

El Origen del Universo (Versión Porno)

Sao Carlos, 21/05/2013

Héctor Vucetich

Observatorio Astronómico

Universidad Nacional de La Plata

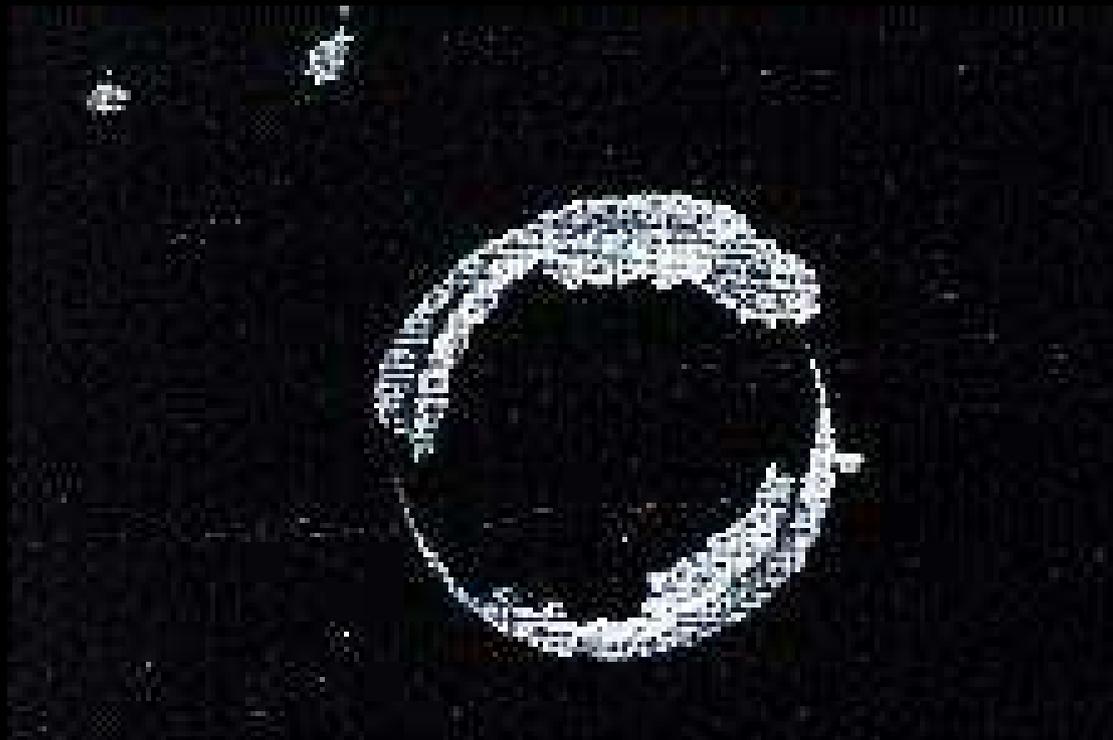
Mitos cosmogónicos

La lección de las Musas

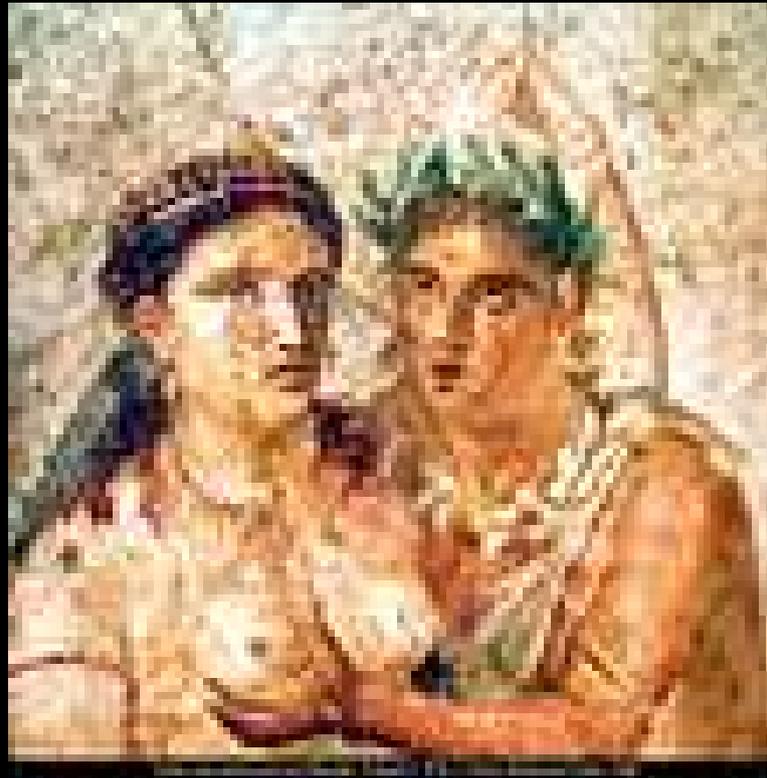
Pastores agrestes, cabezas huecas,
solamente panzas.
Sabemos decir muchas mentiras que
parecen reales;
pero sabemos, cuando queremos,
celebrar la verdad.

