

Desde el Big Bang



FACULTAD DE
CIENCIAS

UDELAR | fcien.edu.uy



20 al 26 de mayo

Semana de la Ciencia y la Tecnología

URUGUAY 2013



Informes | www.semanacyt.org.uy | Tel: 2901 4285 int. 113, 115 y 120 | Fax: 2903 0901

Organizan



Auspician



Dr. Tabaré Gallardo

Departamento de Astronomía

Facultad de Ciencias



OBSERVATORIO ASTRONÓMICO LOS MOLINOS



LABORATORIO DE
INNOVACION
CIENCIA Y
TECNOLOGIA
PARA EL DESARROLLO



What is Your Cosmic Connection to the Elements?



1																	2																				
H																	He																				
3	4													6	7	8	9	10																			
Li	Be													C	N	O	F	Ne																			
11	12													14	15	16	17	18																			
Na	Mg													Si	P	S	Cl	Ar																			
19	20	21	22									29	30	31	32	33	34	35	36																		
K	Ca	Sc	Ti	V									Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr																	
37	38	39	40	41									47	48	49	50	51	52	53	54																	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb									Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe															
55	56	57	72	73									81	82	83	84	85	86																			
Cs	Ba	La	Hf	Ta									Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn																		
87	88	89	106	107									114	115	116	117	118																				
Fr	Ra	Ac	Rf	Db									Fl	Mt	Lv	Ts	Og																				
																		58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70							
																		Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu						
																		90	91	92												98	99	100	101	102	103
																		Th	Pa	U												Cf	Es	Fm	Md	Nb	

Big Bang

Small Stars

Large Stars

Supernovae

Cosmic Rays

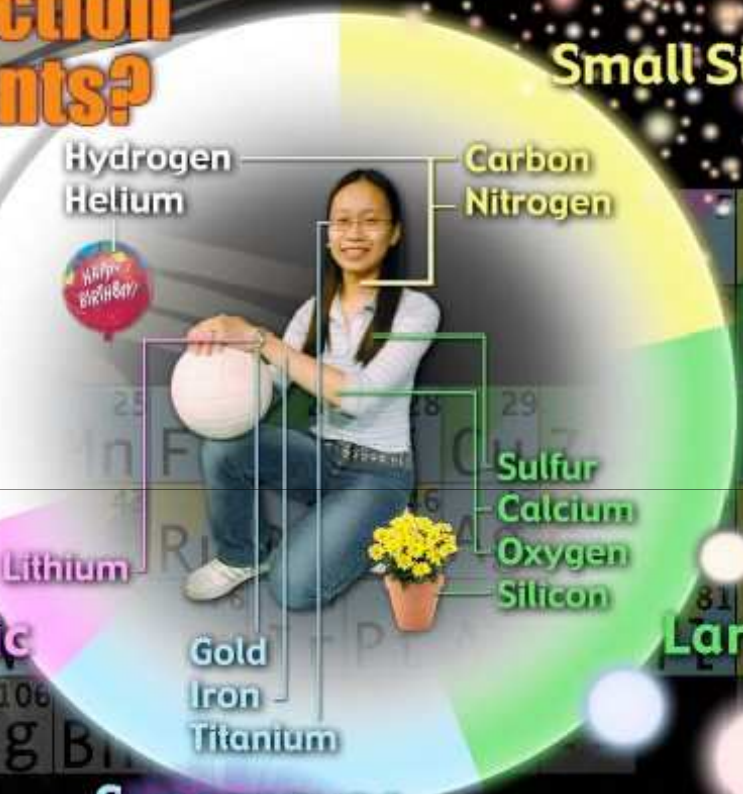
Hydrogen
Helium

Carbon
Nitrogen

Lithium

Sulfur
Calcium
Oxygen
Silicon

Gold
Iron
Titanium

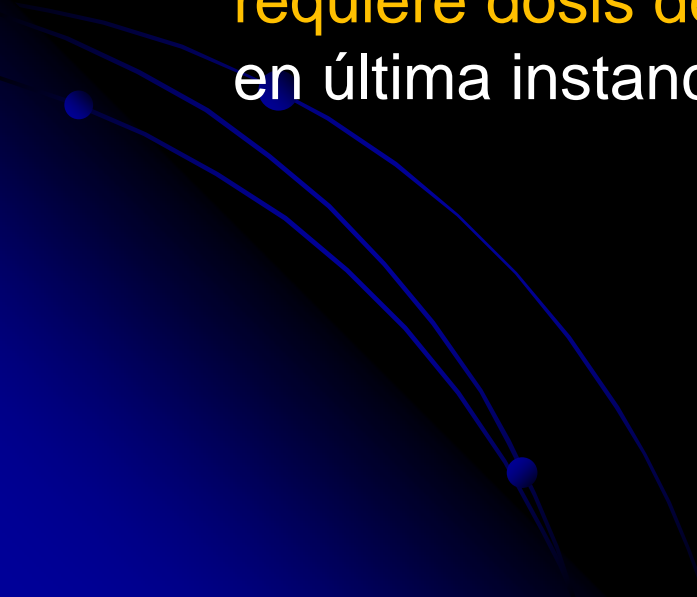


Épocas del Universo

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

La Historia de la energía y la materia y su **evolución hacia formas cada vez mas complejas** por su estructura y mutua interacción.

La evolución hacia formas mas complejas **requiere dosis de energía cada vez mayores** que en última instancia provienen del núcleo atómico.

