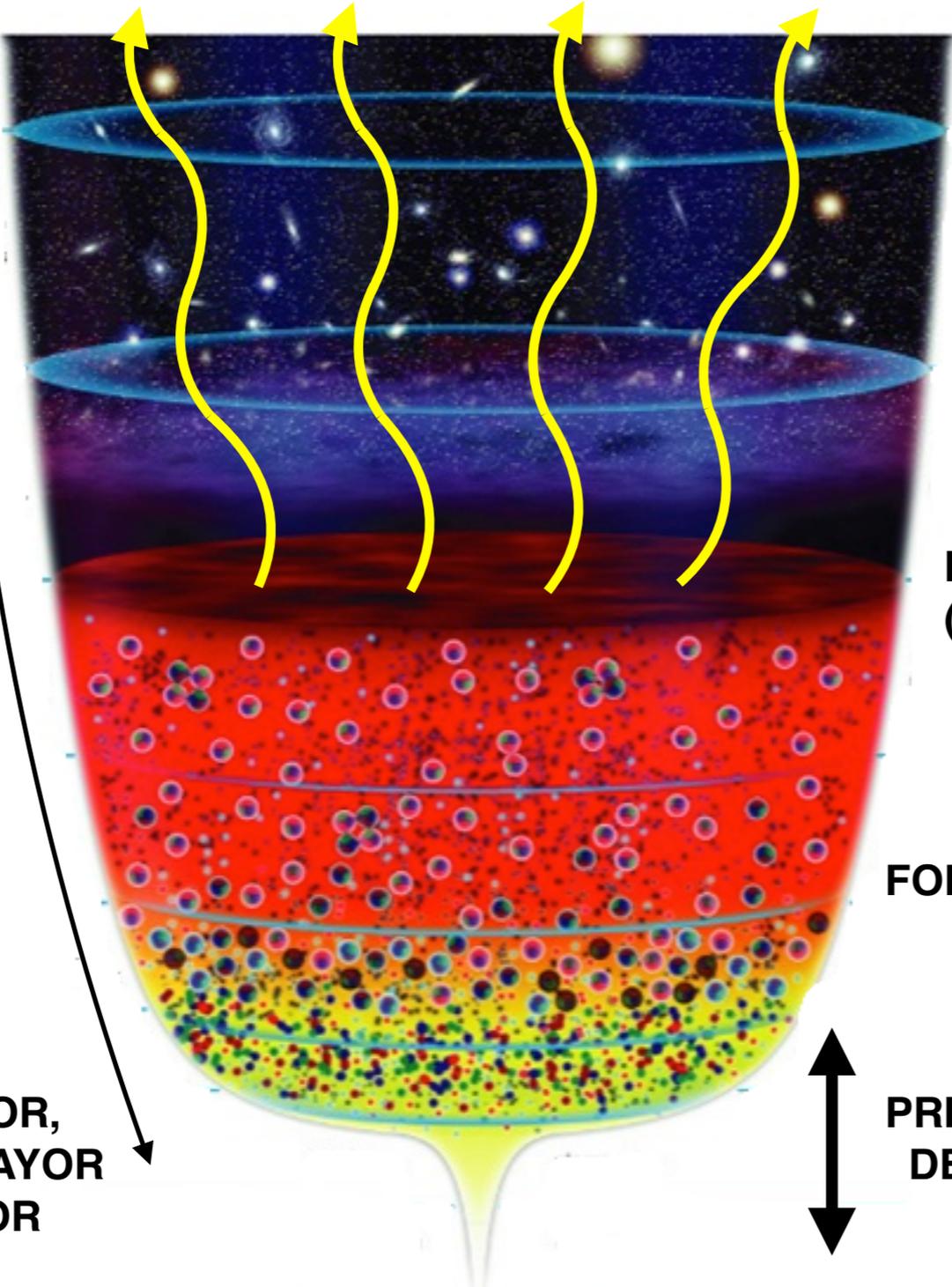


Propiedades de las Anisotropías entonces ... Geometría del Universo !

EI UNIVERSO TIENE GEOMETRÍA 'PLANA' !

HISTORIA CÓSMICA DEL UNIVERSO

Tamaño MAYOR,
Temperatura MENOR
Densidad MENOR



HOY [Galaxias, Cúmulos, ...]
(13.700 Millones de Años)

PRIMERAS GALAXIAS
(500 Millones de Años)

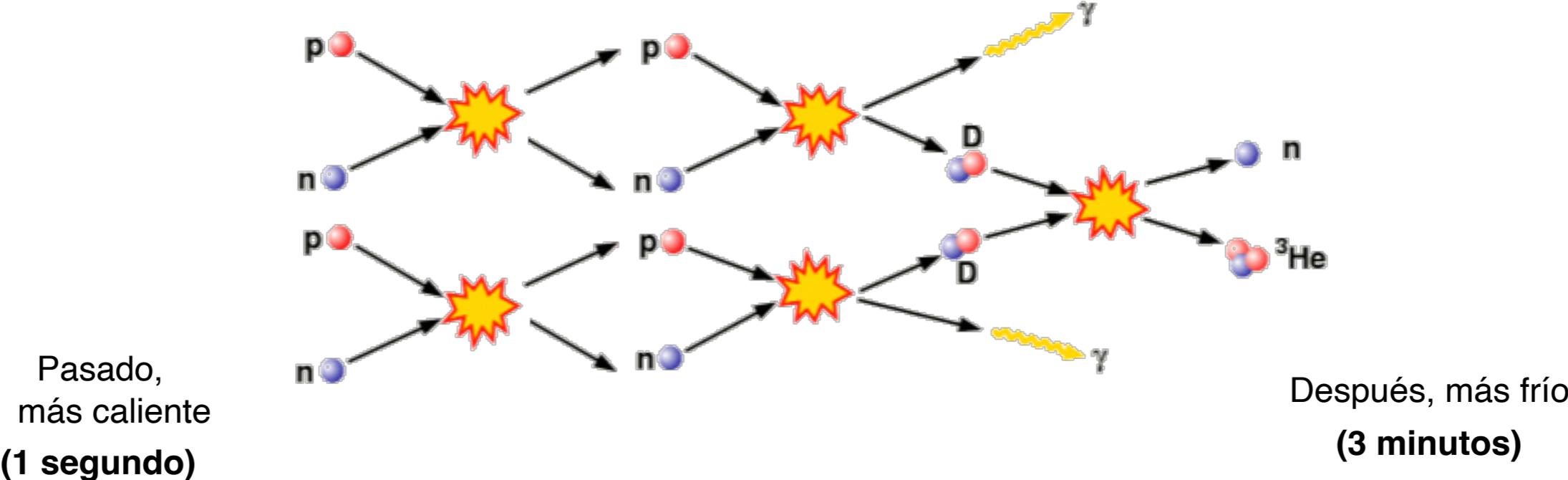
FORMACIÓN ÁTOMOS
(300.000-400.000 Años)
(Y emisión del CMB !)

FORMACIÓN NÚCLEOS ATÓMICOS
(3 minutos !)

PRIMER SEGUNDO
DEL UNIVERSO !

Tamaño MENOR,
Temperatura MAYOR
Densidad MAYOR

Etapas Cósmicas: Formación núcleos atómicos (3 mins)



Pasado,
más caliente
(1 segundo)

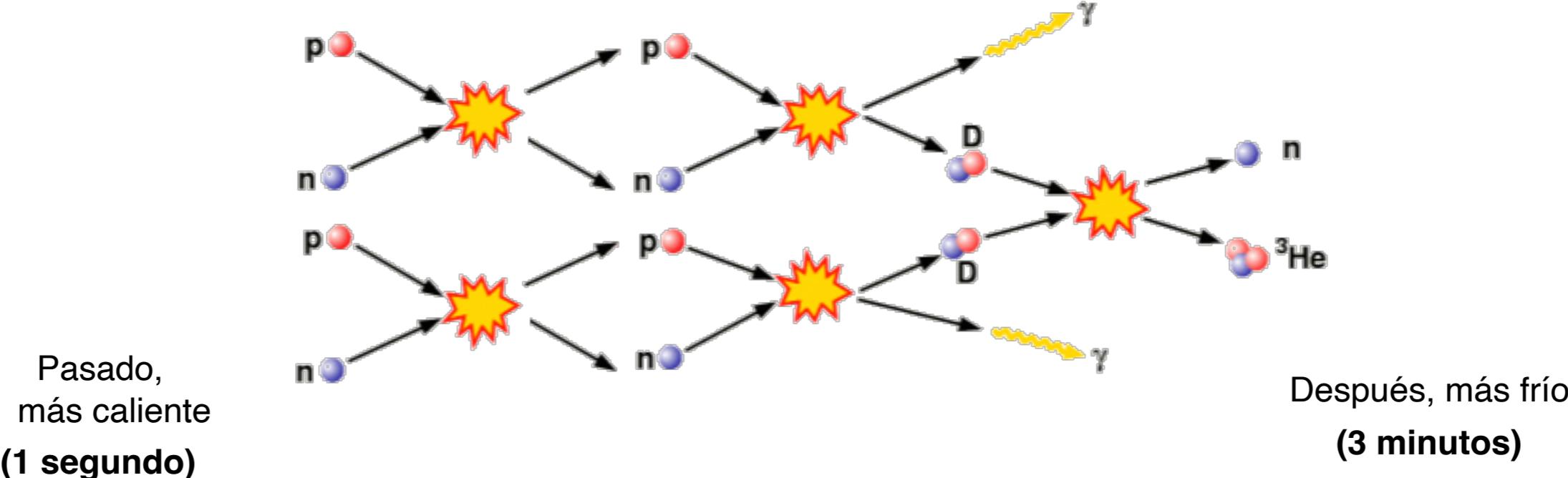
Después, más frío
(3 minutos)

El Universo se va enfriando...

**Protones,
Neutrones**

**Interaccionan
fuertemente**

Etapas Cósmicas: Formación núcleos atómicos (3 mins)



Pasado,
más caliente
(1 segundo)

Después, más frío
(3 minutos)

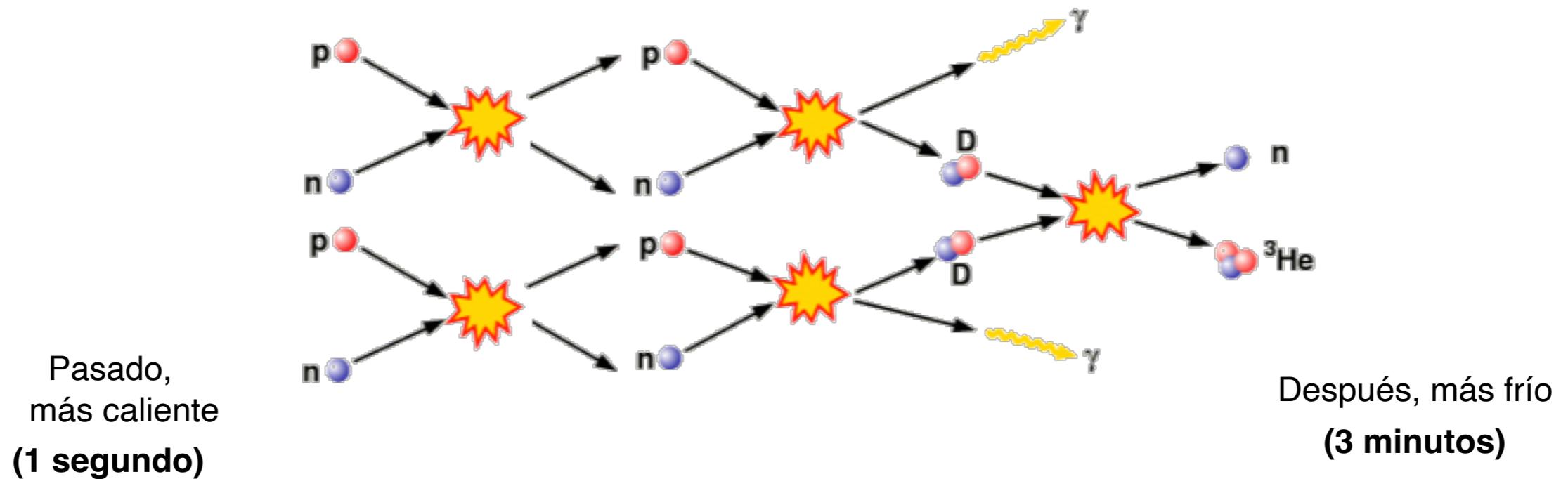
**Protones,
Neutrones**

**Interaccionan
fuertemente**



El Universo se va enfriando...
... protones y neutrones **no tienen**
suficiente energía

Etapas Cósmicas: Formación núcleos atómicos (3 mins)



Pasado,
más caliente
(1 segundo)

Después, más frío
(3 minutos)

**Protones,
Neutrones**

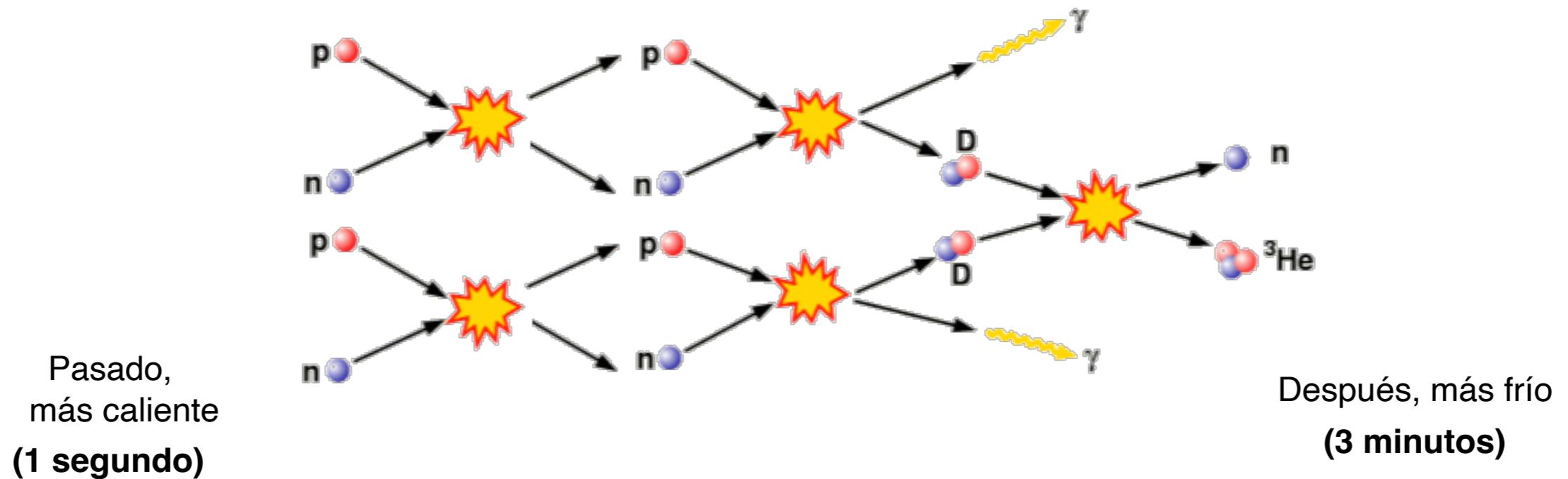
**Interaccionan
fuertemente**

El Universo se va enfriando...