HESÍODO ca. 750 aC

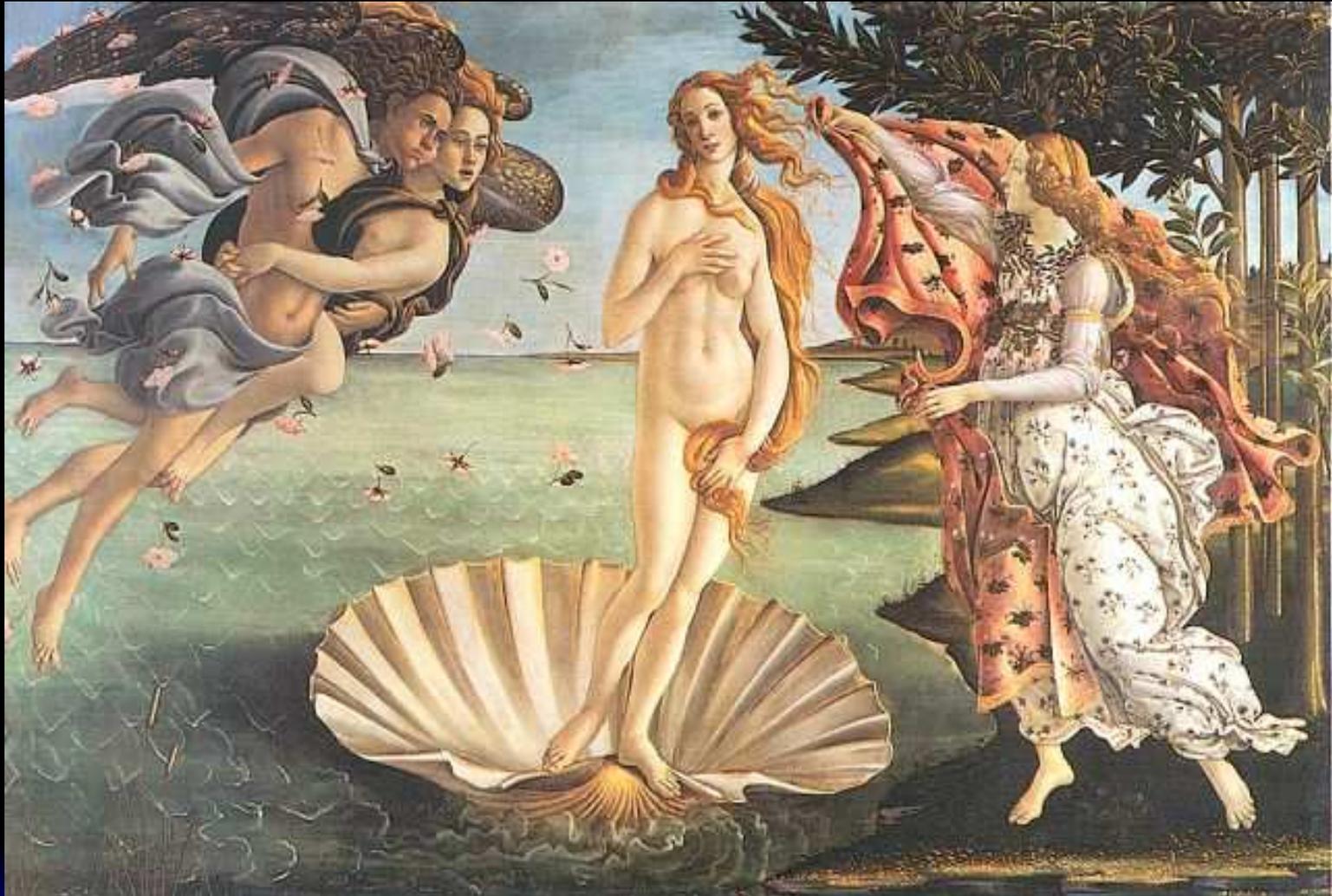
Caos: el padre de los dioses



Urano y Gaia



El nacimiento de Afrodita



El reino de Kronos



El engaño de Kronos



La educación de Zeus



El robo del fuego



Christian Griepenkerl (1839-1916): Raub des Feuers. Photo © Maicar Förlag - GML

El castigo de Prometeo



Christian Griepenkerl (1839-1916): Die Strafe. Photo © Maicar Förlag - GML

El regalo de Zeus



La curiosidad de Pandora



El Big Bang

Los Principios

- **El principio galileano:** Las leyes de la física son las mismas en todo el Universo.

Los Principios

- **El principio galileano:** Las leyes de la física son las mismas en todo el Universo.
- **El principio cosmológico:** El Universo es homogéneo e isotrópico.

Los Principios

- **El principio galileano:** Las leyes de la física son las mismas en todo el Universo.
- **El principio cosmológico:** El Universo es homogéneo e isotrópico.
- **La expansión de Hubble:** El Universo se expande como un todo.

Los Principios

- **El principio galileano:** Las leyes de la física son las mismas en todo el Universo.
- **El principio cosmológico:** El Universo es homogéneo e isotrópico.
- **La expansión de Hubble:** El Universo se expande como un todo.
- **El fondo de radiación:** El Universo está bañado por una radiación de fondo de 3 K.

Los Principios

- **El principio galileano:** Las leyes de la física son las mismas en todo el Universo.