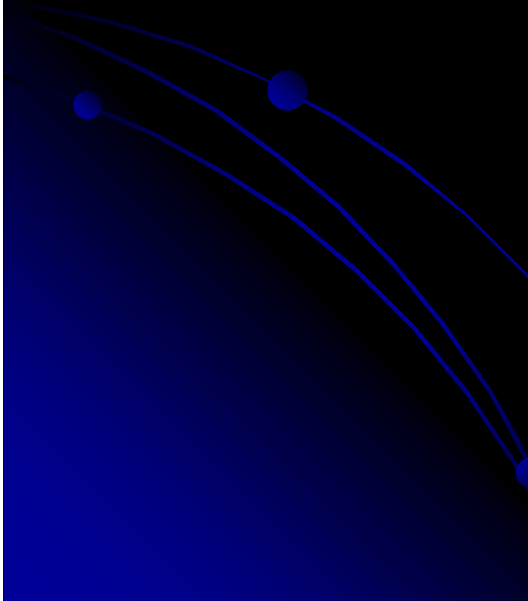


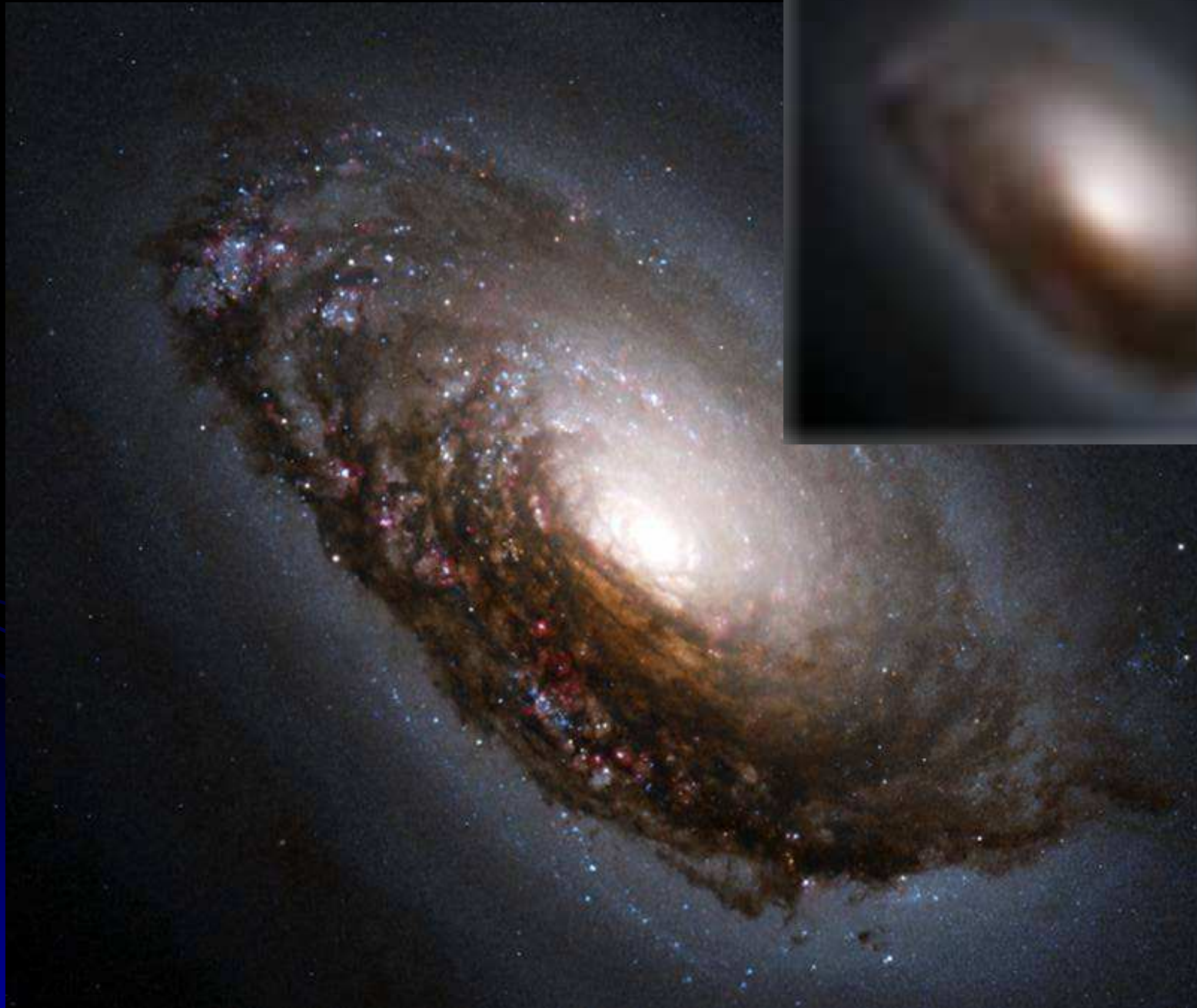
Telescopio espacial Hubble





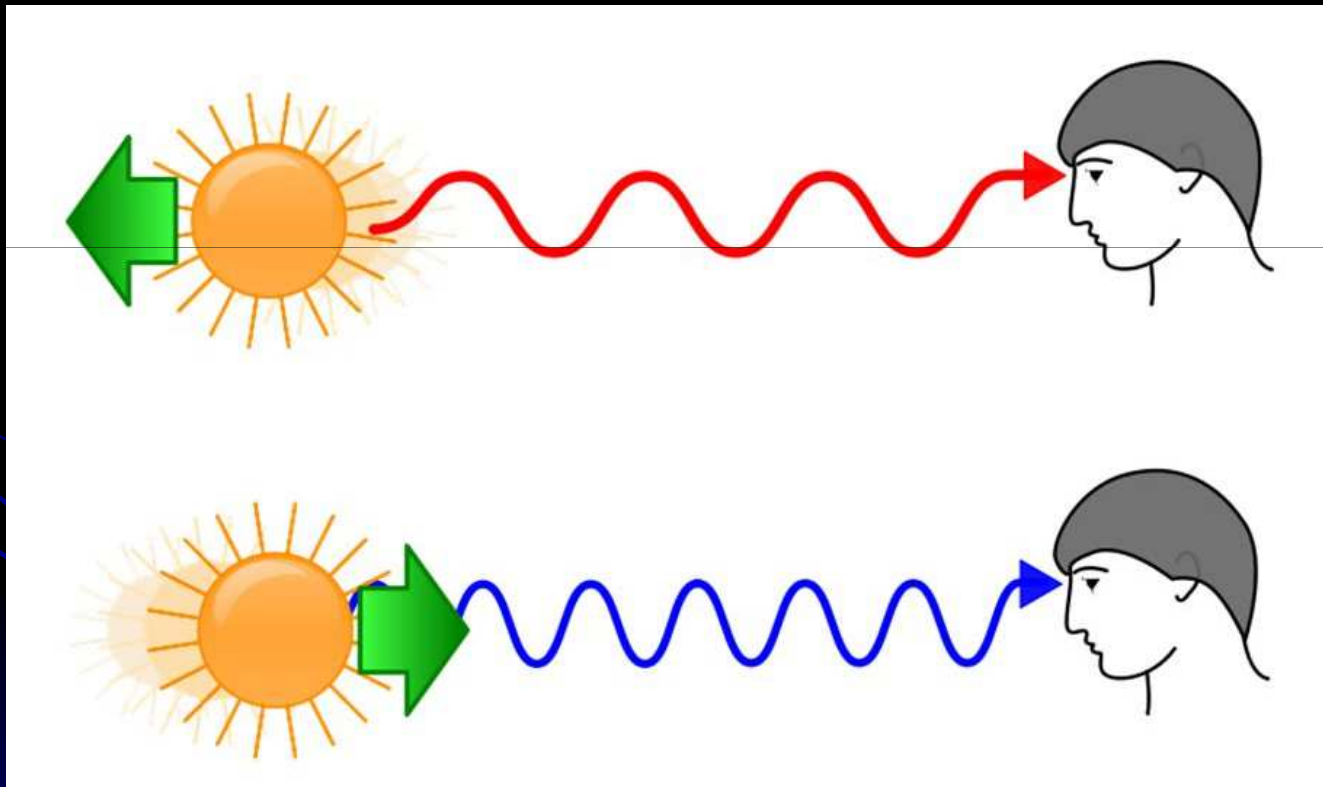
Edwin Hubble



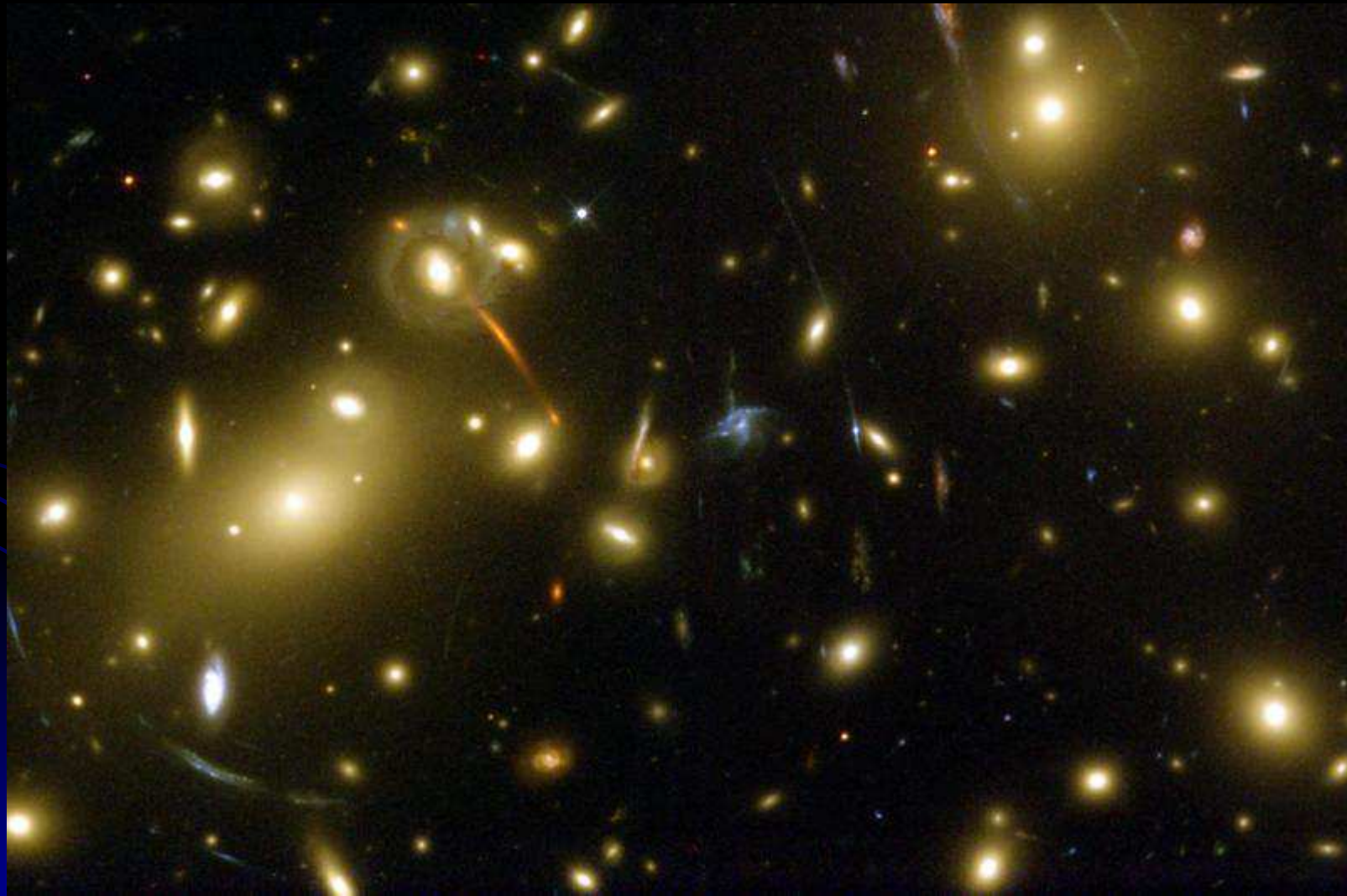




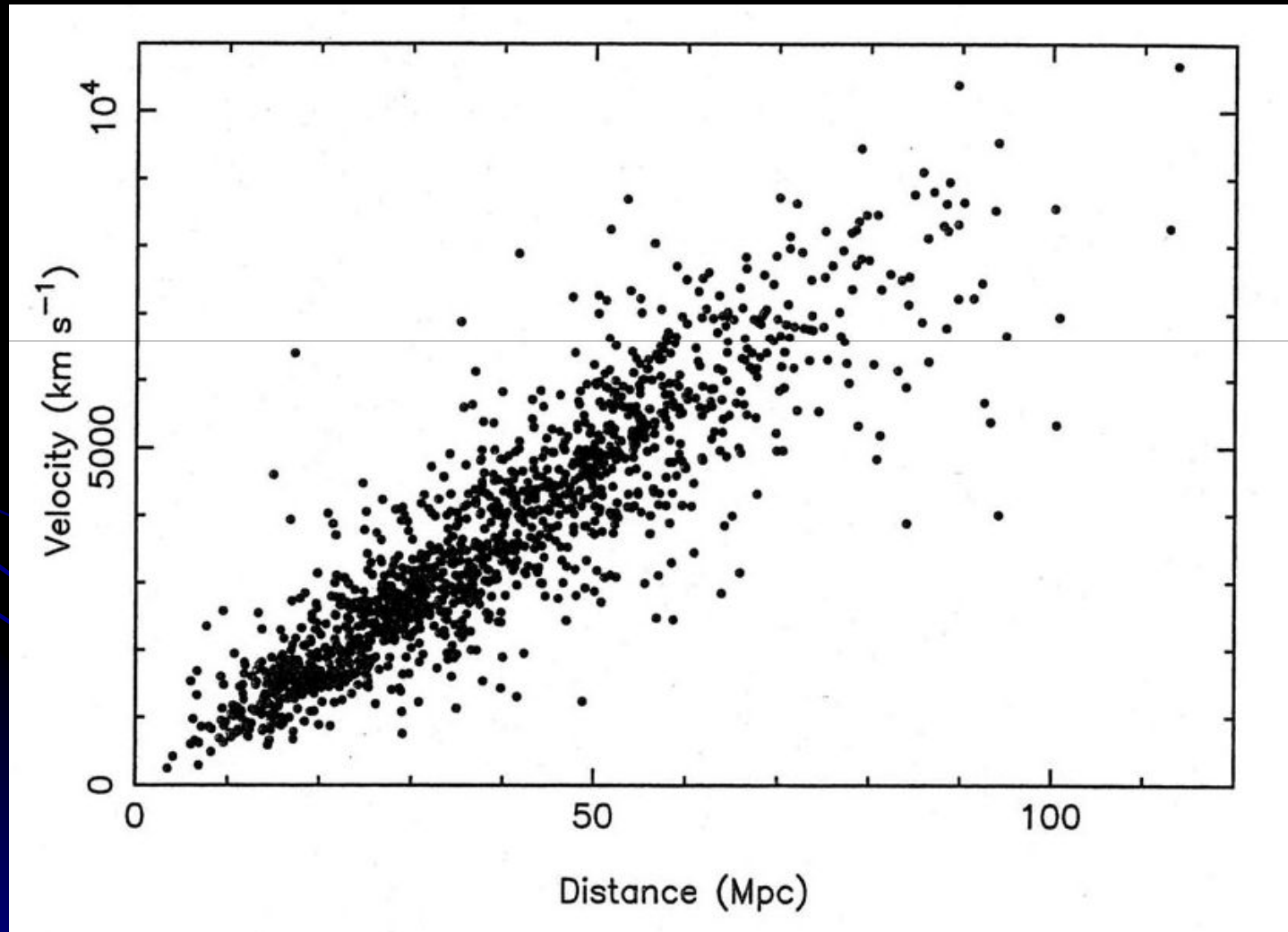
Determinación de velocidades



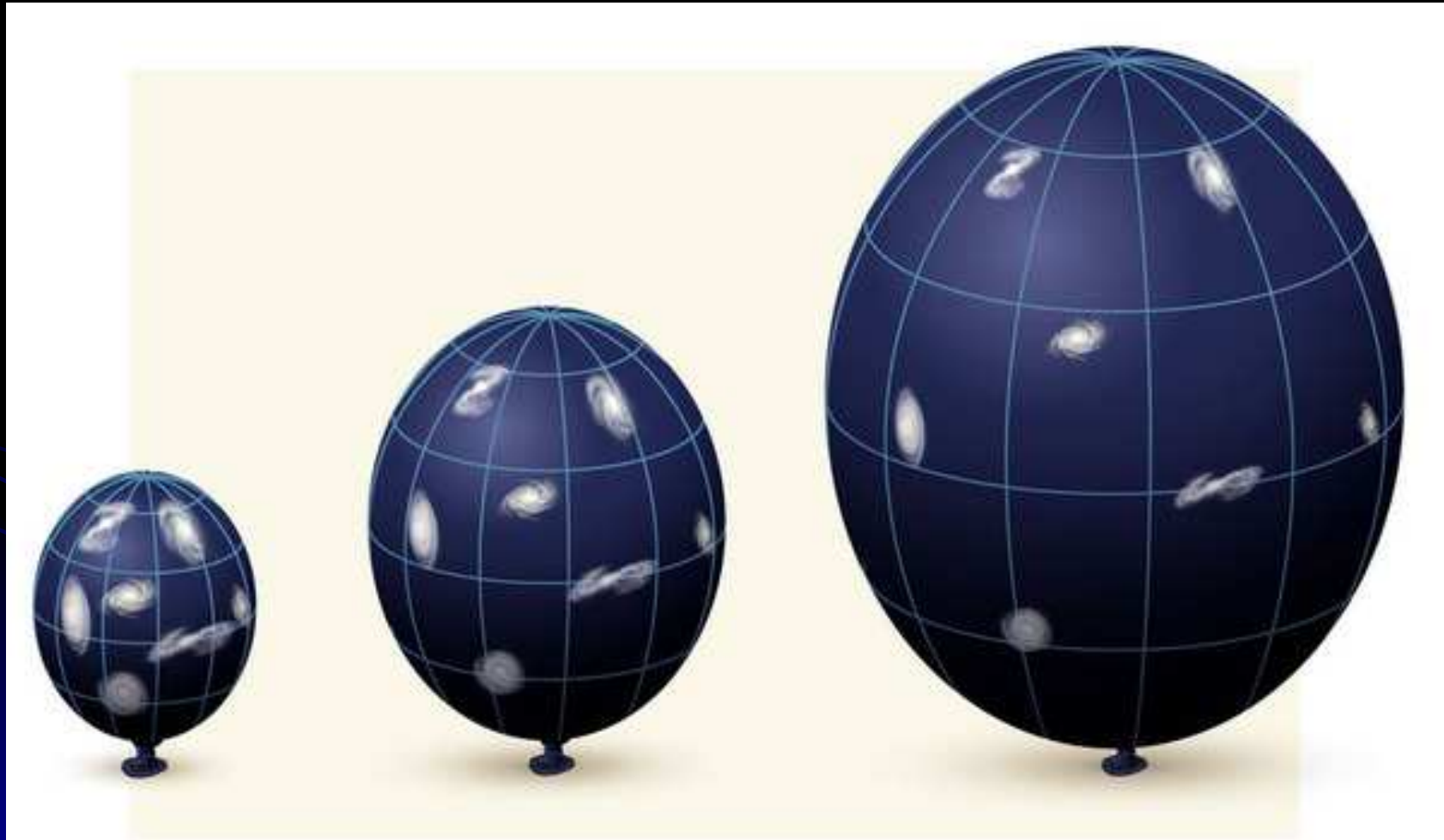
Determinación de distancias



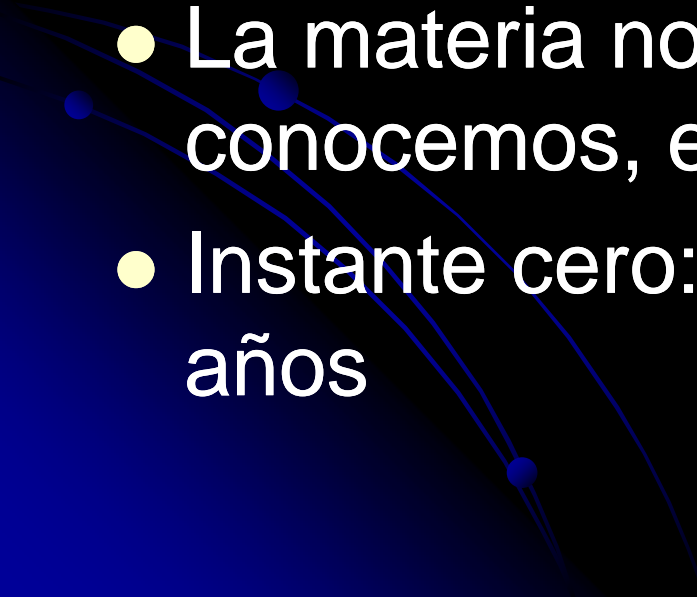
1929: Ley de Hubble



Significado de la Ley de Hubble: EXPANSIÓN

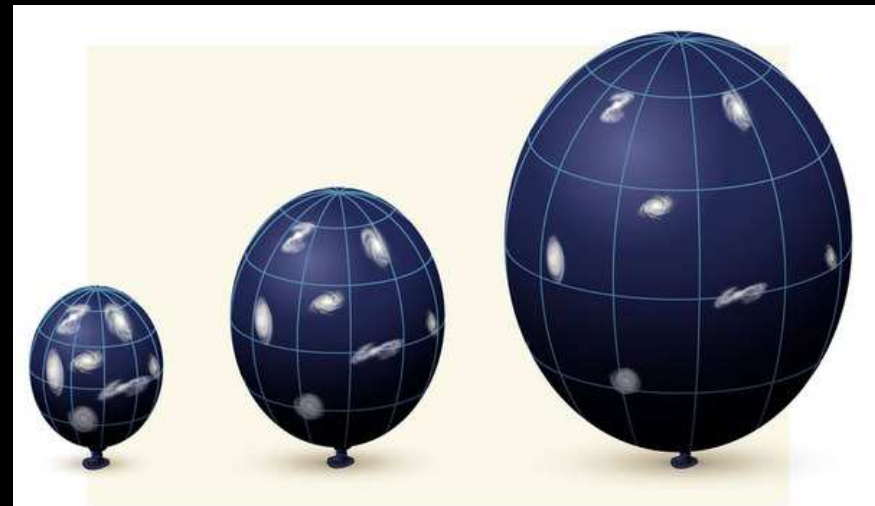


Si vamos hacia atrás en el tiempo... Big Bang!

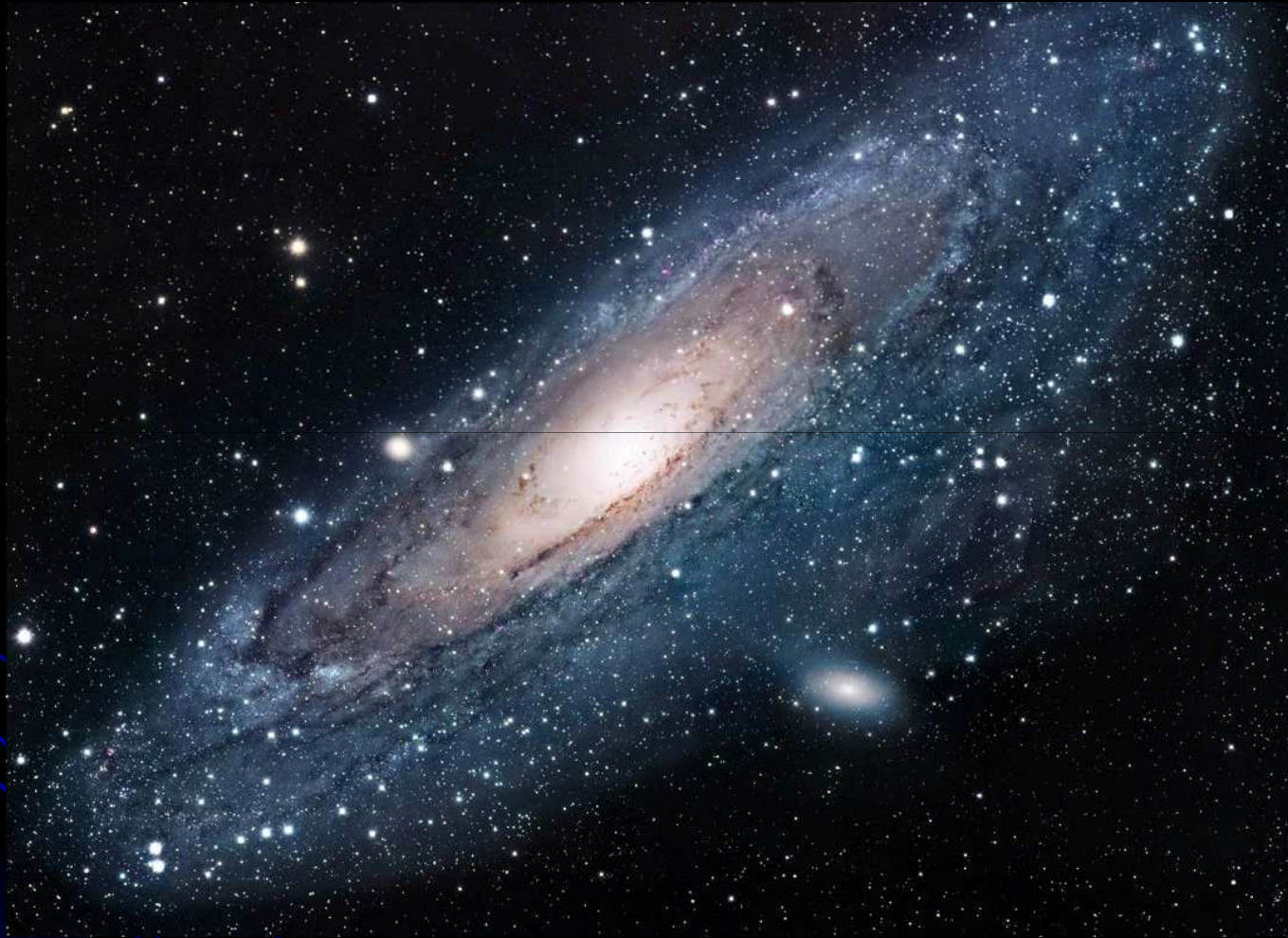
- Todo el Universo estaba contenido dentro de un volumen microscópico
 - Densidad, temperatura y presión altísimas
 - La materia no podría existir tal como la conocemos, en forma de átomos
 - Instante cero: hace 13.700 millones de años
- 

