

Desde el Big Bang



Dr. Tabaré Gallardo
Departamento de Astronomía
Instituto de Física
Facultad de Ciencias
www.fisica.edu.uy

www.semanacyt.org.uy



19 al 25 de Mayo

9ª SEMANA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

Olimpíadas 2014

- olimp-fisica.blogspot.com
- olimp-astro.blogspot.com

Nuestros átomos...



What is Your Cosmic Connection to the Elements?



Épocas del Universo

- Materia-antimateria, partículas y átomos
- Galaxias (H, He)
- Estrellas (nuevos elementos: C, O, Fe)
- Planetas (minerales)
- Evolución química planetaria
- Vida (ADN)
- Cerebro, Inteligencia y Cultura
- ...

Telescopio espacial Hubble





Edwin Hubble

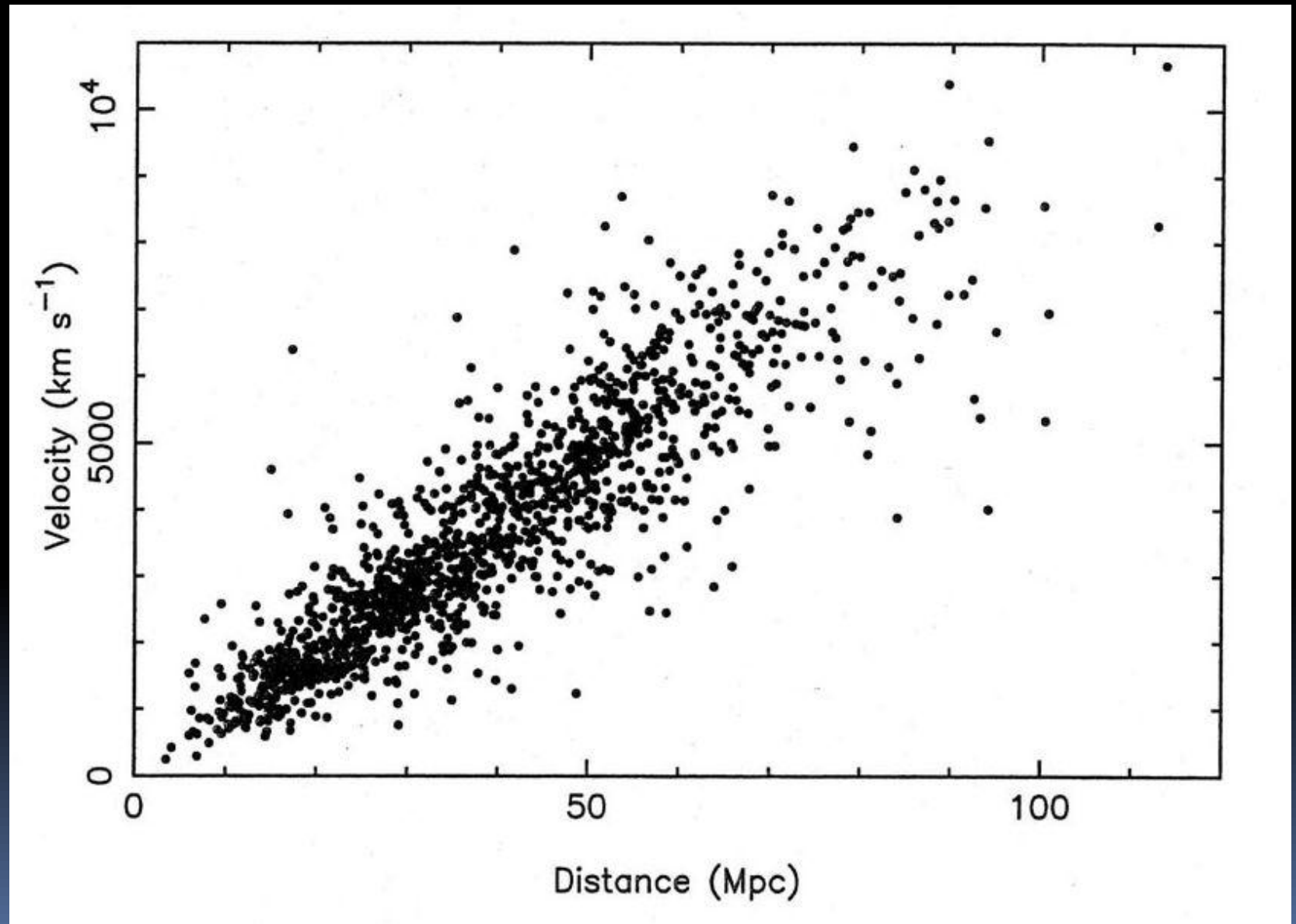


Galaxias

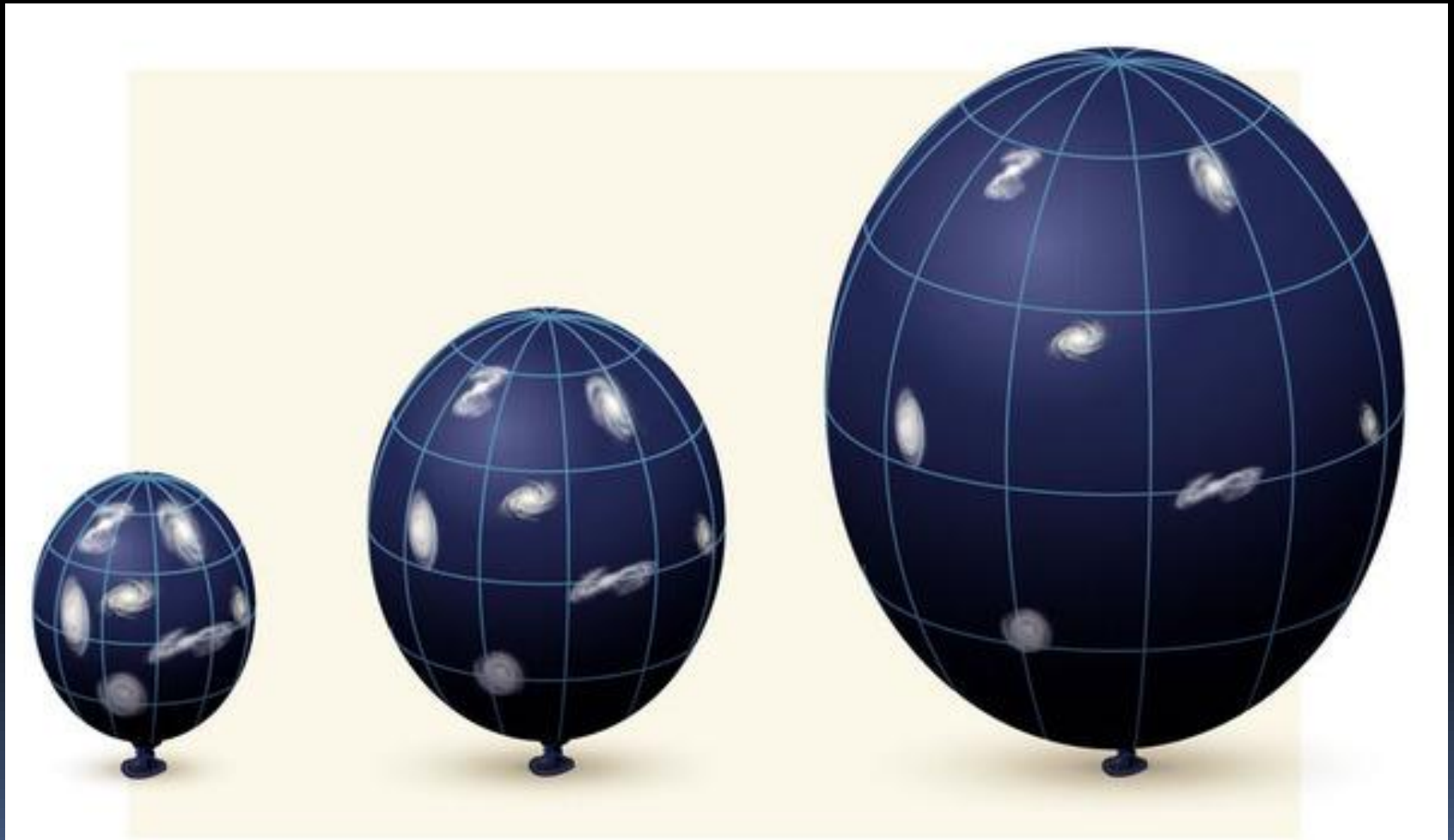




1929: Ley de Hubble



Significado de la Ley de Hubble: EXPANSIÓN

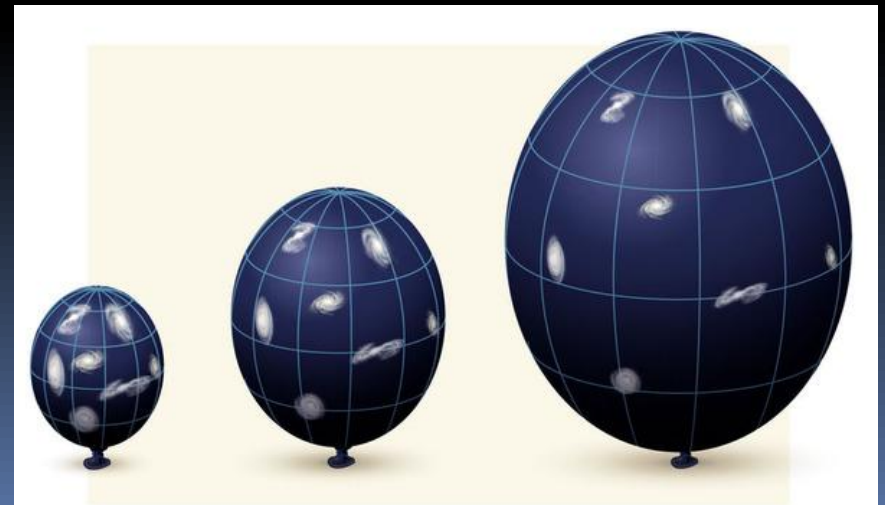


Si vamos hacia atrás en el tiempo... Big Bang!

- Todo el Universo estaba contenido dentro de un volumen microscópico
- Densidad, temperatura y presión enormes
- La materia no podría existir en forma de átomos
- Instante cero: hace 13.700 millones de años

Big Bang

- No es una explosión EN EL espacio sino una expansión violenta **DEL espacio**
- El espacio se expande **entre** las galaxias
- La masa de las galaxias evita que el espacio que las contiene se expanda



Observando el pasado



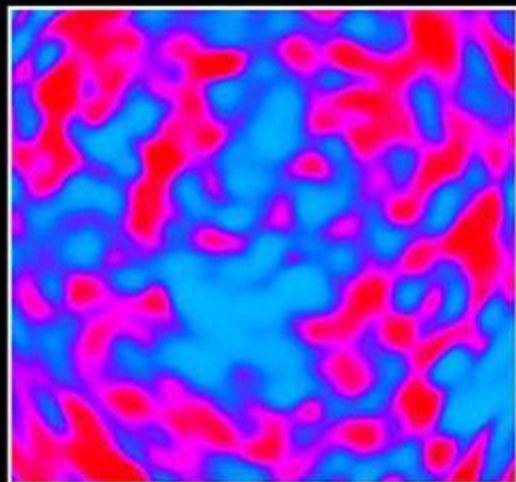
Antigüedad: 2 millones de años



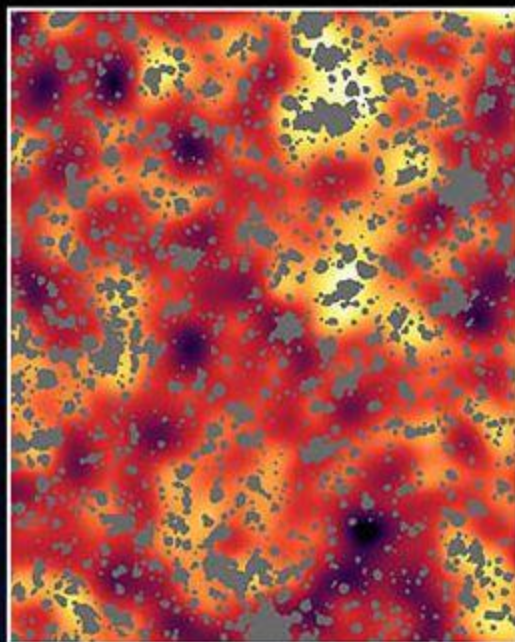
Miles de millones de años

Spitzer "First Light"

COBE Cosmic Microwave Background



Microwaves



Infrared

Hubble Deep Field



Visible

BIG BANG

Dark Ages

First Light

Today

0 yrs

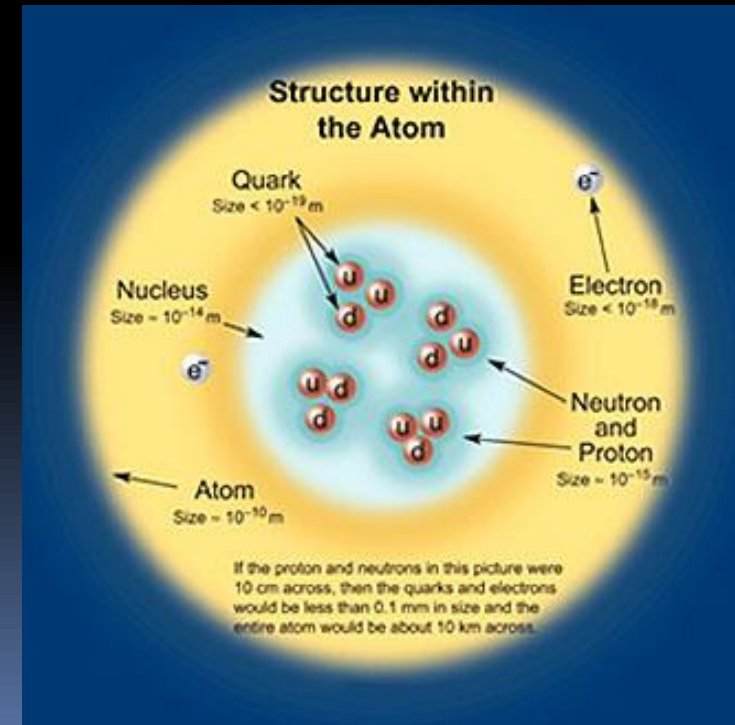
400,000 yrs

400 million yrs

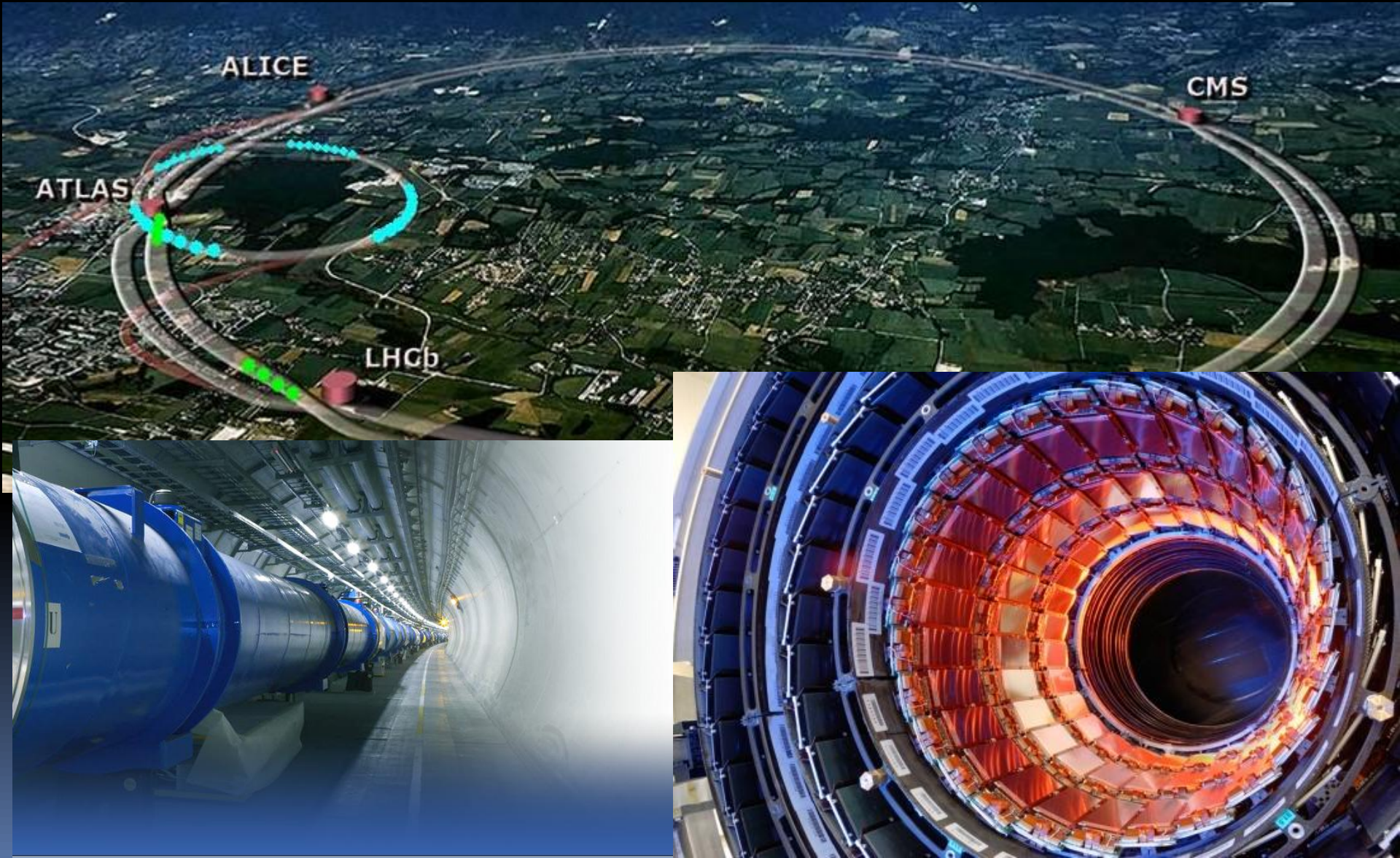
13.7 billion yrs

Primeros minutos del Universo

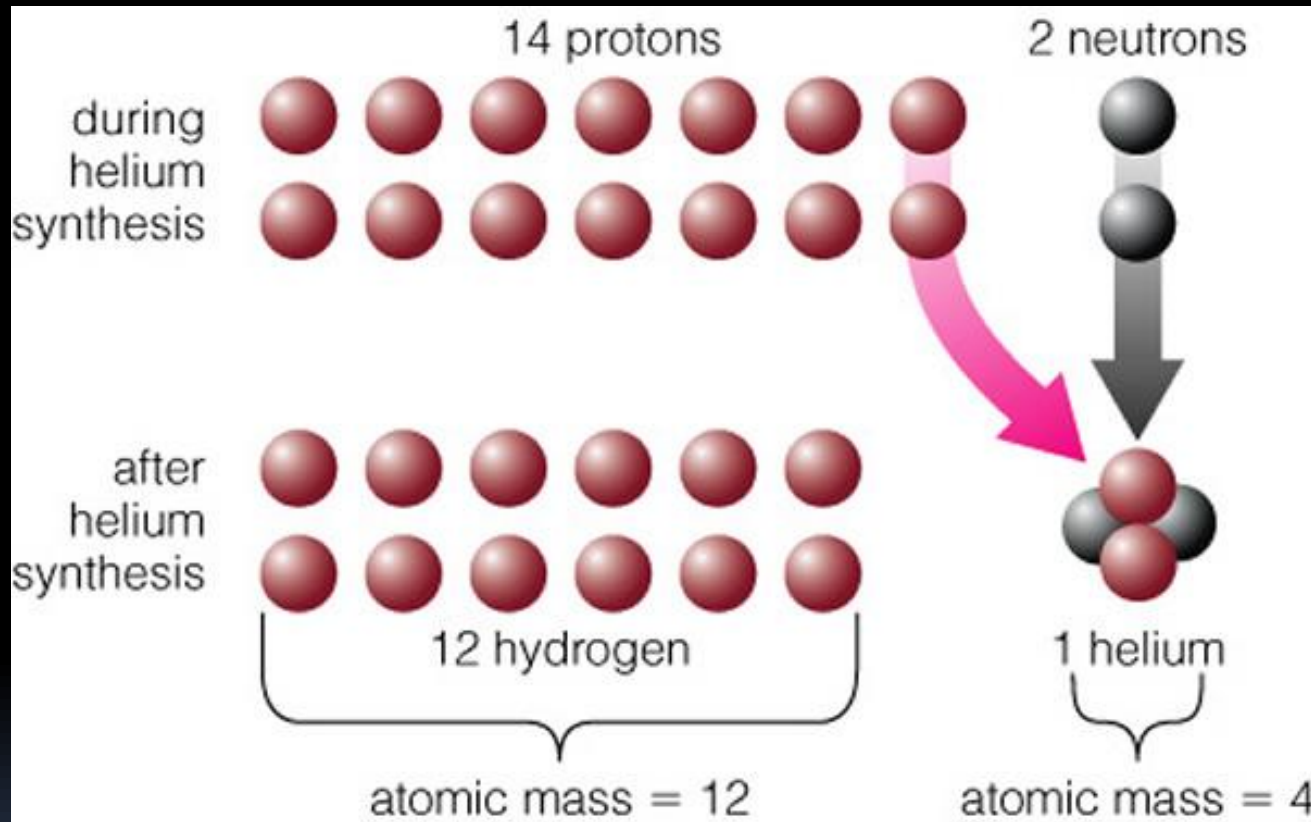
- Energía \leftrightarrow materia + antimateria
- “Sopa” de quarks y electrones
- Quarks \rightarrow protones y neutrones
- Núcleos de H y He