... protones y neutrones **no tienen suficiente energía**

Entonces **se unen formando núcleos atómicos**: Física Nuclear !

Etapas Cósmicas: Formación núcleos atómicos (3 mins)



**Protones,
Neutrones**

**Interaccionan
fuertemente**

El Universo se va enfriando...

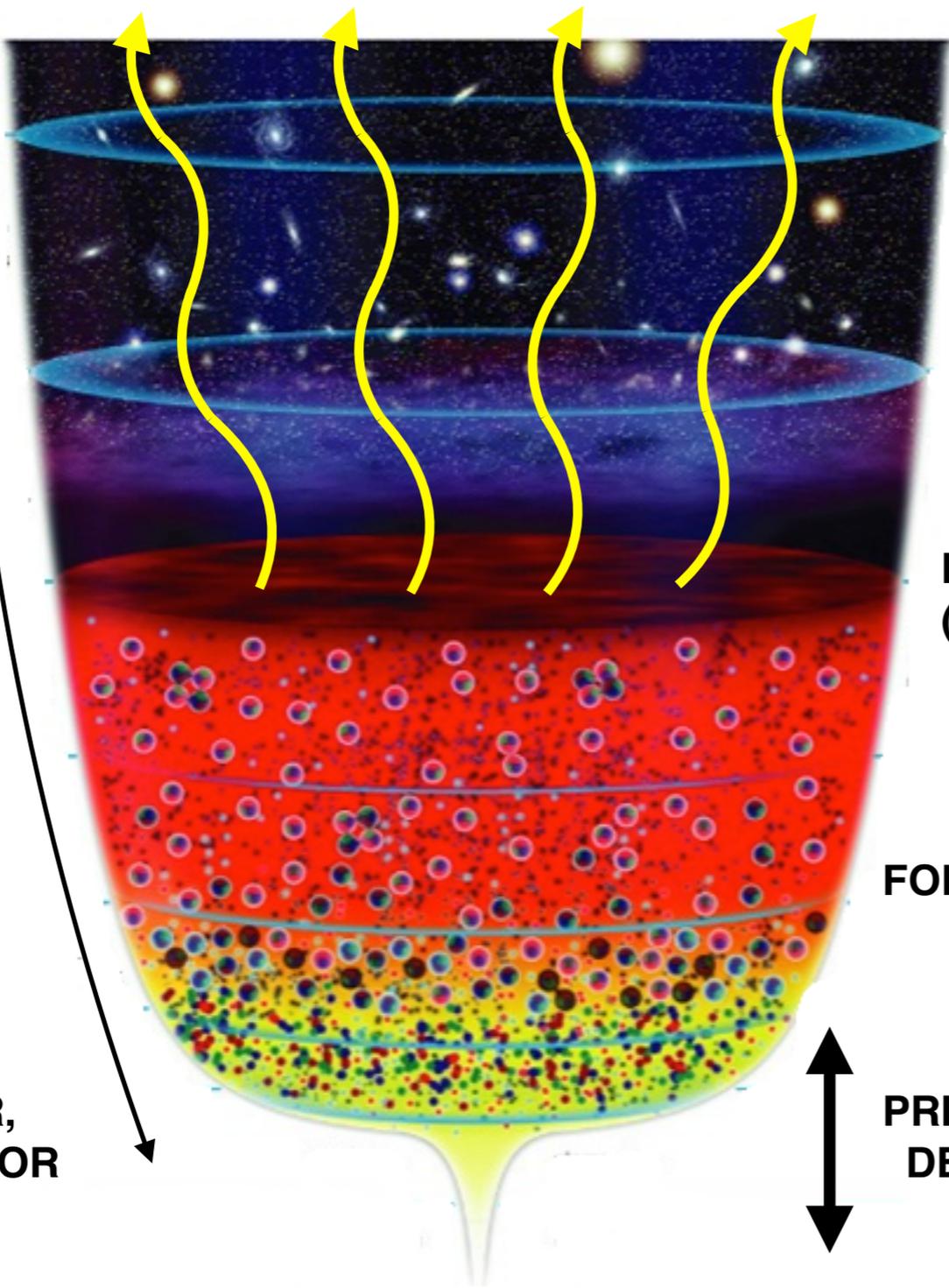
... protones y neutrones **no tienen suficiente energía**

Entonces **se unen formando nucleos atómicos**: Física Nuclear !

**Núcleos
Atómicos
creados !**

HISTORIA CÓSMICA DEL UNIVERSO

Tamaño MAYOR,
Temperatura MENOR



HOY [Galaxias, Cúmulos, ...]
(13.700 Millones de Años)



PRIMERAS GALAXIAS
(500 Millones de Años)

FORMACIÓN ÁTOMOS
(300.000-400.000 Años)

(Y emisión del CMB !)



FORMACIÓN NÚCLEOS ATÓMICOS
(3 minutos !)



PRIMER SEGUNDO
DEL UNIVERSO !

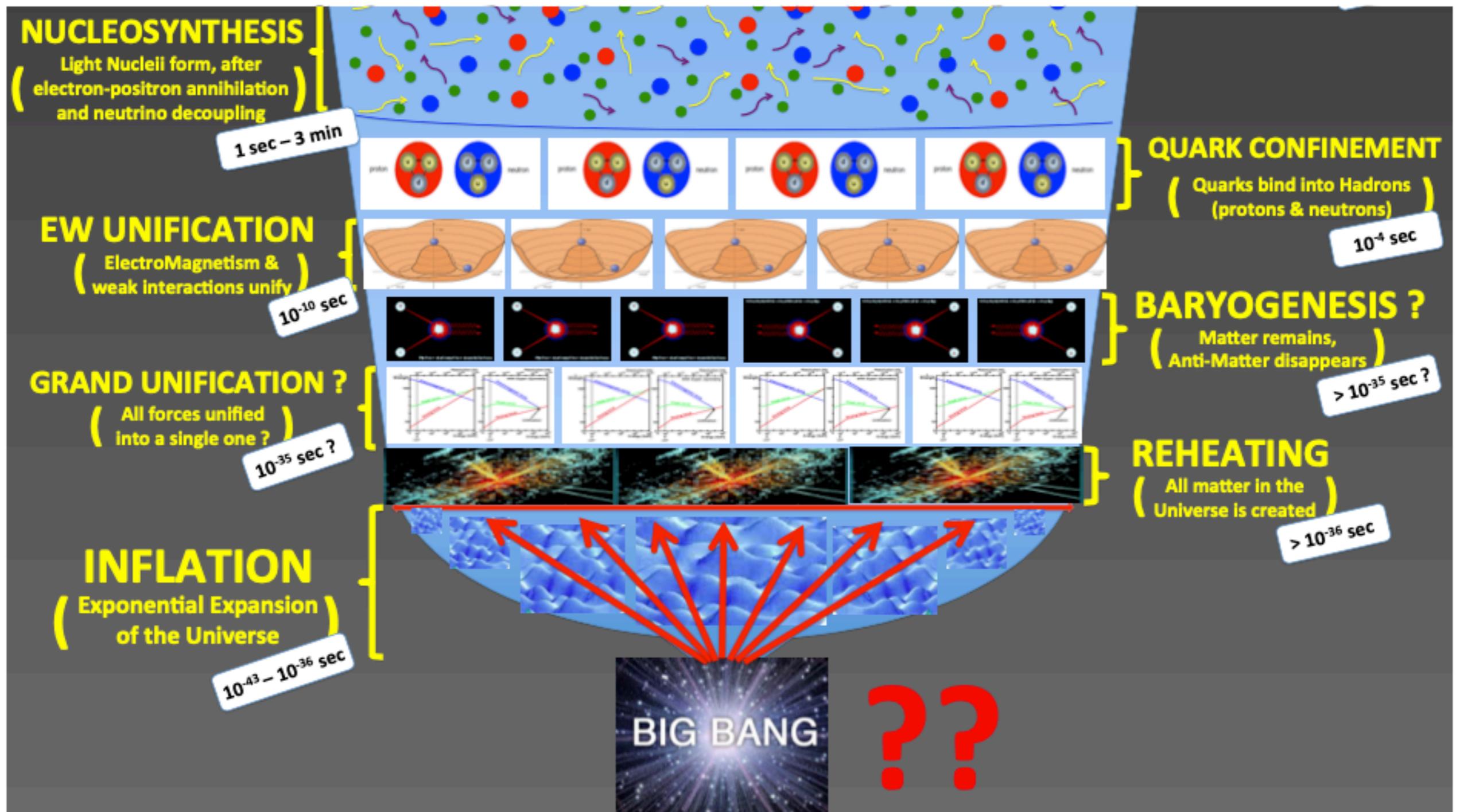


Tamaño MENOR,
Temperatura MAYOR

Etapas Cósmicas: El Primer Segundo del Universo !

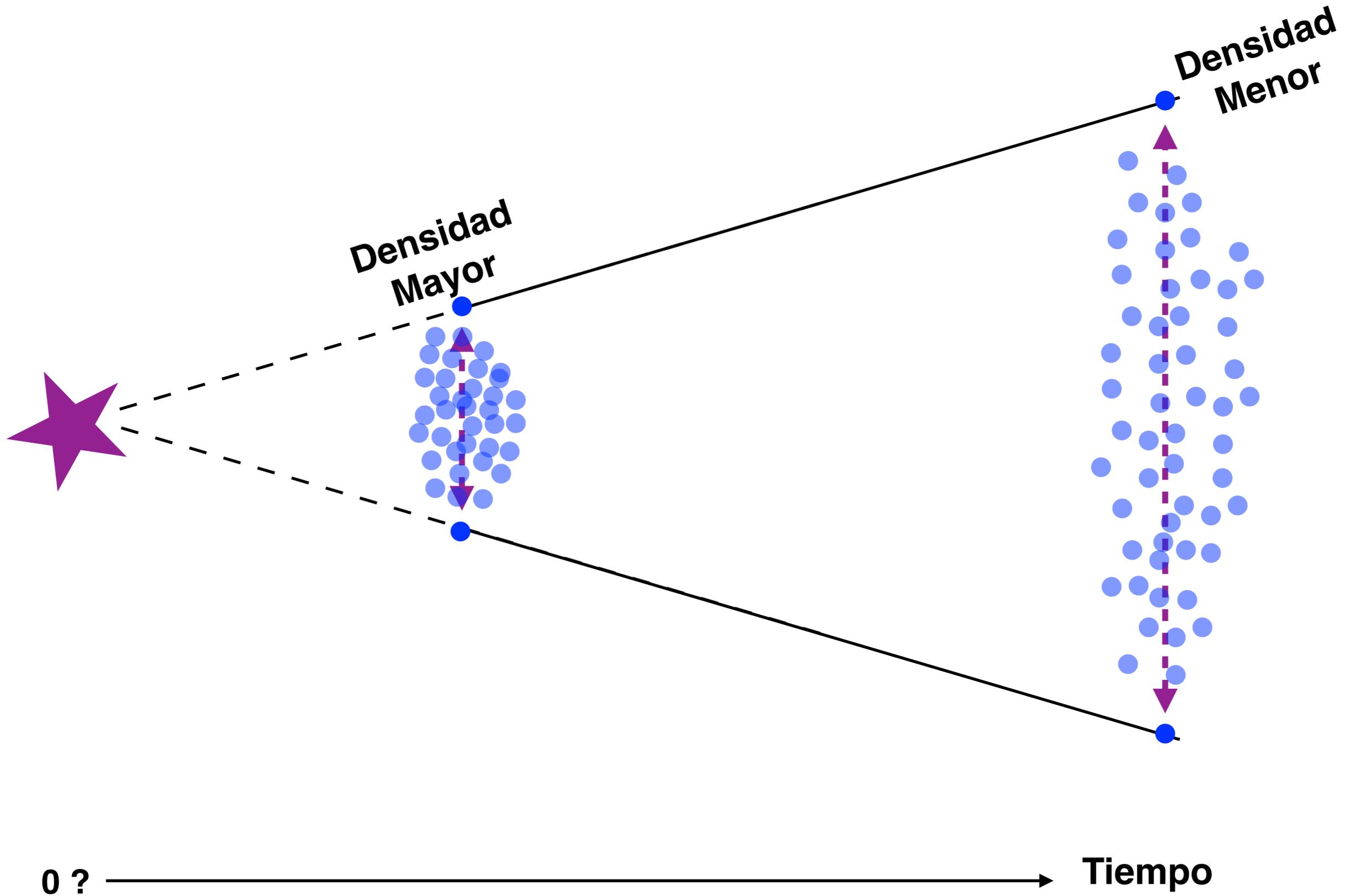
(Aceleradores de Partículas (LHC): Llegan hasta 10^{-10} seg)

Notación : 10^{-n} seg = 0.00....001 seg

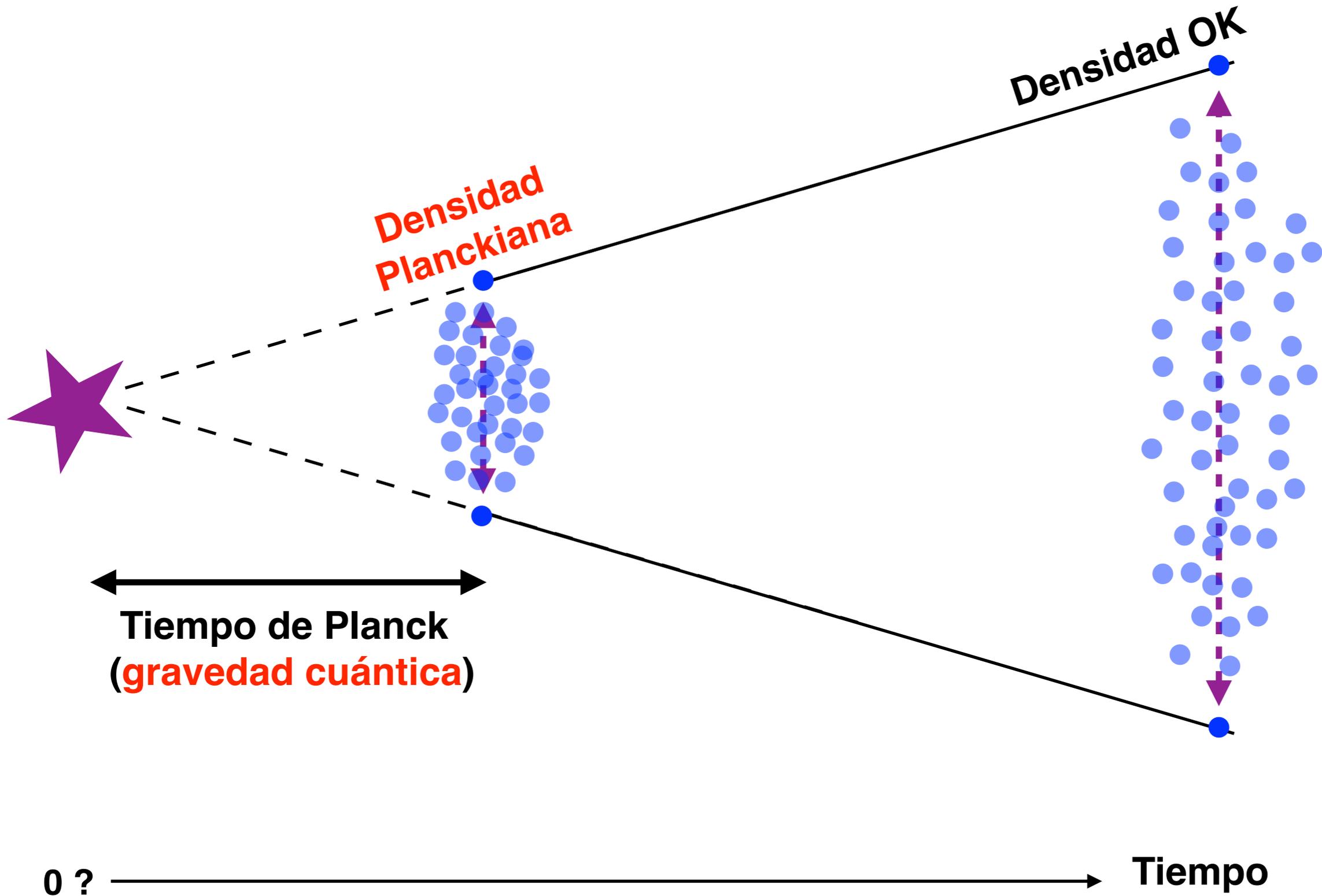


Etapas C3smicas: Hubo realmente un Big Bang ?