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

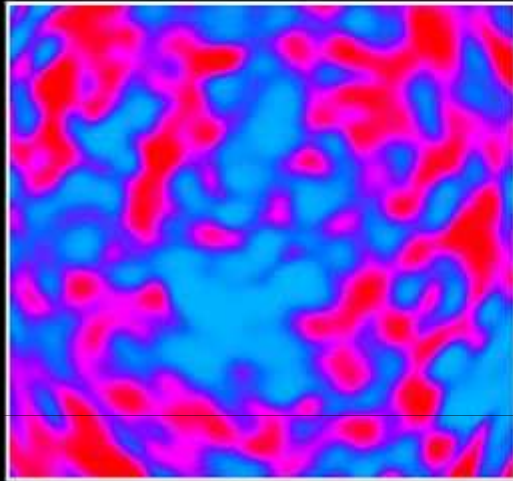


Antigüedad: 2 millones de años



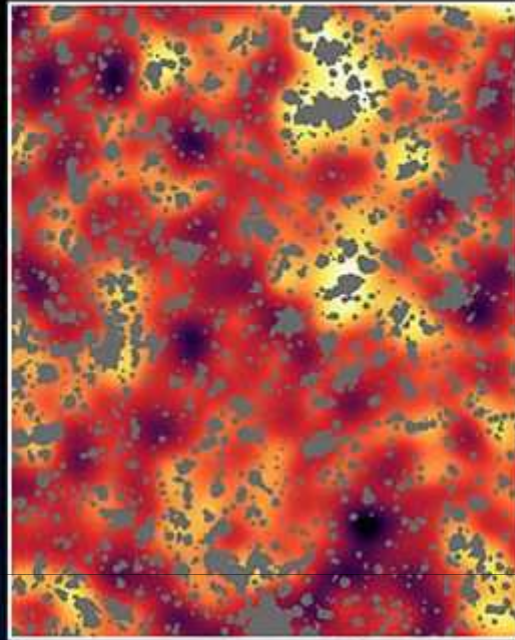
Miles de millones de años

COBE Cosmic Microwave Background



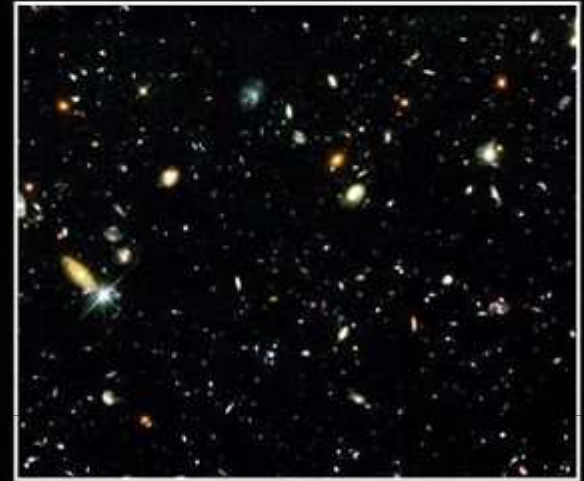
Microwaves

Spitzer "First Light"



Infrared

Hubble Deep Field



Visible

BIG BANG

Dark Ages

First Light

Today

0 yrs

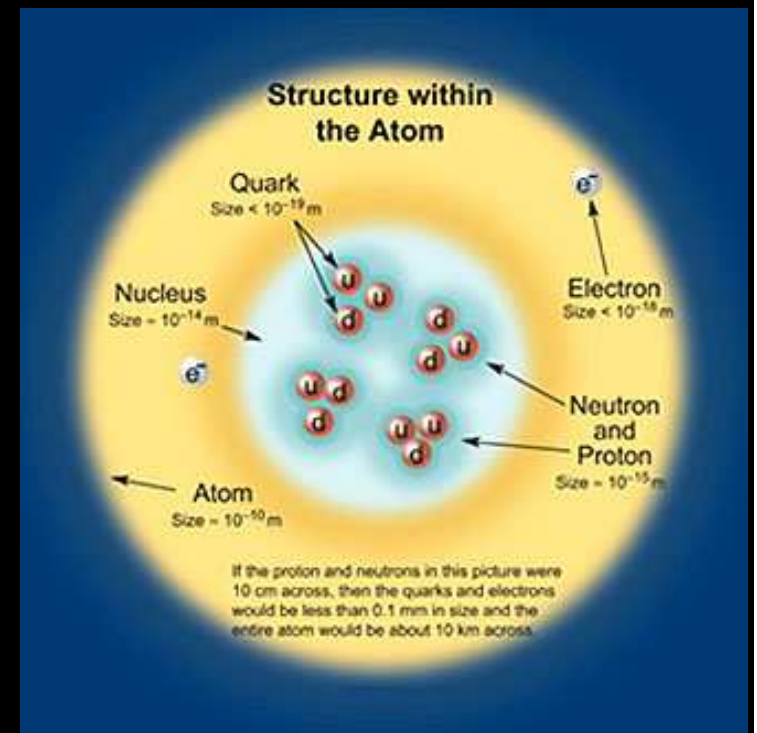
400,000 yrs

400 million yrs

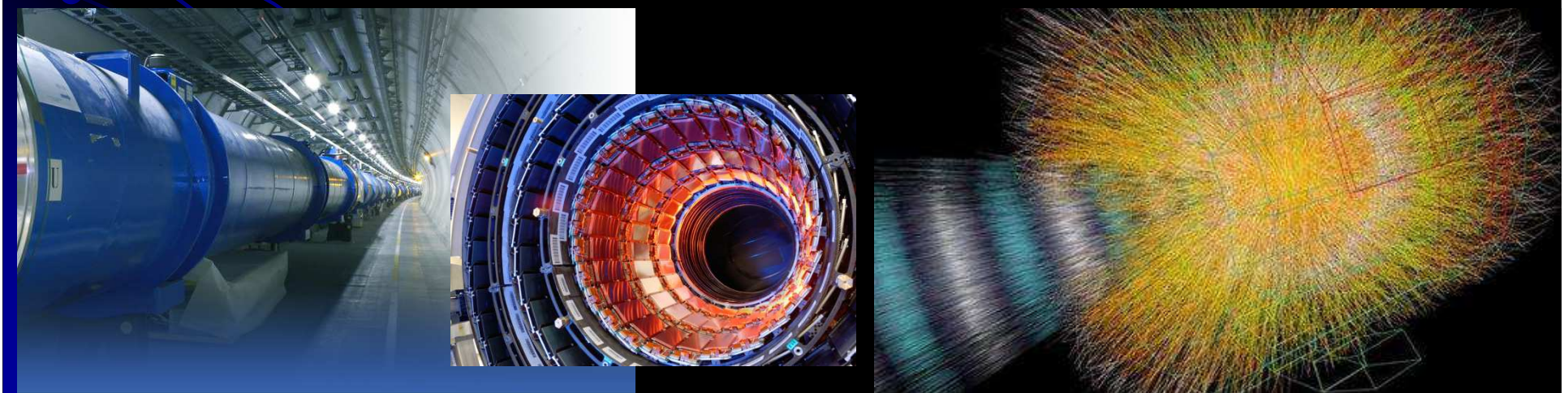
13.7 billion yrs

Primeros minutos

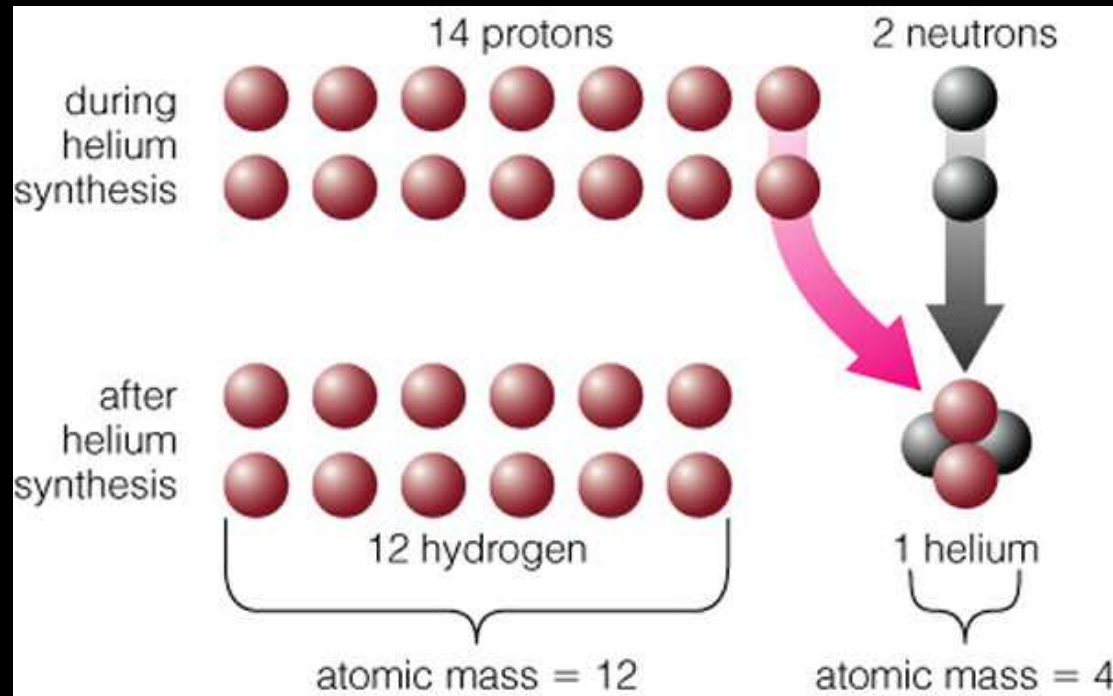
- Energía \leftrightarrow materia + antimateria
- “Sopa” de quarks y electrones
- Quarks \rightarrow protones y neutrones
- Núcleos de H y He