Probando la teoría: LHC



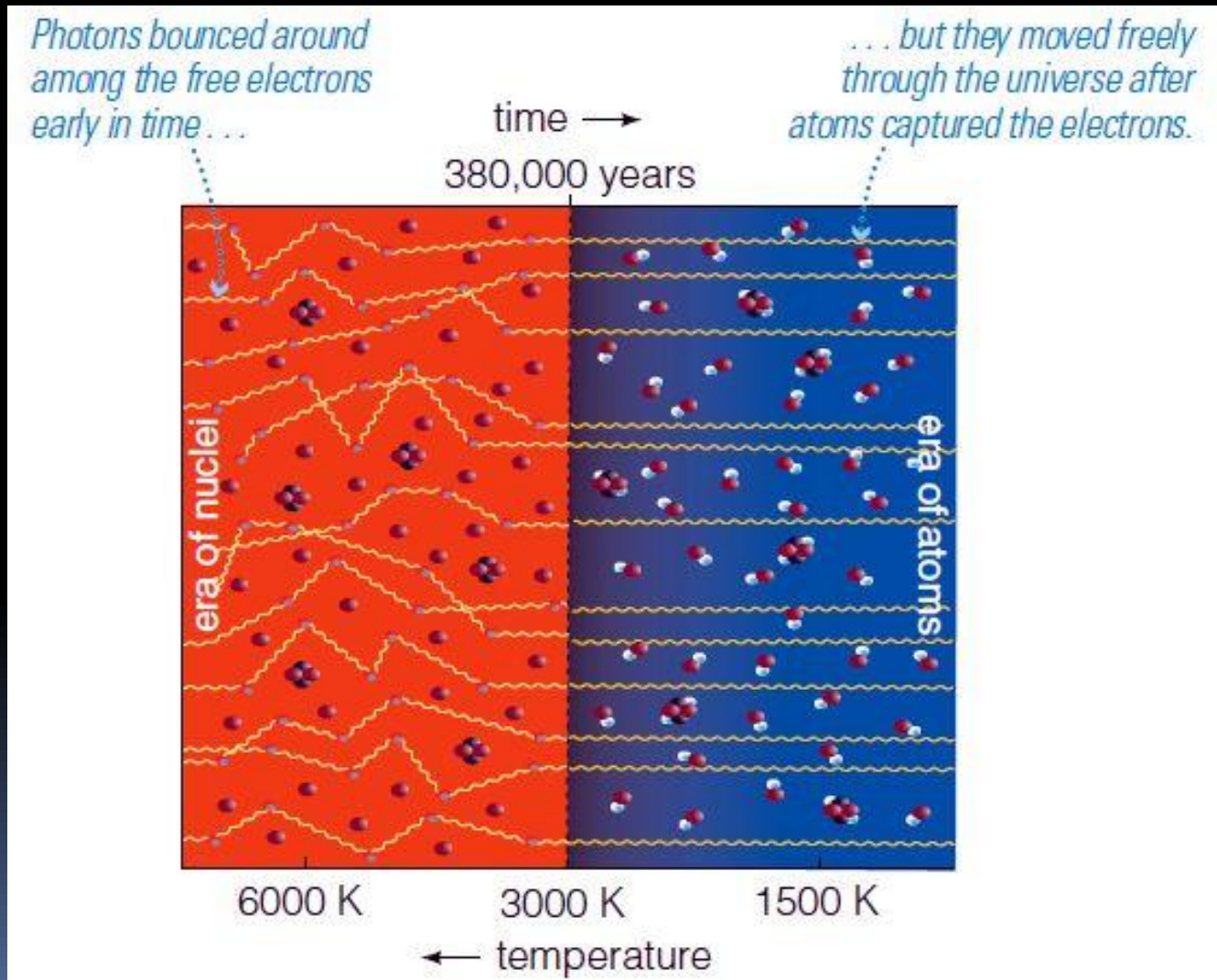
Hidrógeno y Helio



Predicción: 75% H + 25% He

Núcleos → átomos

Universo opaco



Universo transparente

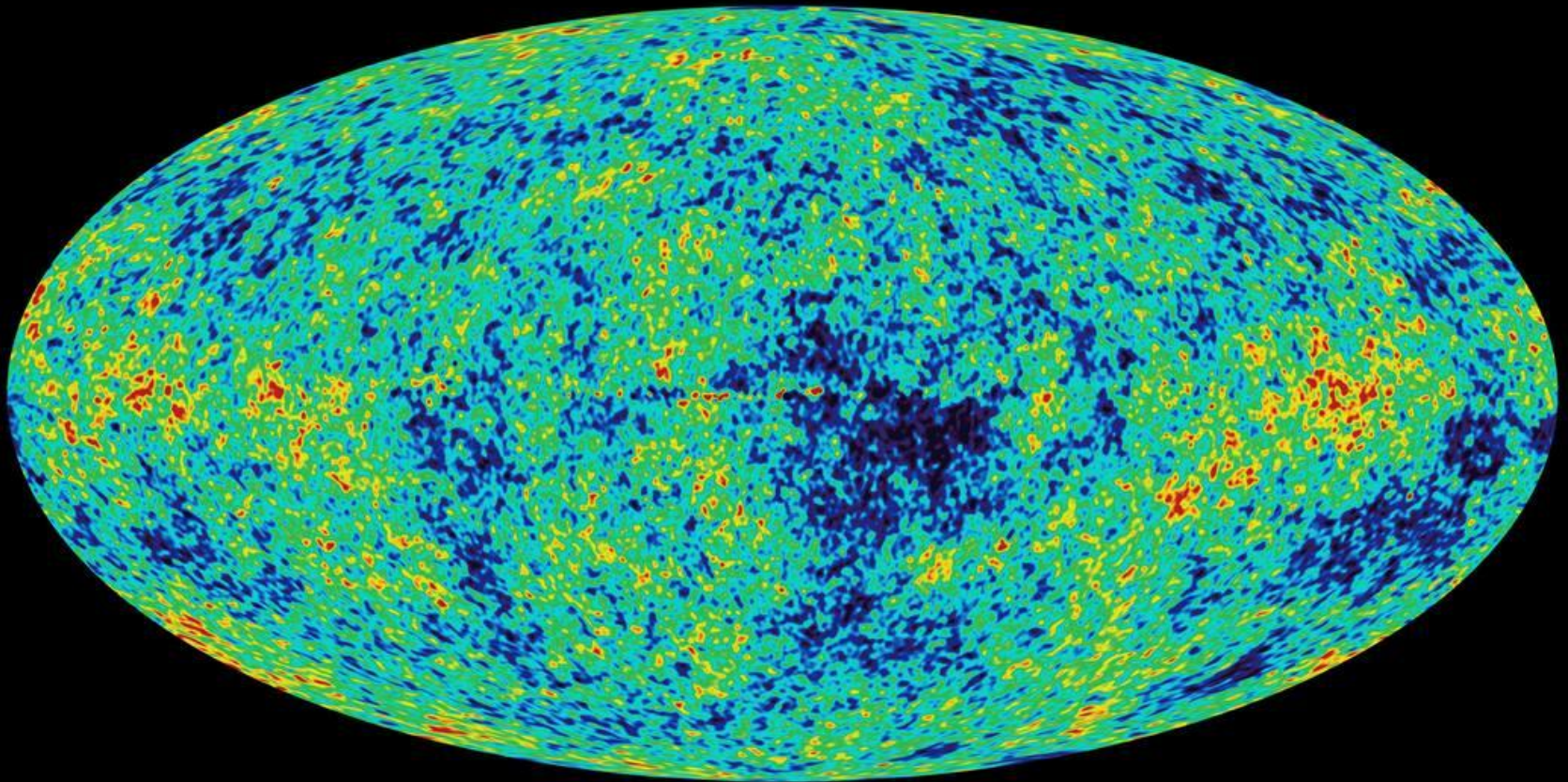
Radiación C3smica de Fondo

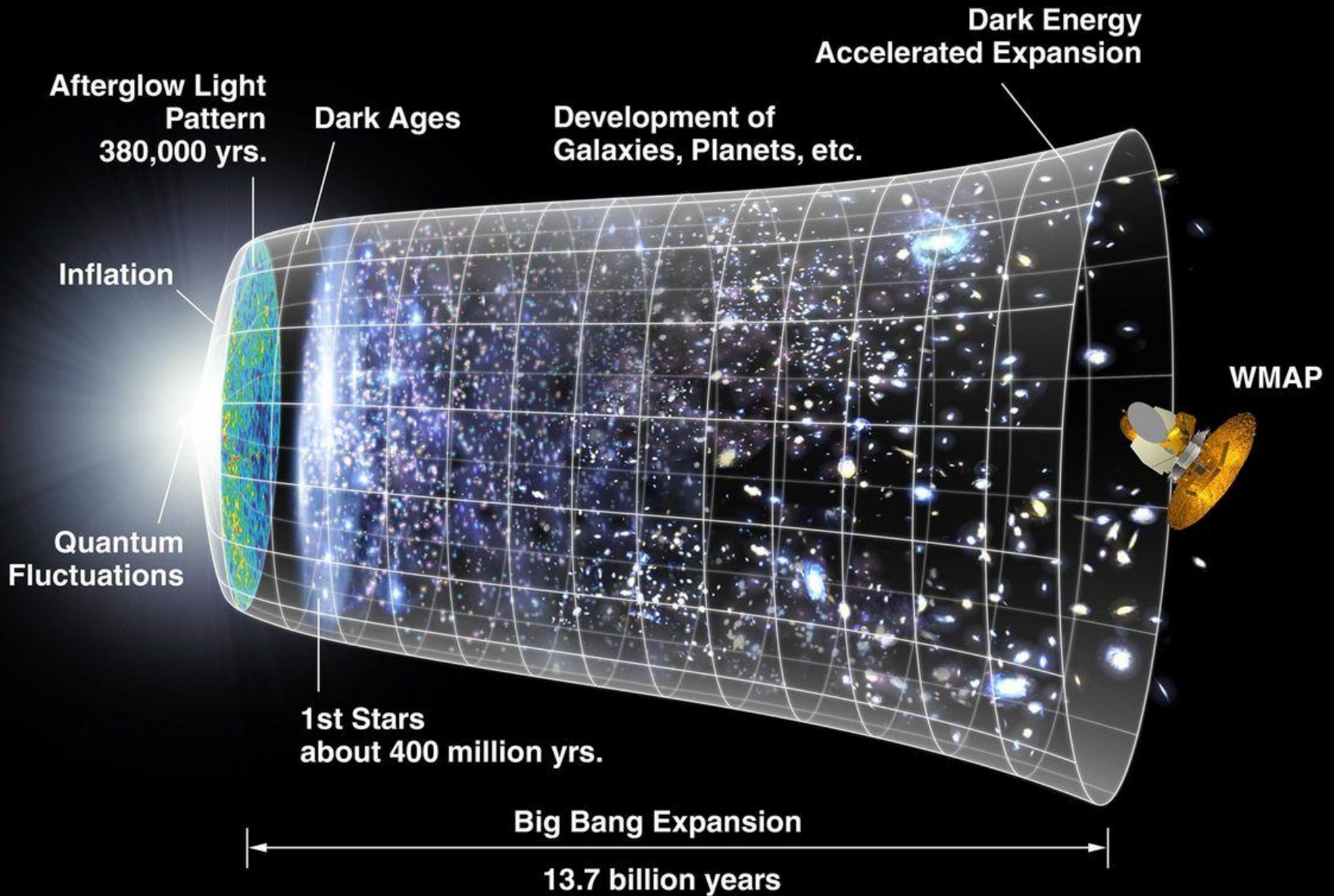
- Es la estructura m3s lejana y primitiva que podemos observar
- Es una imagen del universo a los 380.000 a1os de edad y a $T=3000\text{ K}$
- Como desde entonces el universo ha continuado expandi3ndose la temperatura observada de esa radiaci3n deber3a ser $T=3\text{ K}$