- **El principio cosmológico:** El Universo es homogéneo e isotrópico.
- **La expansión de Hubble:** El Universo se expande como un todo.
- **El fondo de radiación:** El Universo está bañado por una radiación de fondo de 3 K.
- **Inflación:** El Universo pasó por un periodo muy breve de expansión exponencial.

Los protagonistas

Three generations of matter (fermions)

	I	II	III		
mass	$2.4 \text{ MeV}/c^2$	$1.37 \text{ GeV}/c^2$	$171.3 \text{ GeV}/c^2$	0	$1 \text{ GeV}/c^2$
charge	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	0	0
spin	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	0
name	u up	c charm	t top	γ photon	H Higgs boson
Quarks	$4.8 \text{ MeV}/c^2$ $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$ d down	$104 \text{ MeV}/c^2$ $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$ s strange	$4.2 \text{ GeV}/c^2$ $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$ b bottom	0 0 1 g gluon	
	$<1.3 \text{ eV}/c^2$ 0 $\frac{1}{2}$ ν_e electron neutrino	$<0.17 \text{ MeV}/c^2$ 0 $\frac{1}{2}$ ν_μ muon neutrino	$<11.5 \text{ MeV}/c^2$ 0 $\frac{1}{2}$ ν_τ tau neutrino	0 0 1 Z^0 Z boson	
Leptons	$0.511 \text{ MeV}/c^2$ -1 $\frac{1}{2}$ e electron	$105.7 \text{ MeV}/c^2$ -1 $\frac{1}{2}$ μ muon	$1.777 \text{ GeV}/c^2$ -1 $\frac{1}{2}$ τ tau	$80.4 \text{ GeV}/c^2$ +1 1 W^\pm W boson	Gauge bosons

El modelo estándar de las partículas elementales

Los protagonistas

II: Los marginales

Teoría

WIMP

Peccei-Quinn

Axión

Supersimetría

Neutralino...