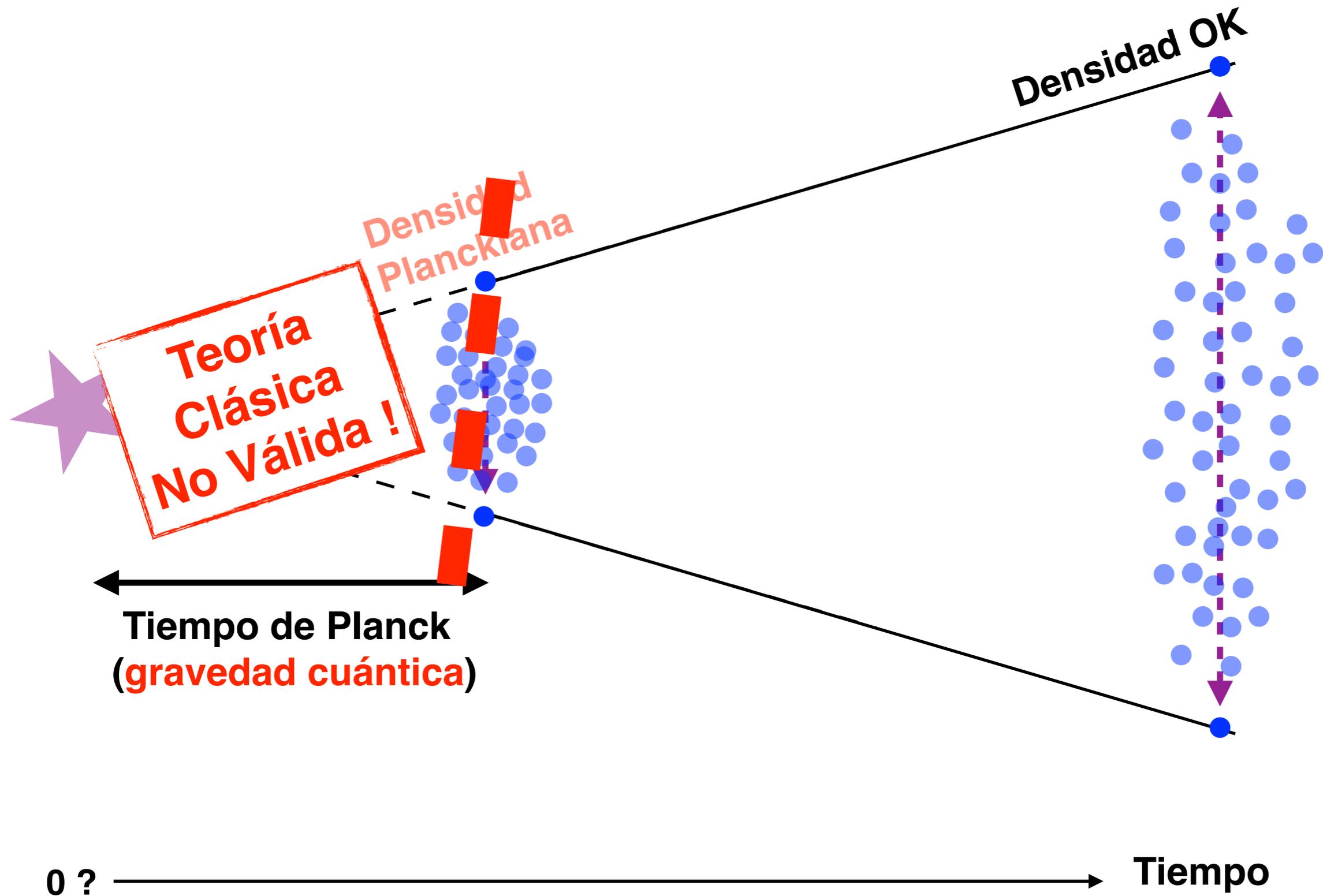
Etapas C3smicas: Hubo realmente un Big Bang ?



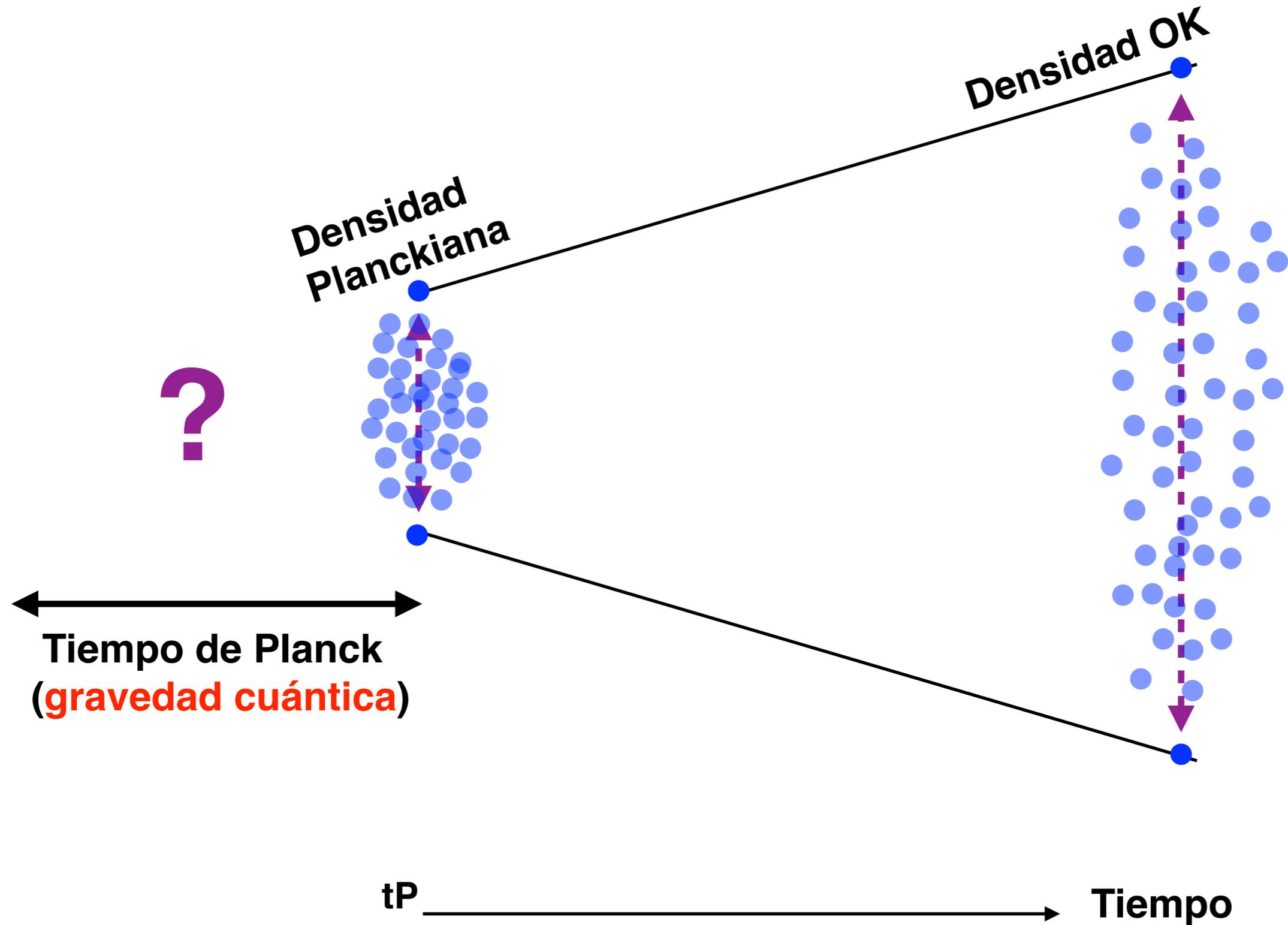
Etapas C3smicas: Hubo realmente un Big Bang ?



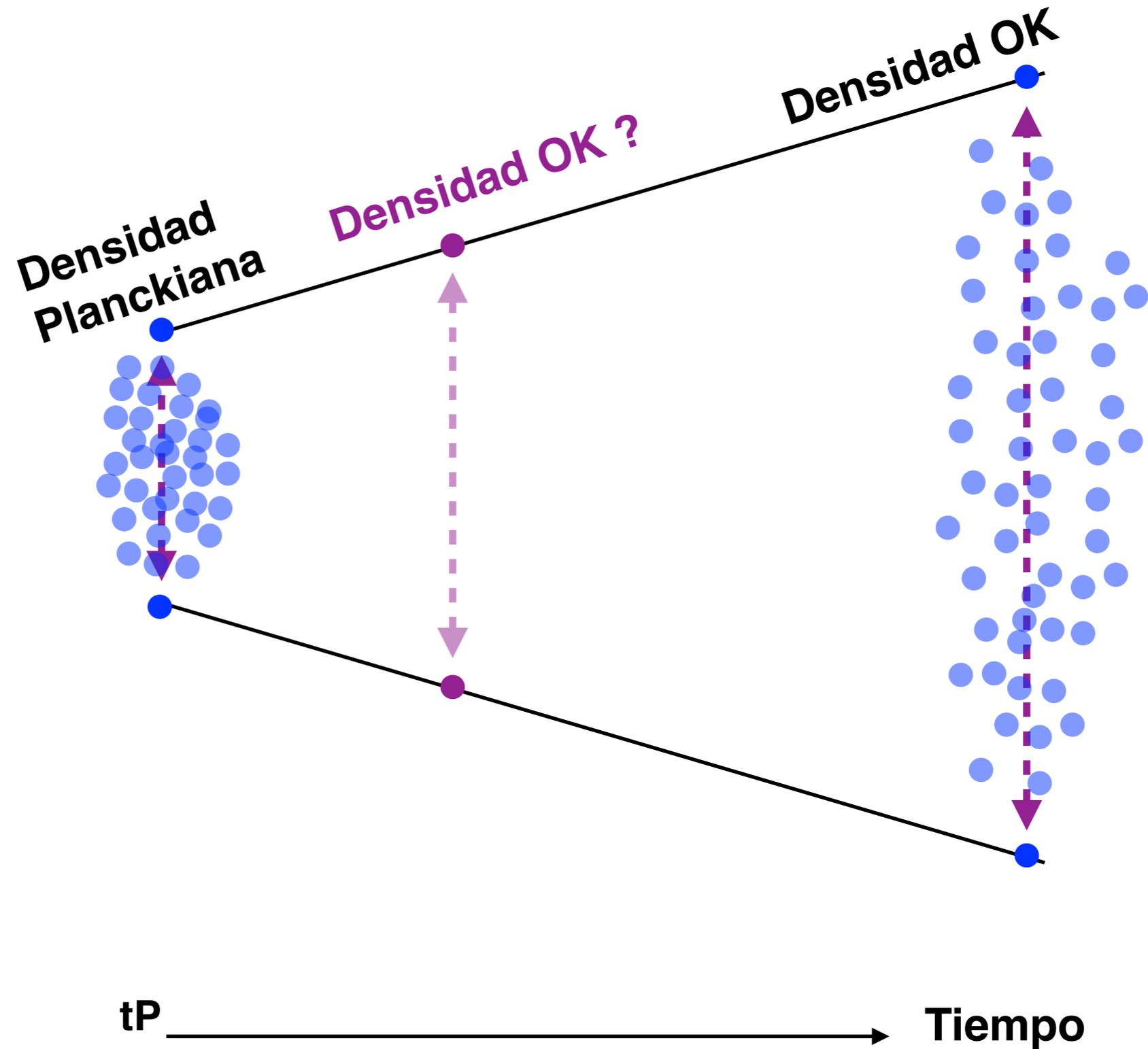
Etapas C3smicas: Hubo realmente un Big Bang ?



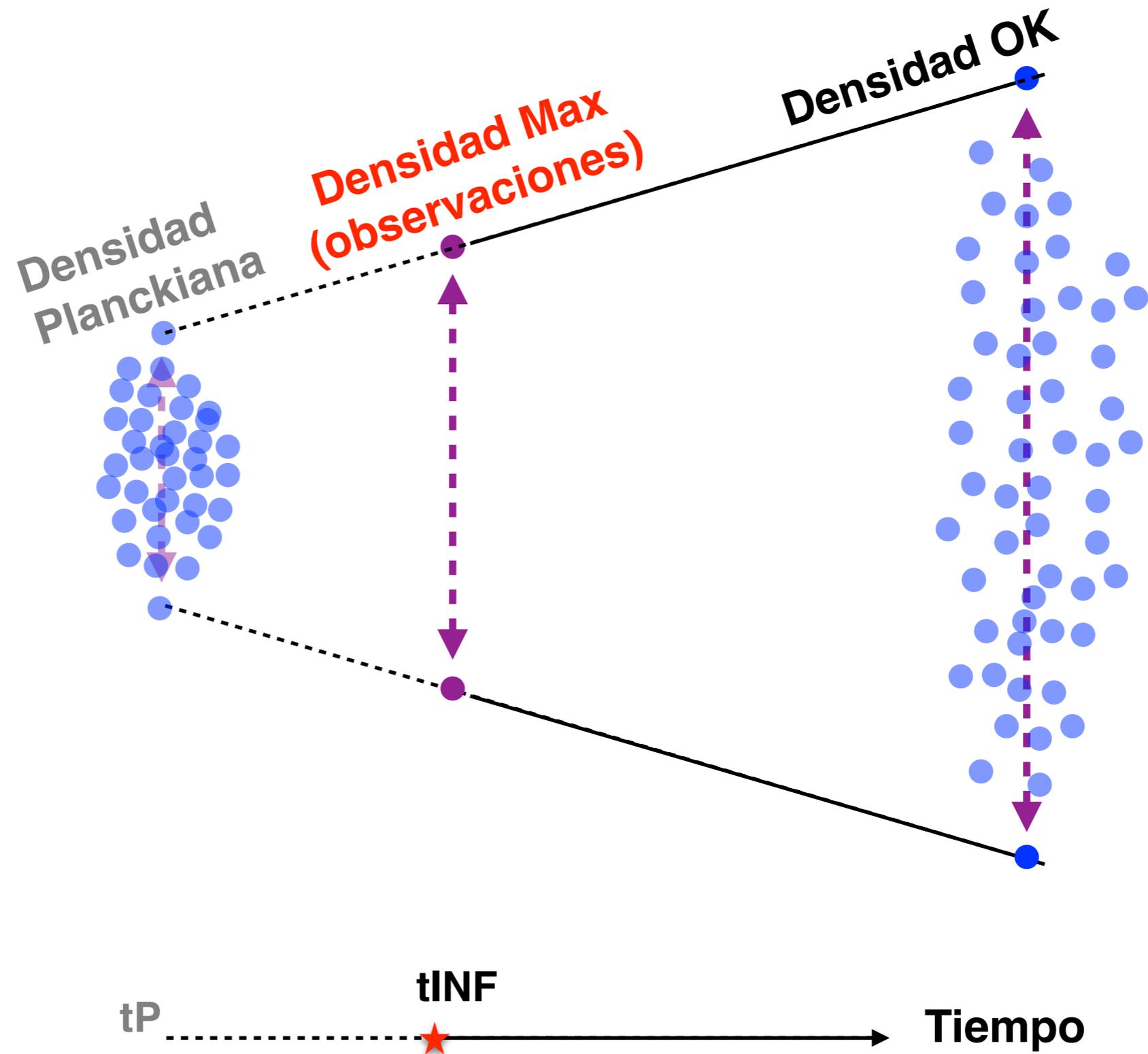
Etapas C3smicas: Hubo realmente un Big Bang ?