Penzias y Wilson: 1965

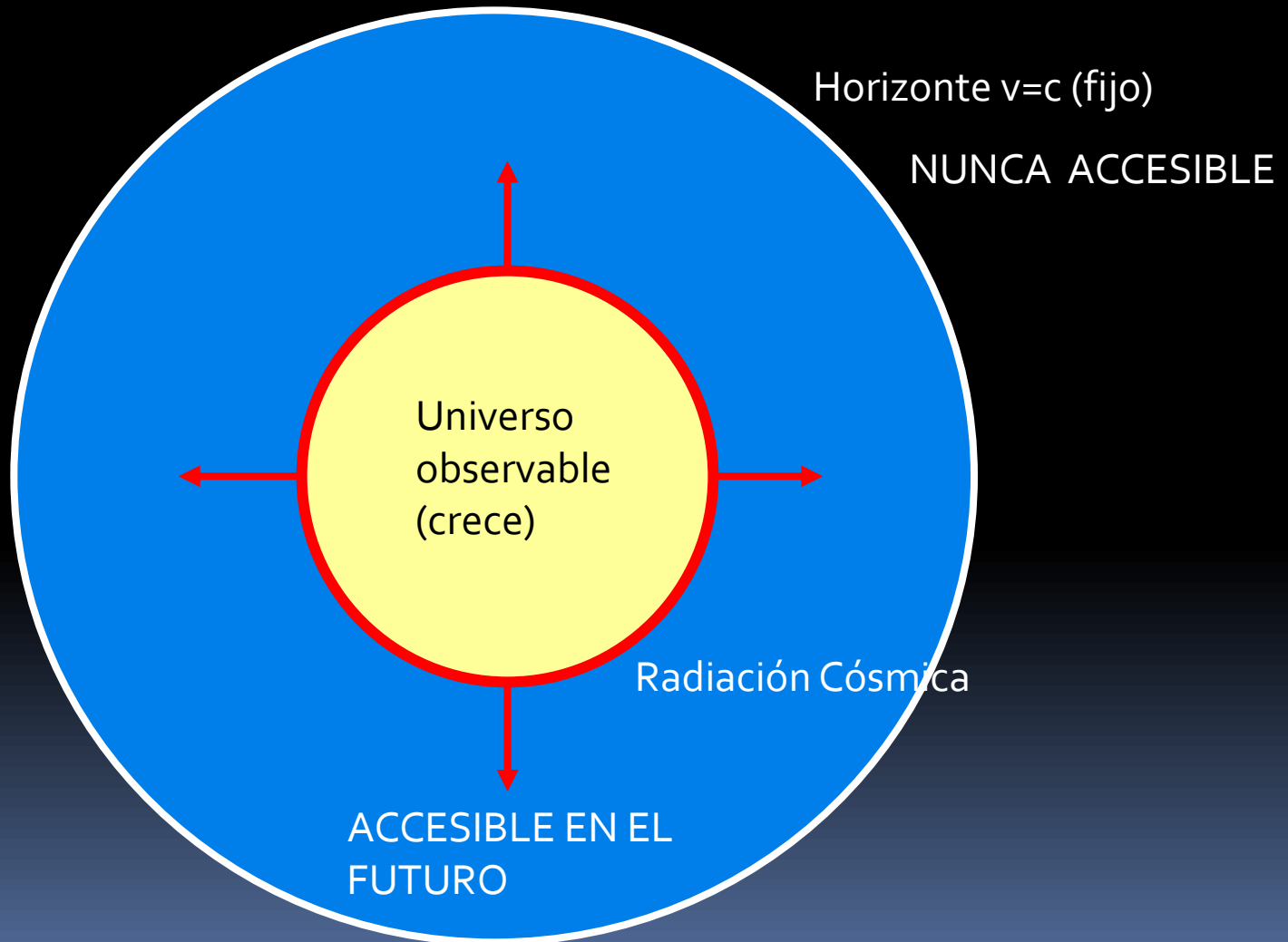


Radiación C3smica de Fondo





Horizontes

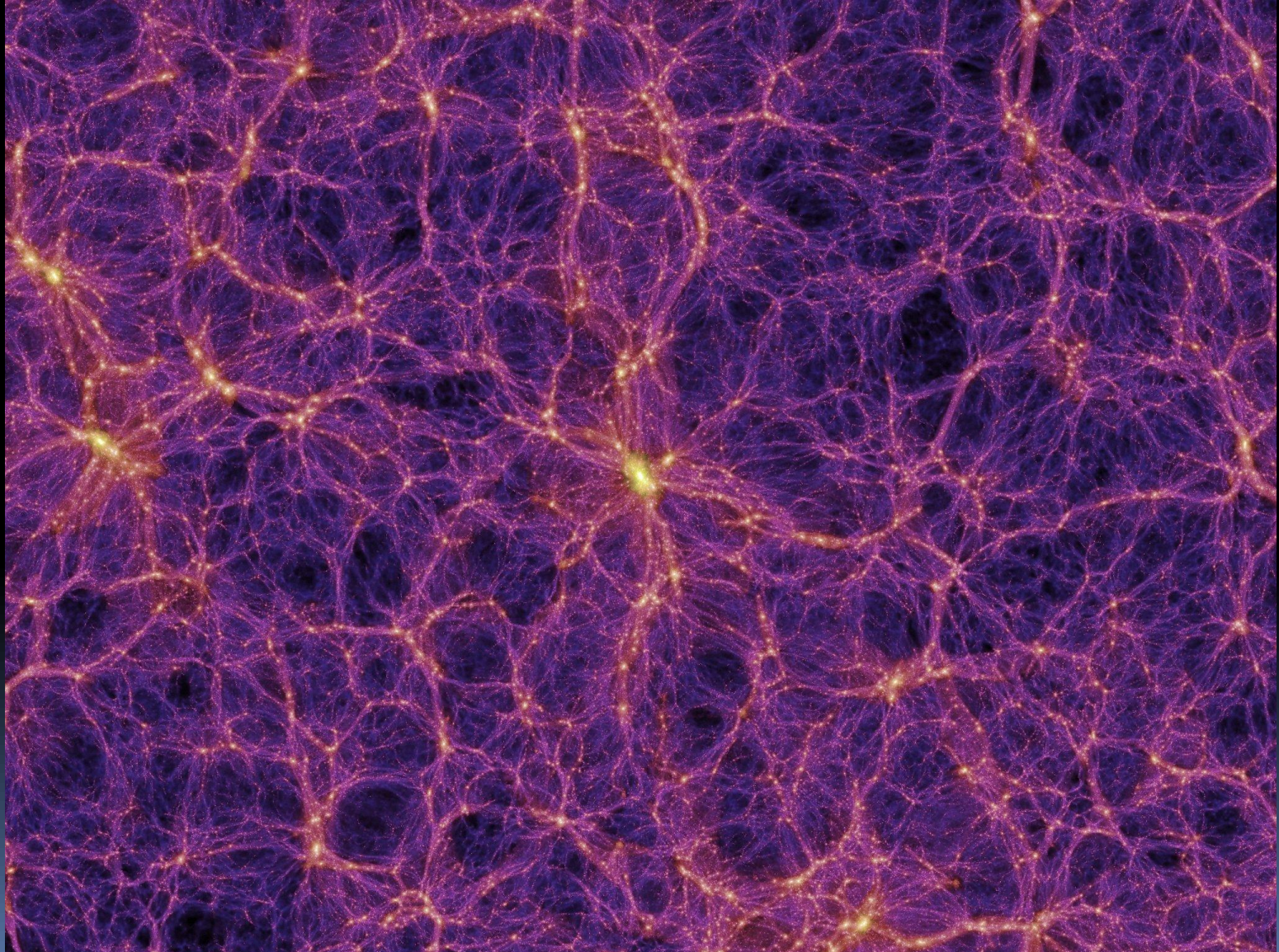


Universo

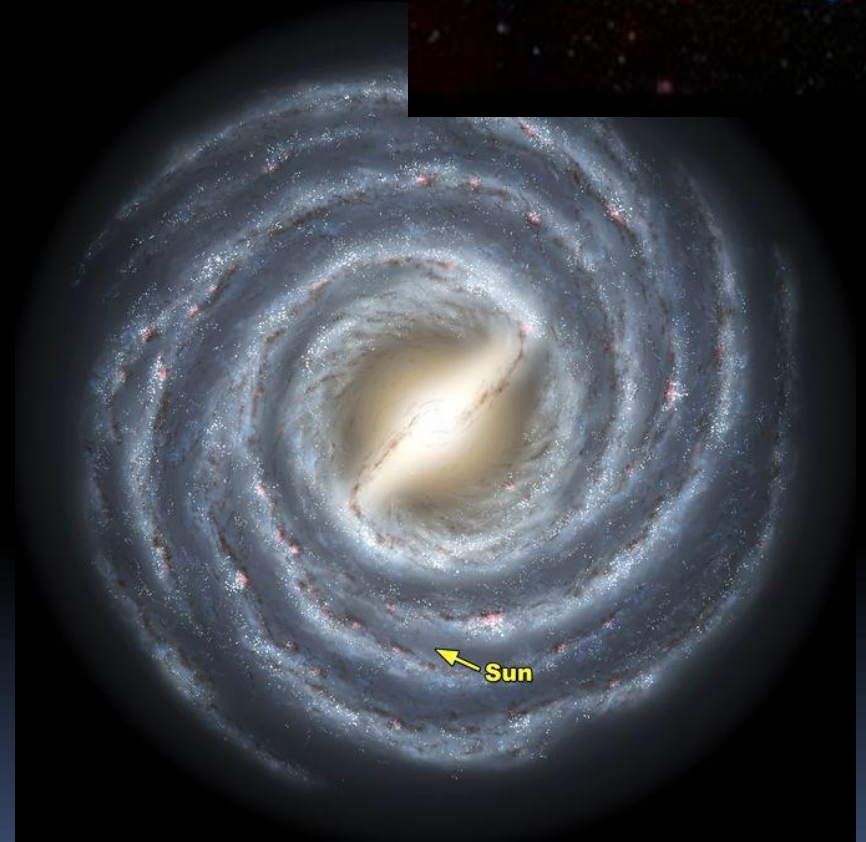
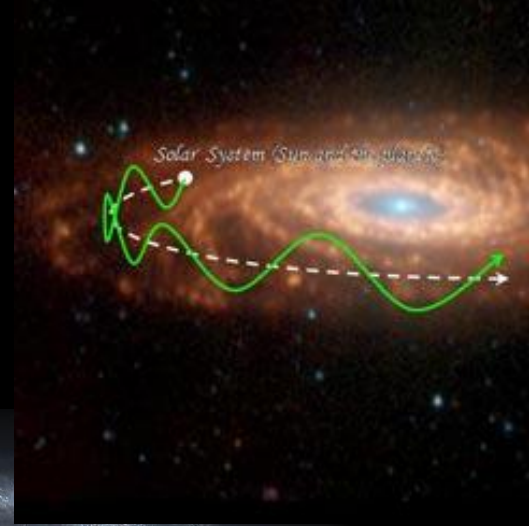


100.000 millones de galaxias

Estructura en gran escala

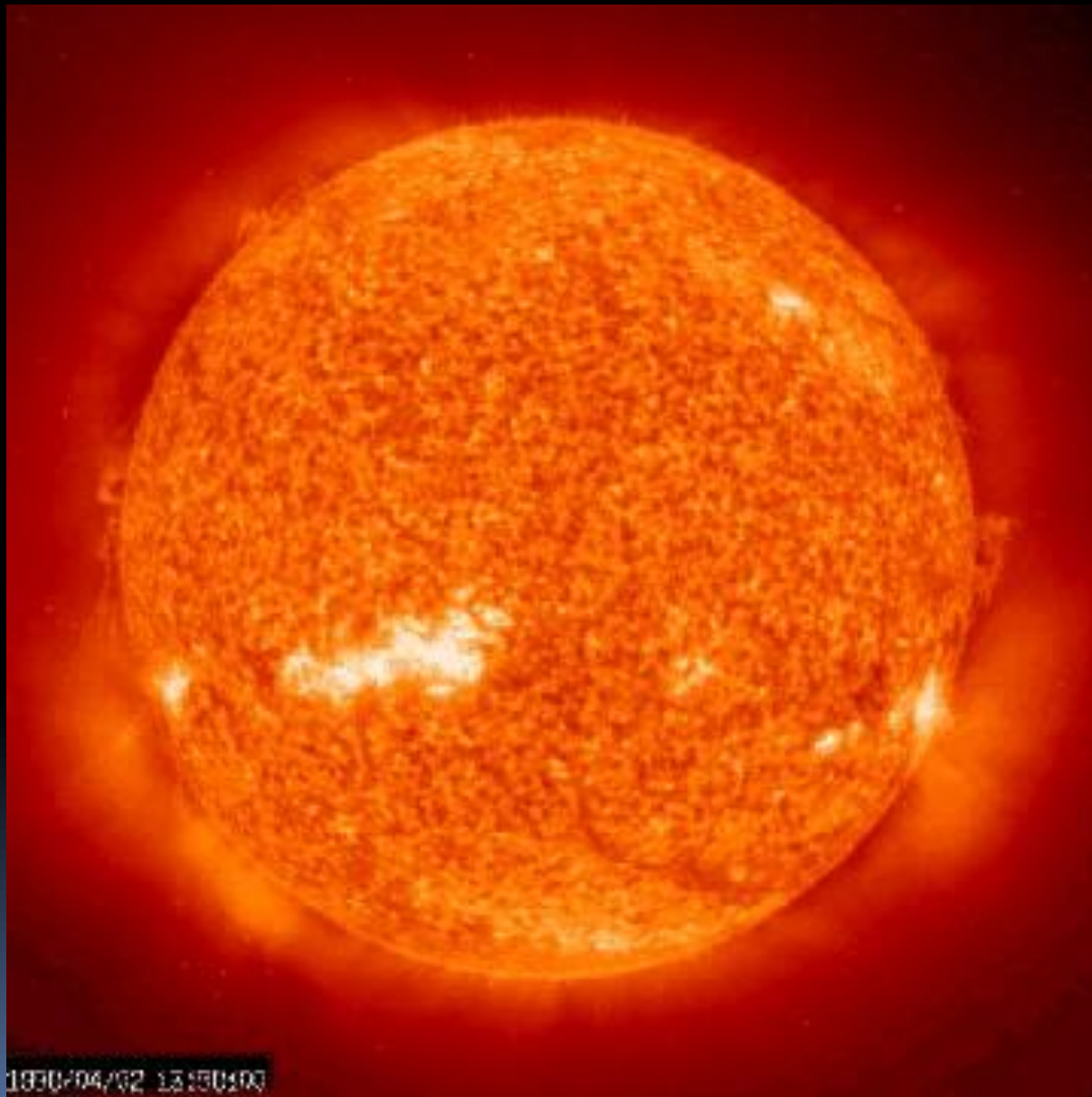


Nuestra galaxia



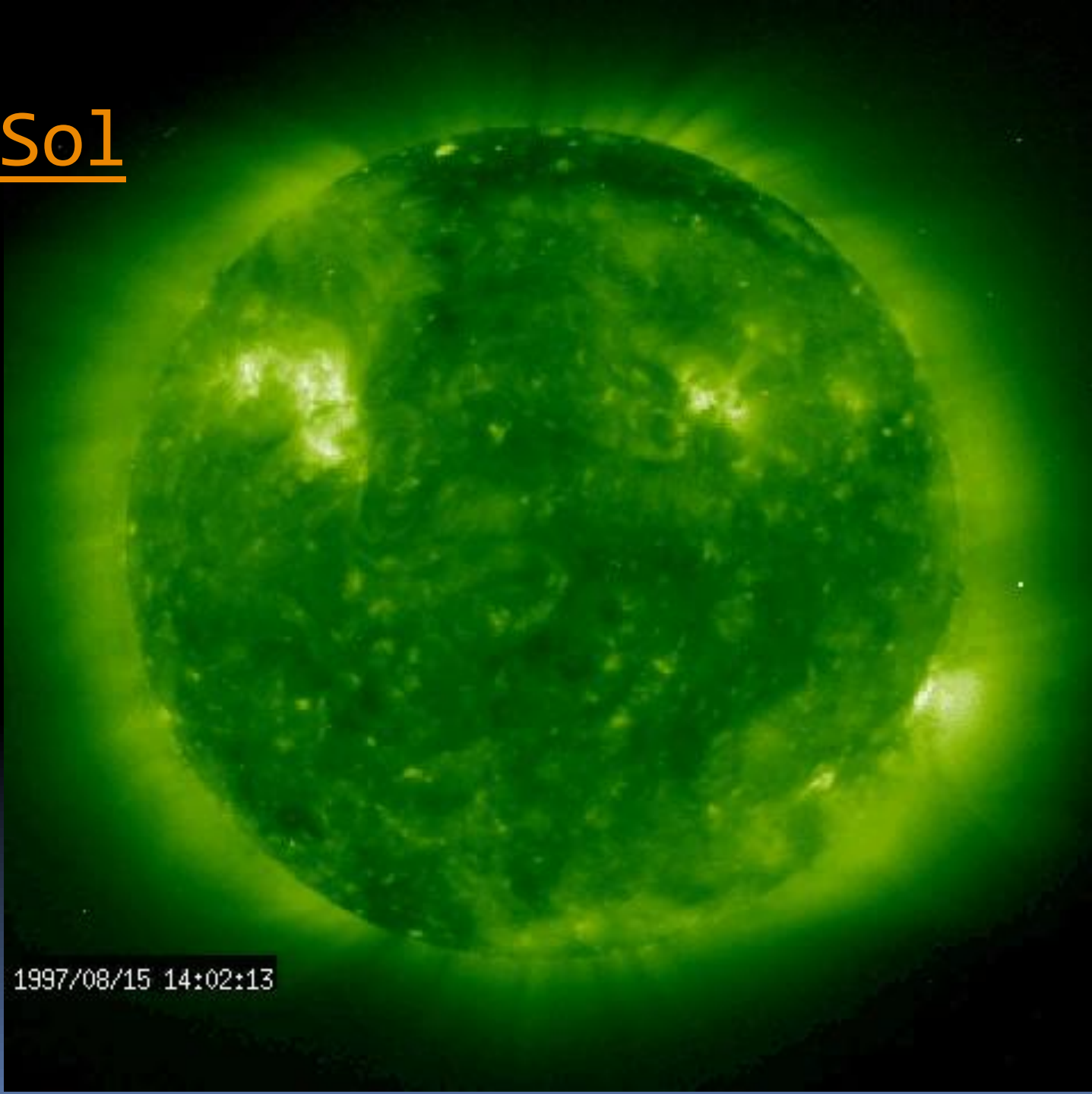
300.000 millones de estrellas

Estrellas



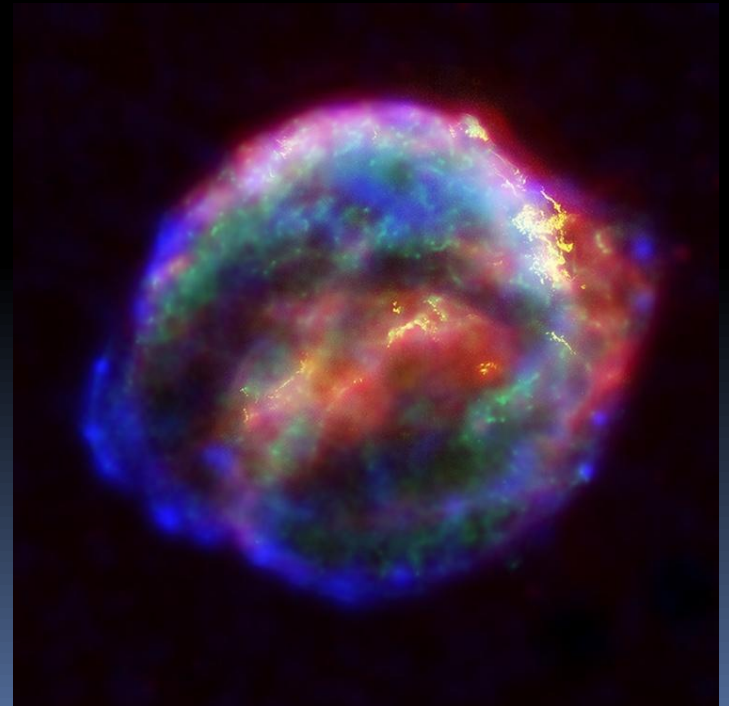
So1

1997/08/15 14:02:13



Formación de elementos

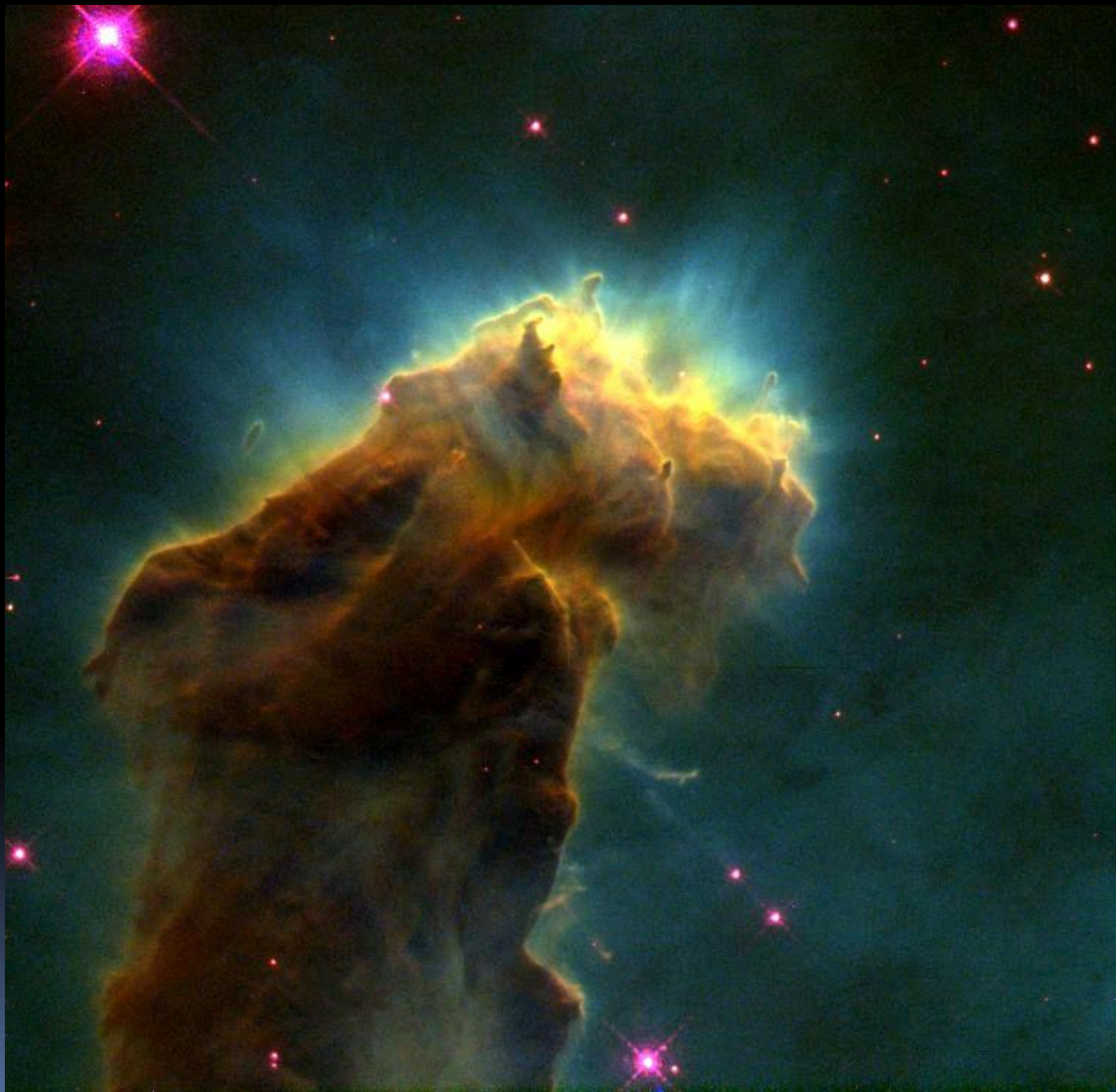
- Núcleo estrella: $H \rightarrow He \rightarrow C \rightarrow O \rightarrow Fe$
- Explosión supernova: demás elementos de la tabla
- Nueva generación de estrellas **podrá tener planetas como la Tierra**



Formación estelar







Muerte estelar



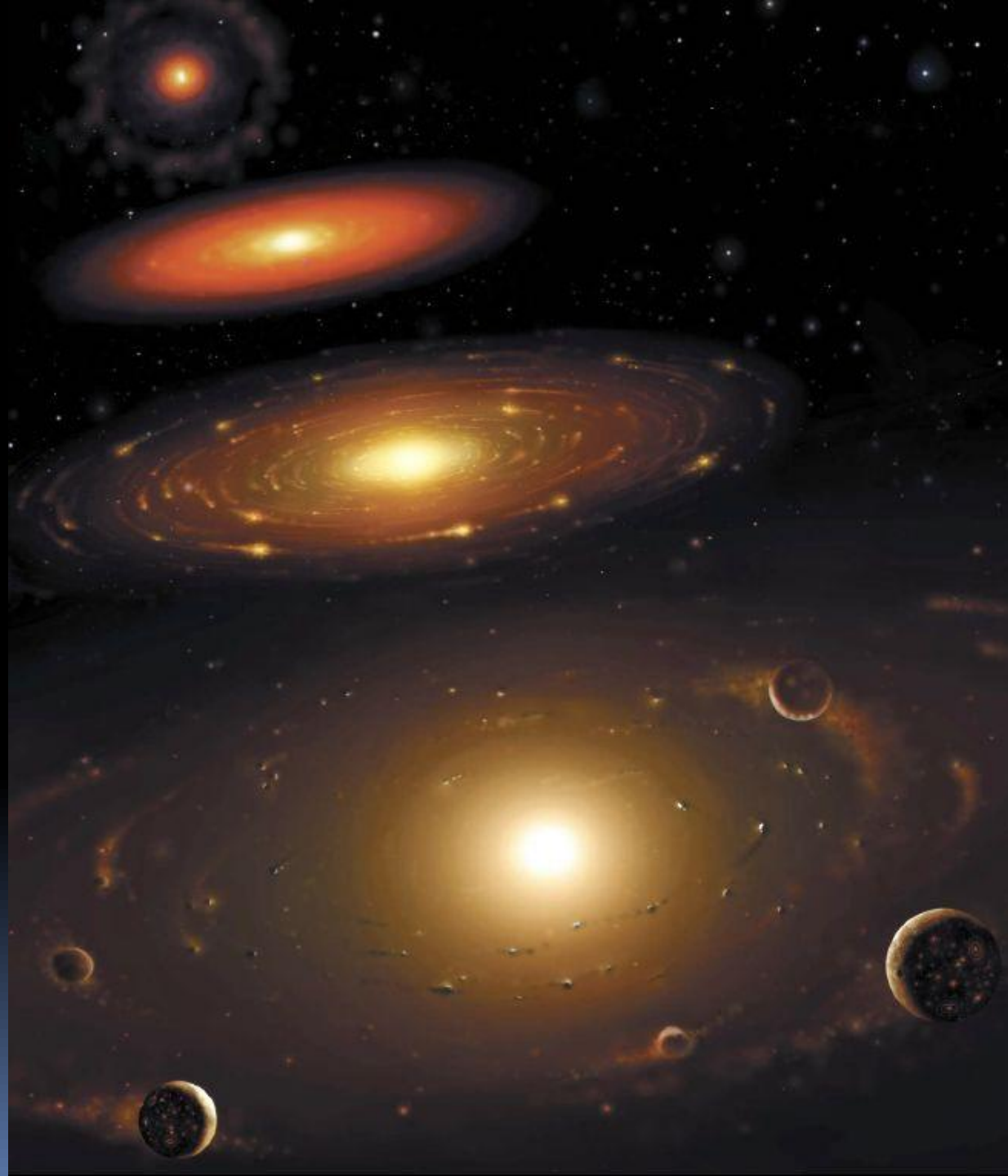


www.hubblesite.org

Formación del Sistema Solar

- Hace 4700 millones de años
- Nube de gas (H + He) y polvo (restos estelares) que se contrae por gravitación
- Se transforma en un disco
- Se forma el Sol en el centro, luego planetas gigantes