Todas

Higgs (Higgsino)

Los protagonistas

III: Los demonios

Infierno

Demonio

Campos clásicos

Quintaesencia

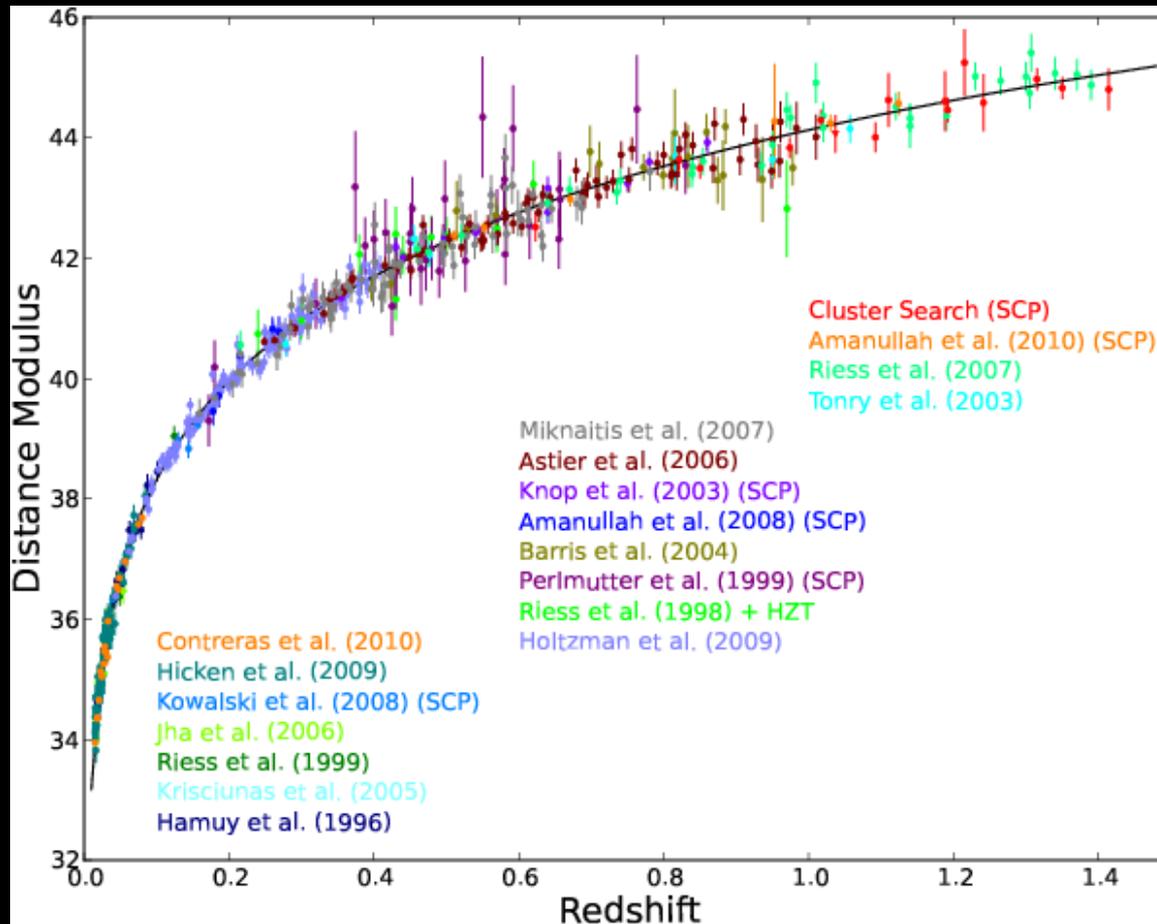
Campos cuánticos

Mar de Dirac

Supercuerdas

??

El susurro de las supernovas



Colección *Union2.1* de distancias medidas con supernovas

Las leyes

- I: La geometría
(Principios Galileano, Cosmológico y
Expansión de Hubble)

$$ds^2 = c^2 dt^2 - a^2(t) ds_E^2$$

Las leyes

- I: La geometría
(Principios Galileano, Cosmológico y Expansión de Hubble)

$$ds^2 = c^2 dt^2 - a^2(t) ds_E^2$$

- II: La evolución
(Principio Galileano y Relatividad General)

$$\frac{\dot{a}^2}{a^2} + \frac{k}{a^2} = \frac{8\pi G}{2c^2} \epsilon(p, T)$$

Las leyes

- III: La ecuación de estado
(Principio Galileano, Fondo Cósmico de Radiación y Modelo Estándar)

Las leyes

- III: La ecuación de estado
(Principio Galileano, Fondo Cósmico de Radiación y Modelo Estándar)
- Existe equilibrio termodinámico p.c.t. t