Probando la teoría: LHC



H y He



Predicción: 75% H + 25% He

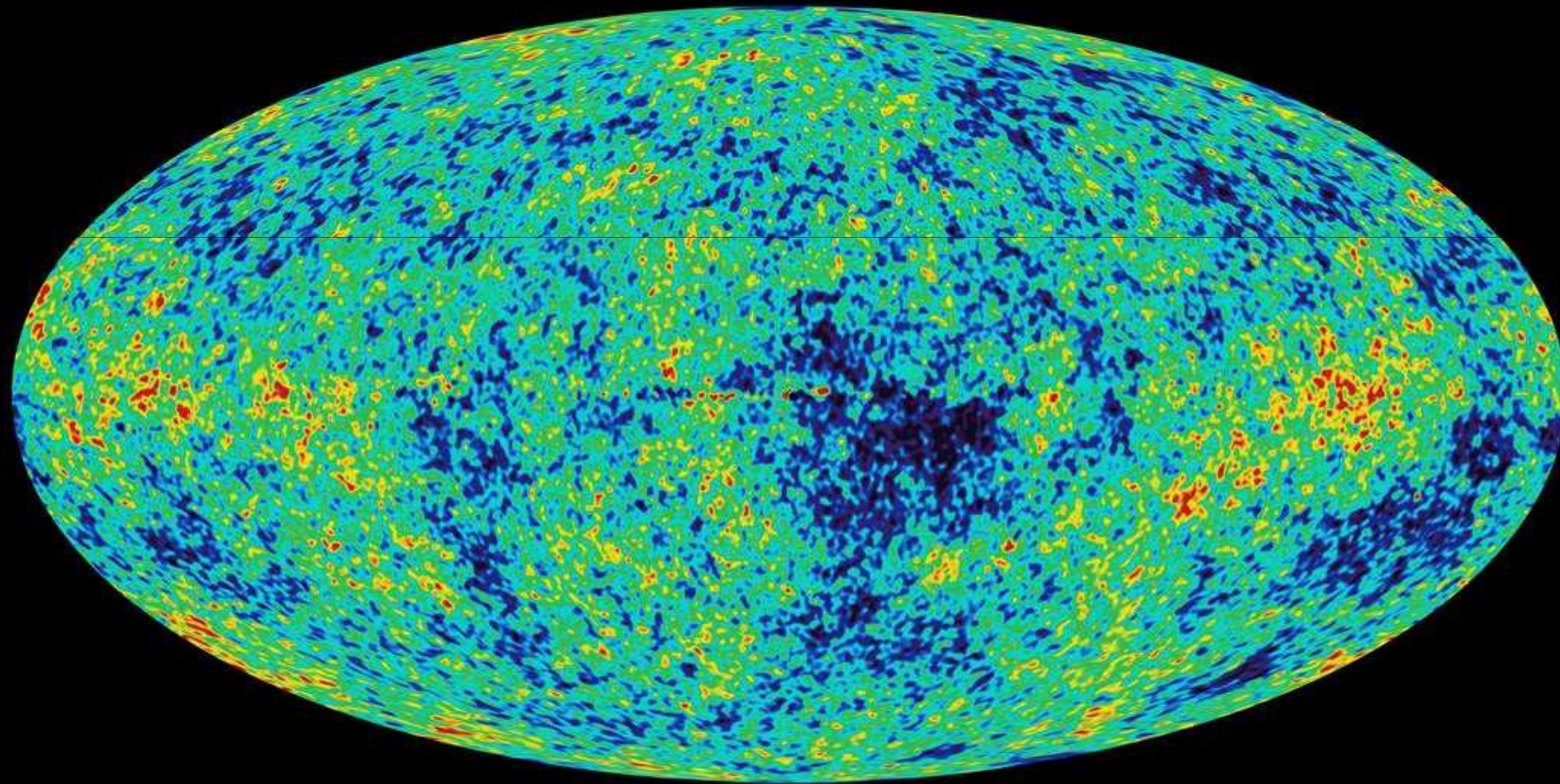
Radiación C3smica de Fondo

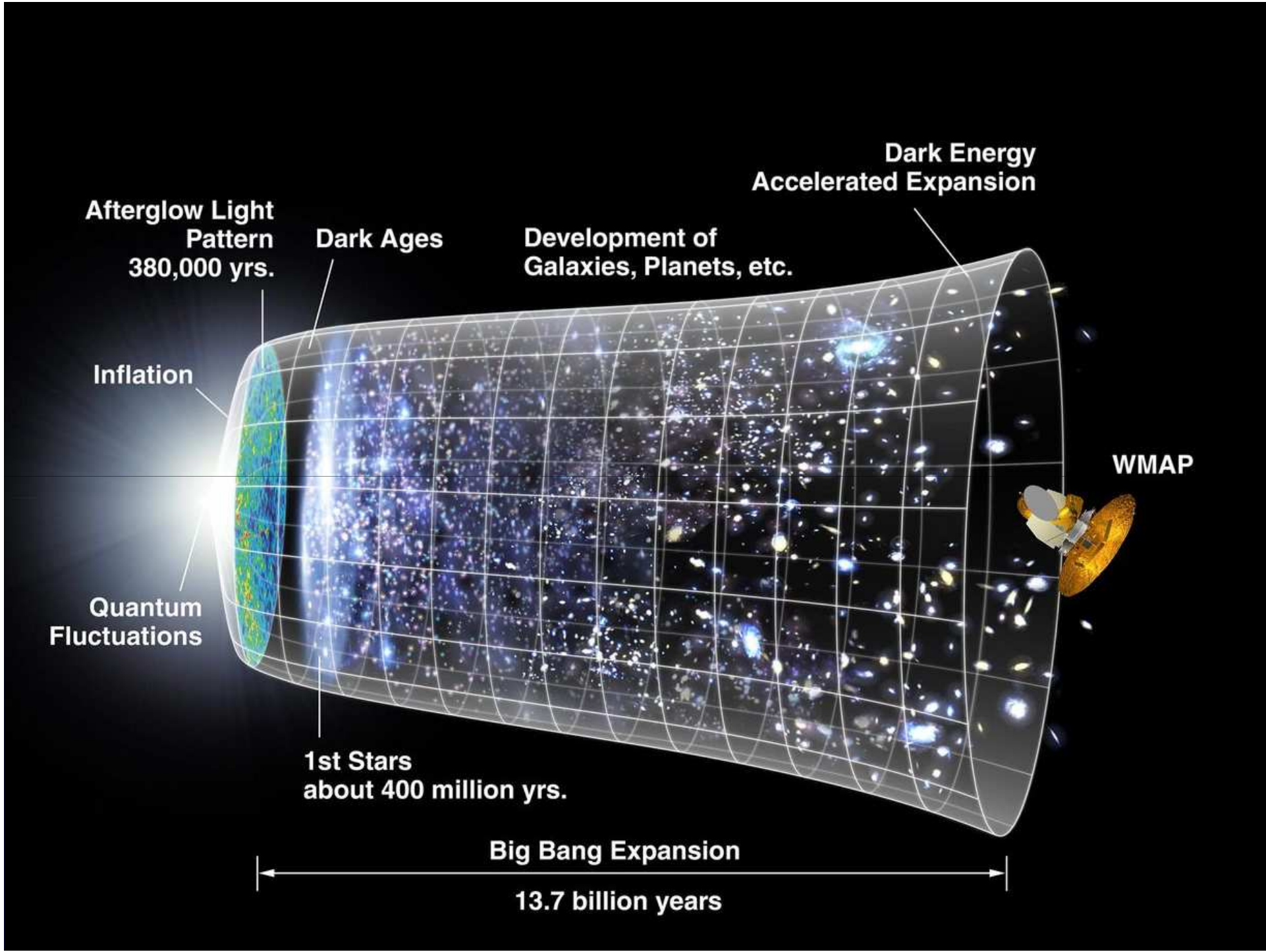
- Es la estructura mas lejana y primitiva que podemos ver
- Sería una imagen del universo a los 380.000 años de edad y a $T=3000\text{ K}$
- Como desde entonces el universo se ha expandido unas 1000 veces la temperatura observada de esa radiación debería ser $T=3\text{ K}$

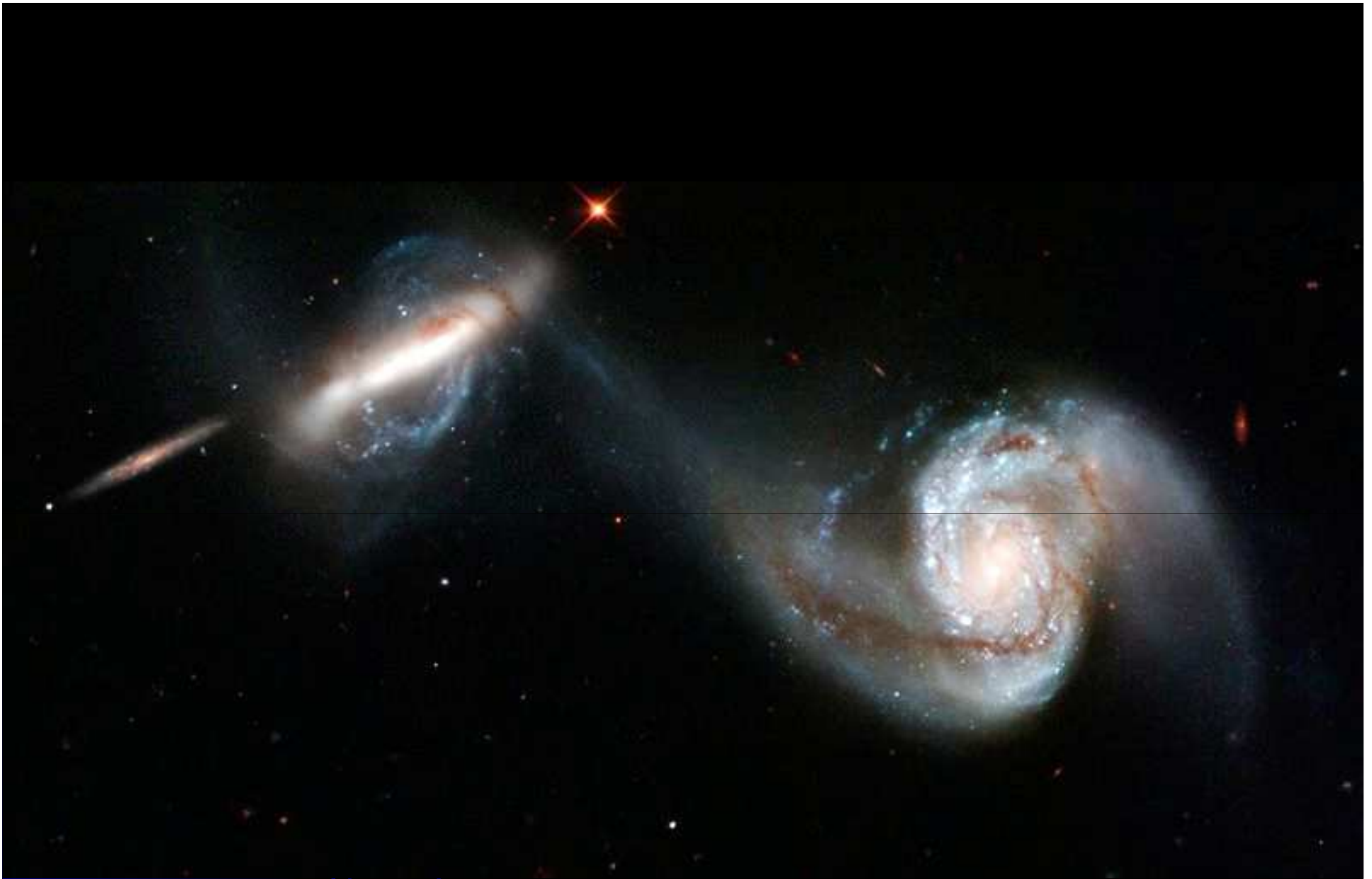
Penzias y Wilson: 1965



Radiación C3smica de Fondo

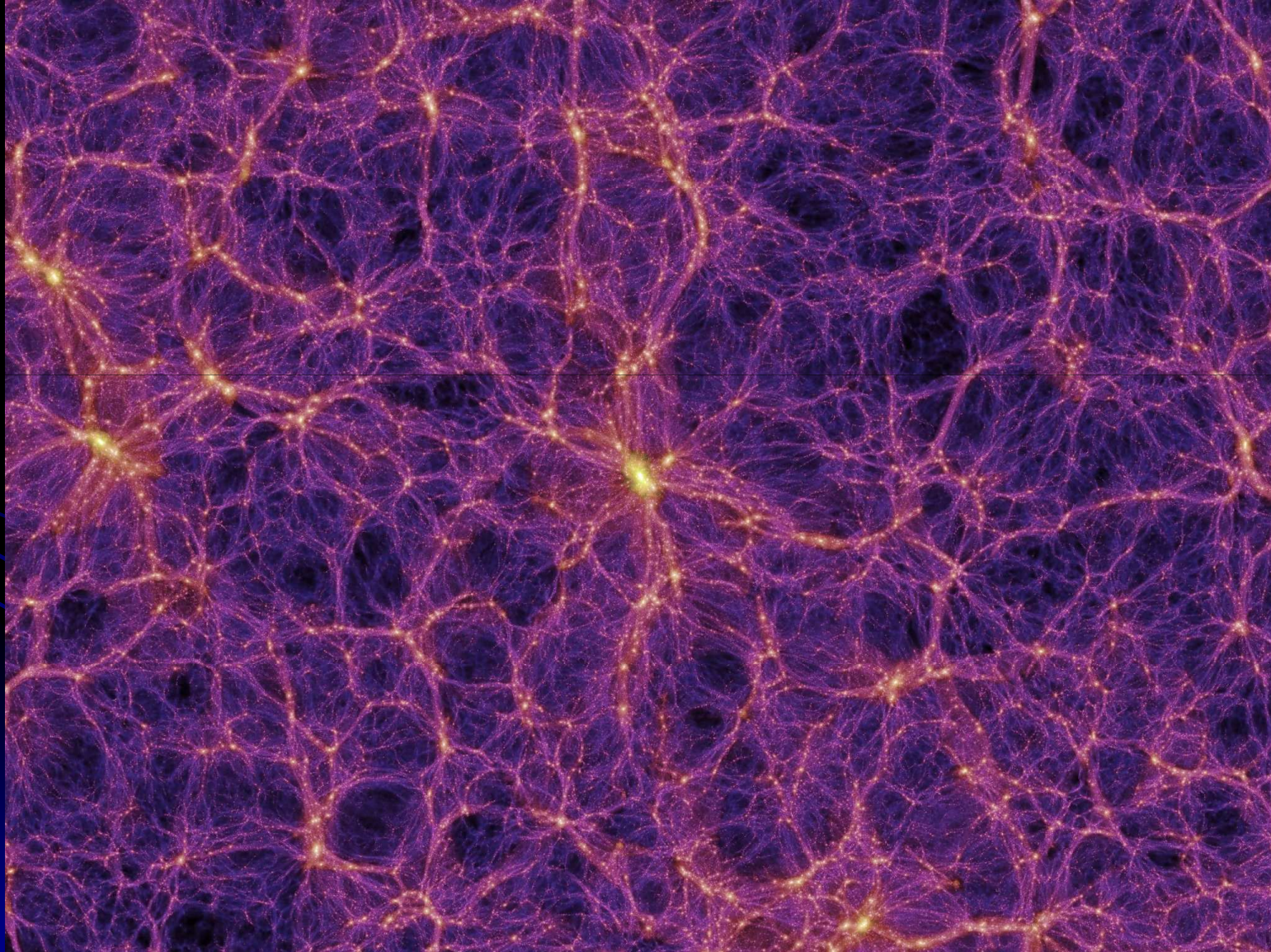




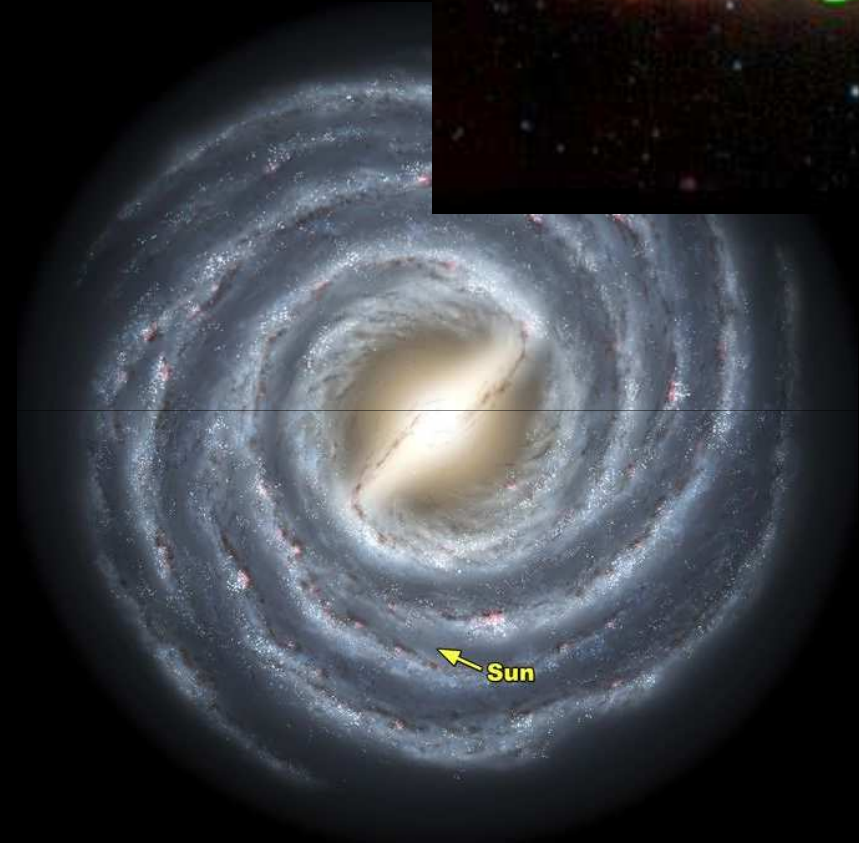
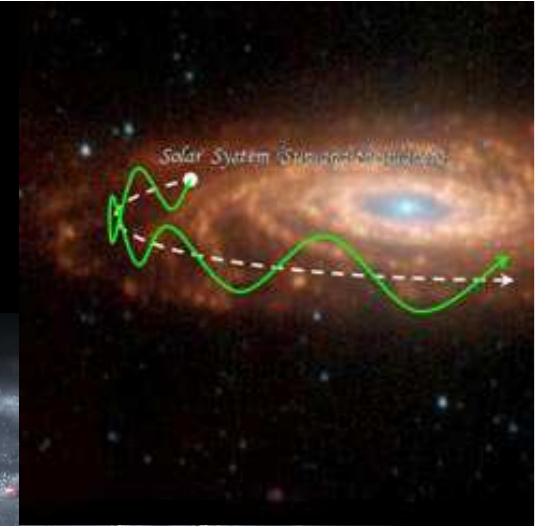