Formación del Sistema Solar



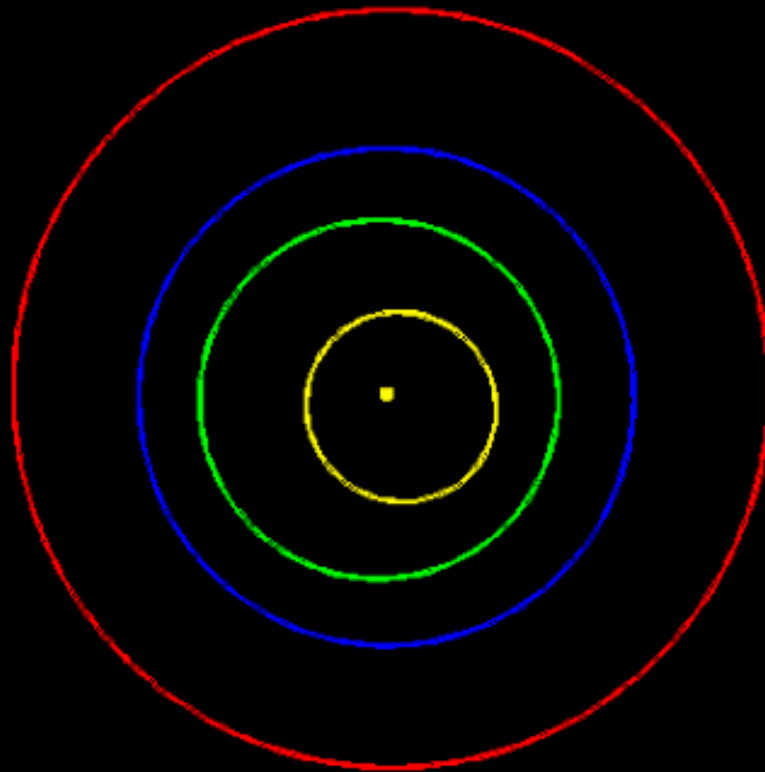
Primeras etapas: interacción gravitacional planeta-disco

Proto-Jupiter Flyby

Frédéric Masset, AIM
DSM / DAPNIA / SAp, CEA

COAST Project
<http://www-dapnia.cea.fr/Projets/COAST>

Órbitas planetarias

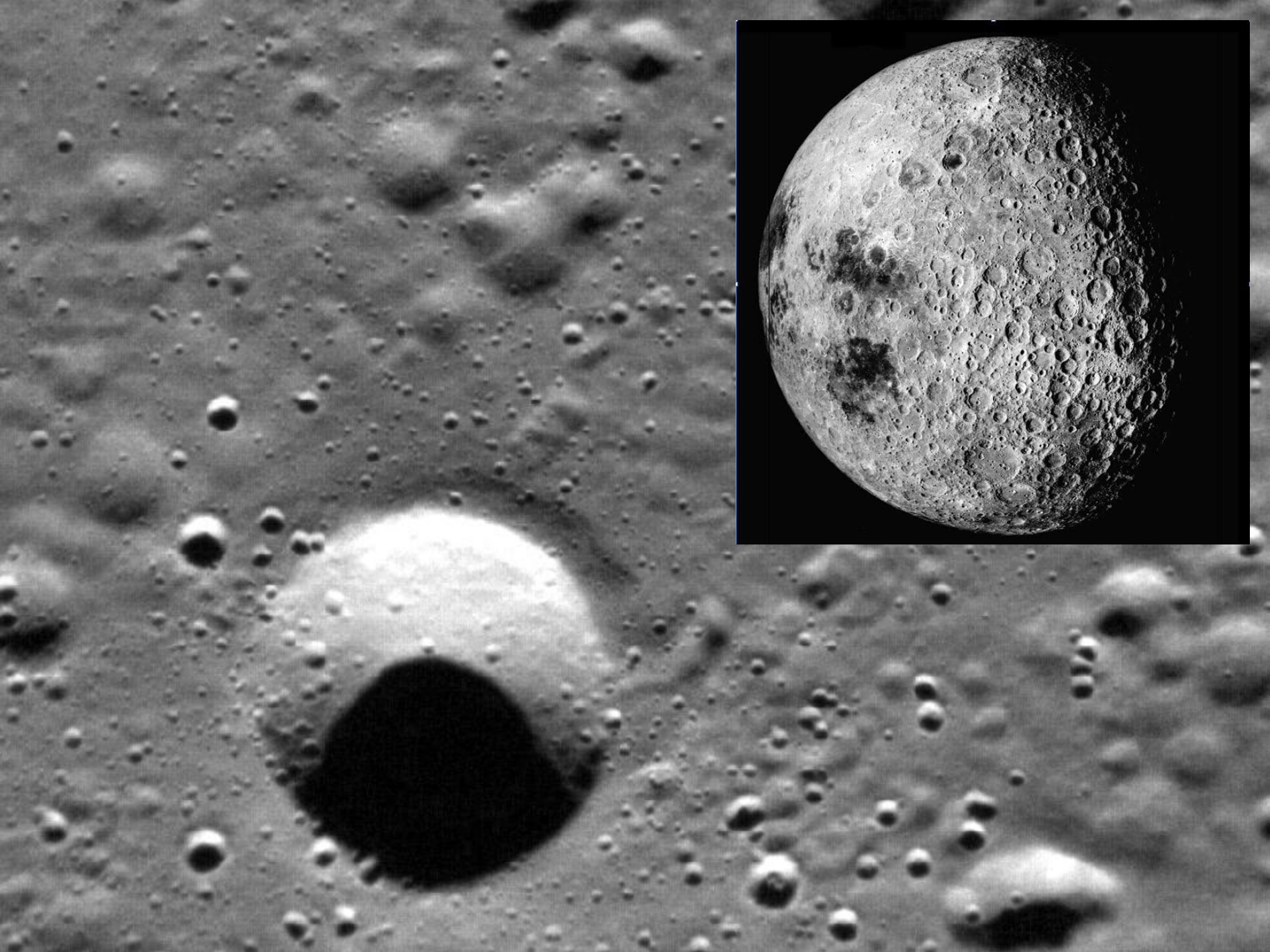


Evolución orbital planetaria

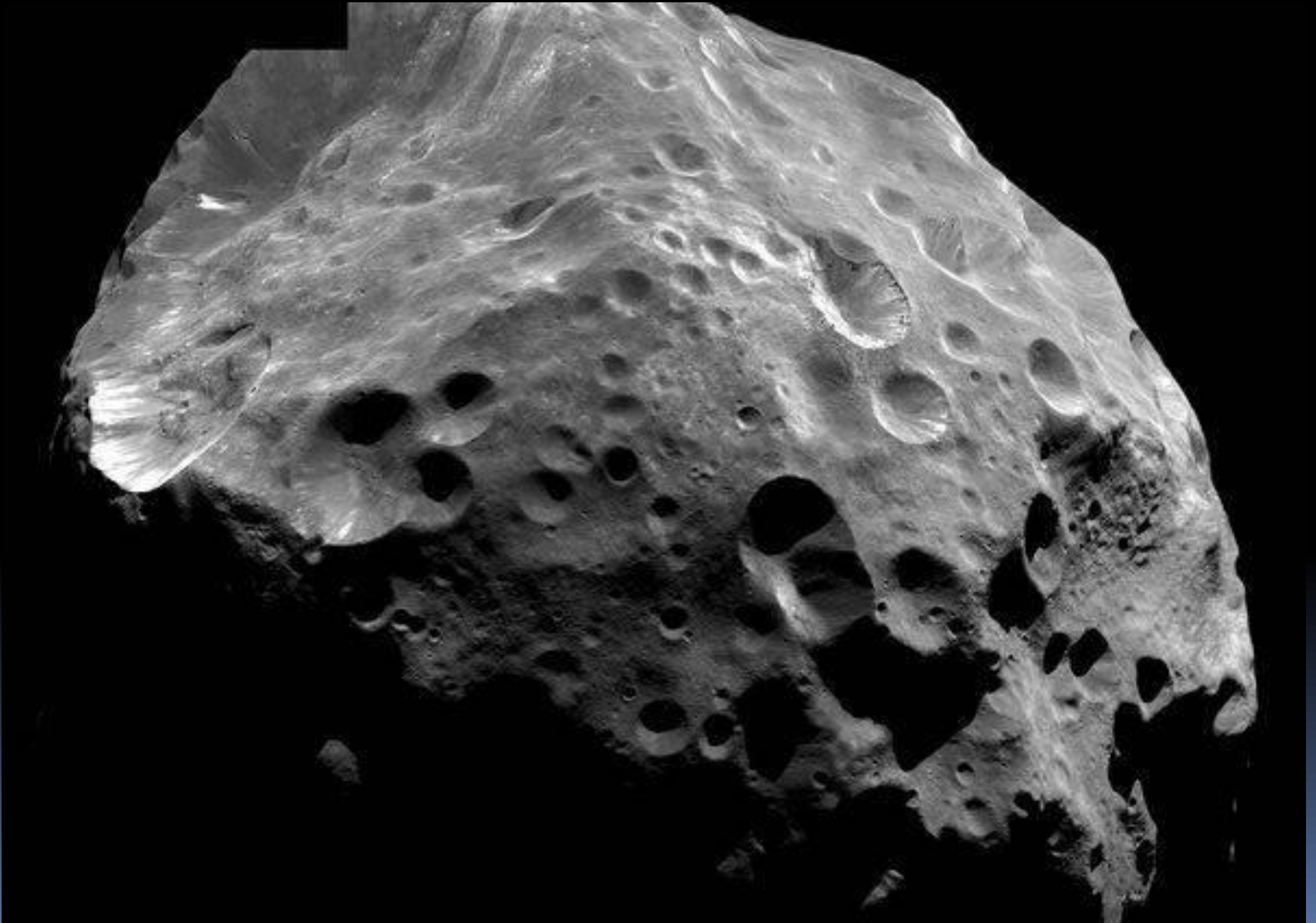
2.000.000 years of orbital evolution of
Mercury, Venus, Earth and Mars

Tabare Gallardo
Facultad de Ciencias
Uruguay

www.fisica.edu.uy/~gallardo



Phoebe



Itokawa



Cometas

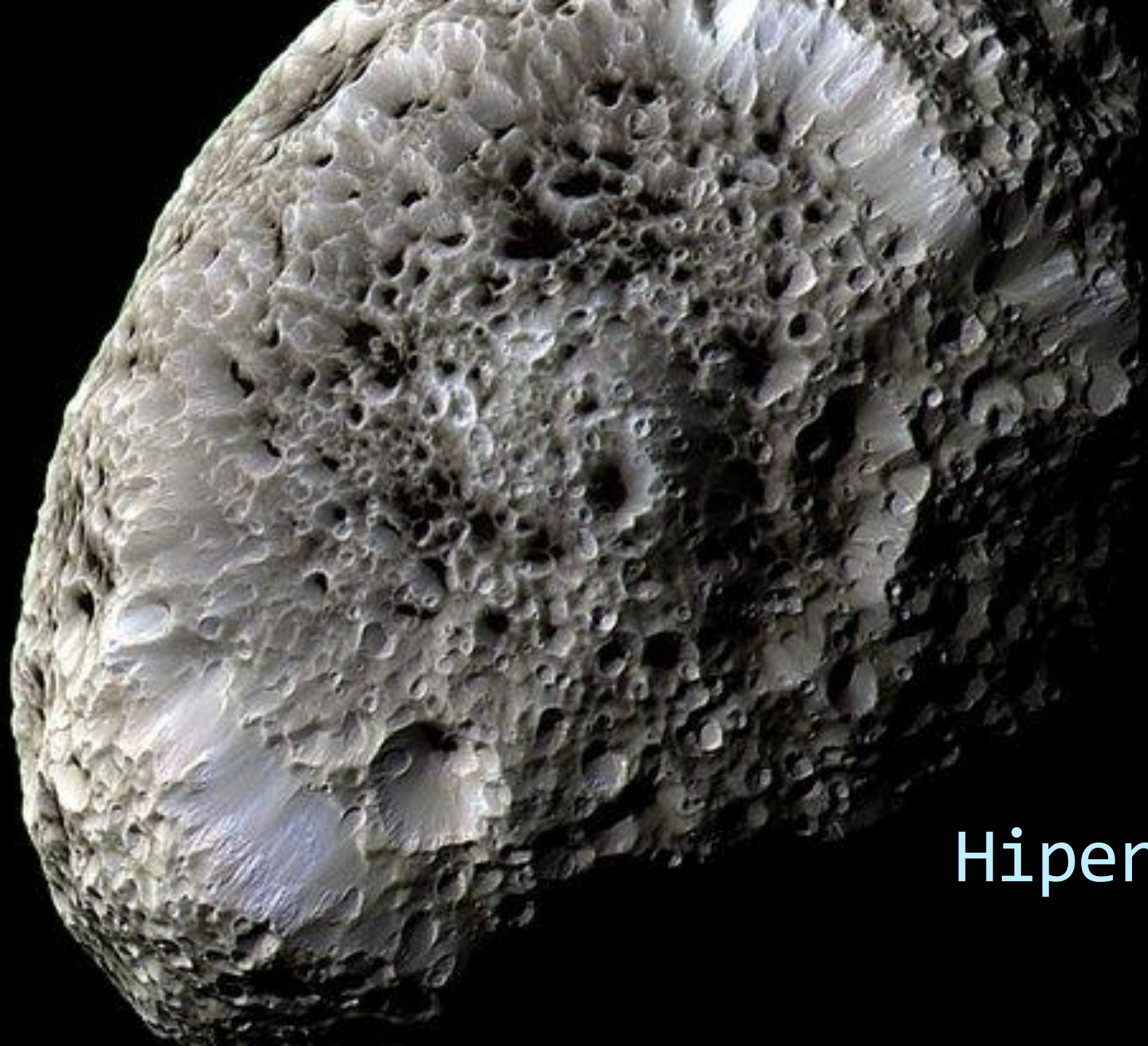


Cometa Tempel 1



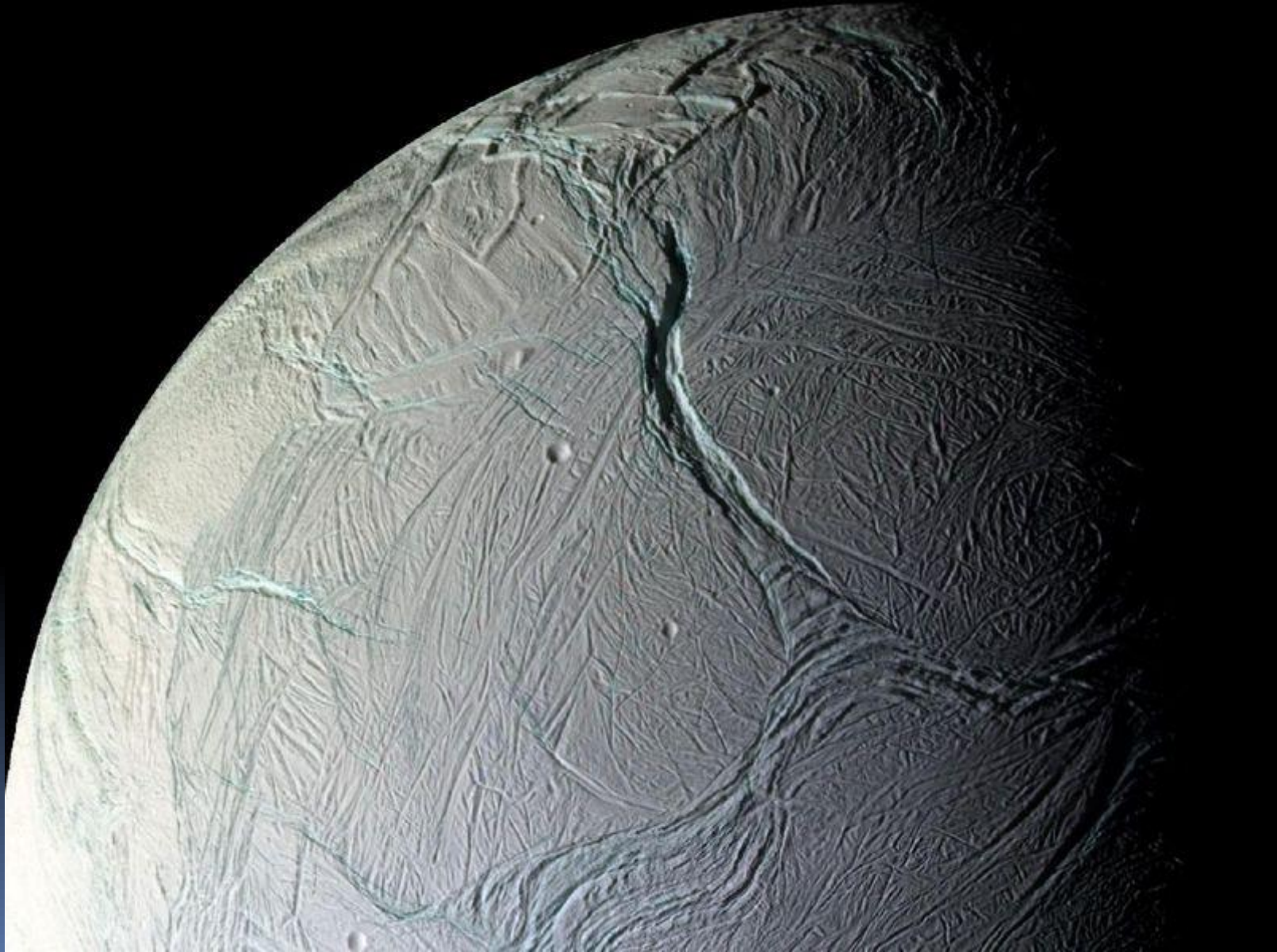
Impacto



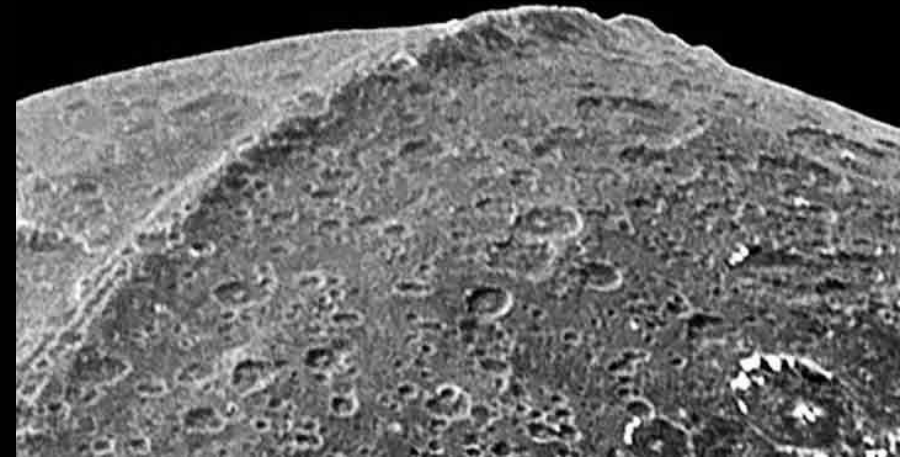
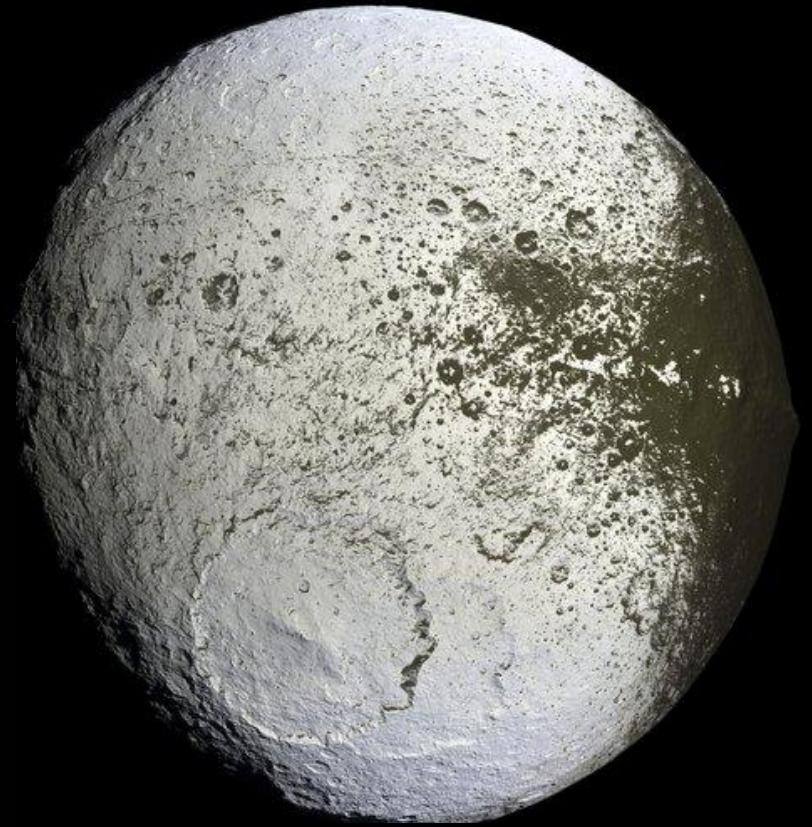