Las leyes

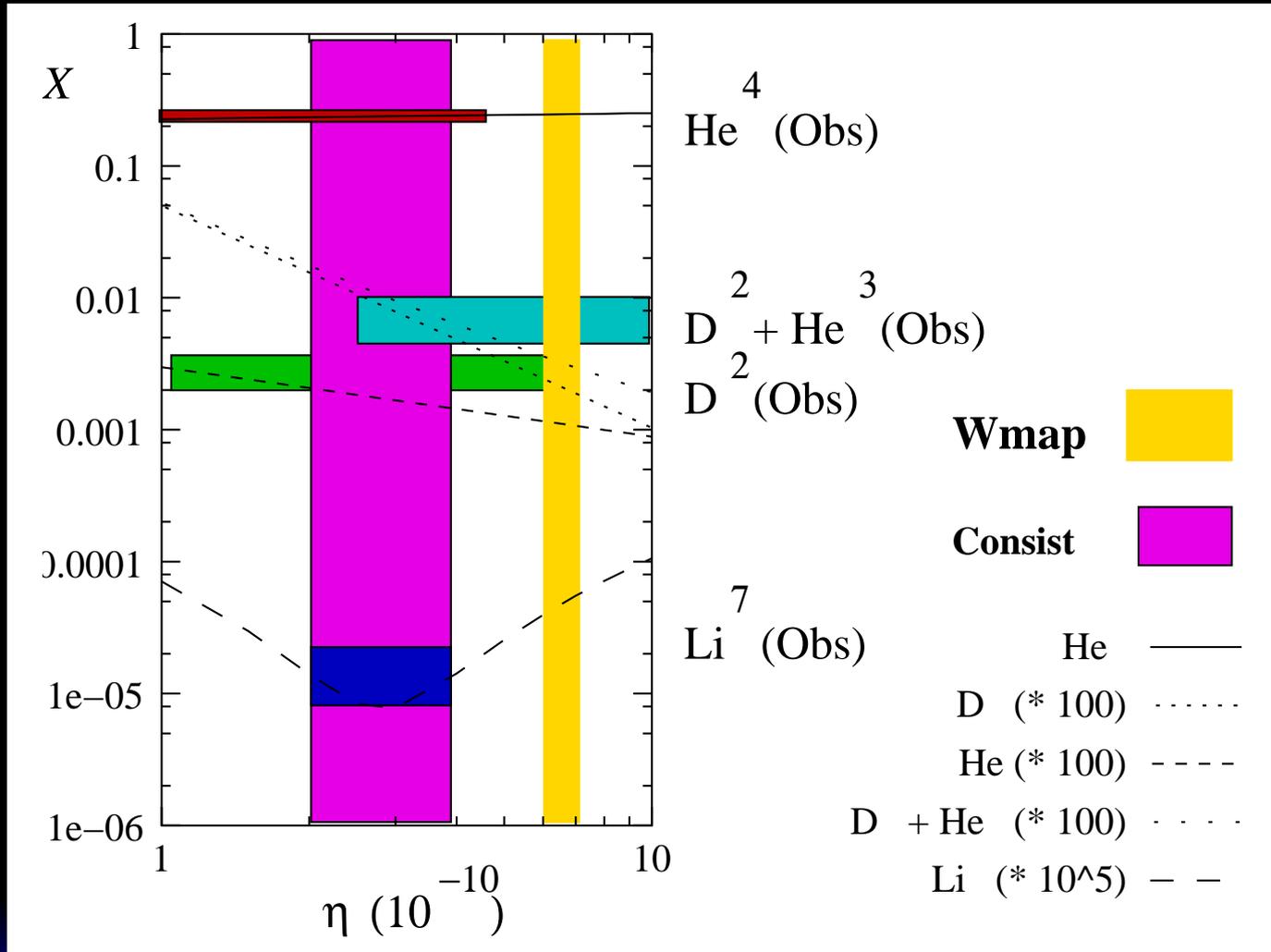
- III: La ecuación de estado
(Principio Galileano, Fondo Cósmico de Radiación y Modelo Estándar)
- Existe equilibrio termodinámico *p.c.t. t*
- El contenido del Universo está formado por la materia estándar, más la materia oscura, más la energía oscura