100.000.000.000 de galaxias

Estructura en gran escala

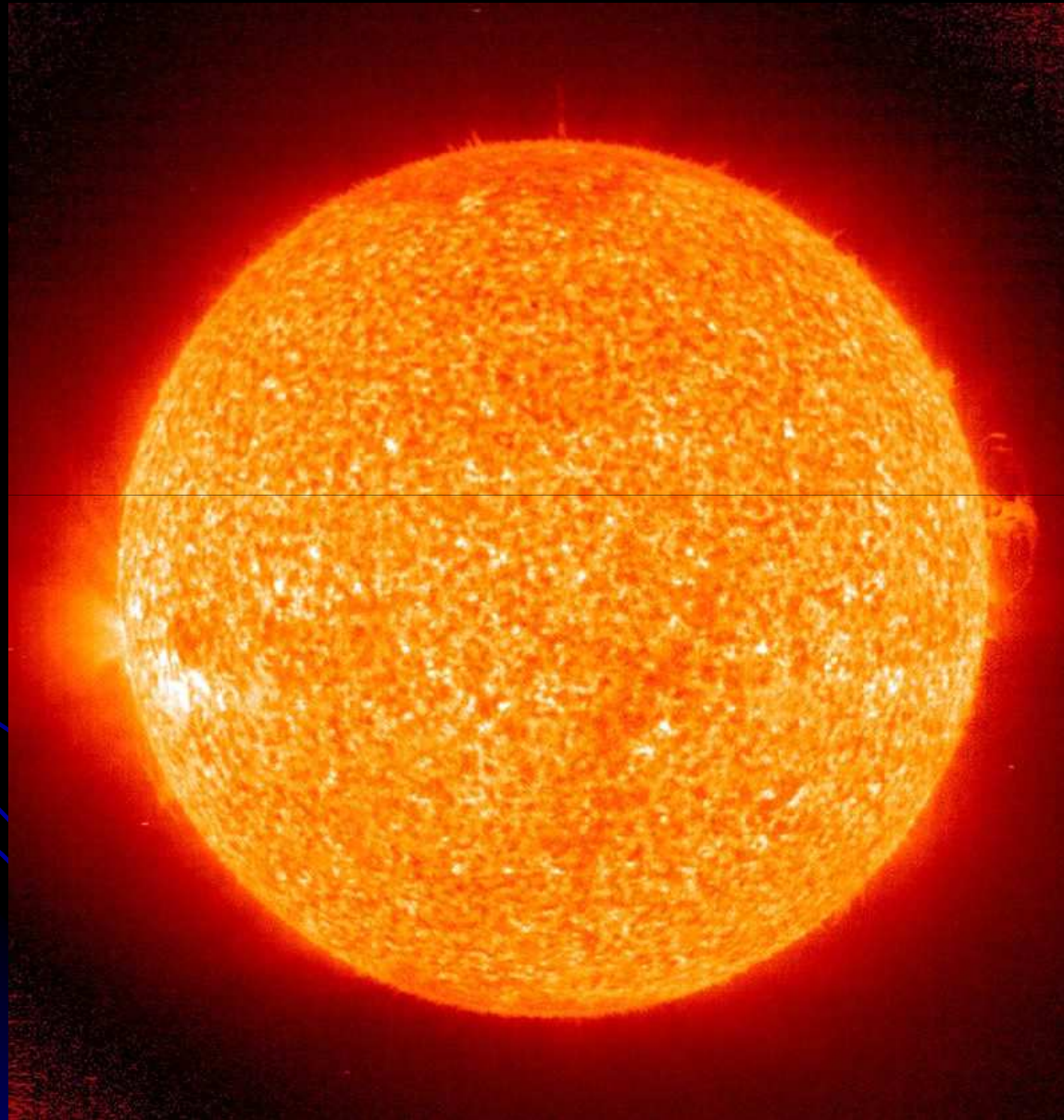


Nuestra galaxia



300.000.000.000 de estrellas

Estrellas



Formación de elementos

- Núcleo estrella: $H \rightarrow He \rightarrow C \rightarrow O \rightarrow Fe$
- Supernova: demás elementos de la tabla



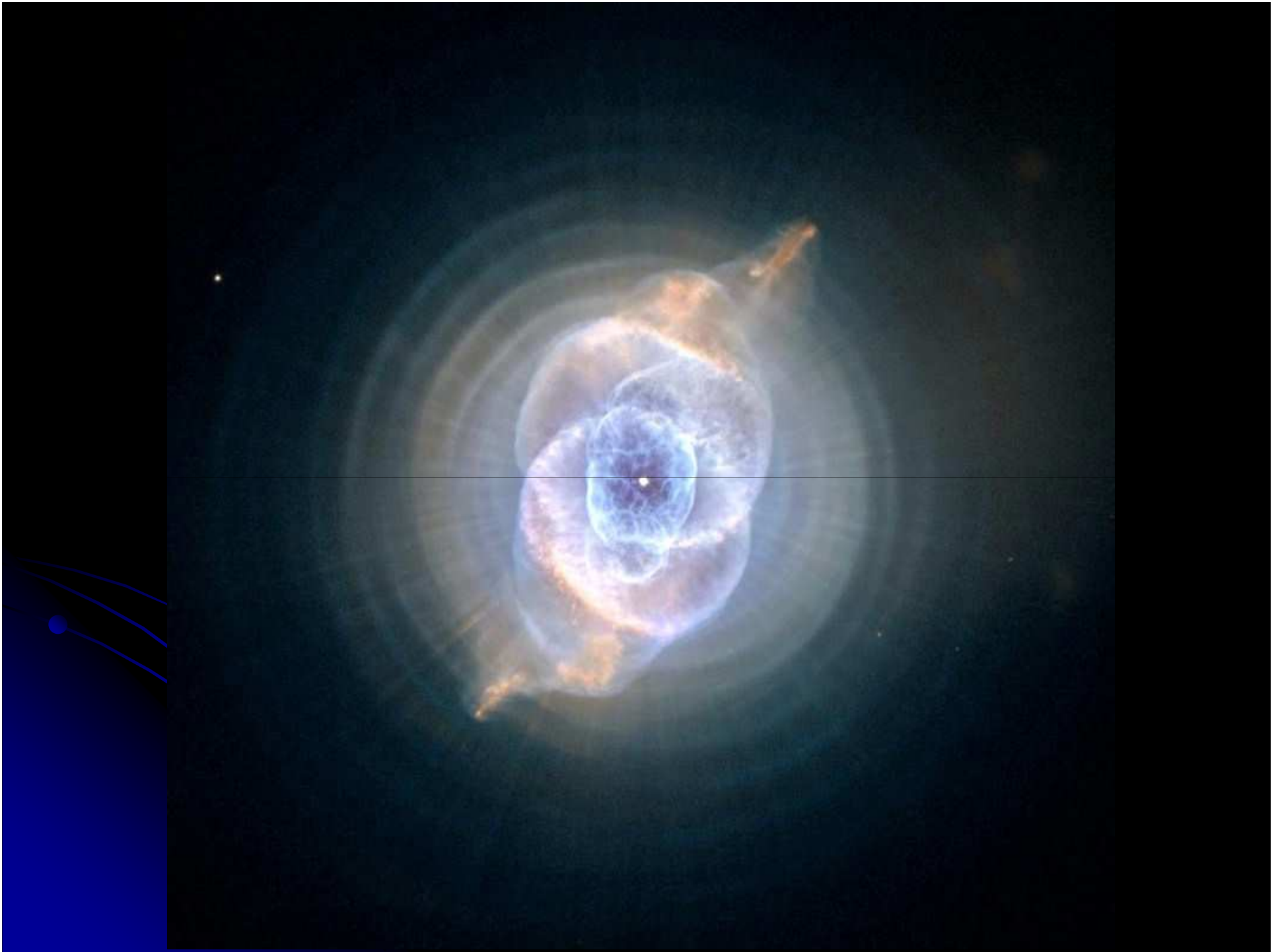
- Nueva generación de estrellas **puede tener planetas como la Tierra**

Formación estelar







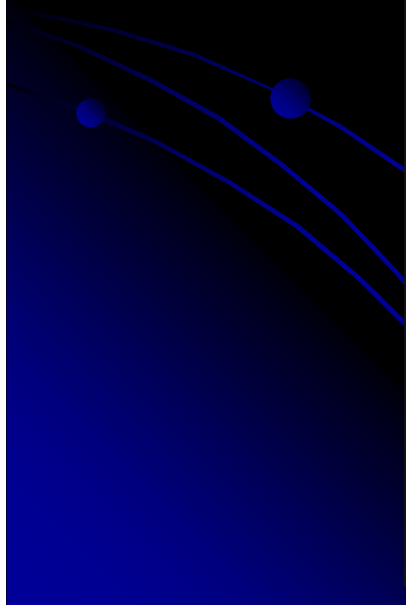
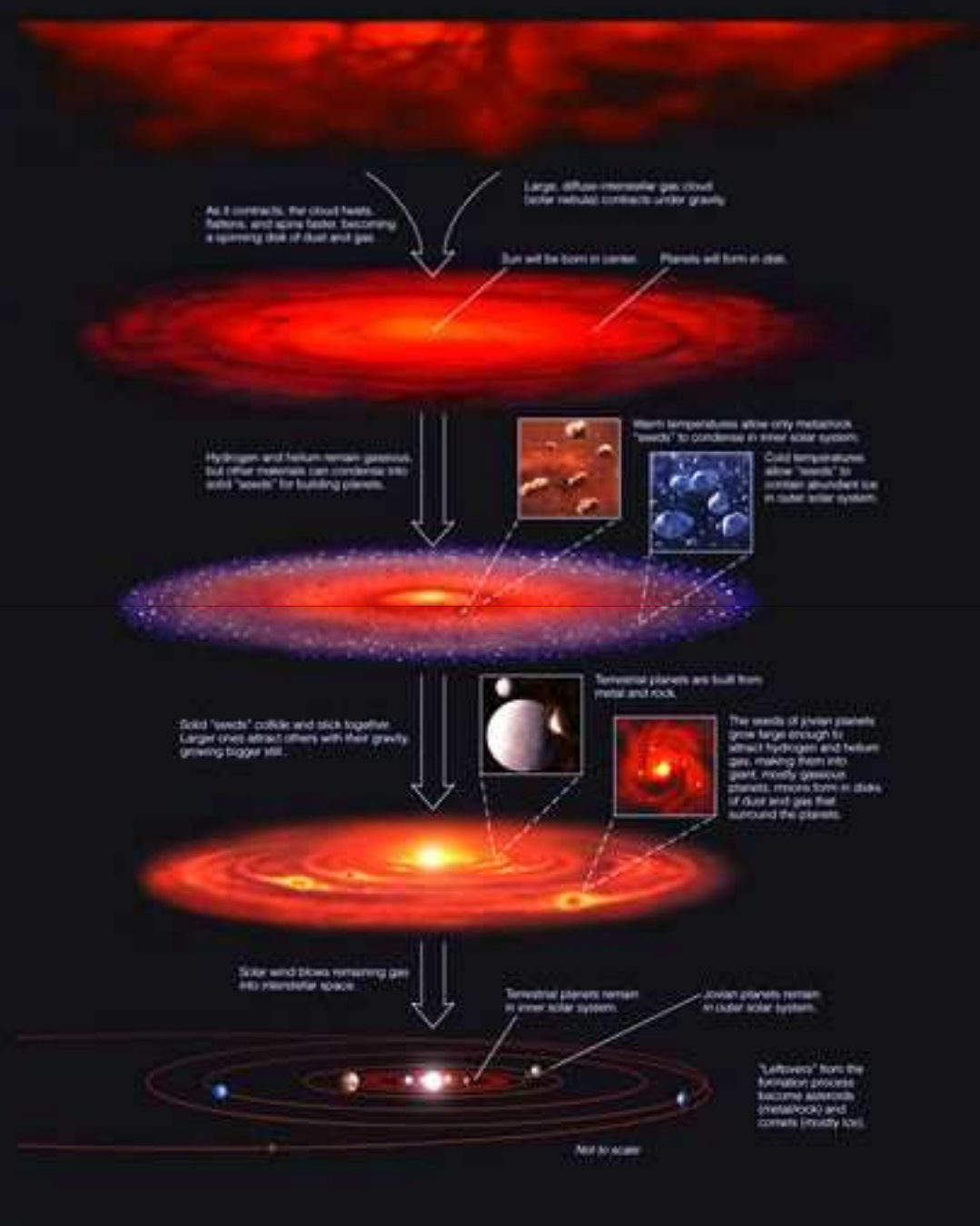