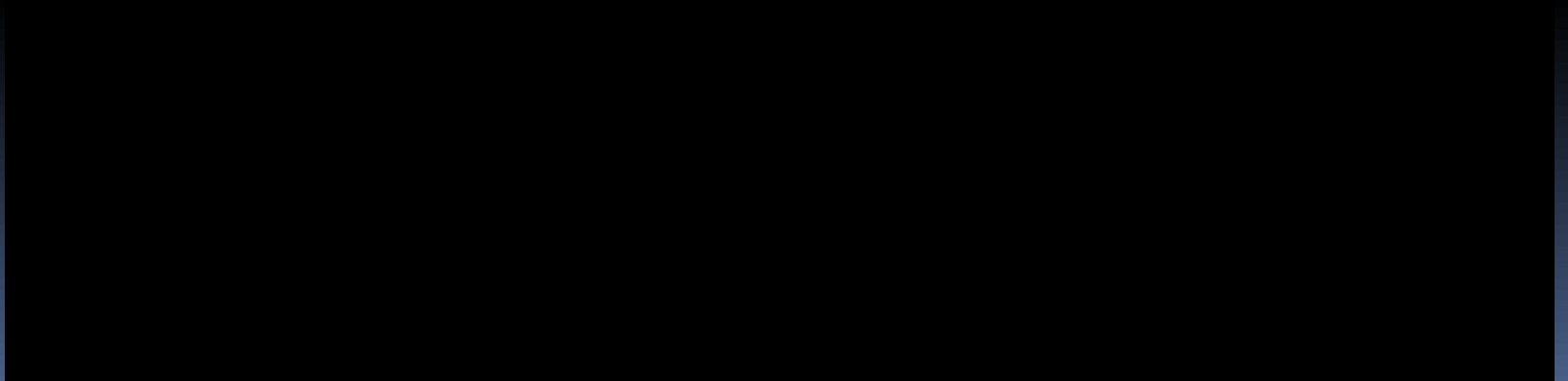
Hyperion

Encelado

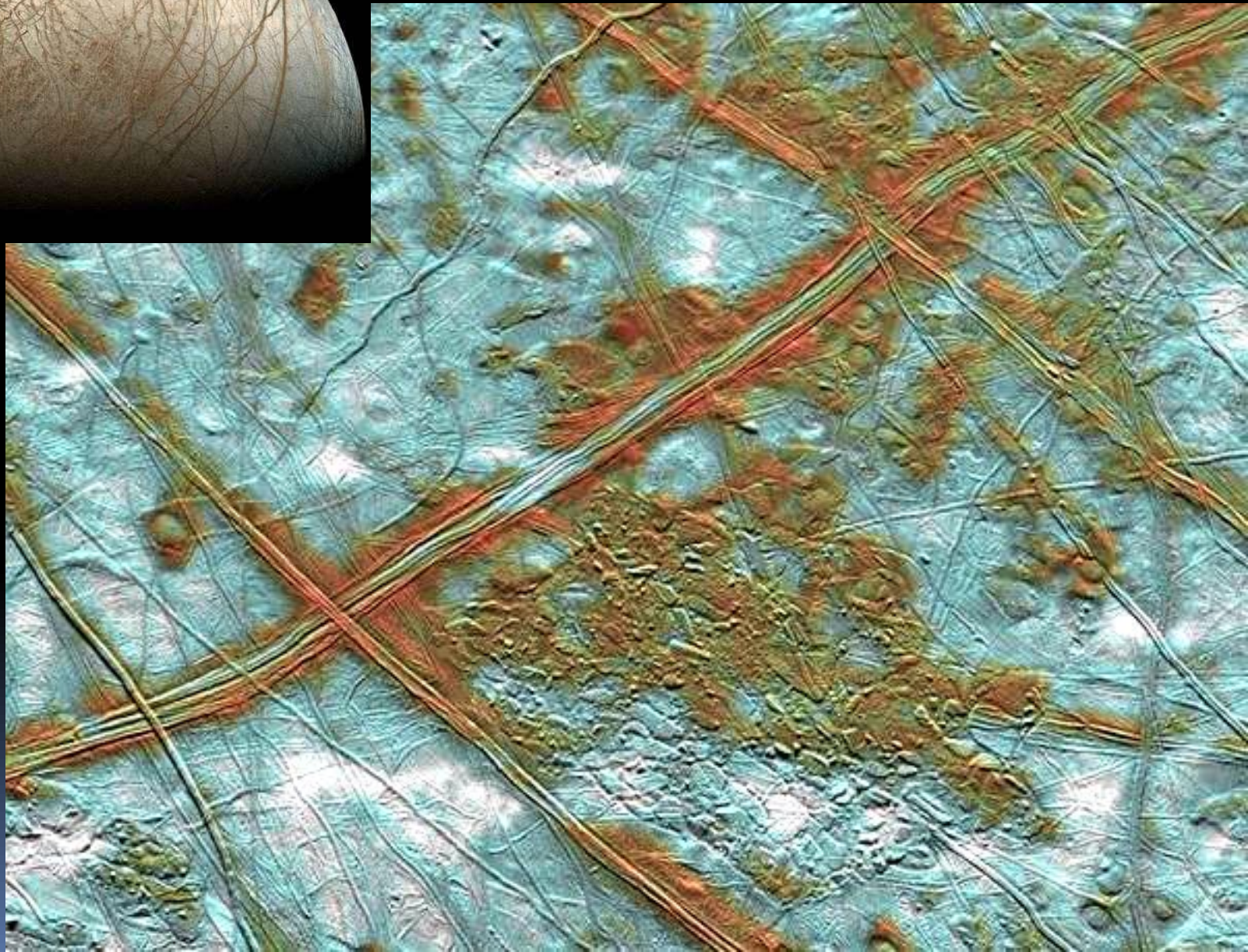
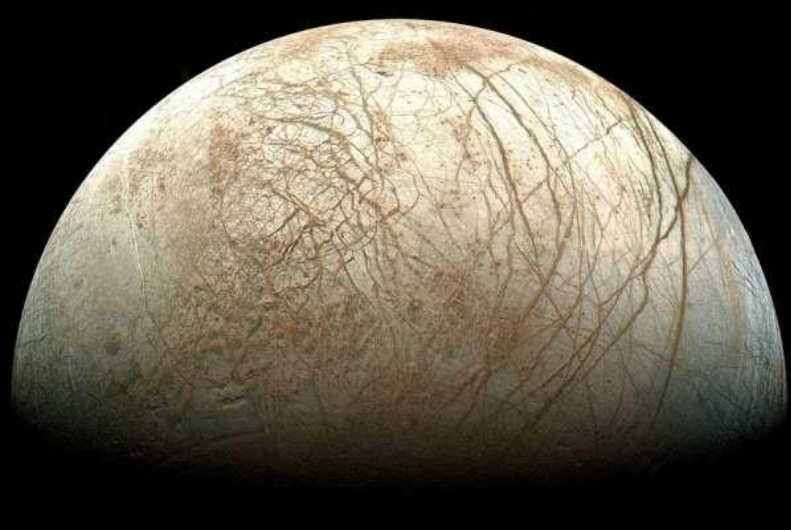