Historia del Universo

Los tres primeros minutos

Suceso	t (s)	T (°K)	Suceso
Origen	?	?	Aparición de espacio y tiempo
Inflación	$\sim 10^{-35}$	~ 0	Crecimiento y homogeneización
Termogénesis	$\sim 10^{-34}$	$\sim 10^{28}$	Calentamiento
EVOLUCIÓN			DE
Bariosíntesis	$\sim 10^{-31}$	$\sim 10^{26}$	Nace la materia normal
Melanosíntesis	$\sim 10^{-20}$	$\sim 10^{22}$	Nace la materia oscura
Mesogénesis	2×10^{-11}	$\sim 10^{15}$	Masa de partículas
LAS			PERTURBACIONES
Hadrosíntesis	10^{-5}	$\sim 10^{12}$	Formación de nucleones
Nucleosíntesis	100	$\sim 10^7$	Núcleos livianos

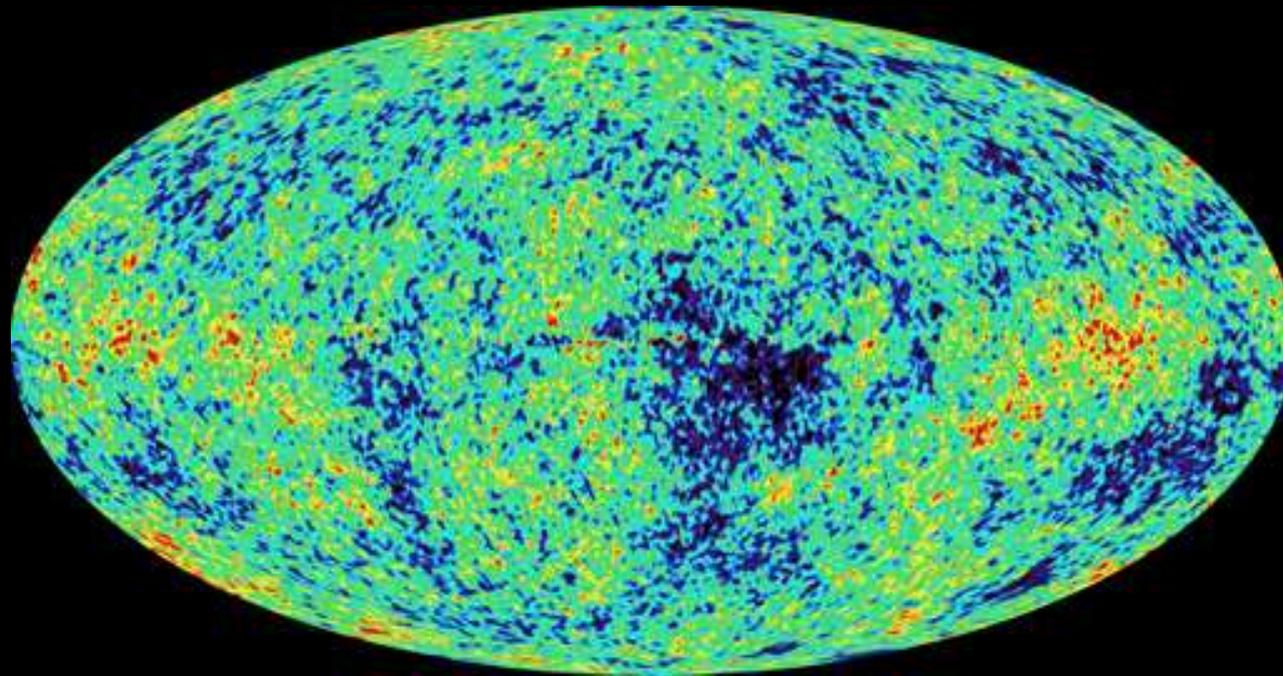
Nucleosíntesis primordial