www.hubblesite.org

Formación del Sistema Solar

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

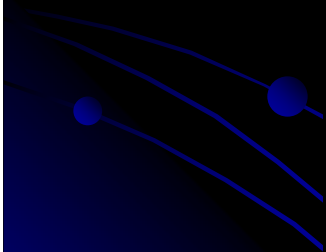


Primeras etapas: interacción gravitacional planeta-disco

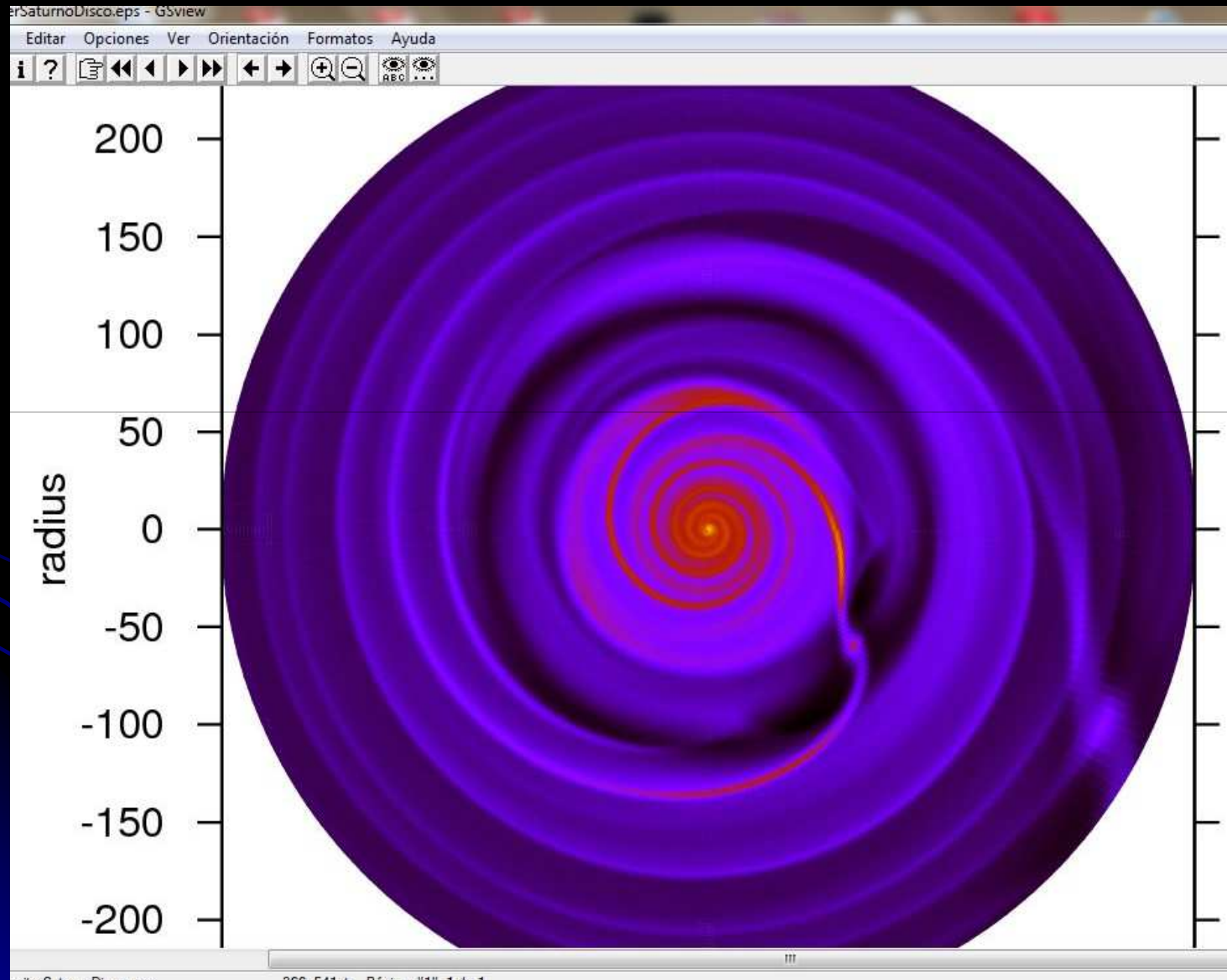
Proto-Jupiter Flyby

Frédéric Masset, AIM
DSM / DAPNIA / SAp, CEA

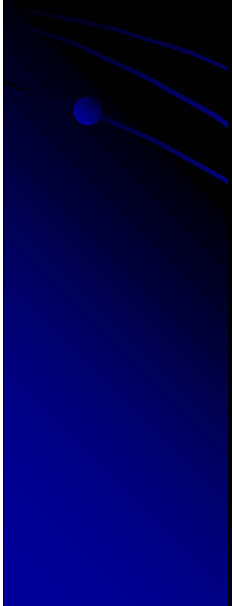
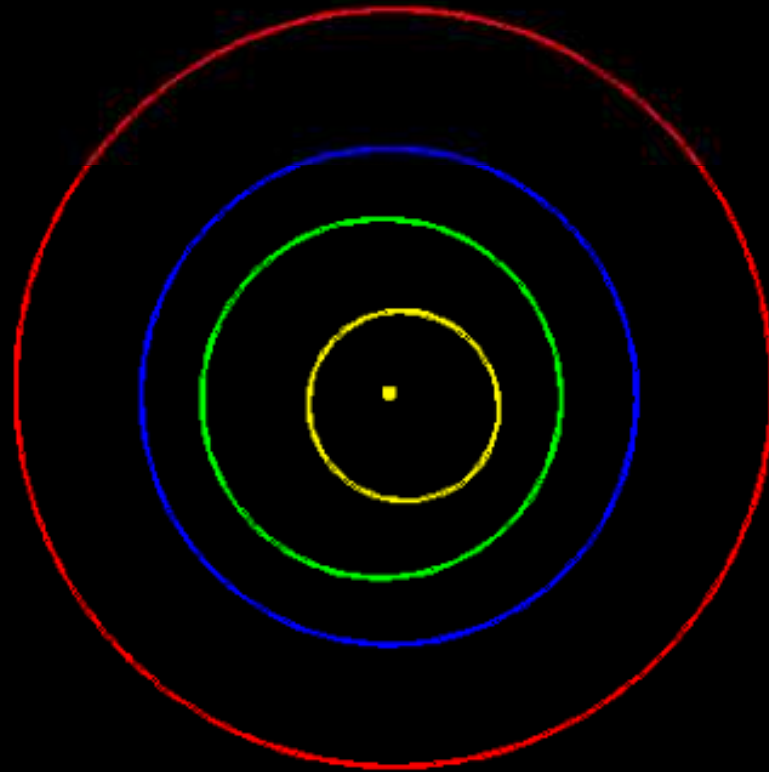
COAST Project
<http://www-dapnia.cea.fr/Projets/COAST>



Nuestros experimentos:



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

5.000.000 years of orbital evolution of
Jupiter, Saturn, Uranus and Neptune

Tabare Gallardo
Facultad de Ciencias
Uruguay

www.fisica.edu.uy/~gallardo

¿Qué investigamos en Uruguay?

Formación y evolución de sistemas planetarios.
Evolución orbital de planetas, asteroides, cometas, etc.
Migración planetaria (Fernández y Ip, 1984).
Procesos físicos y origen de cometas y asteroides.
Impactos.



ICARUS 58, 109–120 (1984)

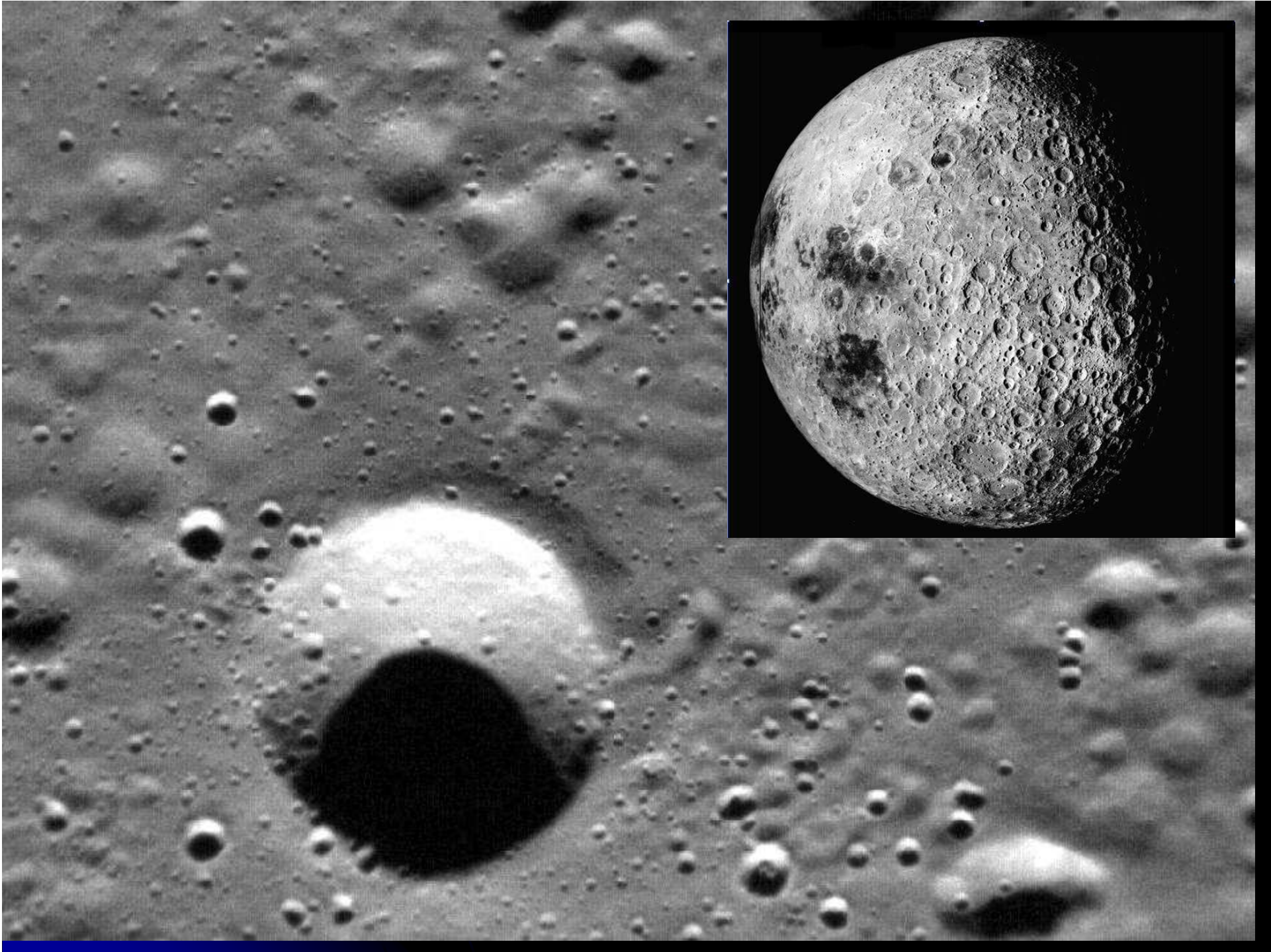
Some Dynamical Aspects of the Accretion of Uranus and Neptune: The Exchange of Orbital Angular Momentum with Planetesimals

J. A. FERNÁNDEZ* AND W.-H. IP†

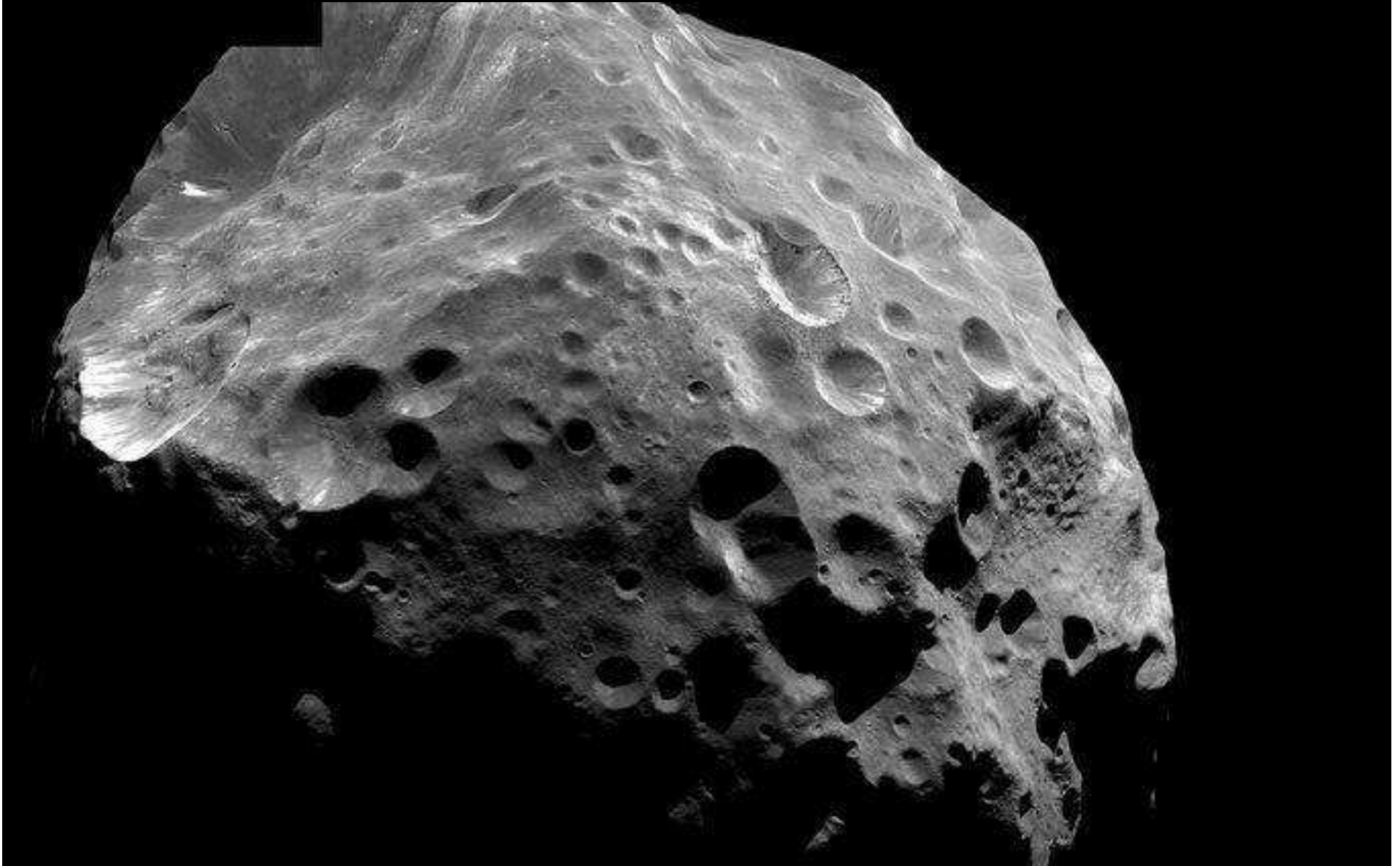
*Max-Planck-Institut für Kernphysik, 6900 Heidelberg, and †Max-Planck-Institut für Aeronomie,
3411 Katlenburg-Lindau, Federal Republic of Germany

Received September 6, 1983; revised January 2, 1984

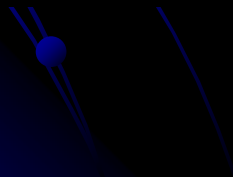
The final stage of the accretion of Uranus and Neptune is numerically investigated. The four Jovian planets are considered with Jupiter and Saturn assumed to have reached their present sizes, whereas Uranus and Neptune are taken with initial masses 0.2 of their present ones. Allowance is made for the orbital variation of the Jovian planets due to the exchange of angular momentum with interacting bodies ("planetesimals"). Two possible effects that may have contributed to the accretion of Uranus and Neptune are incorporated in our model: (1) an enlarged cross section for accretion of incoming planetesimals due to the presence of extended gaseous envelopes and/or circumplanetary swarms of bodies; and (2) intermediate protoplanets in mid-range orbits between the Jovian planets. Significant radial displacements are found for Uranus and Neptune during their accretion and scattering of planetesimals. The orbital angular momentum budgets of Neptune, Uranus, and Saturn turn out to be positive; i.e., they on average gain orbital angular momentum in their interactions with planetesimals and hence they are displaced outwardly. Instead, Jupiter as the main ejector of bodies loses orbital angular momentum so it moves sunward. The gravitational stirring of planetesimals caused by the introduction of intermediate protoplanets has the effect that additional solid matter is injected into the accretion zones of Uranus and Neptune. For moderate enlargements of the radius of the accretion cross section (2–4 times), the accretion time scale of Uranus and Neptune are found to be of a few 10^8 years and the initial amount of solid material required to form them of a few times their present masses. Given the crucial role played by the size of the accretion cross section, questions as to when Uranus and Neptune acquired their gaseous envelopes, when the envelopes collapsed onto the solid cores, and how massive they were are essential in defining the efficiency and time scale of accretion of the two outer Jovian planets.