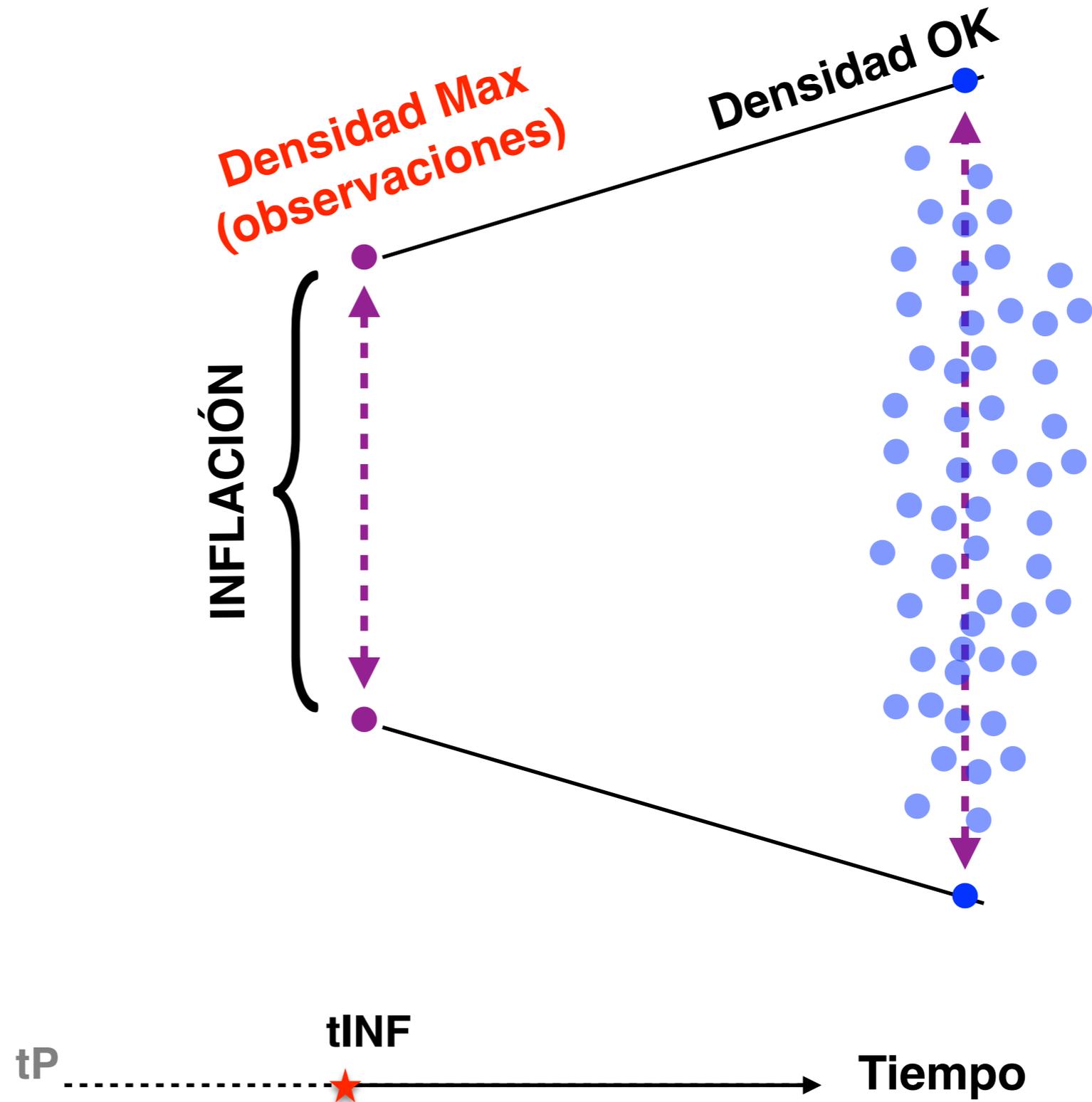
Etapas C3smicas: Hubo realmente un Big Bang ?



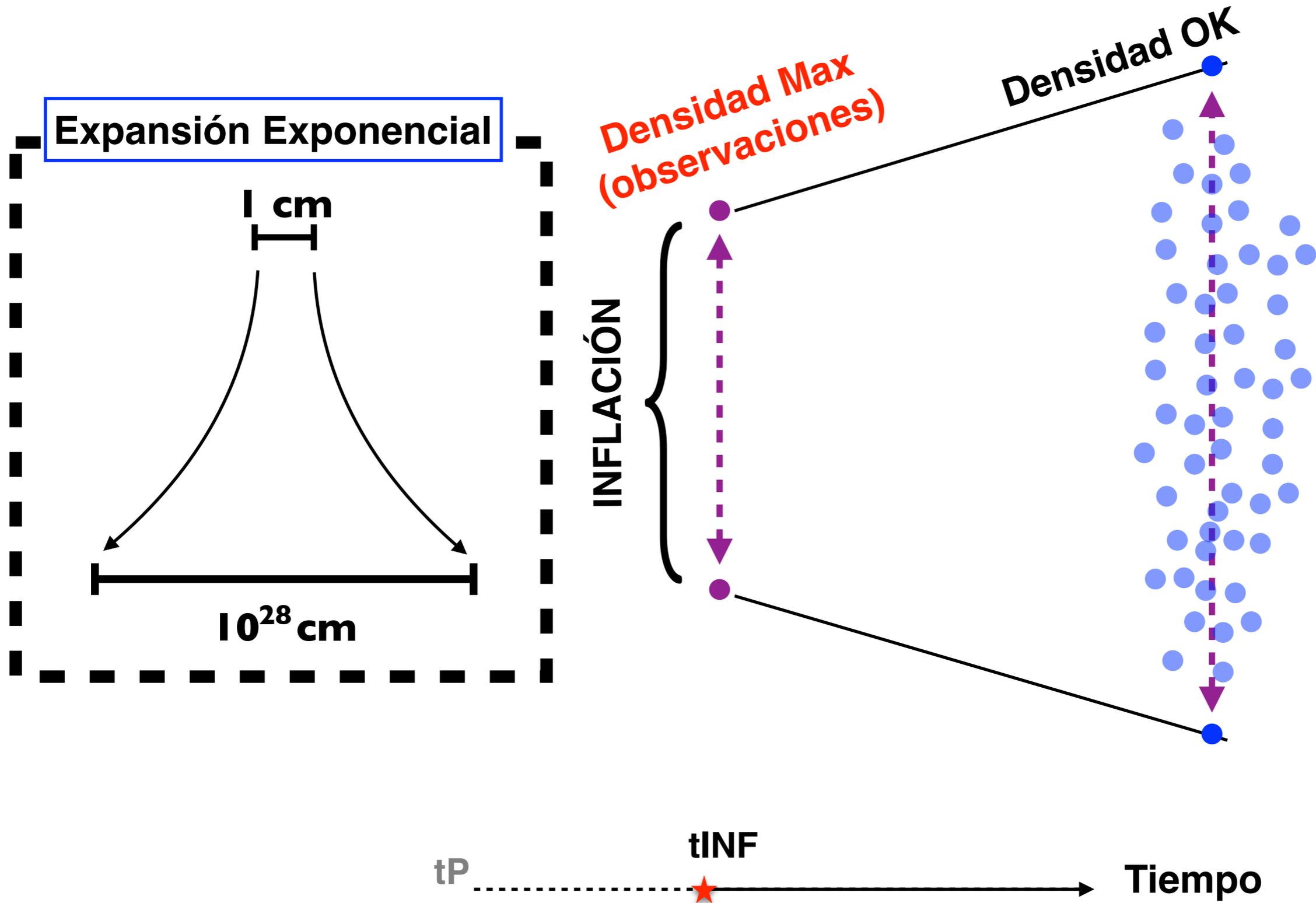
Etapas C3smicas: Hubo realmente un Big Bang ?



Etapas C3smicas: Hubo realmente un Big Bang ?

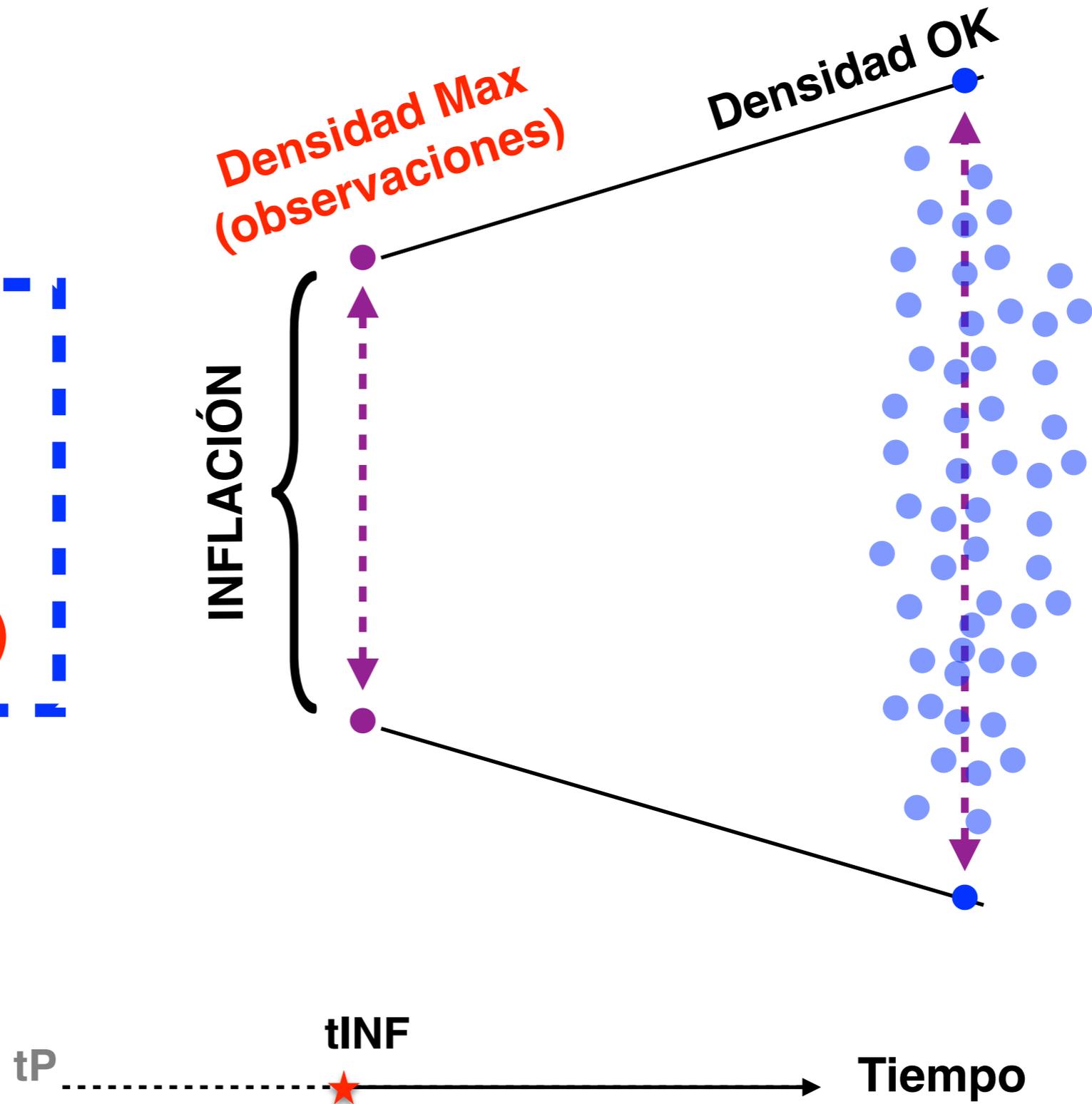


Etapas C3smicas: Hubo realmente un Big Bang ?



Etapas C3smicas: Hubo realmente un Big Bang ?