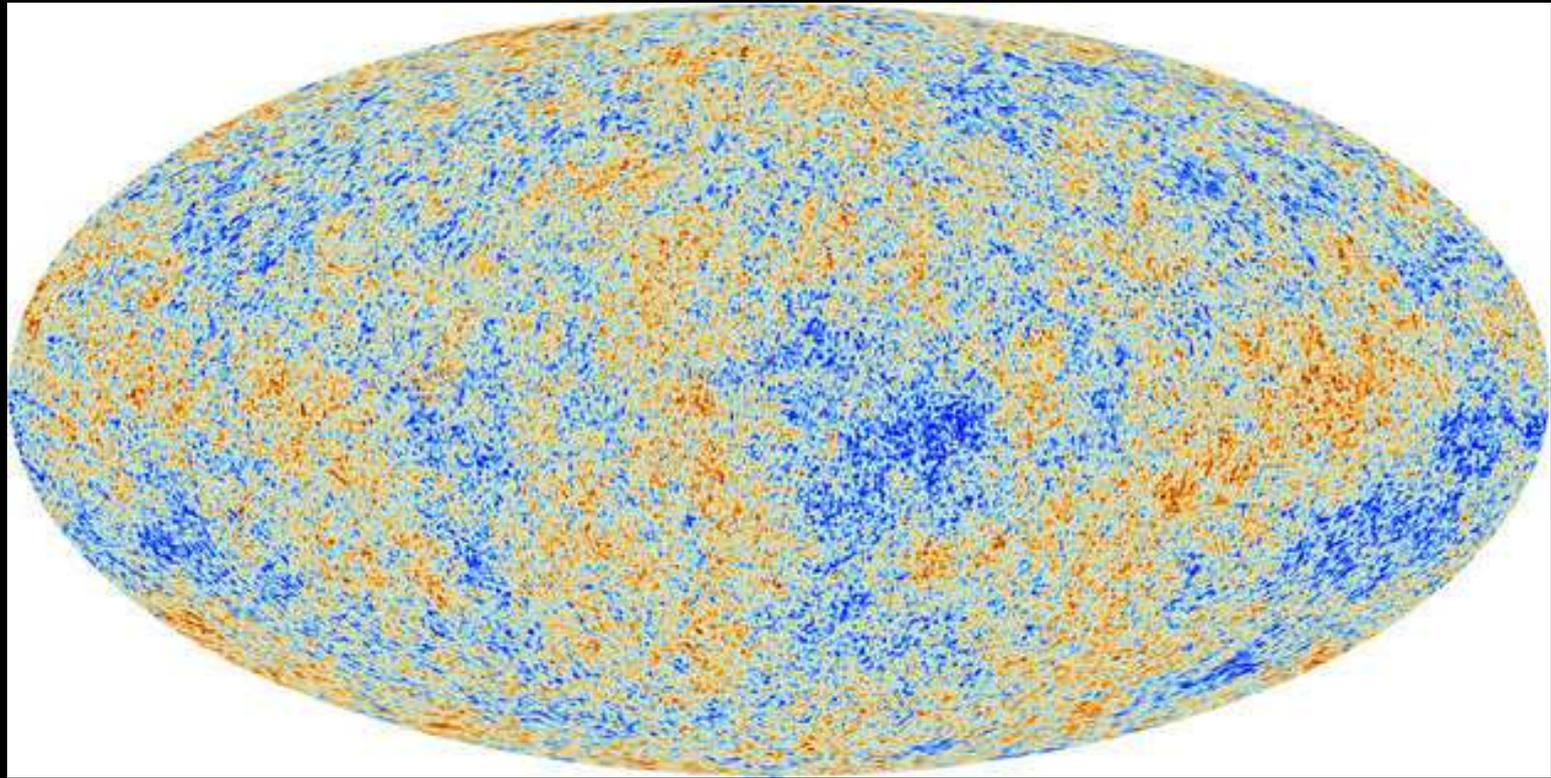
El primer millón de años

Suceso	t (a)	T (°K)	Suceso
Radiación = materia	$2,5 \times 10^4$	$1,5 \times 10^4$	Dominio material
CRECIMIENTO		DE	
Recombinación	$\sim 4 \times 10^5$	~ 3000	Formación de átomos
PERTURBACIONES			

La visión más lejana



Una fotografía digital



Los diez gigaaños que siguieron

Suceso	t (a)	T (°K)	Suceso
CRECIMIENTO			DE
PERTURBACIONES			
Colapso	$\sim 5 \times 10^8$	28	Nacen galaxias
Oscura = materia	$\sim 1 \times 10^{10}$	28	Domina la energía oscura

Conclusiones

Caveat emptor!

- Los resultados que hemos expuesto muestran una admirable consistencia. Pero...