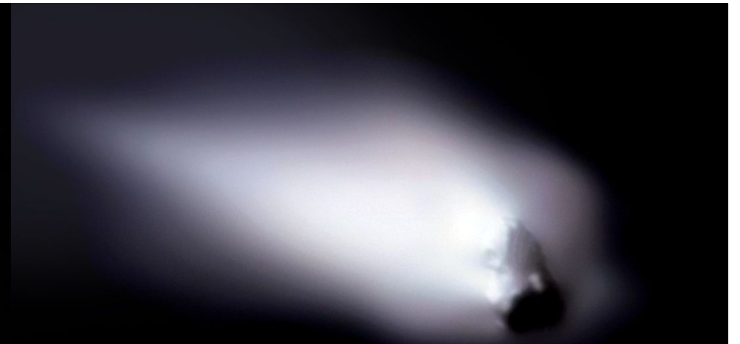
Phoebe



Itokawa



Cometas

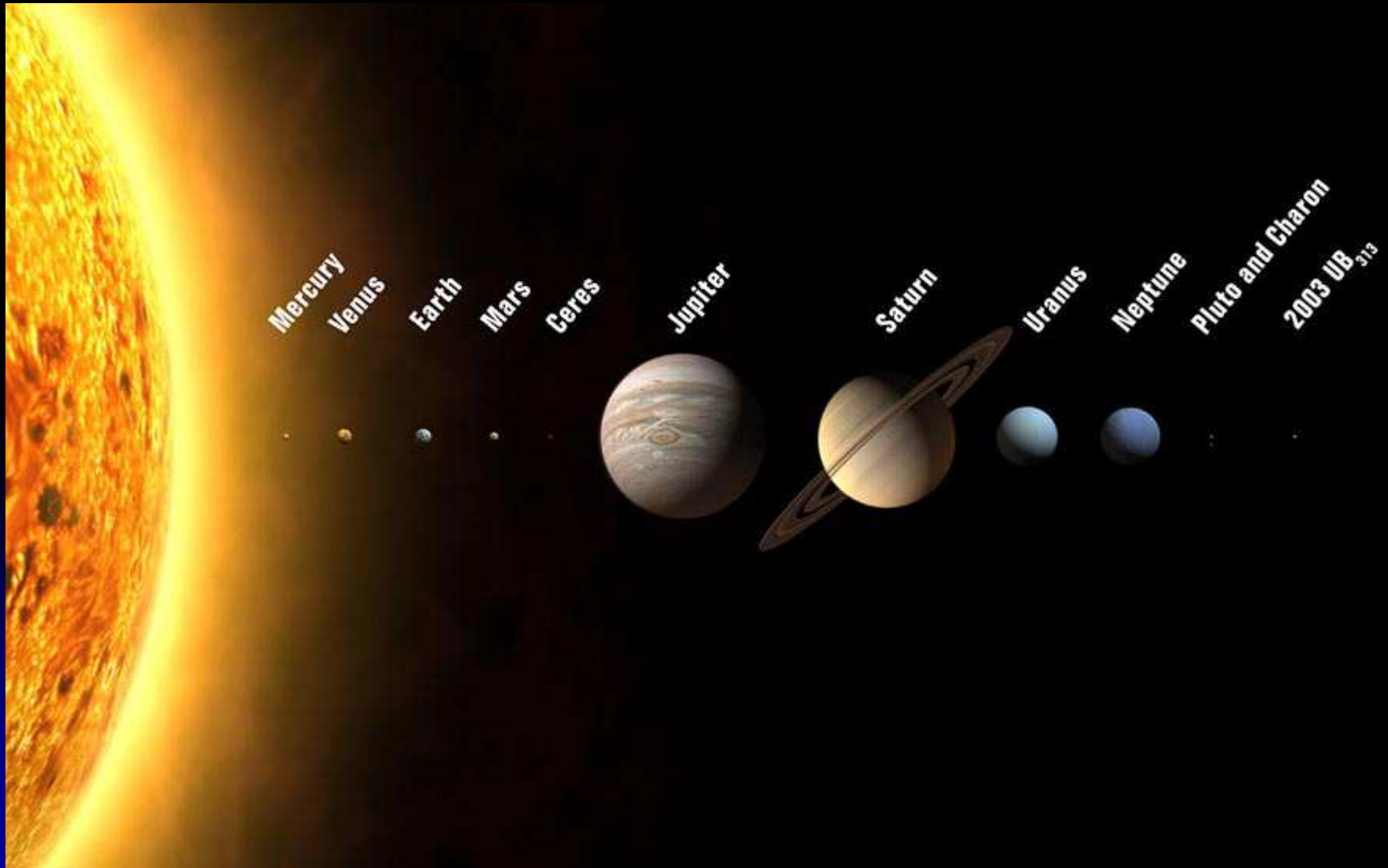




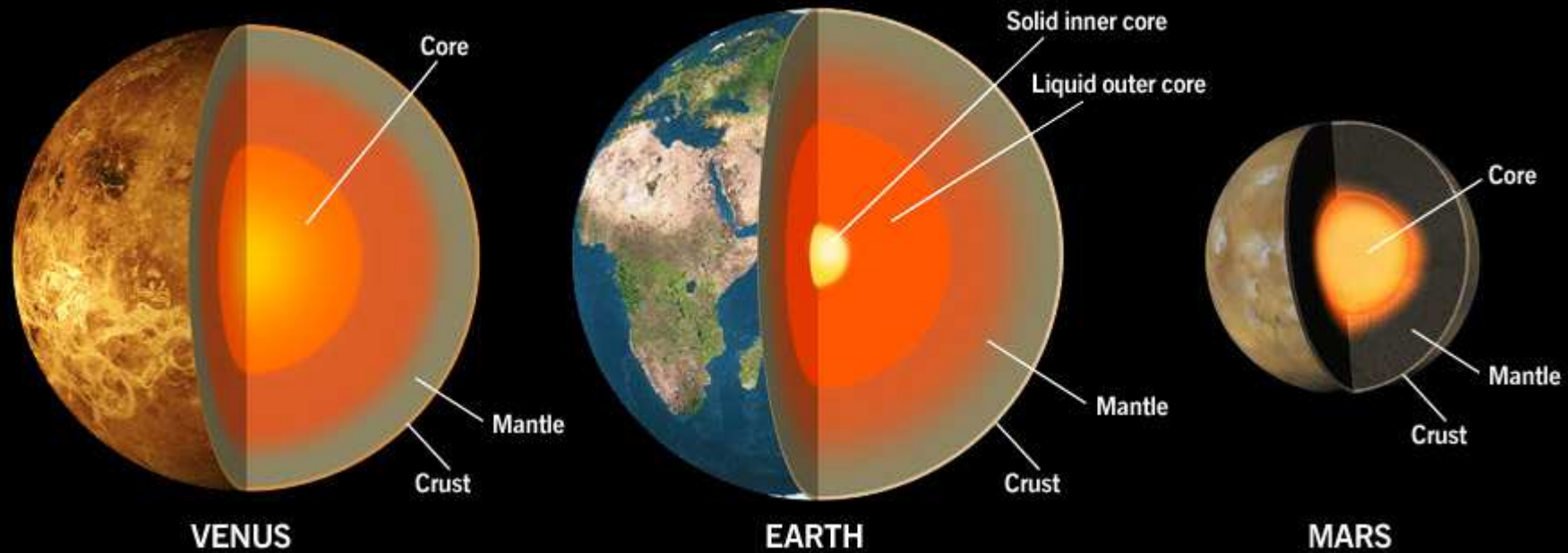


-3.863 s

Sistema Solar

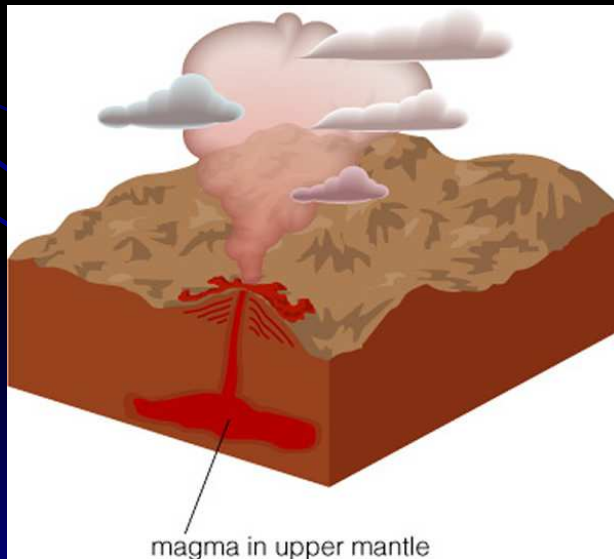


Evolución planetaria: administración del calor interno

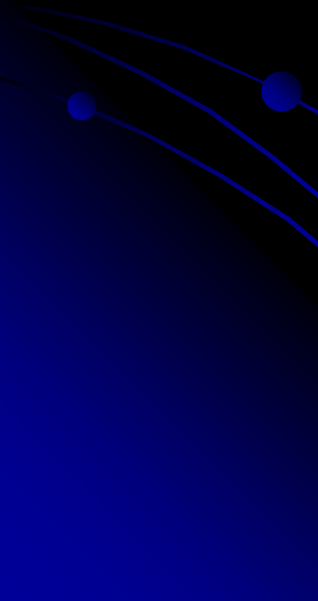
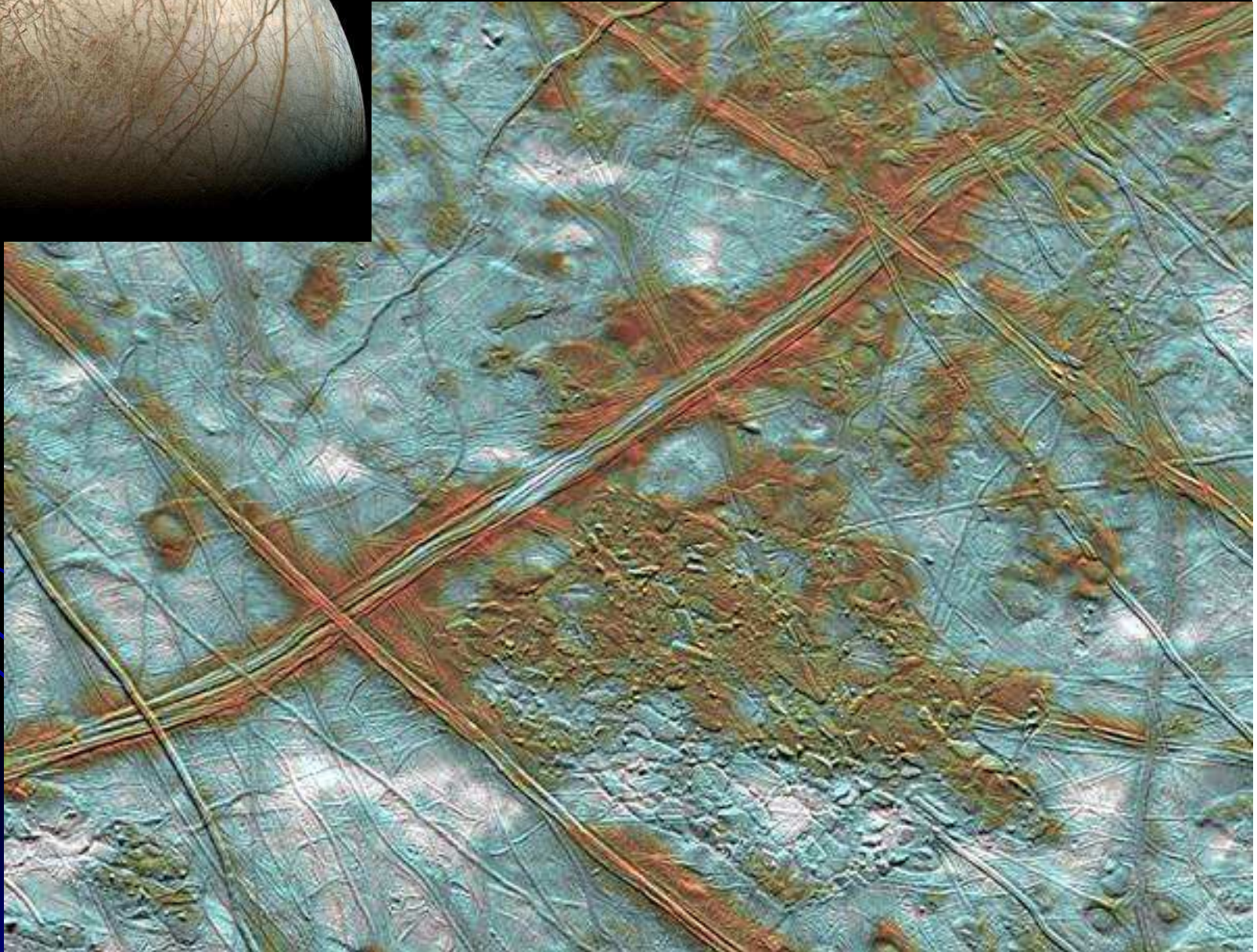


Atmósferas

- Desgaseamiento de materiales internos
- Aportes por impactos de asteroides y cometas