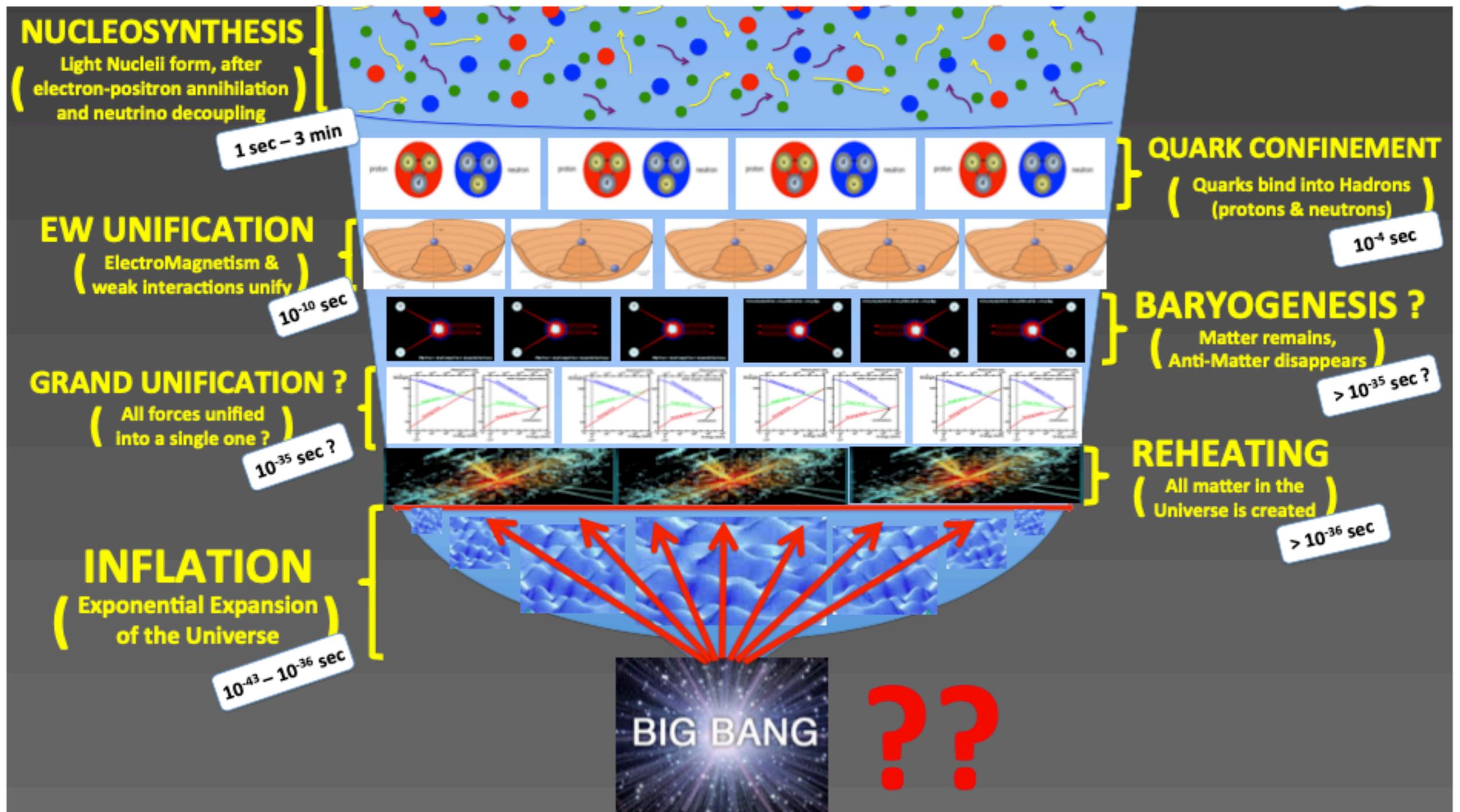
INFLACI3N
Expansi3n
Exponencial
(No hay un
Big Bang !)



Etapas Cósmicas: El Primer Segundo del Universo !

(Aceleradores de Partículas (LHC): Llegan hasta 10^{-10} seg)

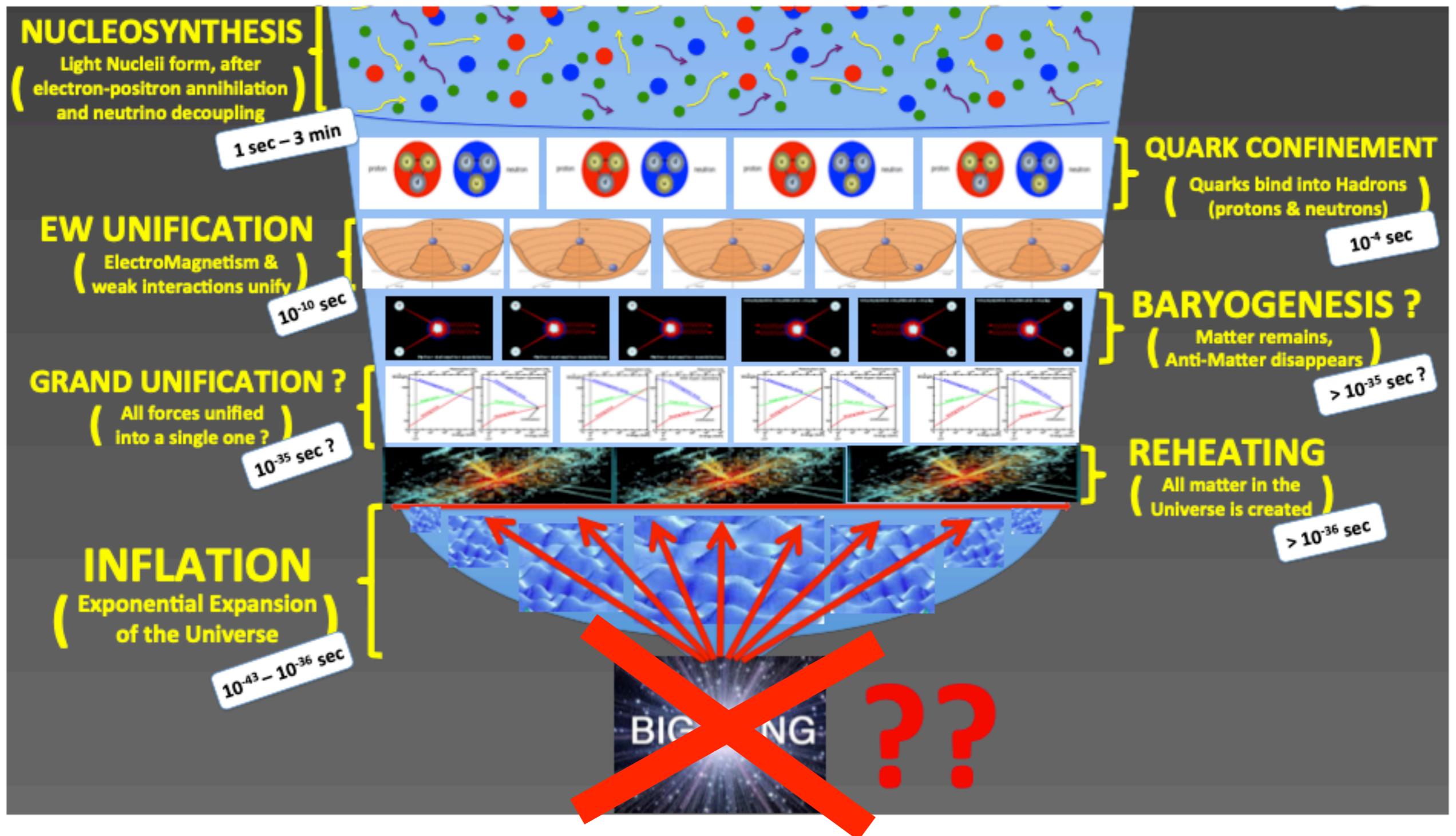
Notación : 10^{-n} seg = 0.00....001 seg



Etapas Cósmicas: El Primer Segundo del Universo !

(Aceleradores de Partículas (LHC): Llegan hasta 10^{-10} seg)

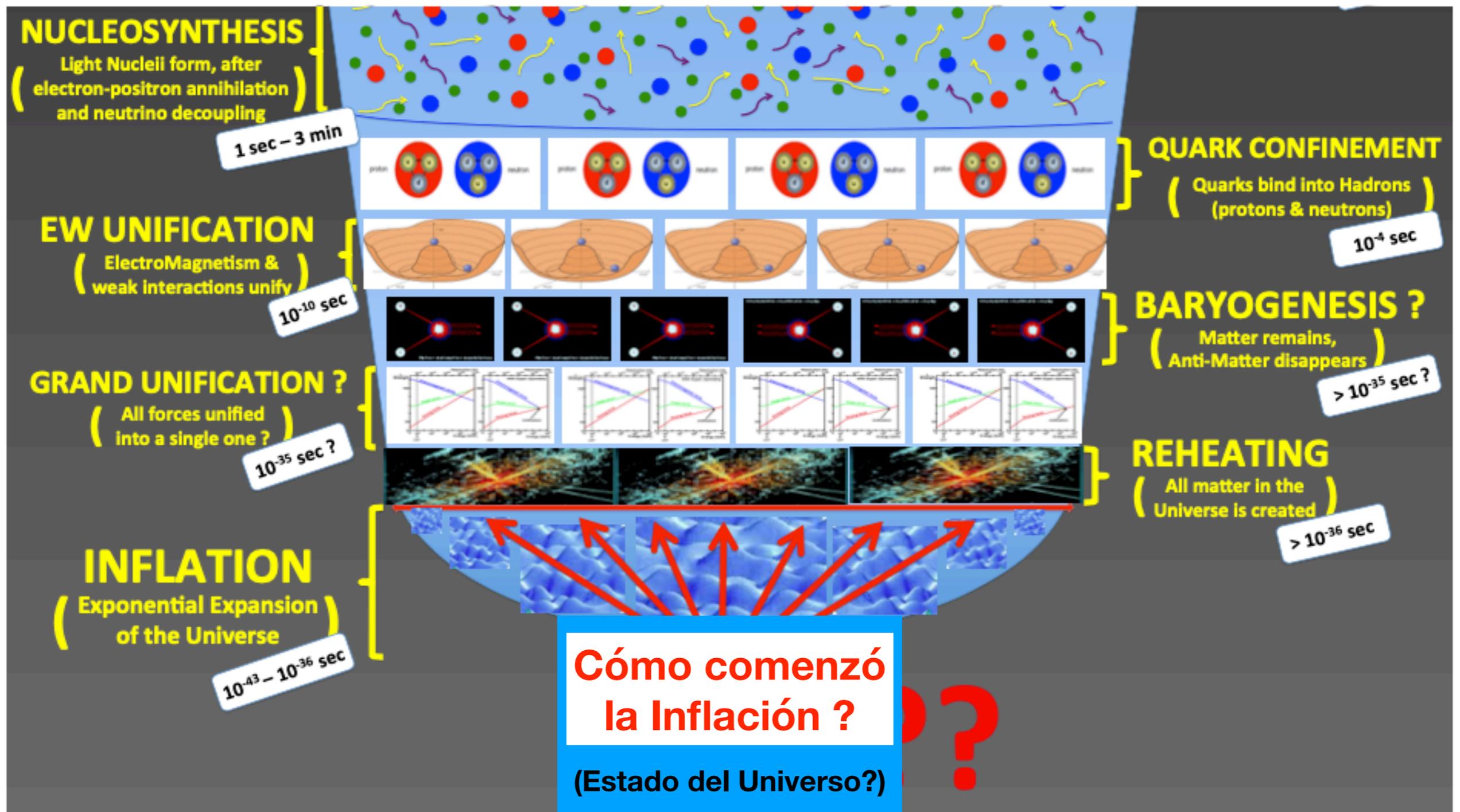
Notación : 10^{-n} seg = 0.00....001 seg



Etapas C3smicas: El Primer Segundo del Universo !

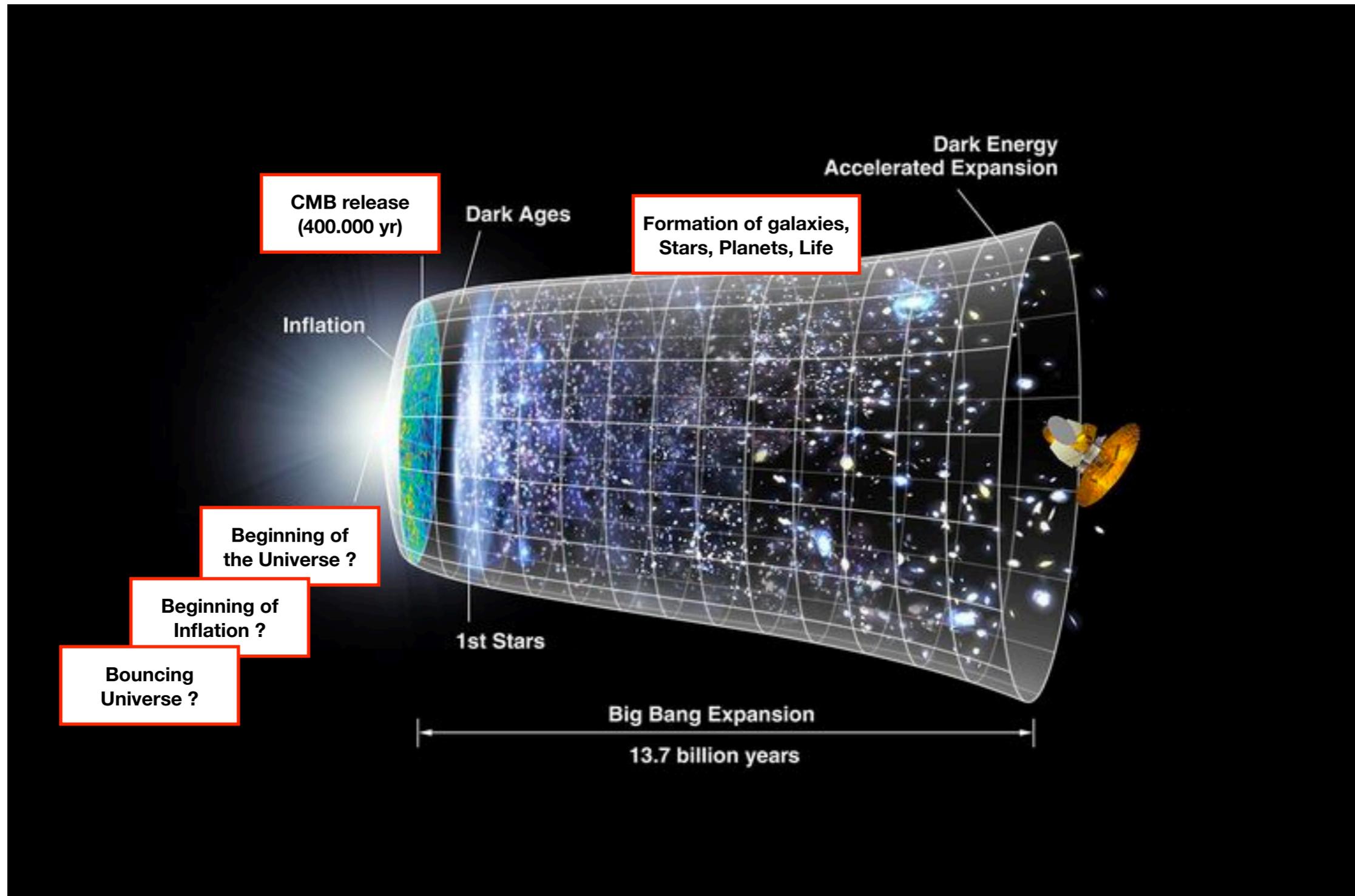
(Aceleradores de Part3culas (LHC): Llegan hasta 10^{-10} seg)

Notaci3n : 10^{-n} seg = 0.00....001 seg



Etapas Cósmicas: El primer segundo del universo

Entendimiento Actual



Etapas Cósmicas: El primer segundo del universo

Podemos fotografiar el Big Bang ?



Etapas Cósmicas: El primer segundo del universo

Podemos fotografiar el ~~Big Bang~~ ?



Etapas Cósmicas: El primer segundo del universo

Podemos fotografiar el Universo Primigenio ?



Etapas Cósmicas: El primer segundo del universo

Podemos fotografiar **Inflación** **o después** ?



Etapas Cósmicas: El primer segundo del universo

Podemos fotografiar
‘Imagen’

Inflación
o después ?