Iapetus

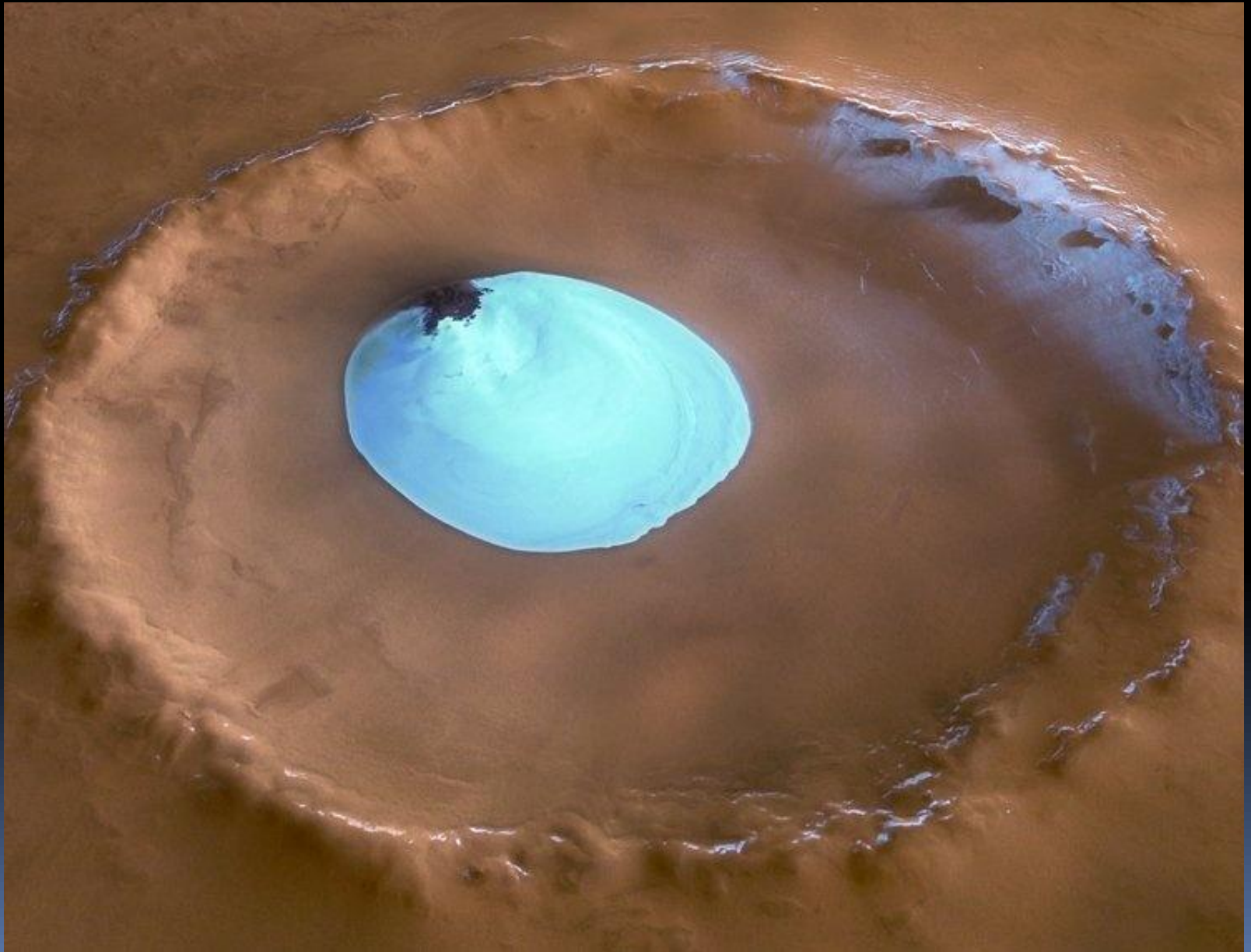




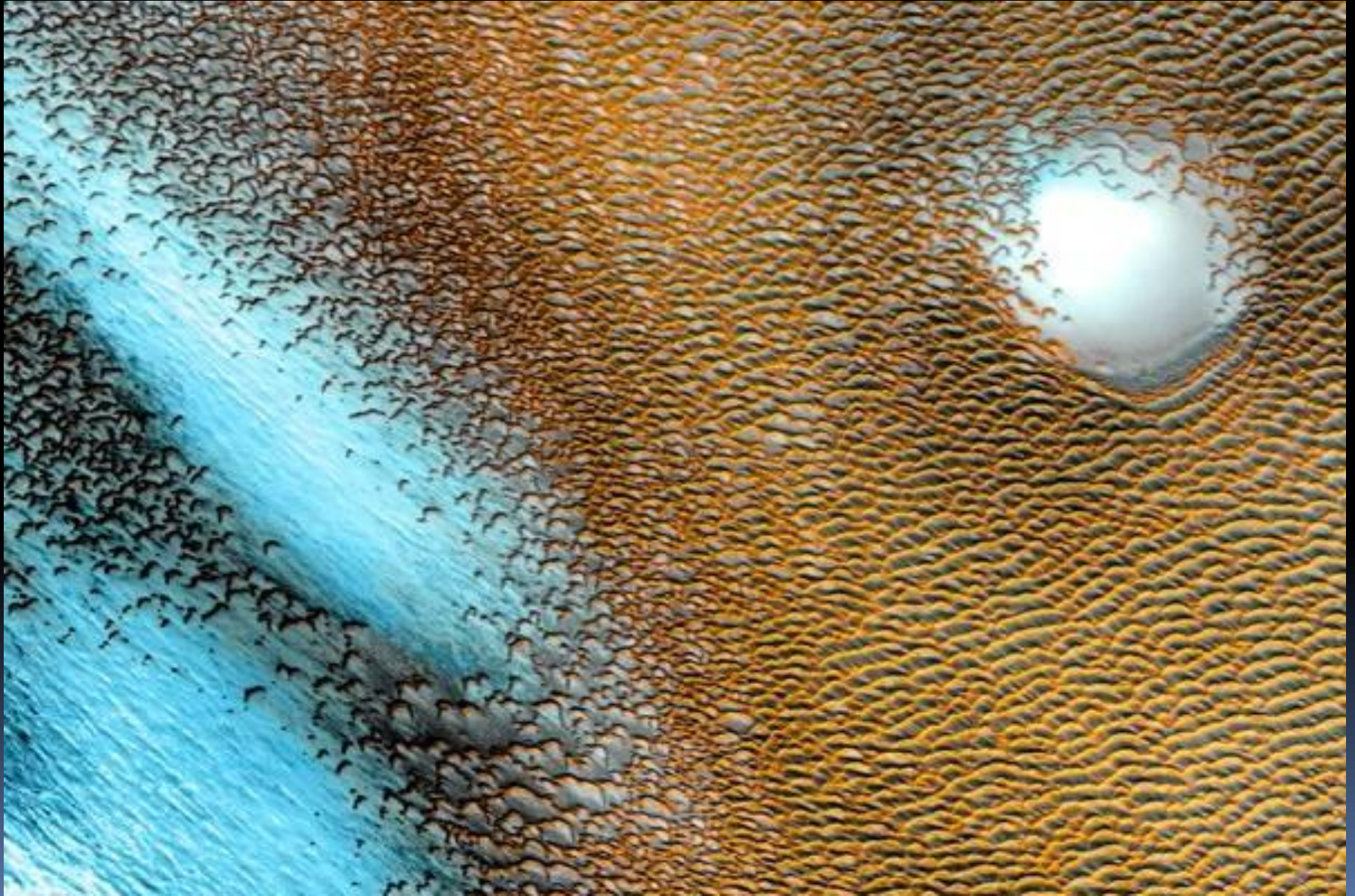
Europa



Marte



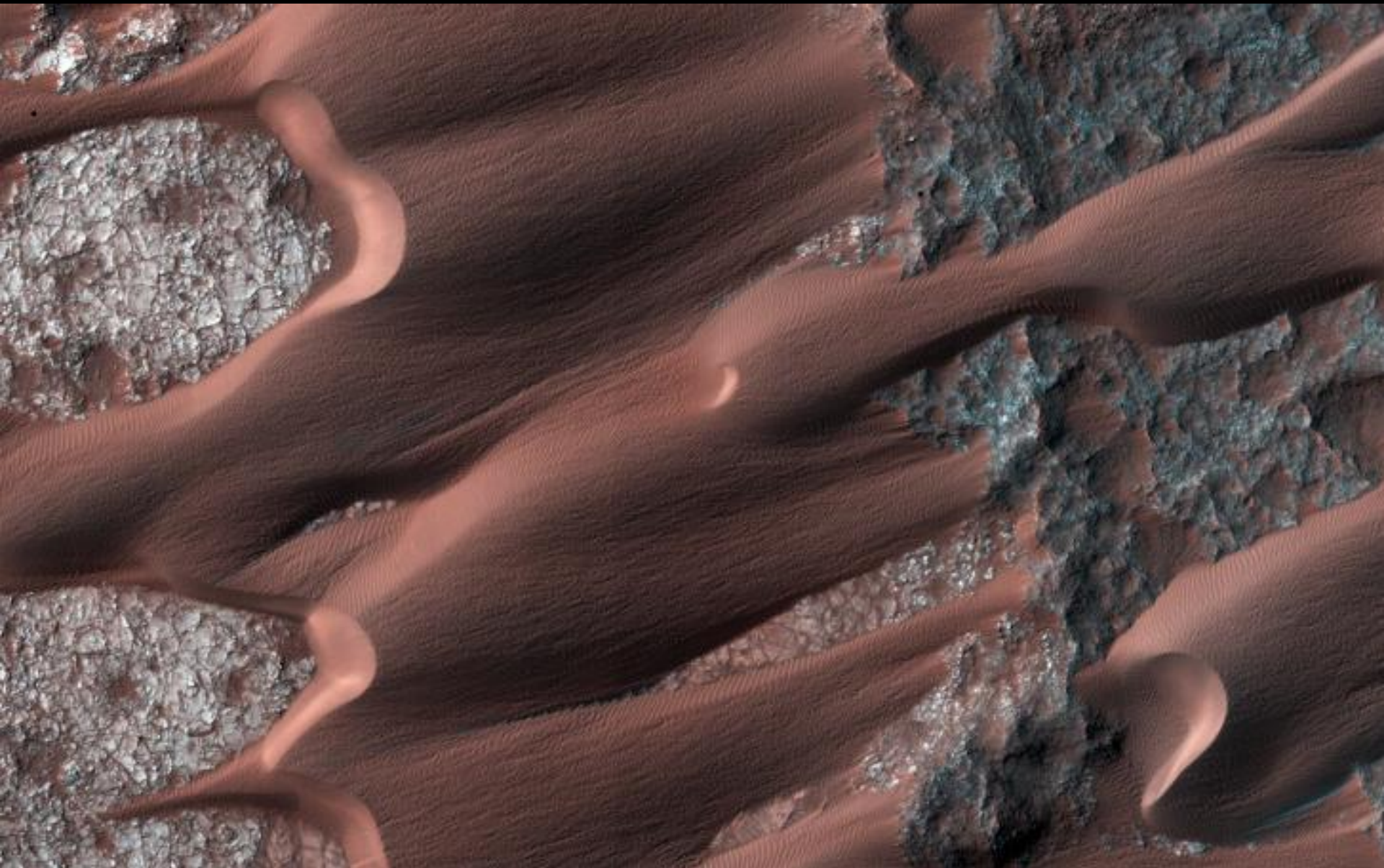
Marte



Marte



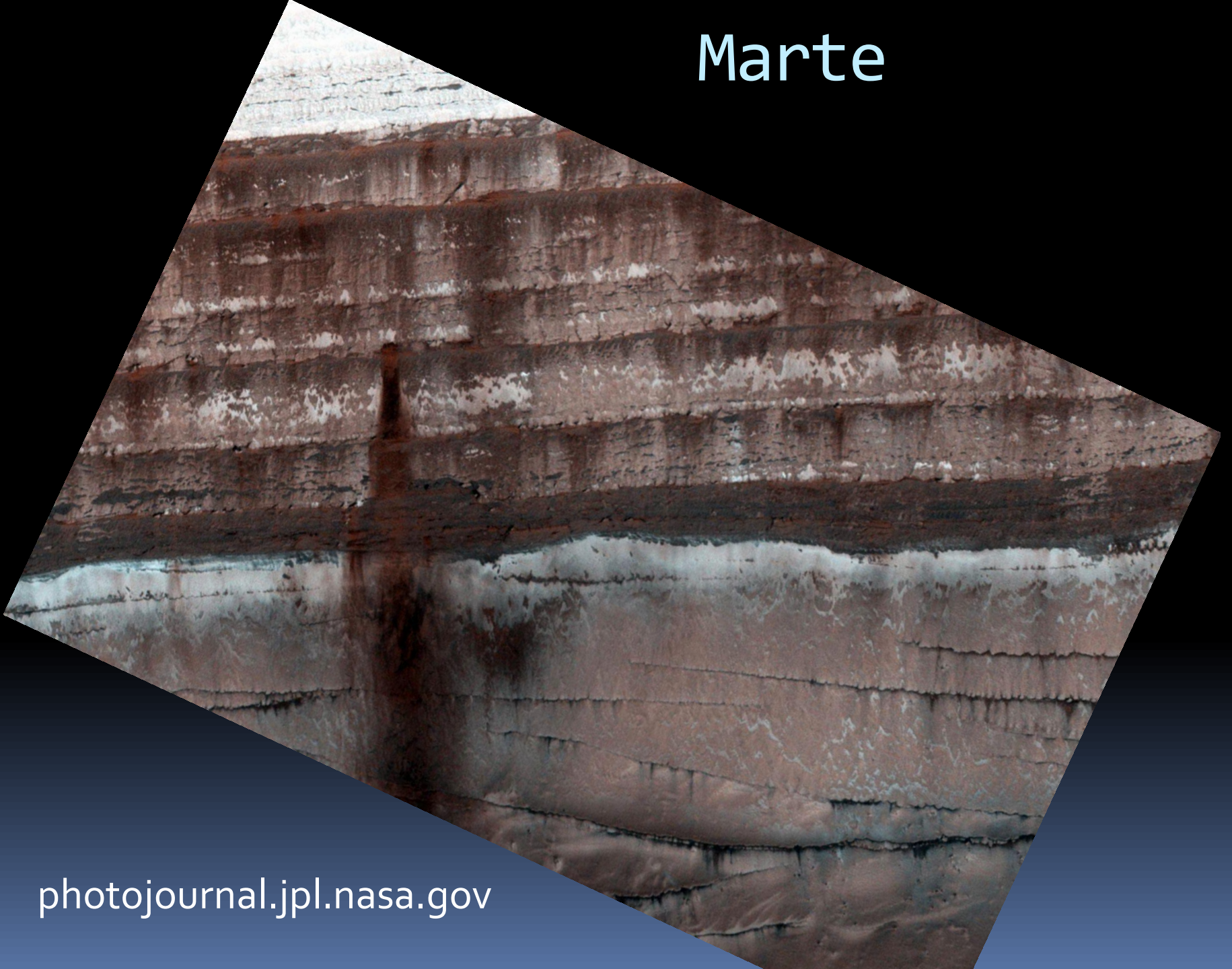
Marte



Marte

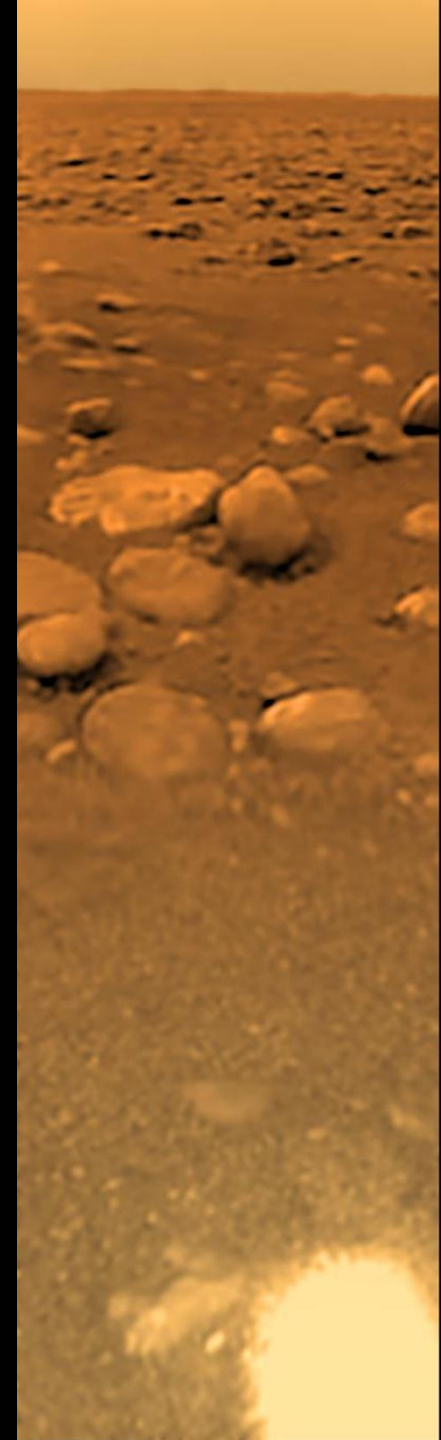


Marte

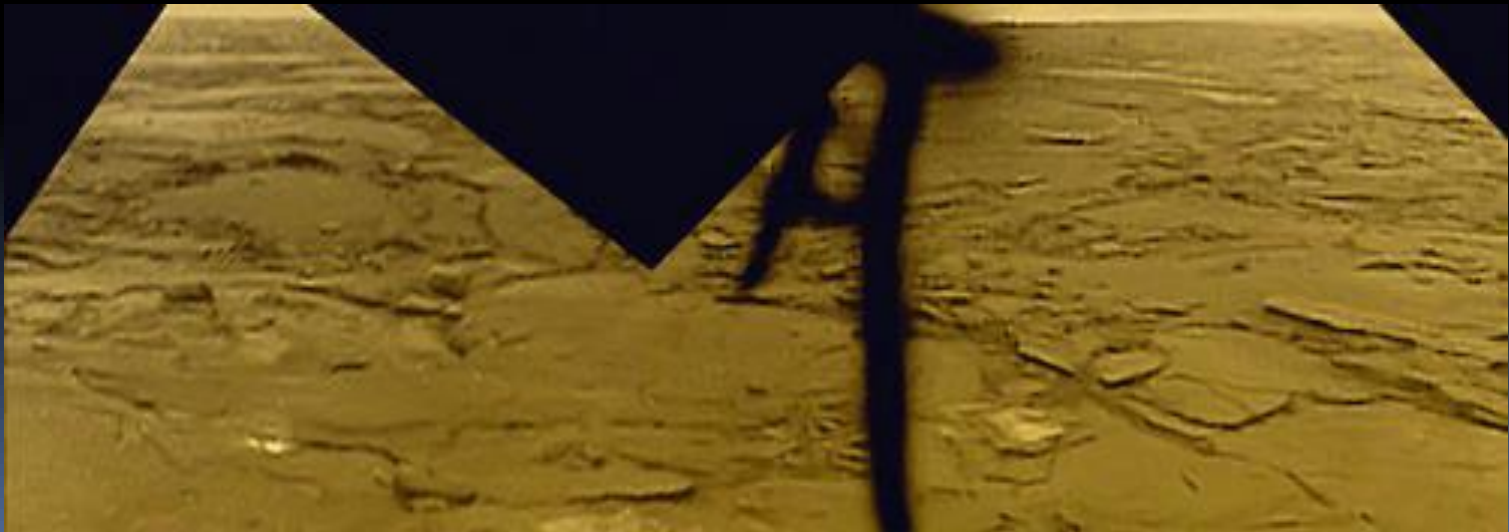


photojournal.jpl.nasa.gov

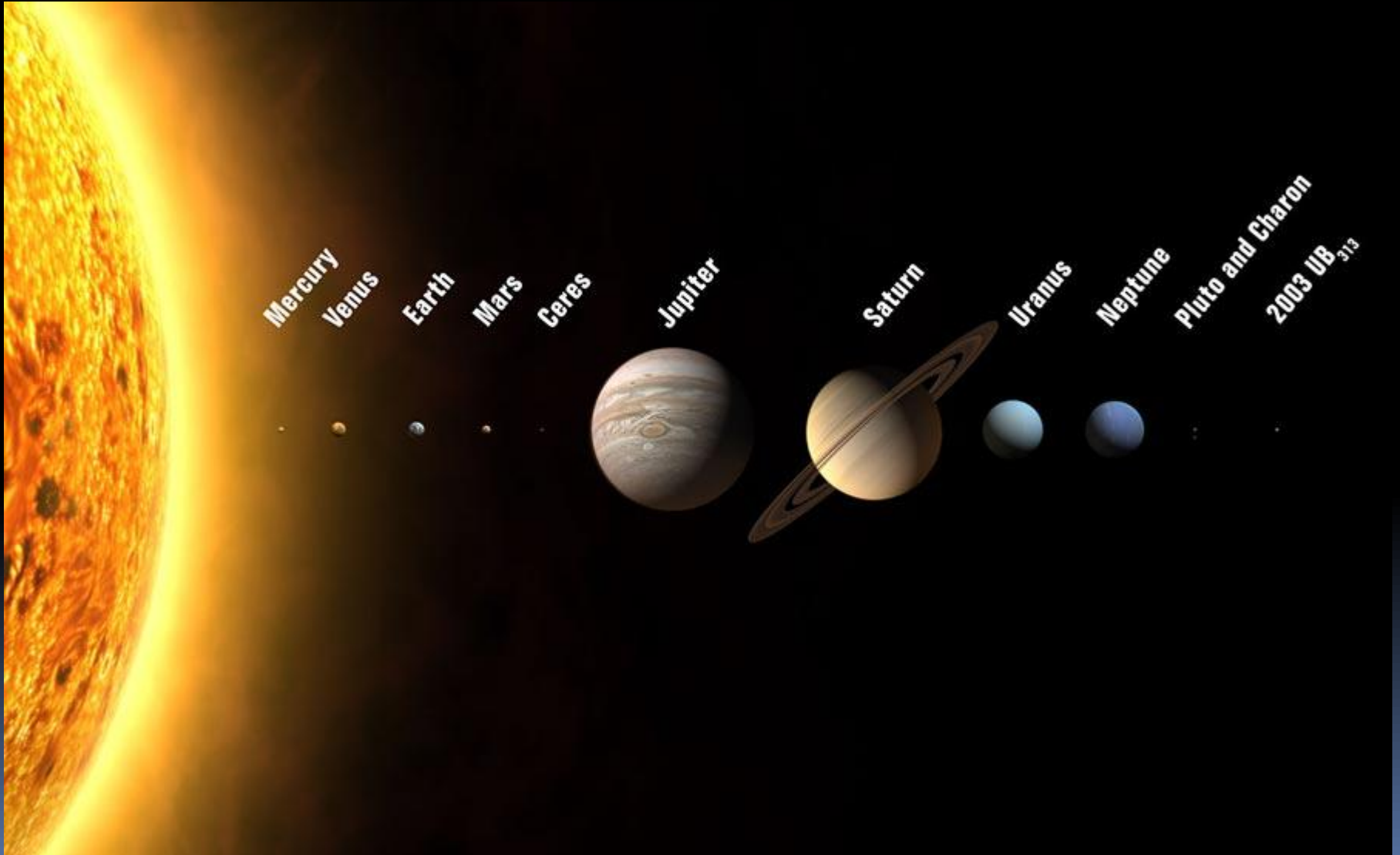
Titán



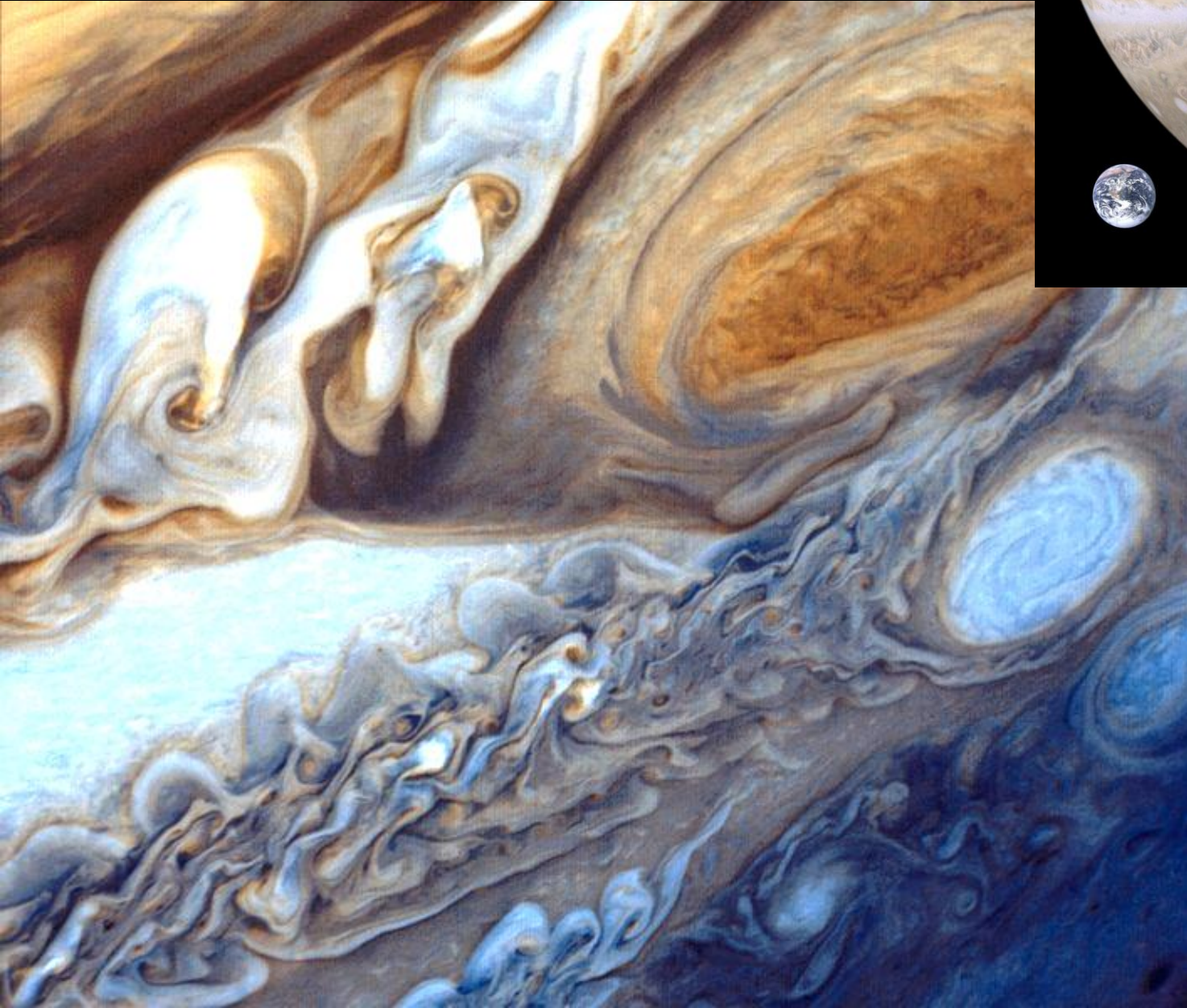
Venus



Sistema Solar

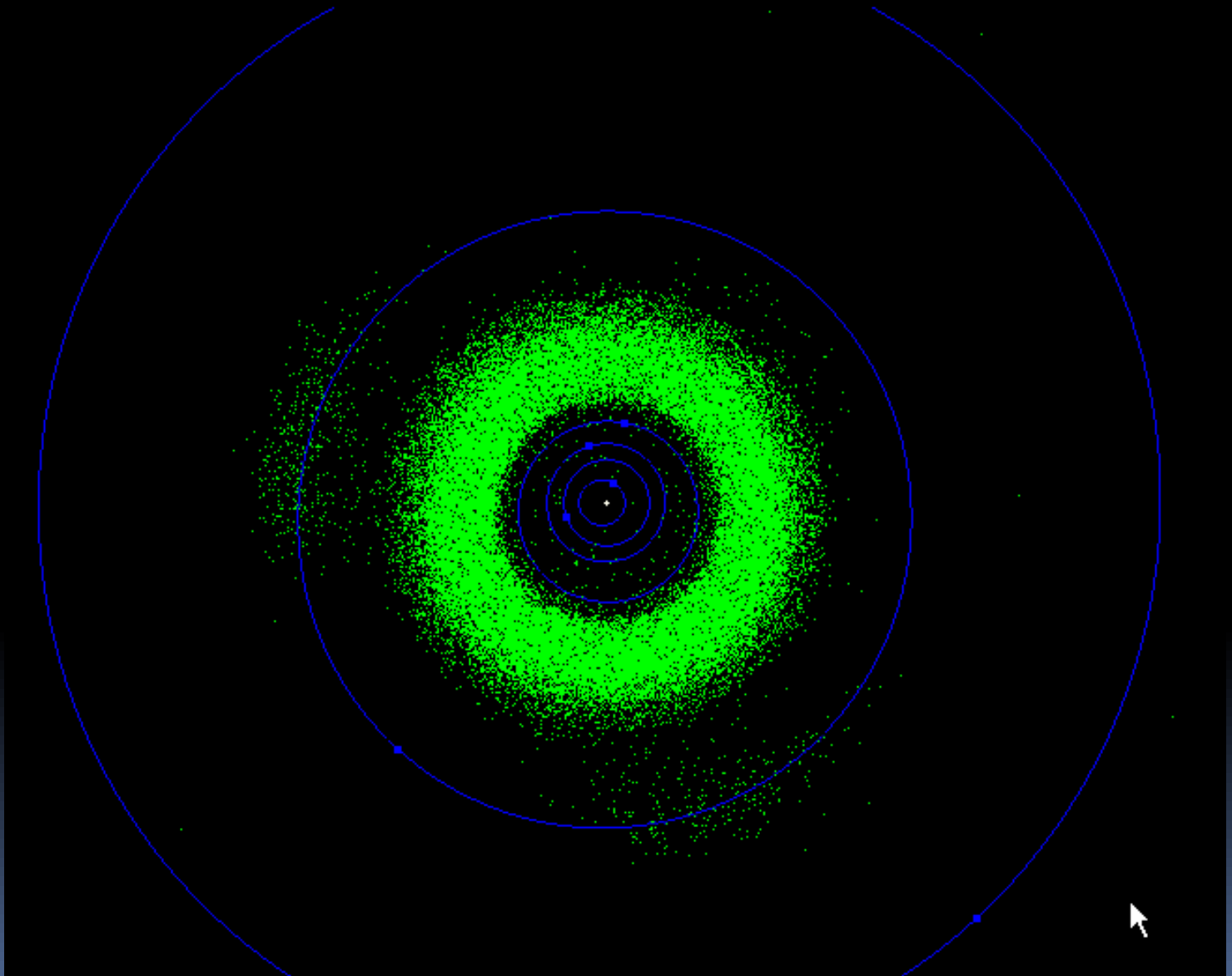


Júpiter

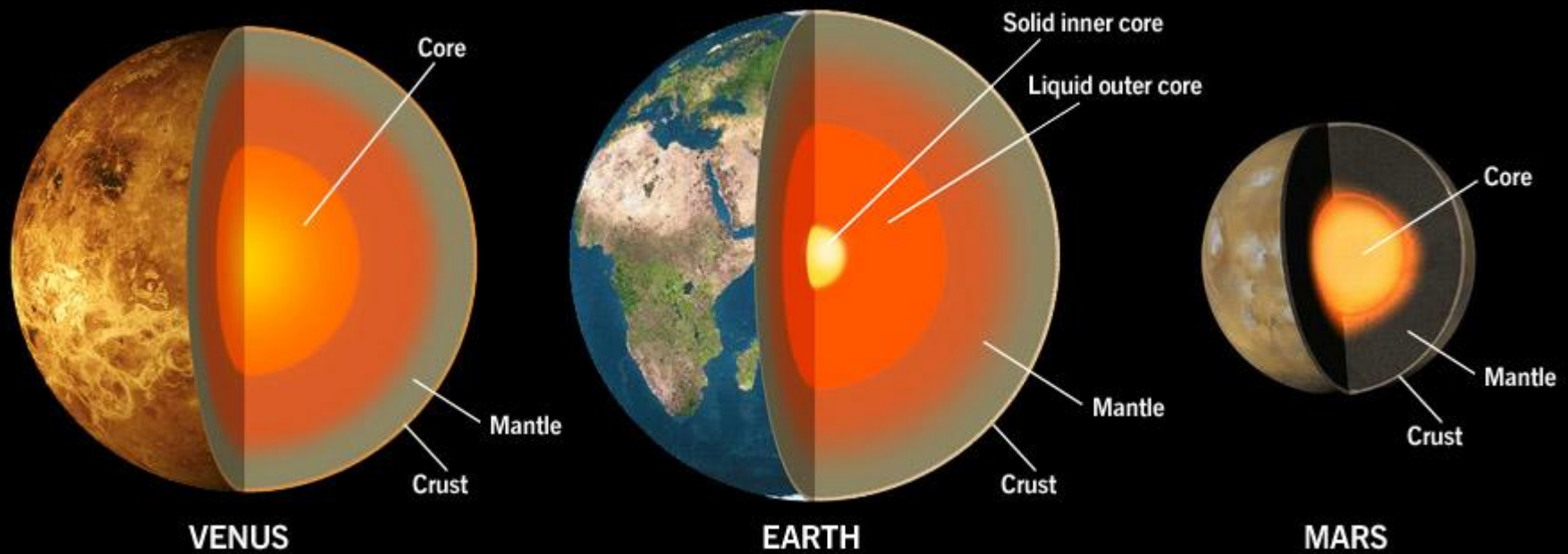


Cruce anillos de Saturno

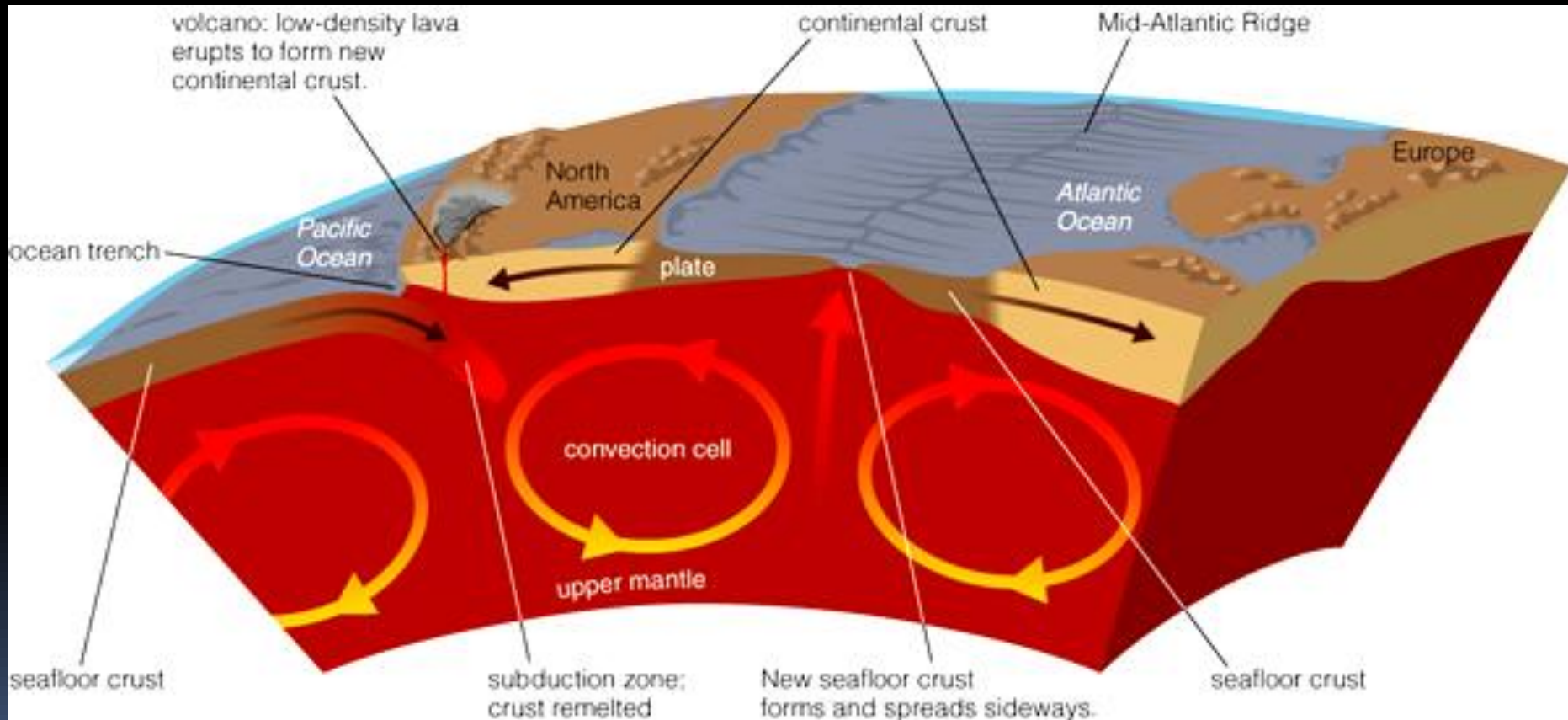
Cinturón de asteroides



Evolución planetaria: administración del calor interno



Tierra: renovación superficie y atmósfera



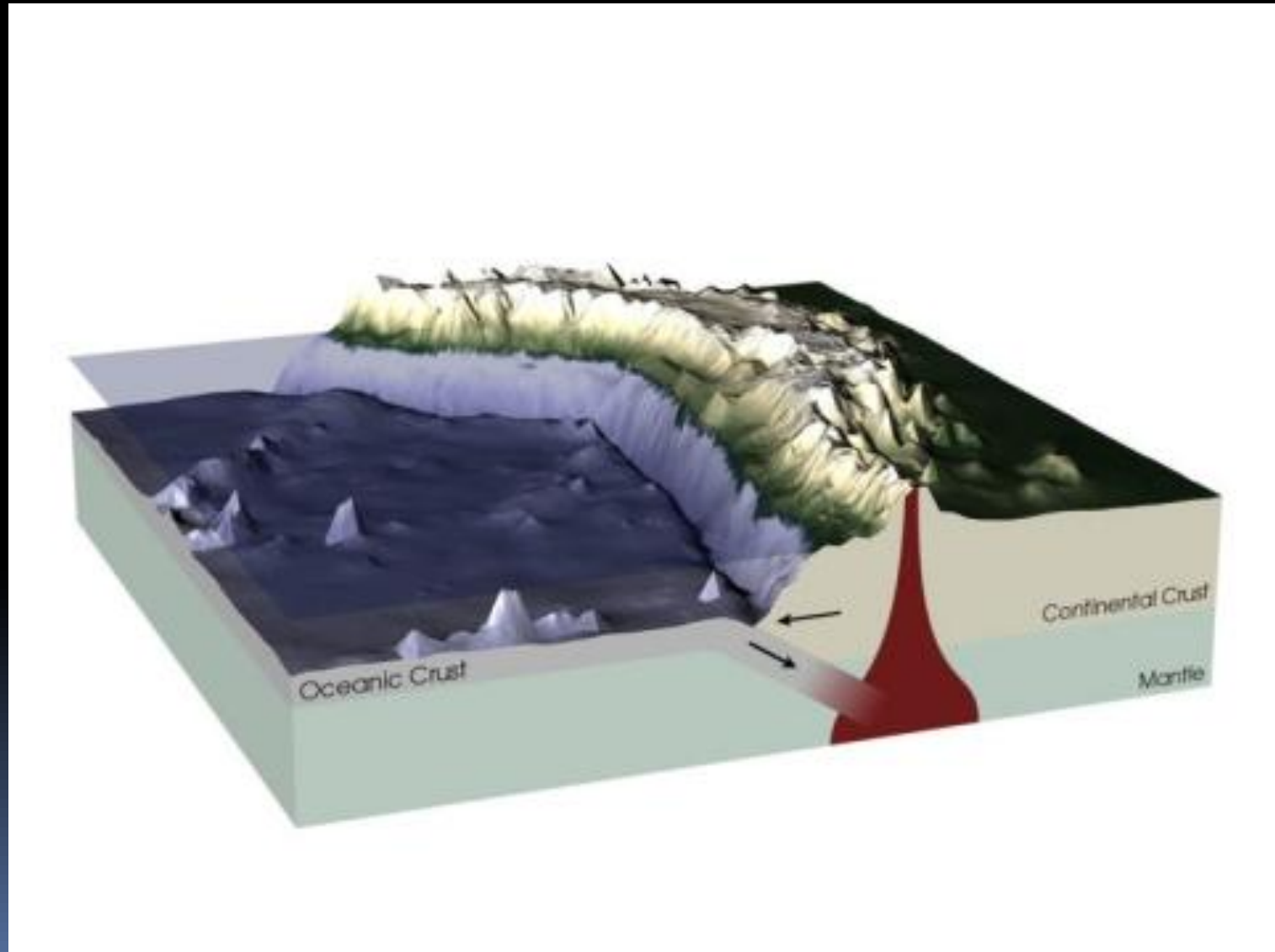
Formación de corteza oceánica



Islandia



Reciclaje de CO₂



Ciclo CO₂