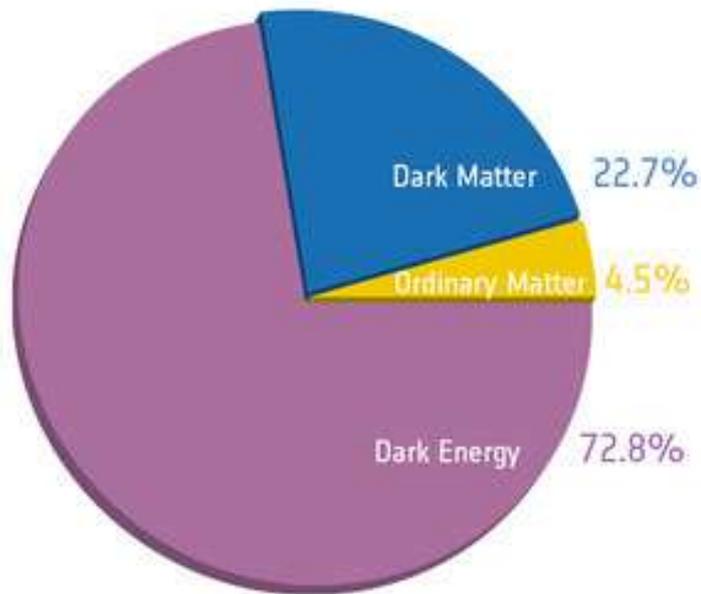
Caveat emptor!

- Los resultados que hemos expuesto muestran una admirable consistencia. Pero...
- Los resultados de alta precisión discrepan entre sí.

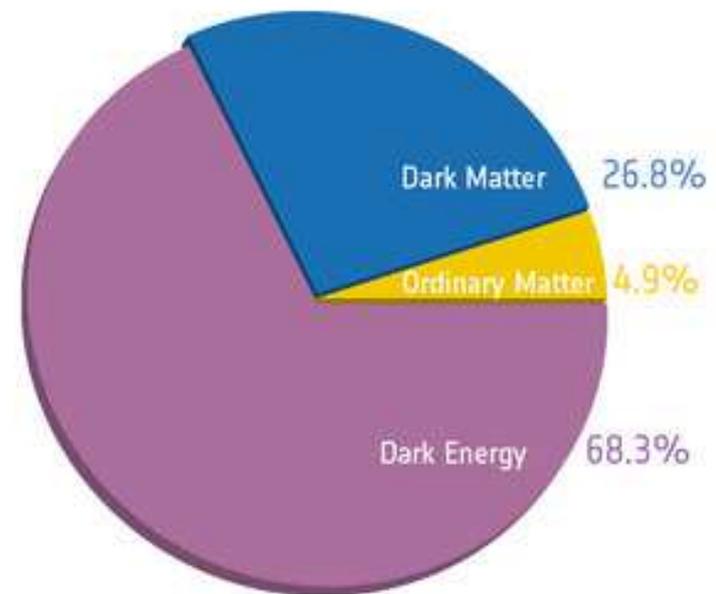
Caveat emptor!

- Los resultados que hemos expuesto muestran una admirable consistencia. Pero...
- Los resultados de alta precisión discrepan entre sí.
- Desconocemos el 95 % de la materia que forma el Universo.

Receta para nuestro Universo



Before Planck



After Planck

Dudas

- Vivimos en un Universo acelerado, inflacionario, dominado por misteriosas energía y materia oscura. ¿Qué son? ¿Cómo se conectan con la física usual?

Dudas

- Vivimos en un Universo acelerado, inflacionario, dominado por misteriosas energía y materia oscura. ¿Qué son? ¿Cómo se conectan con la física usual?
- El cálculo de la constante cosmológica es sencillo pero conduce a resultados que discrepan brutalmente con la observación

$$\Omega_{\Lambda}^{(T)} \sim 10^{120} \Omega_{\Lambda}^{(O)}$$

Los caminos futuros

- Volver a los mitos poéticos, con la visión de un artista.

Los caminos futuros

- Volver a los mitos poéticos, con la visión de un artista.
- Celebrar la verdad.

La visión de un artista



Celebrar la verdad

En verdad, los dioses al principio
ocultaron todo a los mortales
pero éstos, tras investigar, encuentran con
el tiempo lo mejor.

JENÓFANES ca. 530 aC

Final

Como toda ciencia que florece, la cosmología resuelve problemas viejos mientras plantea nuevos.

Lo admirable no es que el Universo sea tan grande sino que el hombre haya sido capaz de medirlo.

ANATOLE FRANCE
El jardín de Epicuro