**Necesitamos
ver algo que
no es visible**

Etapas Cósmicas: El primer segundo del universo

Podemos fotografiar
‘Imagen’

Inflación
o después ?

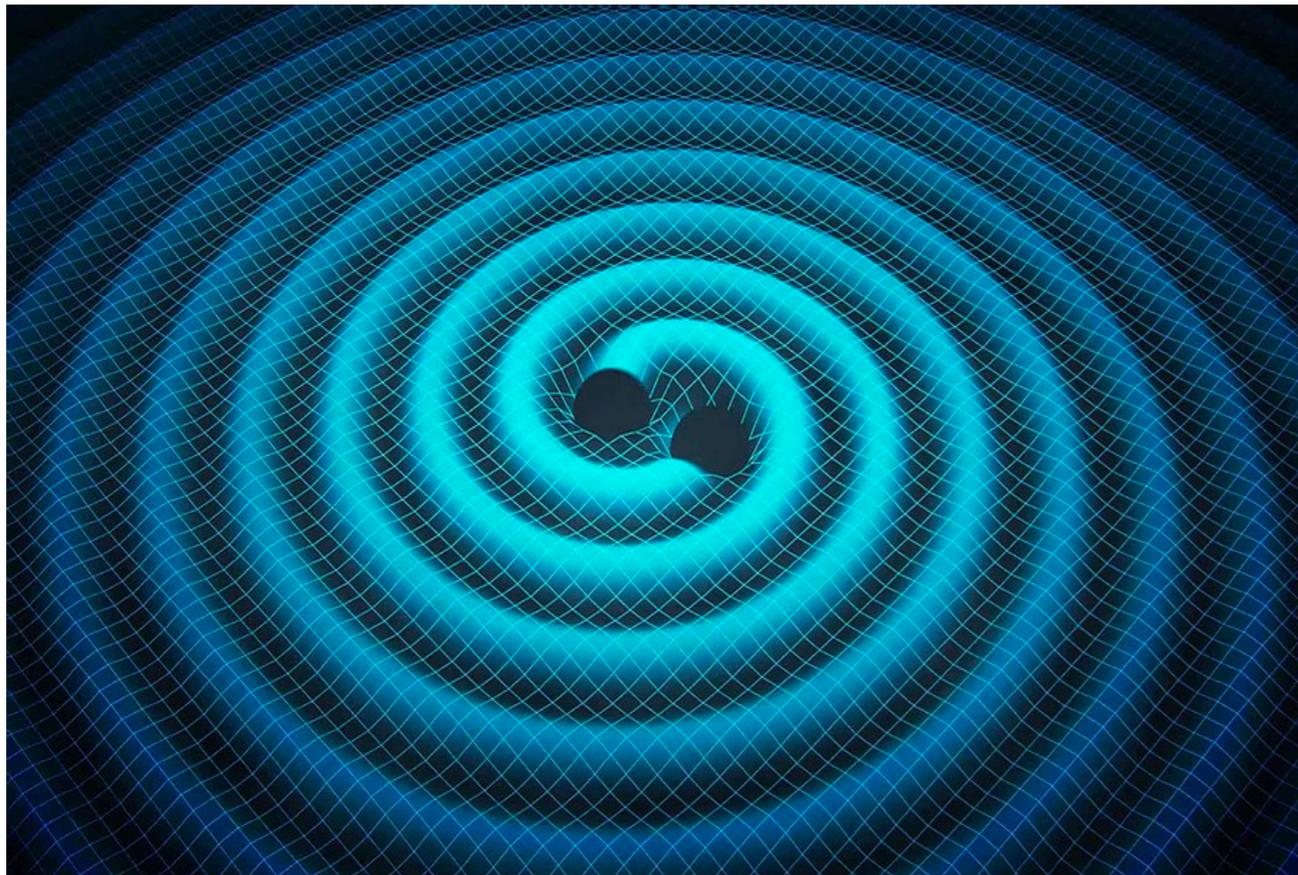


~~Ondas
Electromagnéticas~~

Etapas C3smicas: El primer segundo del universo

Podemos fotografiar
‘Imagen’

Inflaci3n ?
o despu3s



~~Ondas
Electromagneticas~~

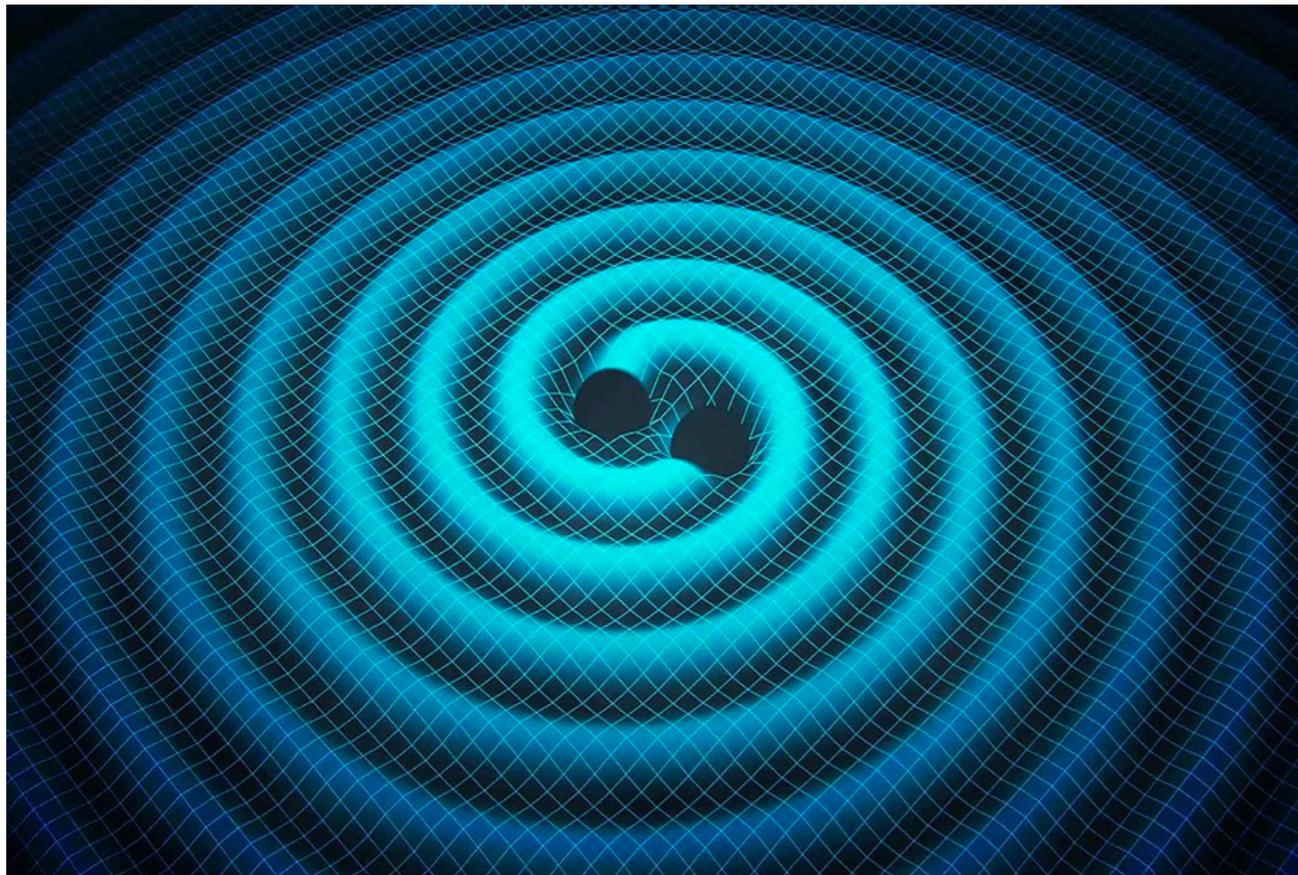
Ondas
Gravitacionales

Etapas C3smicas: El primer segundo del universo

Podemos f

'foto gravitatoria'

Inflaci3n ?
o despu3s

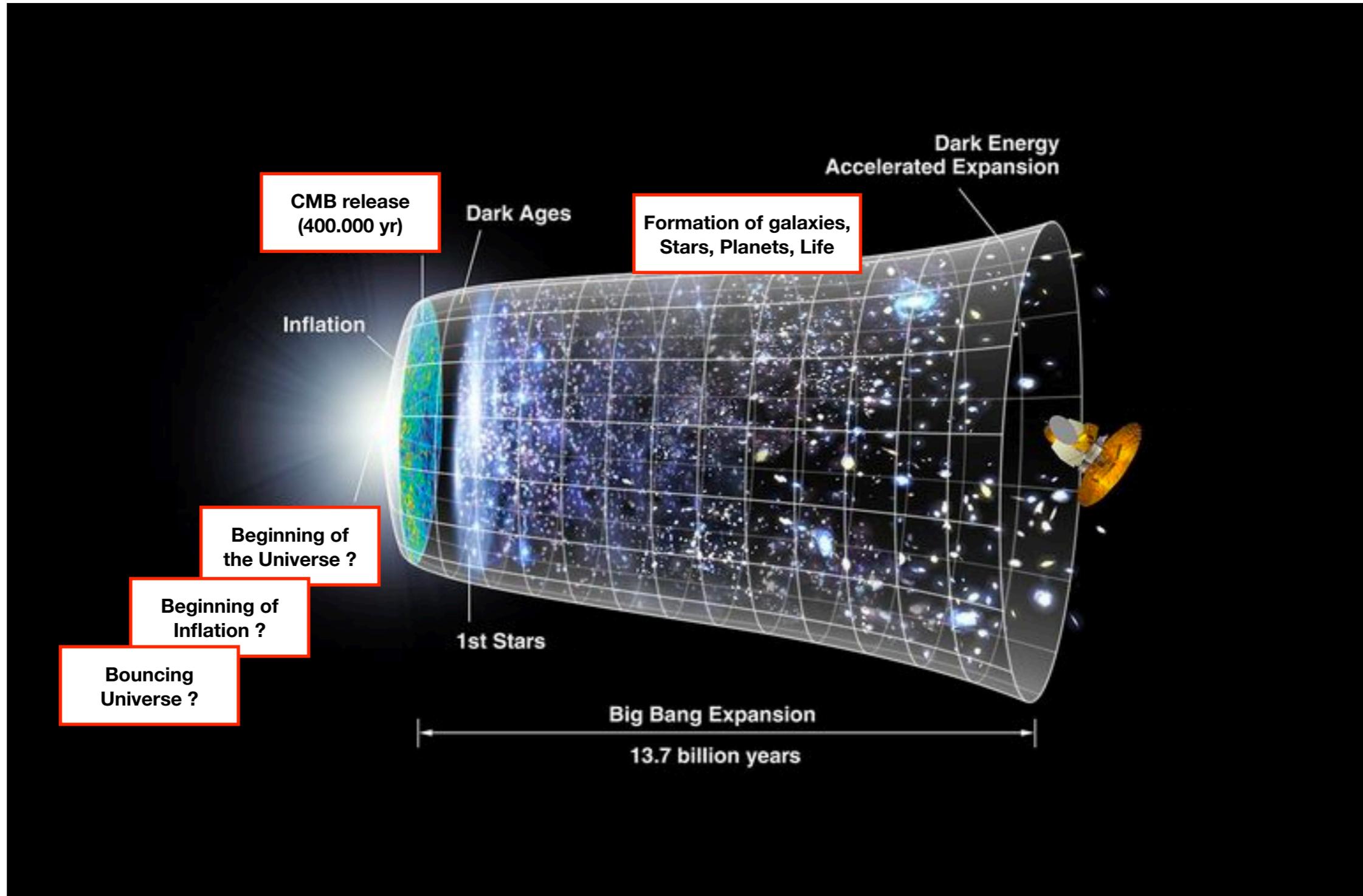


~~Ondas
Electromagneticas~~

Ondas
Gravitacionales

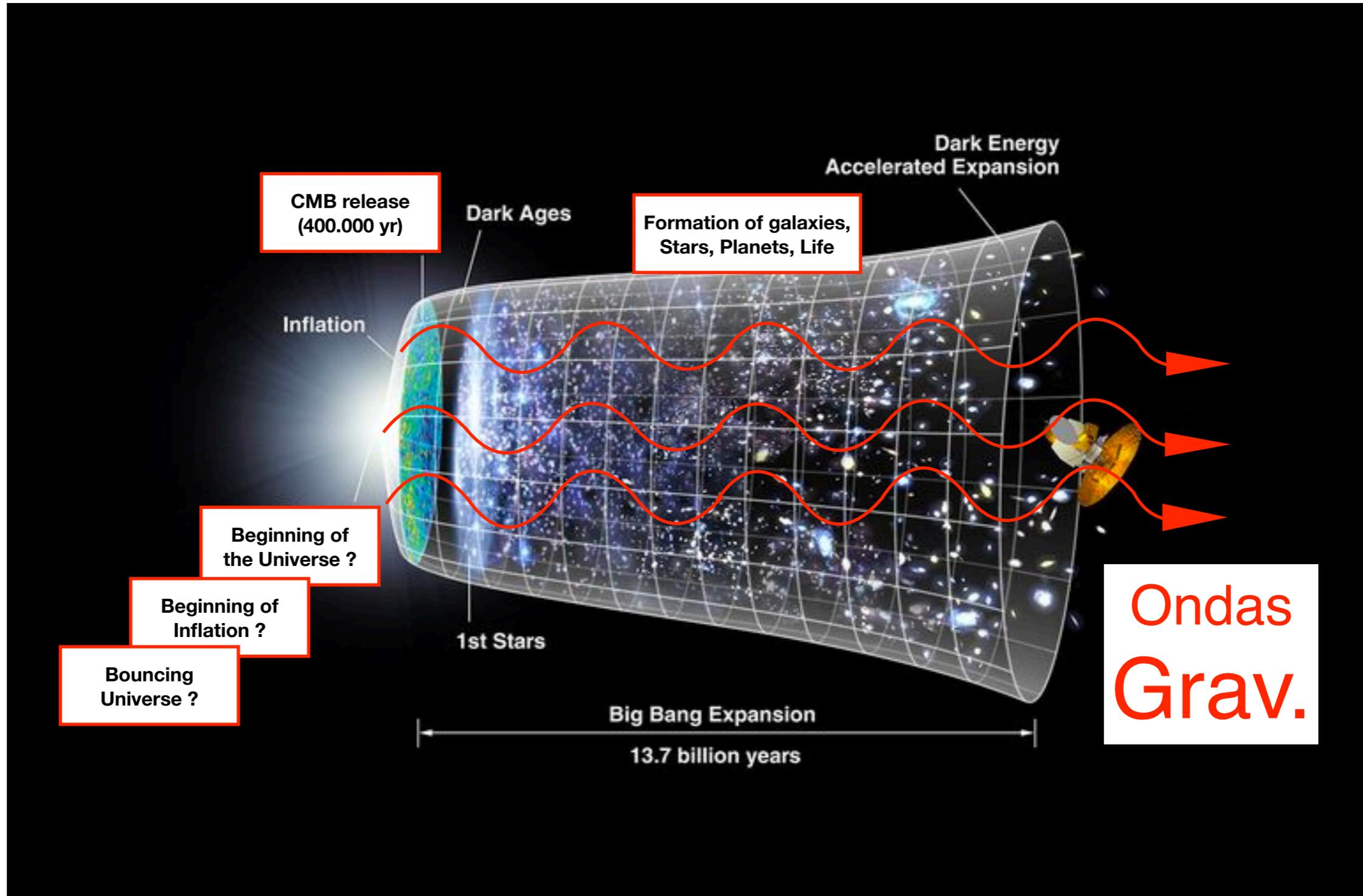
Etapas Cósmicas: El primer segundo del universo

Podemos **'foto gravitatoria'** **Inflación** o después ?