- Plantas lo absorben y lo fijan al suelo
- Pasa al fondo marino
- Subducción de placas
- Magma volcánico
- Sale a la atmósfera a través de volcanes
- Las plantas lo absorben



Tierra Bola de Nieve

Earth

Distance: 19,703 km
Radius: 6,378.1 km
Apparent diameter: 28° 18' 37.8"

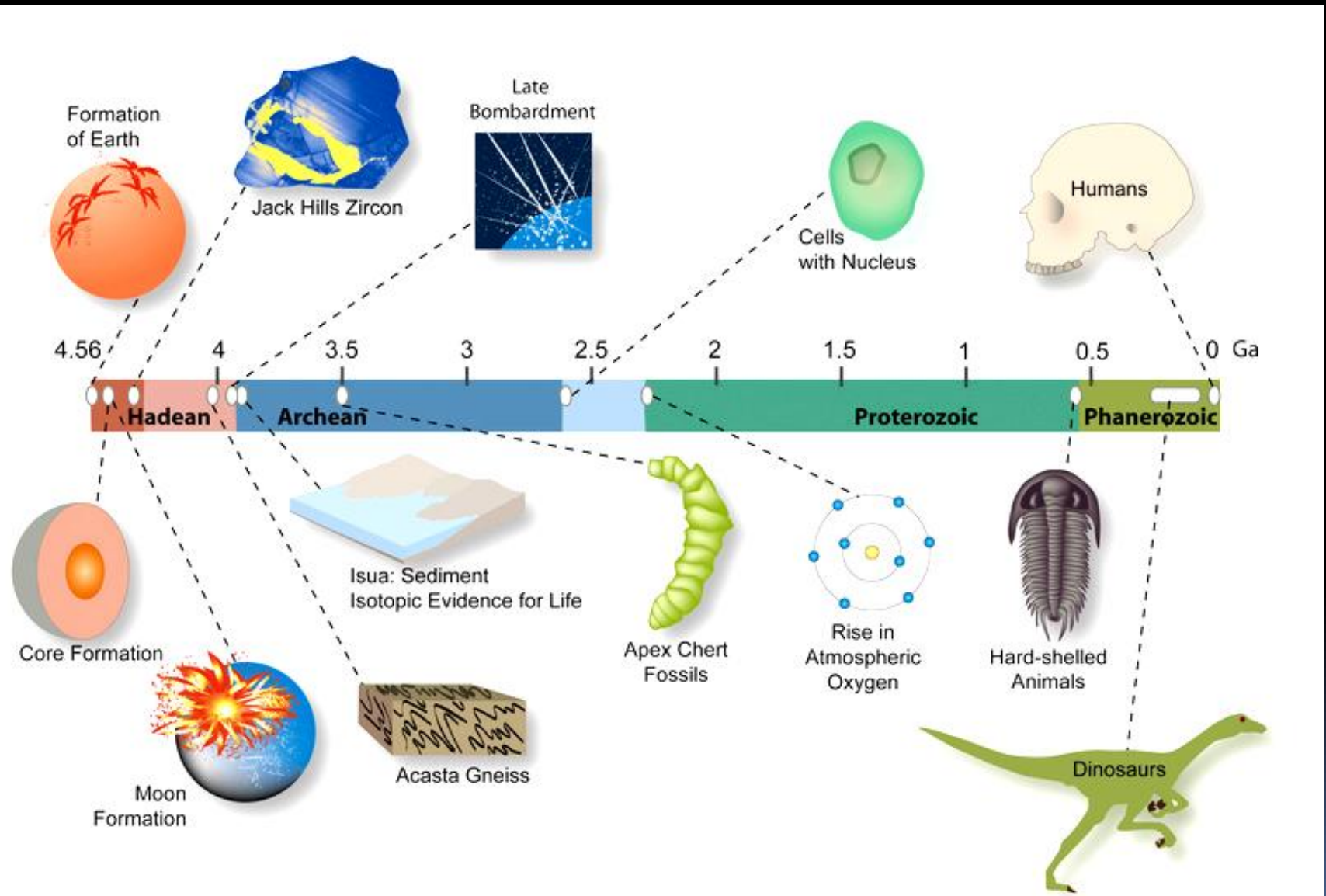
2005 09 09 09:19:08 UTC
Real time



Speed: 0.00000 m/s

Follow Earth
FOV: 25° 29' 37.2" (1.00x)

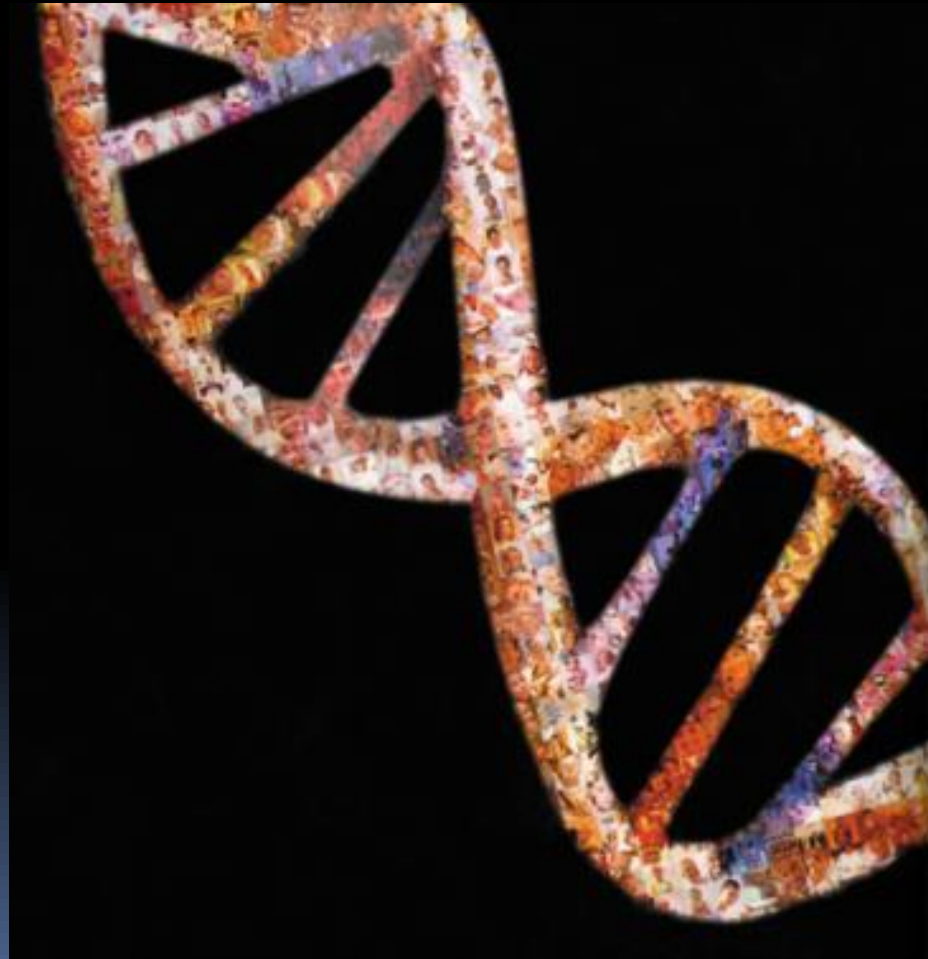
Evolución de la Tierra



ESTROMATOLITOS: 3500 millones de años



Vida = ADN



Complejidad creciente

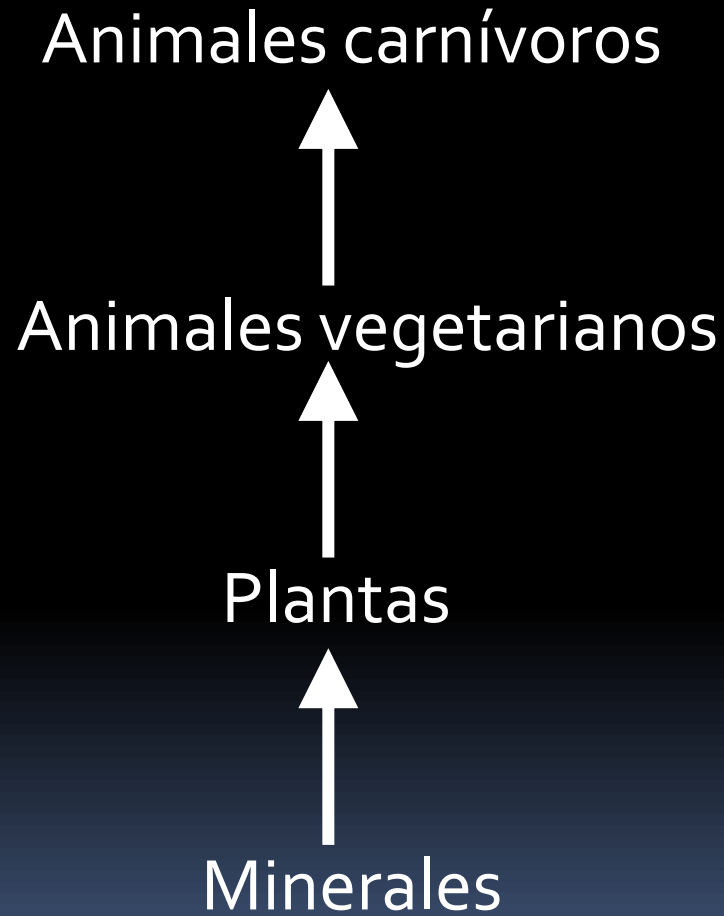
- Átomos
- Moléculas
- Proteínas (miles de átomos)
- Virus (ADN, miles de millones de átomos)
- Células procariotas (sin núcleo diferenciado)
- Células eucariotas (con núcleo, bacterias)
- Organismos pluricelulares
- Plantas
- Animales (sistema nervioso, cerebro)