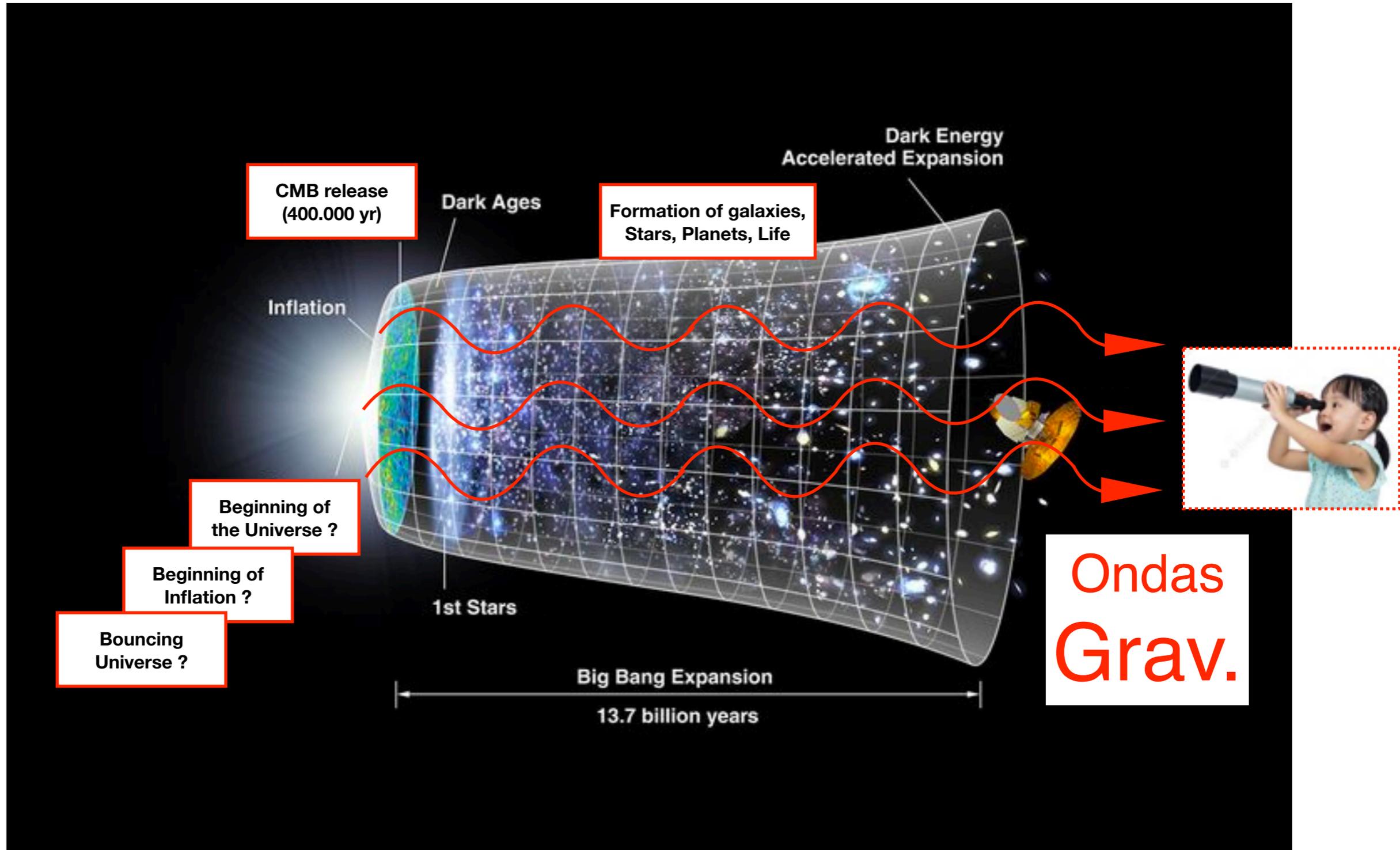
Etapas Cósmicas: El primer segundo del universo

Podemos encontrar **'foto gravitatoria'** **Inflación** o después ?



Etapas Cósmicas: El primer segundo del universo

Podemos encontrar **'foto gravitatoria'** **Inflación** o después ?



Etapas Cósmicas: El primer segundo del universo

Podemos tomar una 'foto gravitatoria' **Inflación** o después ?

Fondos Primordiales de ondas Gravitacionales

Beginning of Inflation ?

Bouncing Universe ?

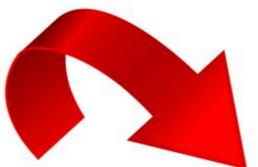
13.7 billion years

Grav.



**Gracias por
vuestra
atención !**

LIBROS



Para saber más (libros)

- Los tres primeros minutos del Universo (S. Weinberg) **Teoría del Big Bang**
- Agujeros negros y espacio-tiempo curvo (K. Thorne) **Gravedad**
- El encanto de la física (S. L. Glashow) **Física de Partículas**
- El Universo Elegante (B. Green) **Teoría de Cuerdas**
- El Universo Inflacionario (A. Guth) **Teoría Inflacionaria**

daniel.figueroa@cern.ch

¿ QUÉ NO HE CONTADO ?

MUCHAS COSAS !

¿ QUÉ NO HE CONTADO ?

MUCHAS COSAS !

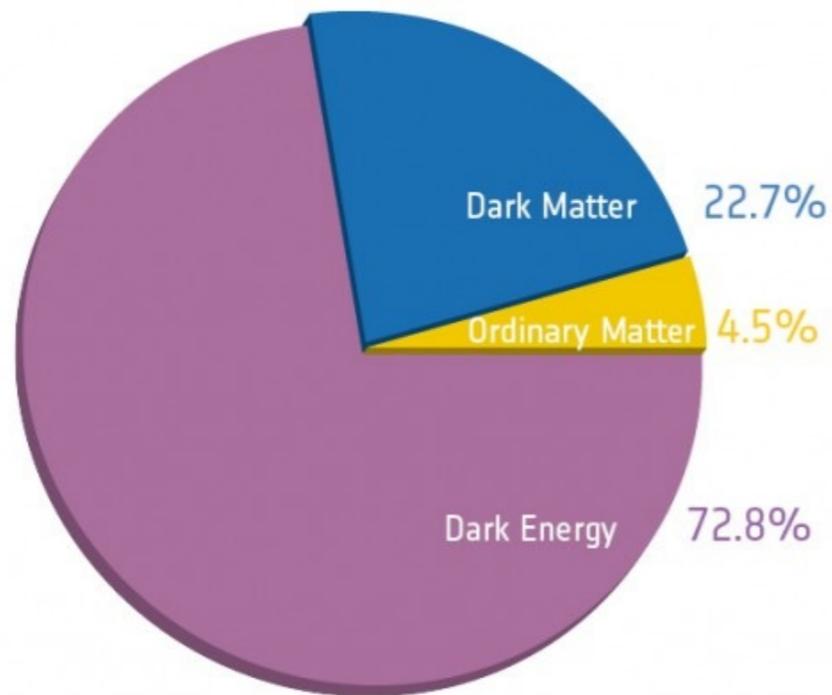


ENERGÍA OSCURA !
(Expansión Acelerada)

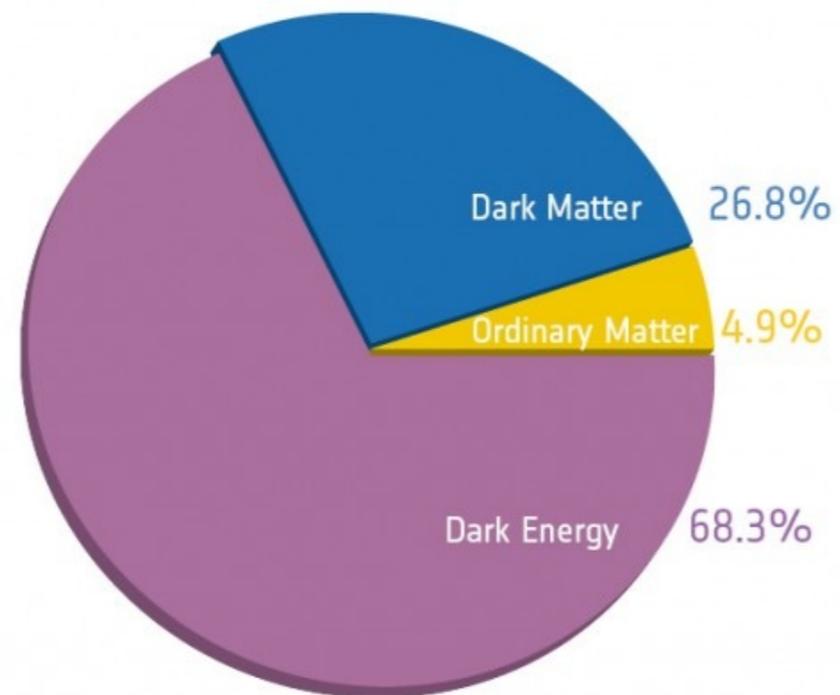
MATERIA OSCURA !

¿ QUÉ NO HE CONTADO ?

MUCHAS COSAS !



Before Planck

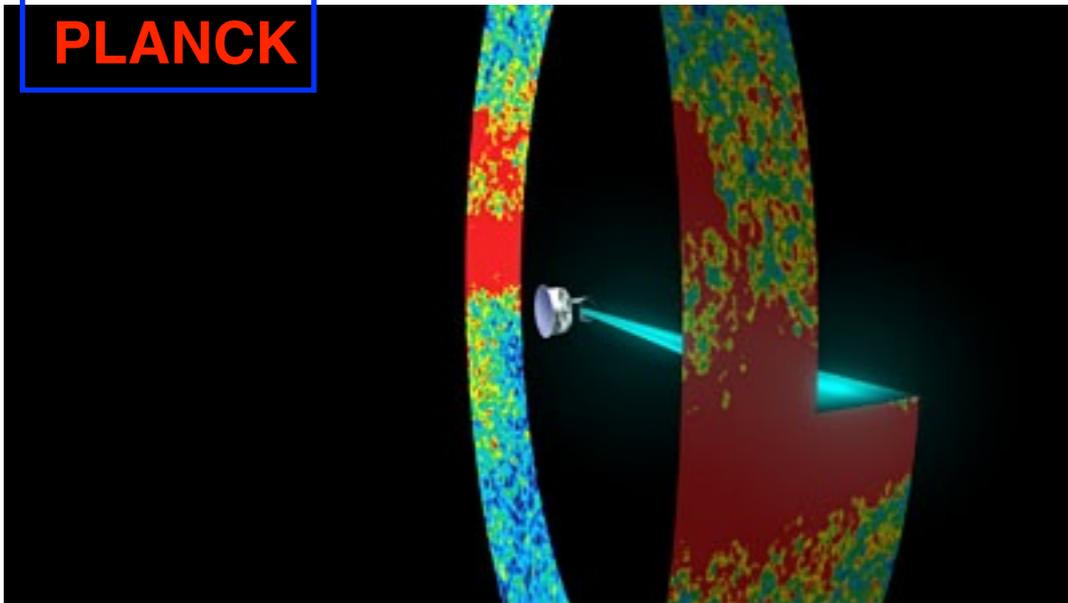


After Planck

Etapas Cósmicas: Formación átomos (300.000-400.000 años)

¿ **Dónde está esa luz?** **En Todas partes!**

Satélite
PLANCK



Fondo Cósmico
de Microondas

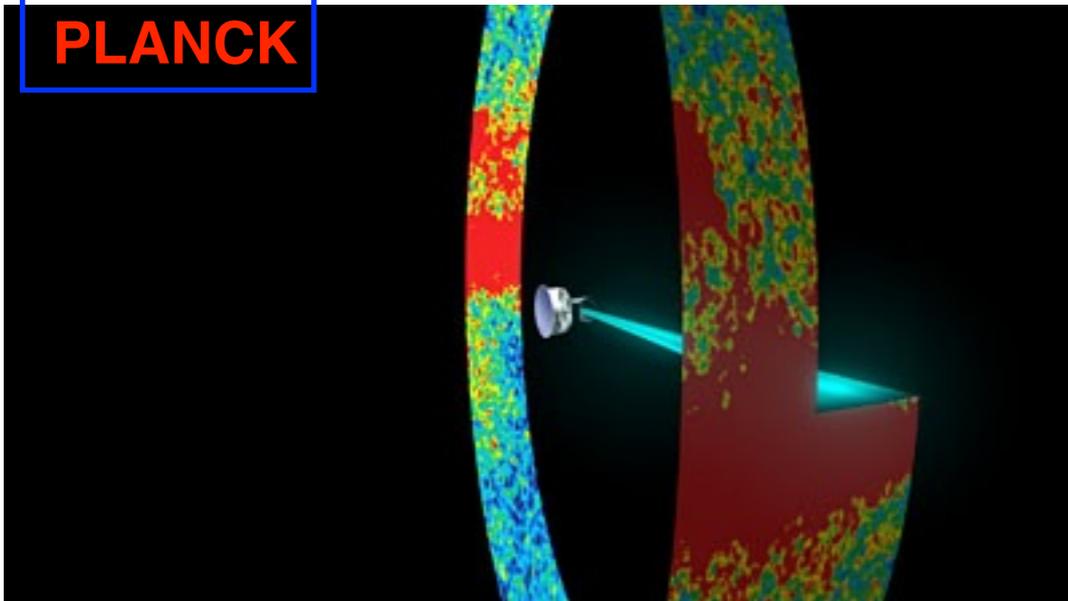
ISÓTROPO
(mismo en todas
direcciones)

Prueba definitiva de
la teoría del Big Bang !

Etapas Cósmicas: Formación átomos (300.000-400.000 años)

¿ **Dónde está esa luz?** **En Todas partes!**

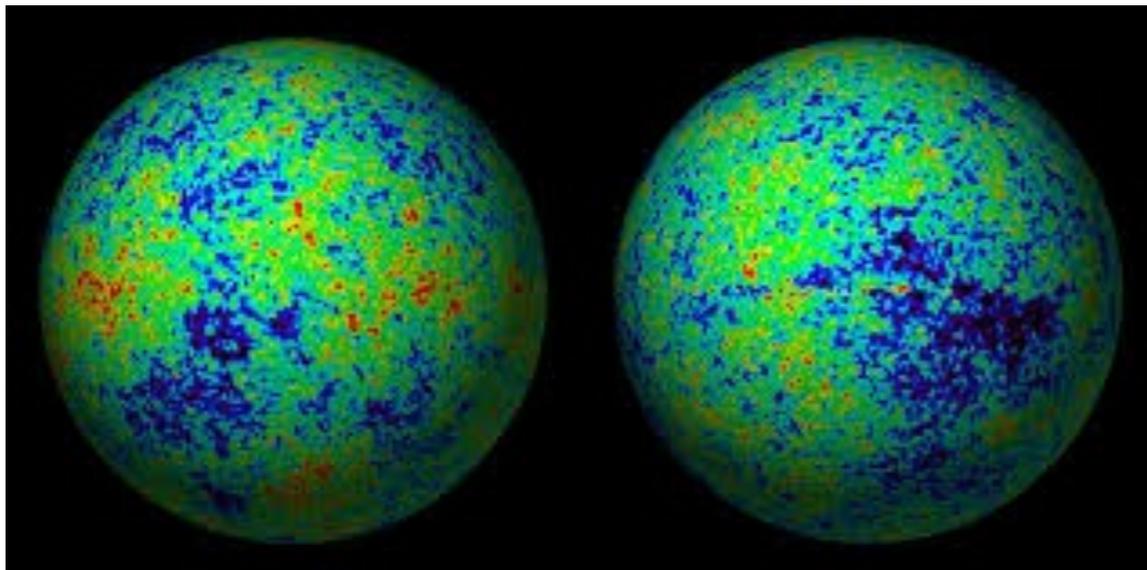
Satélite
PLANCK



**Fondo Cósmico
de Microondas**

Prueba definitiva de
la teoría del Big Bang !

ISÓTROPO
(mismo en todas
direcciones)

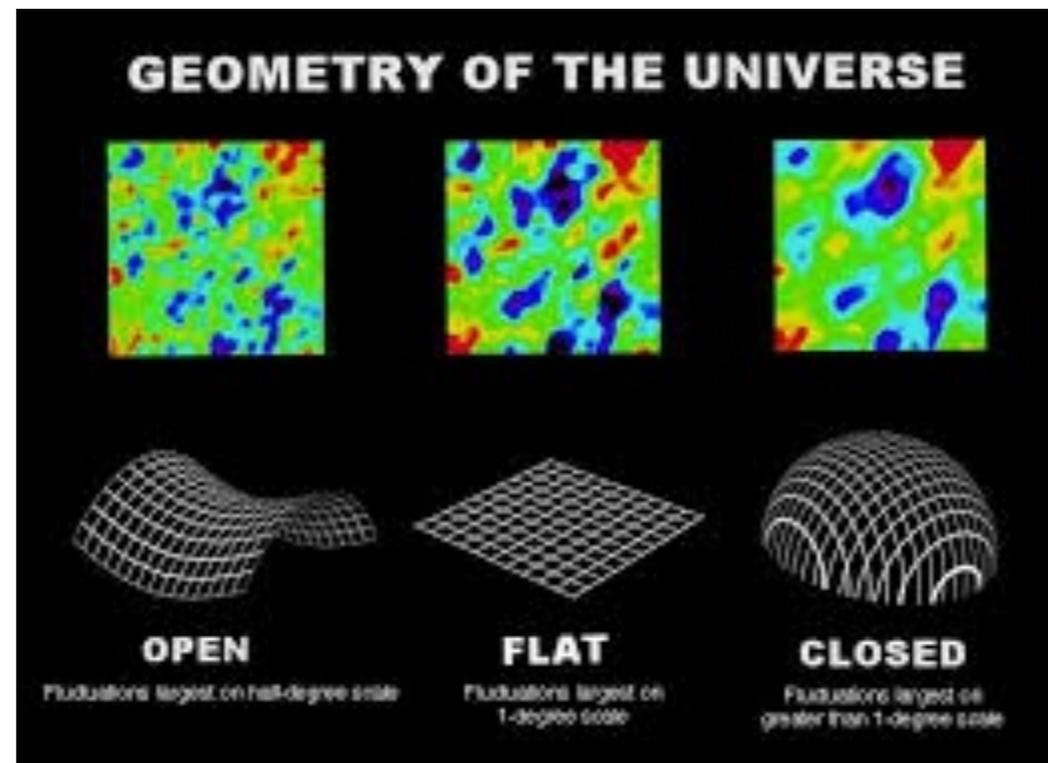


pero

**Hay Pequeñas
'Inhomogeneidades' !
(variaciones de 1/100.000)**

Etapas Cósmicas: Formación átomos (300.000-400.000 años)

Propiedades del Fondo Cósmico de Microondas

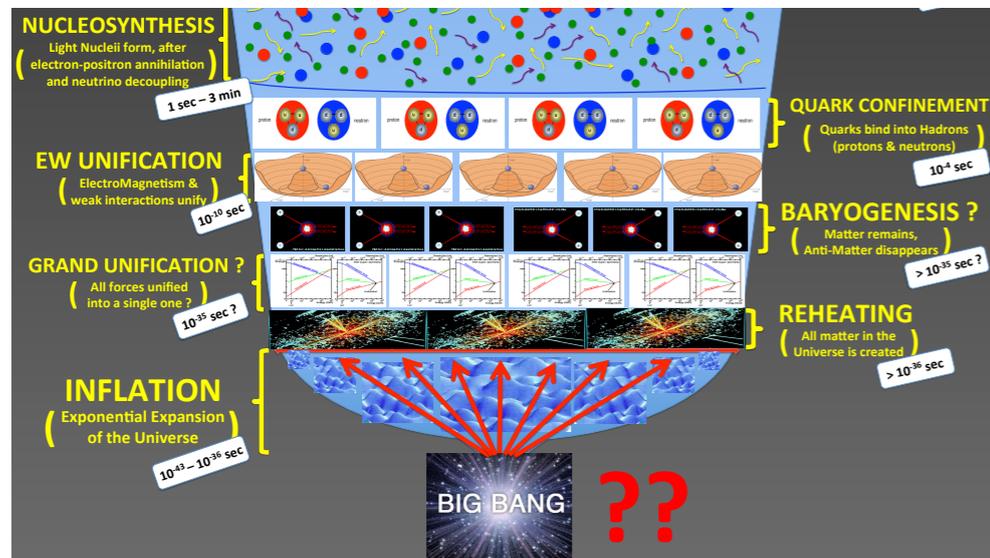


Propiedades de las Anisotropías entonces ... Geometría del Universo !

EI UNIVERSO TIENE GEOMETRÍA 'PLANA' !

Etapas Cósmicas: El Primer Segundo del Universo !

Aceleradores de Partículas (LHC): Llegan hasta 10^{-10} seg



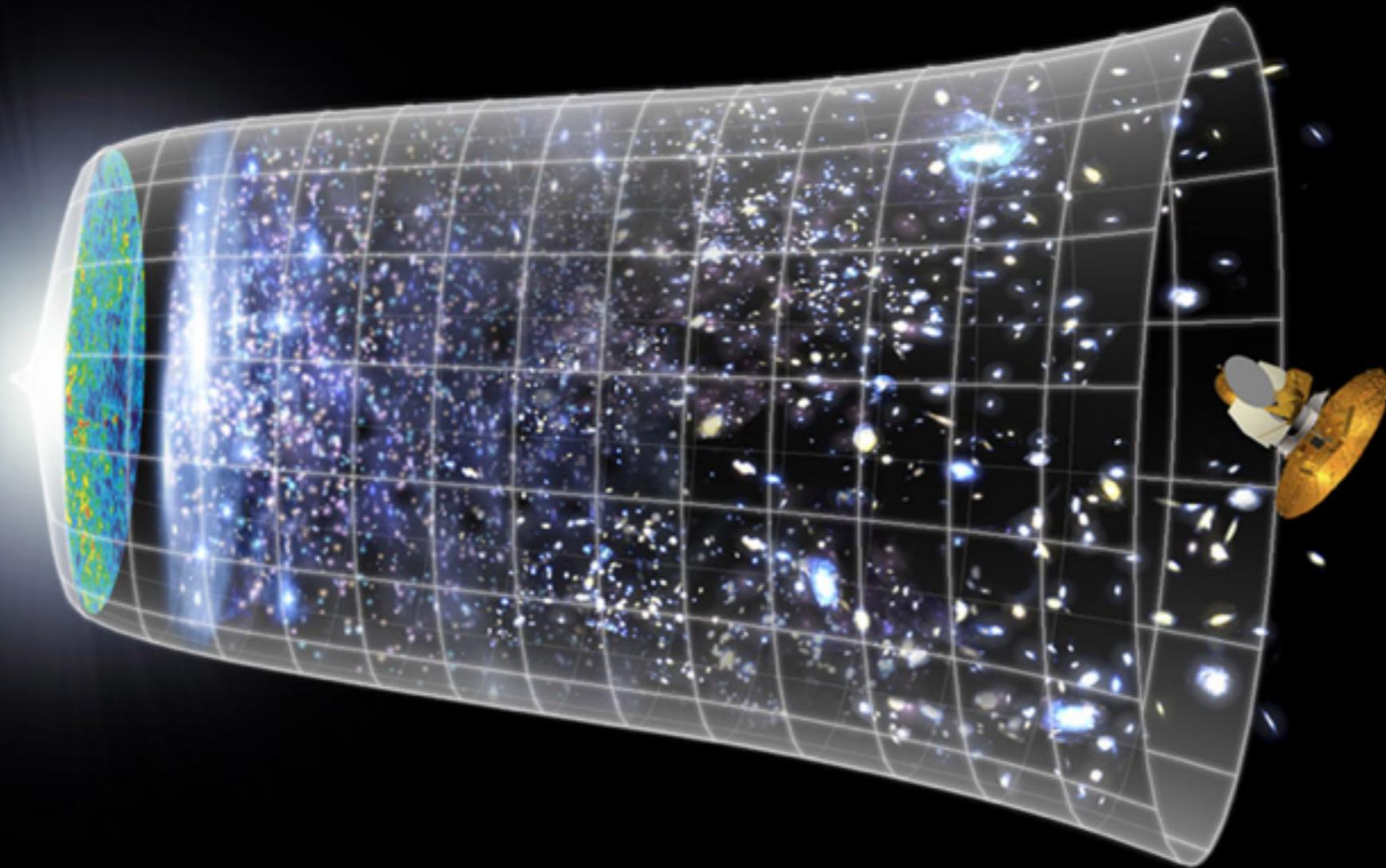
* Física de Partículas (Laboratorio):
Extrapolamos al Universo Primitivo

* Al principio del Universo hubo (posiblemente) un período de **INFLACIÓN: EXPANSIÓN ACELERADA** [después se creó toda la materia!]

* **El Primer segundo** del Universo determina su evolución posterior!

* **¿ Pueden pensar en alguna radiación emitida en el primer segundo ?**

En resumen

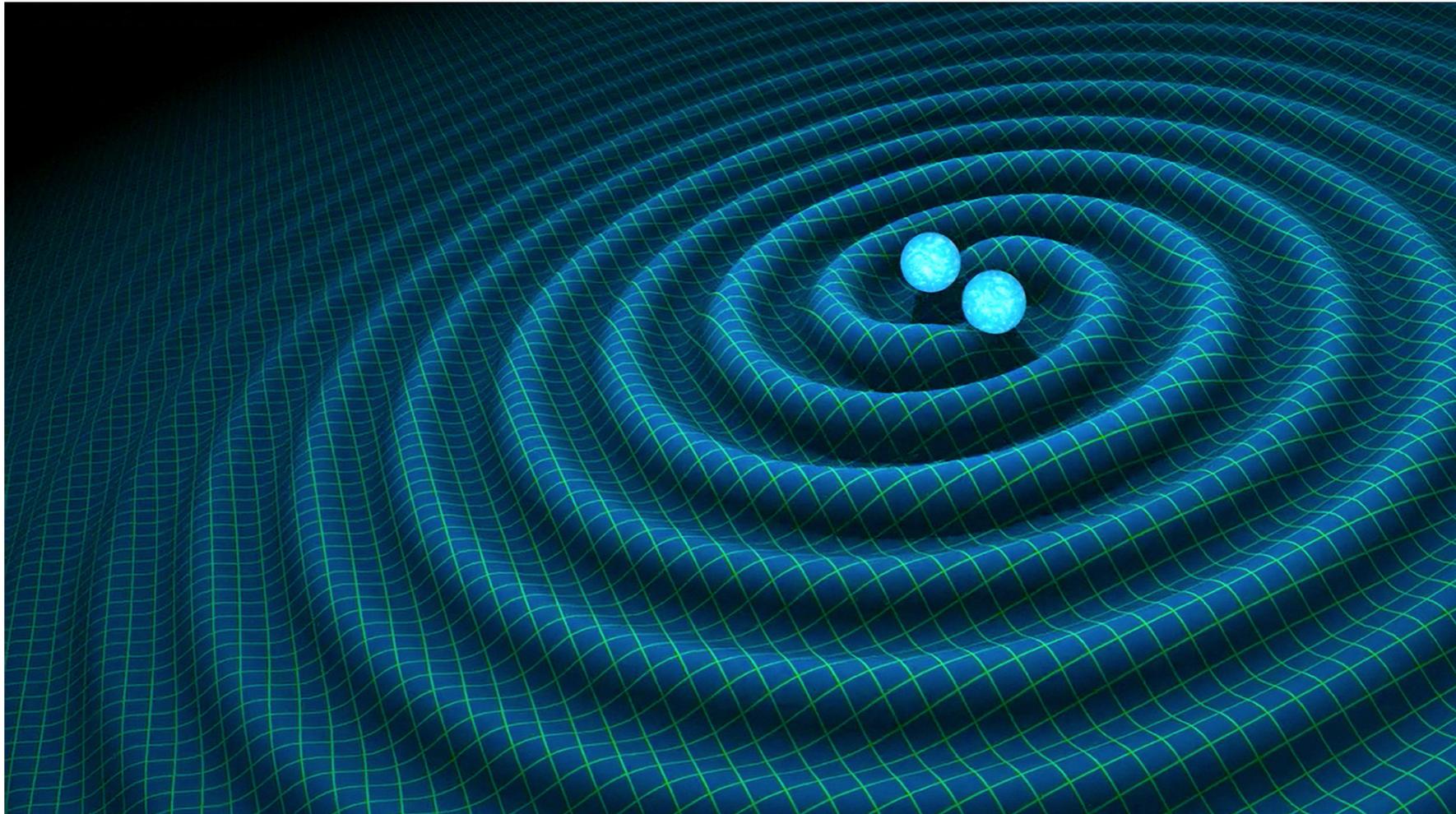


- ✓ El Universo se ha expandido durante 13.700 millones de años !
(Sabemos eso porque hemos "medido" la materia del Universo)
- ✓ Varias Etapas han sido cruciales en la evolución del Universo
- ✓ El primer segundo es crucial para entender la posterior evolución
- ✓ **GRACIAS POR SU ATENCIÓN !**

¿ QUÉ NO HE CONTADO ?

MUCHAS COSAS !

Ondas Gravitacionales: Observar el Primer Segundo del Universo ?



Misterios por resolver

¿Qué compone la materia oscura?

¿Qué es la energía oscura?

¿Podemos observar el primer segundo?

¿Tiene sentido hablar de 'antes' de Inflación?

¿Es infinito el Universo?

...