Evolución de la Vida

- Surgió rápidamente
- En los océanos (protección UV)
- Unicelulares: durante 3000 MA.
Extraen CO_2 y liberan **oxígeno** → **ozono**
- Pluricelulares e intercambio de ADN:
en los últimos 1000 MA
- Ozono y colonización de la superficie:
hace 400 MA
- Animales que se alimentan de plantas
- Animales que se alimentan de animales

Cadena alimenticia

Incorporación de moléculas cada vez complejas

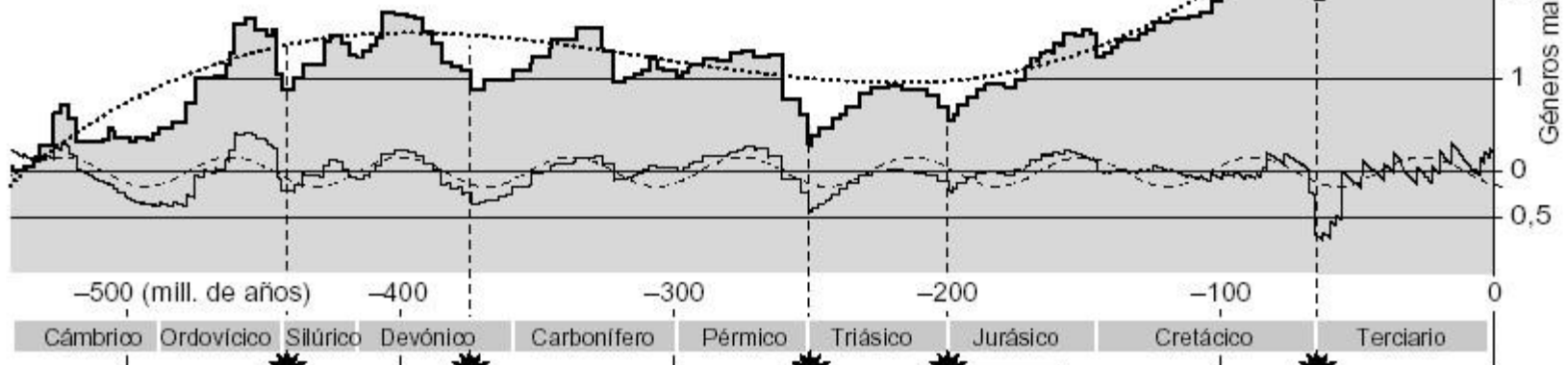


Extinciones masivas

Los ciclos de biodiversidad de la Tierra

- Número de géneros de animales marinos
- Tendencia a gran escala
- Número de géneros, una vez sustraída la tendencia a gran escala
- Ciclo idealizado de 62 millones de años

☀ **Las cinco extinciones masivas.**
(Coinciden con el periodo valle del ciclo de 62 millones de años)



Época de la catástrofe
Géneros extinguidos: observados / estimados

Final del ordovícico
60% / 85%



Causas propuestas — Fluctuación drástica del nivel del mar

Devónico tardío
57% / 83%



Meteorito, calentamiento, pérdida de oxígeno en el agua marina

Final del pérmico
82% / 95%



Meteorito, fluctuación del nivel del mar, actividad volcánica

Final del triásico
53% / 80%



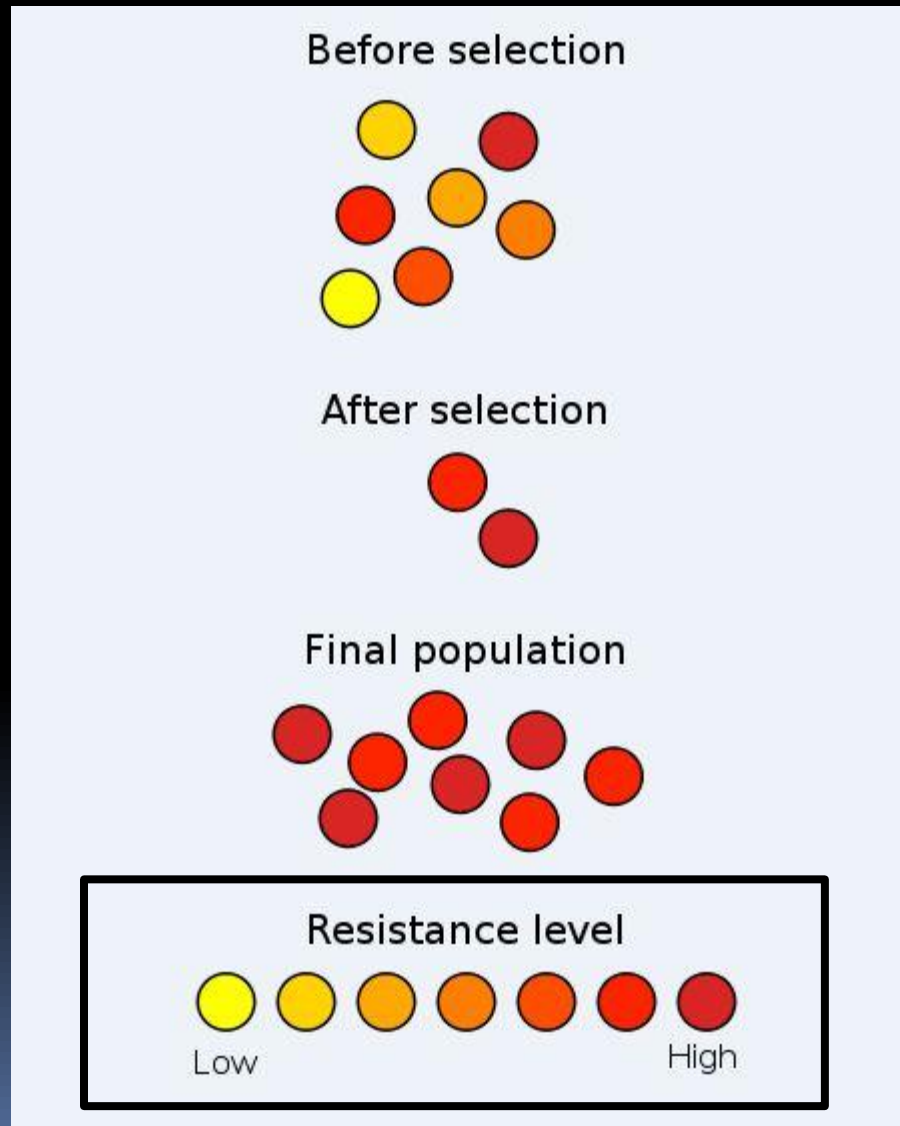
Actividad volcánica, calentamiento

Final del cretácico
47% / 76%



Meteorito, actividad volcánica severa

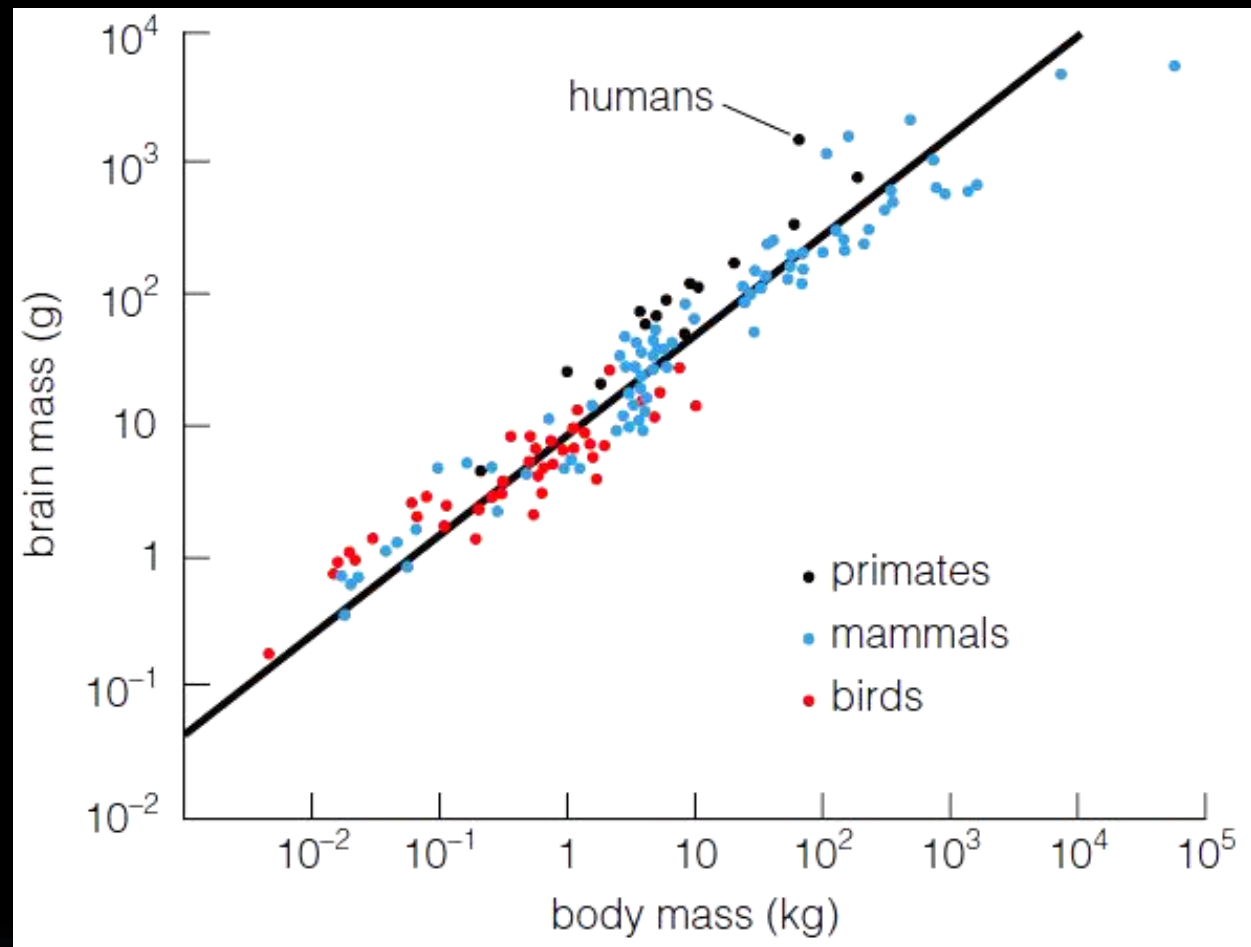
Evolución por selección



Estímulos en la evolución del Hombre (hace 6 MA)

- Disminución de bosques en África
- Posición erguida: mejor visibilidad y **comunicación** para cazar
- Manos libres para cargar cosas
- Destreza en las manos
- Estímulo para crear herramientas
- **Lenguaje**

Cerebro



- Surge como centro de procesamiento de los estímulos de los sentidos
- Permite buscar con más eficiencia alimentos mientras se evita convertirse uno mismo en alimento de otro.

La vida en el Universo

- La vida parece surgir rápidamente
- Pero una civilización inteligente demora en surgir (4700 MA)
- ¿cuántas deberían existir hoy?

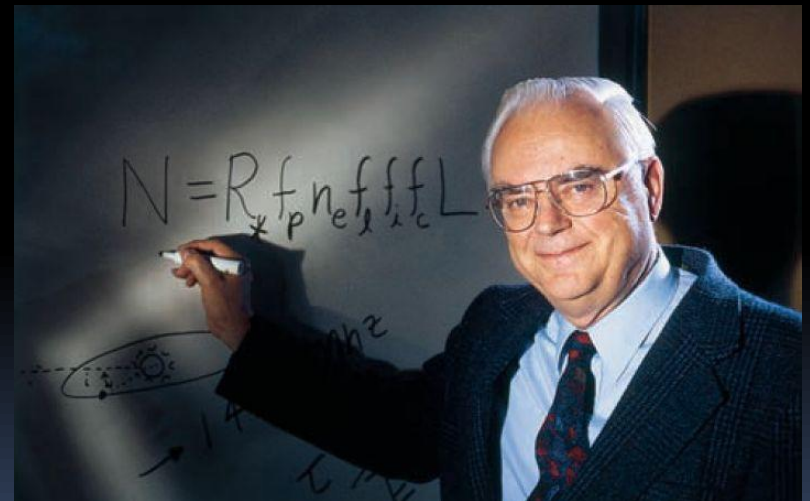
 Ecuación de Drake

Ecuación de Drake

$$N = N_{\text{planetas}} \times f_{\text{vida}} \times f_{\text{civilizacion}} \times f_{\text{ahora}}$$

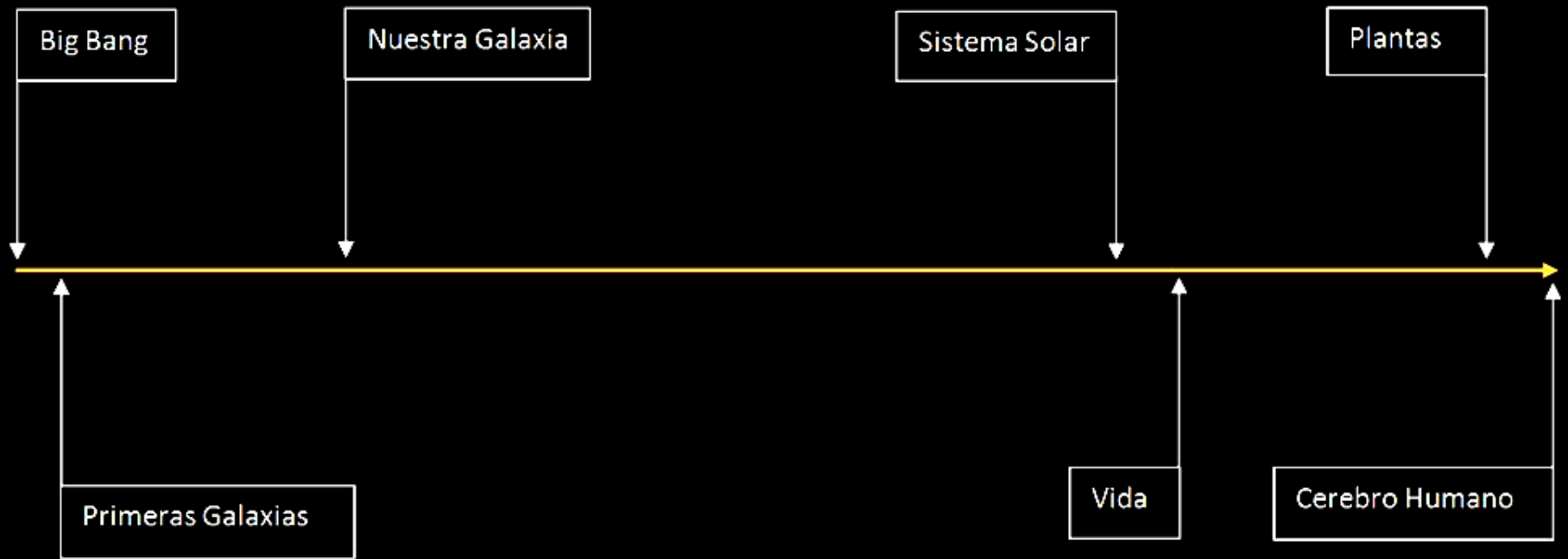
$$N = 10^{12} \times 0.1 \times 0.1 \times 100/10.000.000.000$$

$$N \sim 100 \quad (?)$$



¿Por qué aún no las encontramos?

Resumen



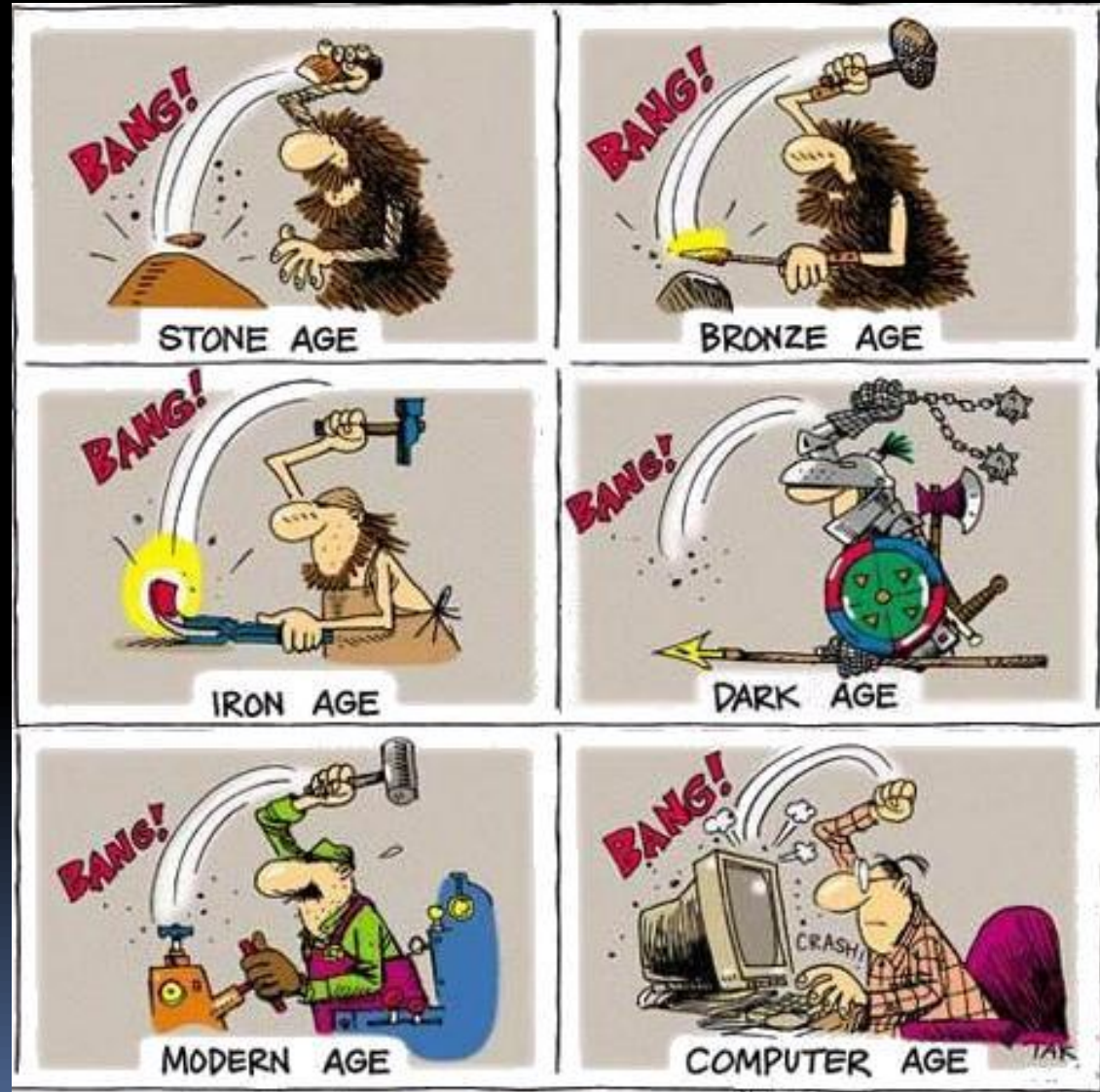
Complejidad creciente



FIN

¡Gracias!

Evolución del Hombre..



Bibliografía

- Big History (Fred Spier)
- The Cosmic Perspective
- www.hubblesite.org
- photojournal.jpl.nasa.gov
- www.bighistoryproject.com