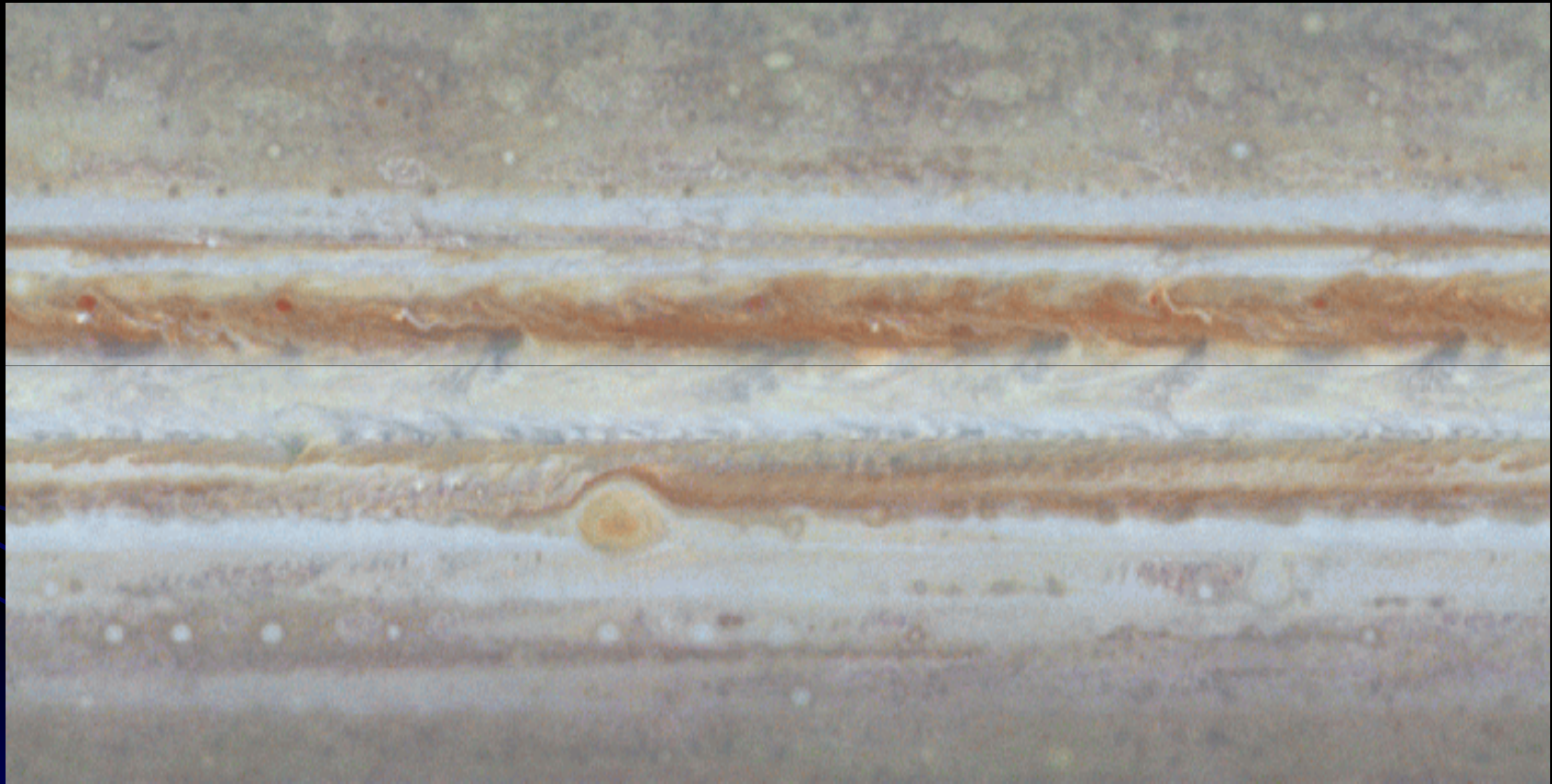


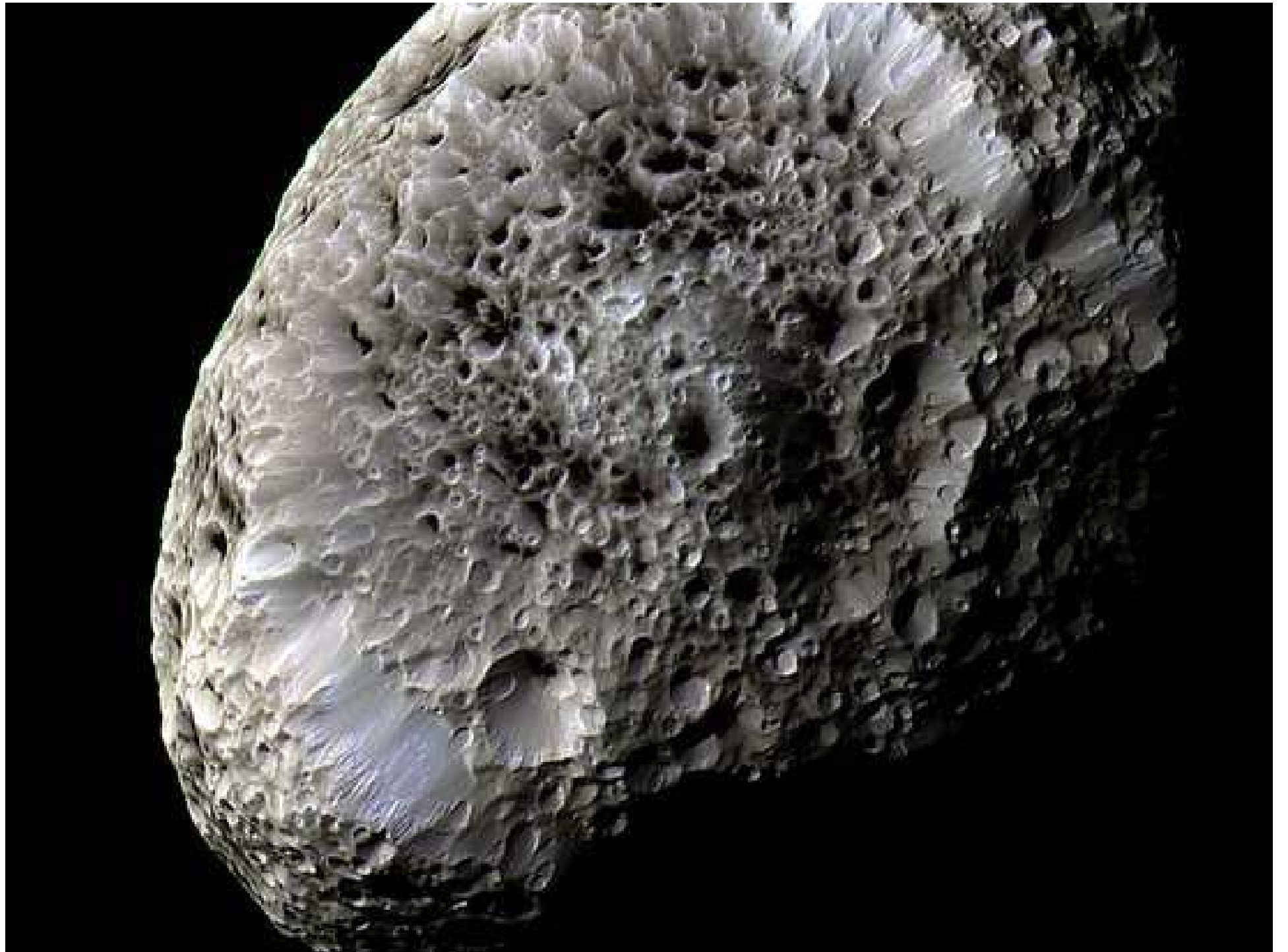
Europa (Júpiter)



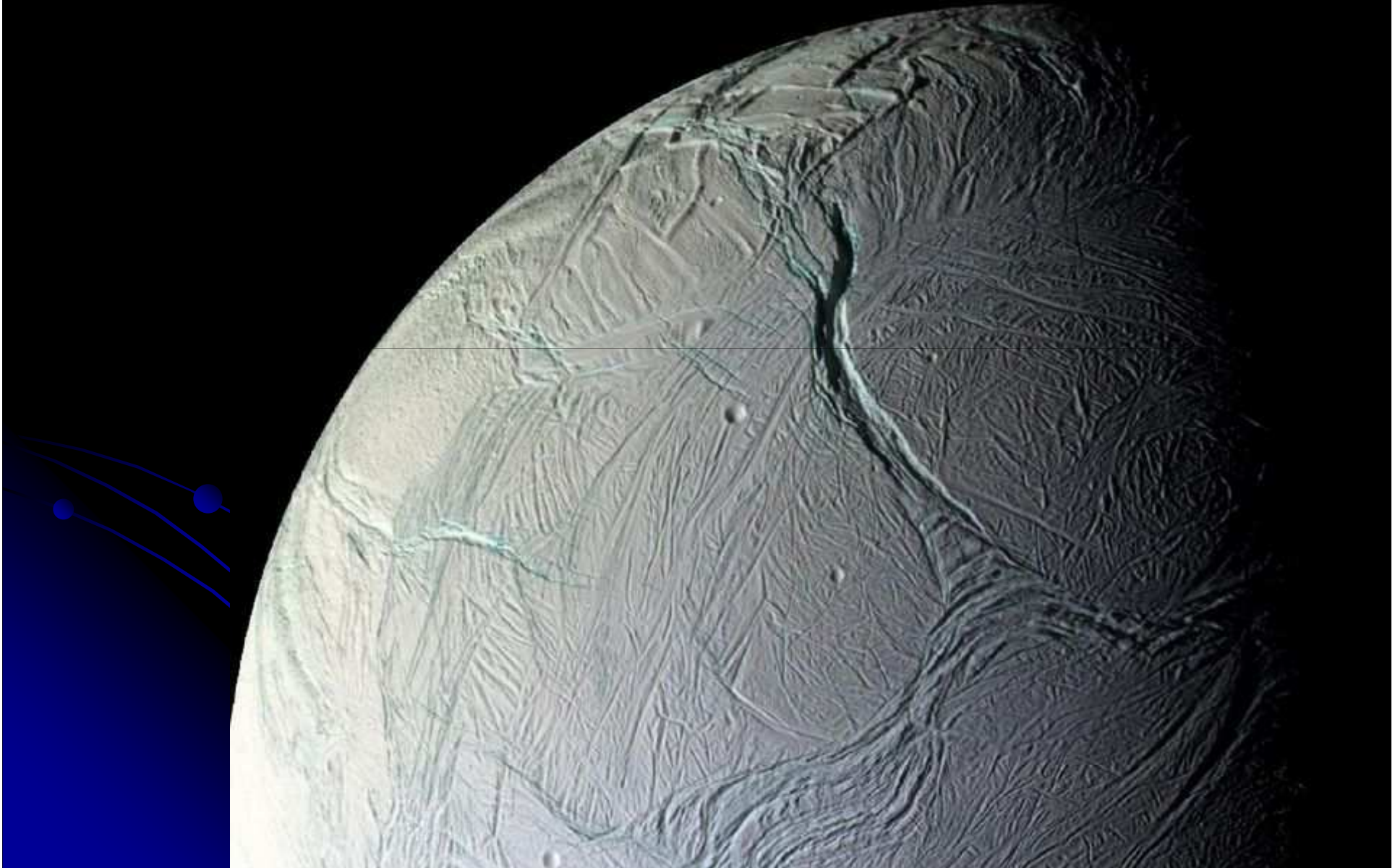
Júpiter



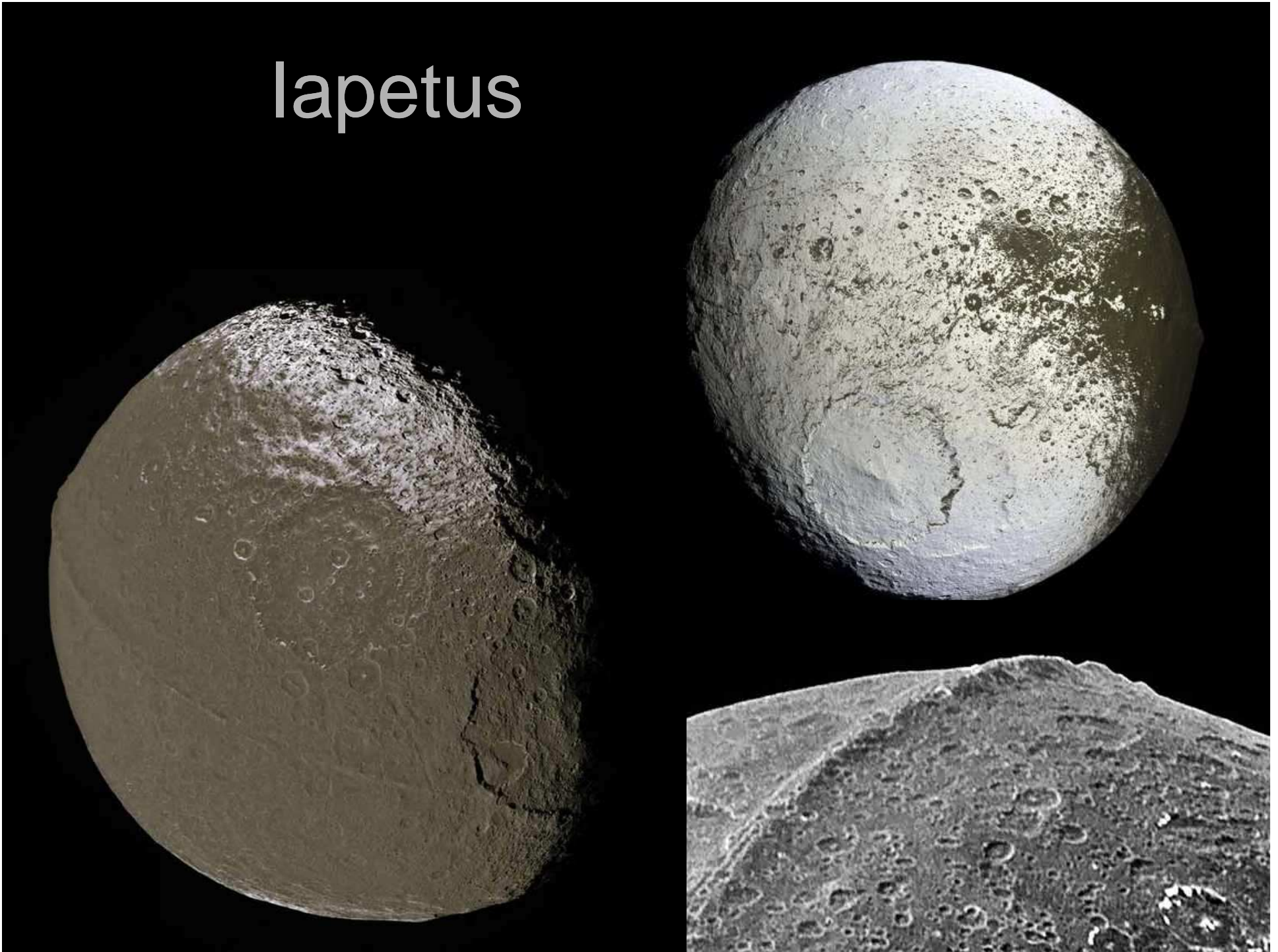




Encelado



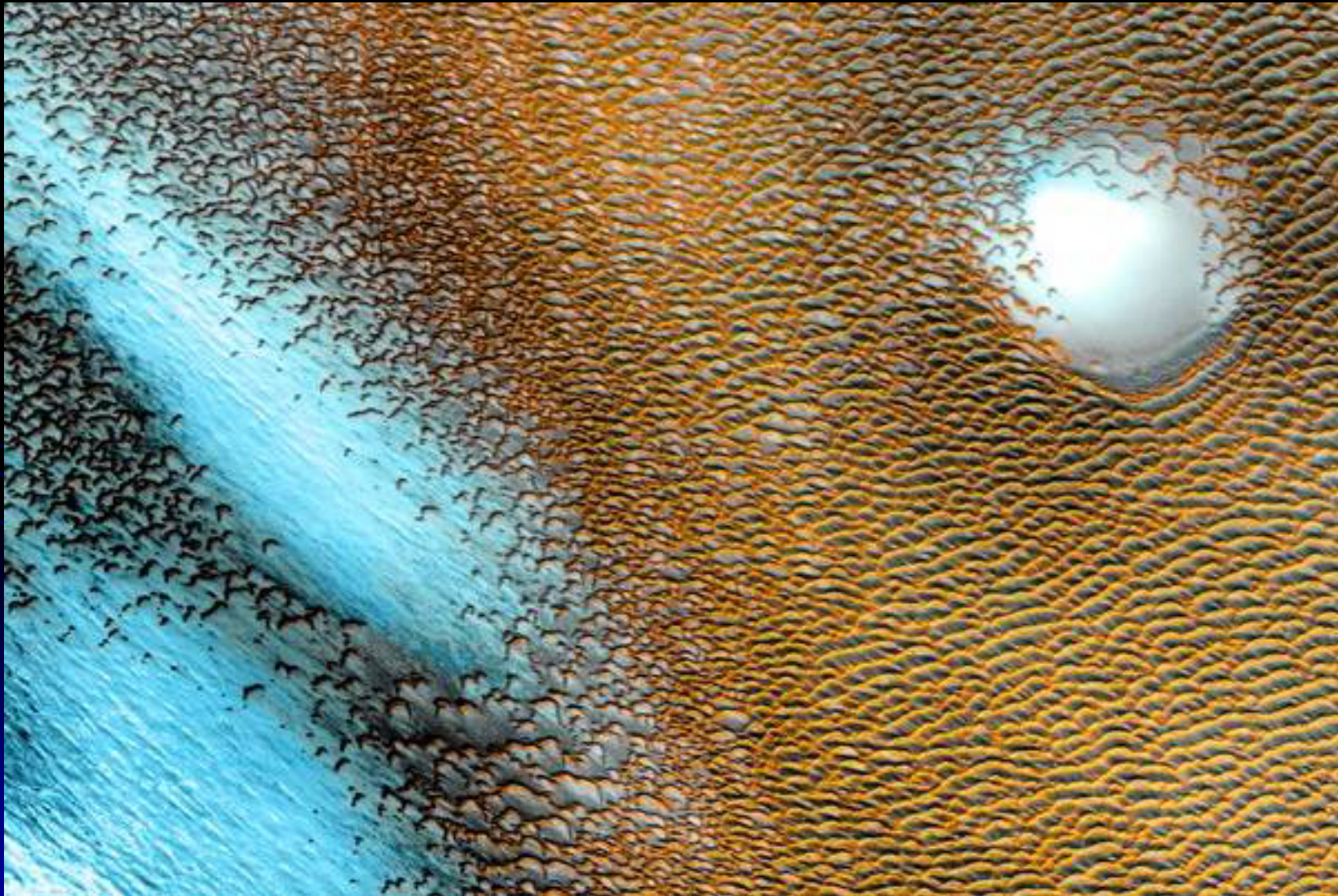
Iapetus



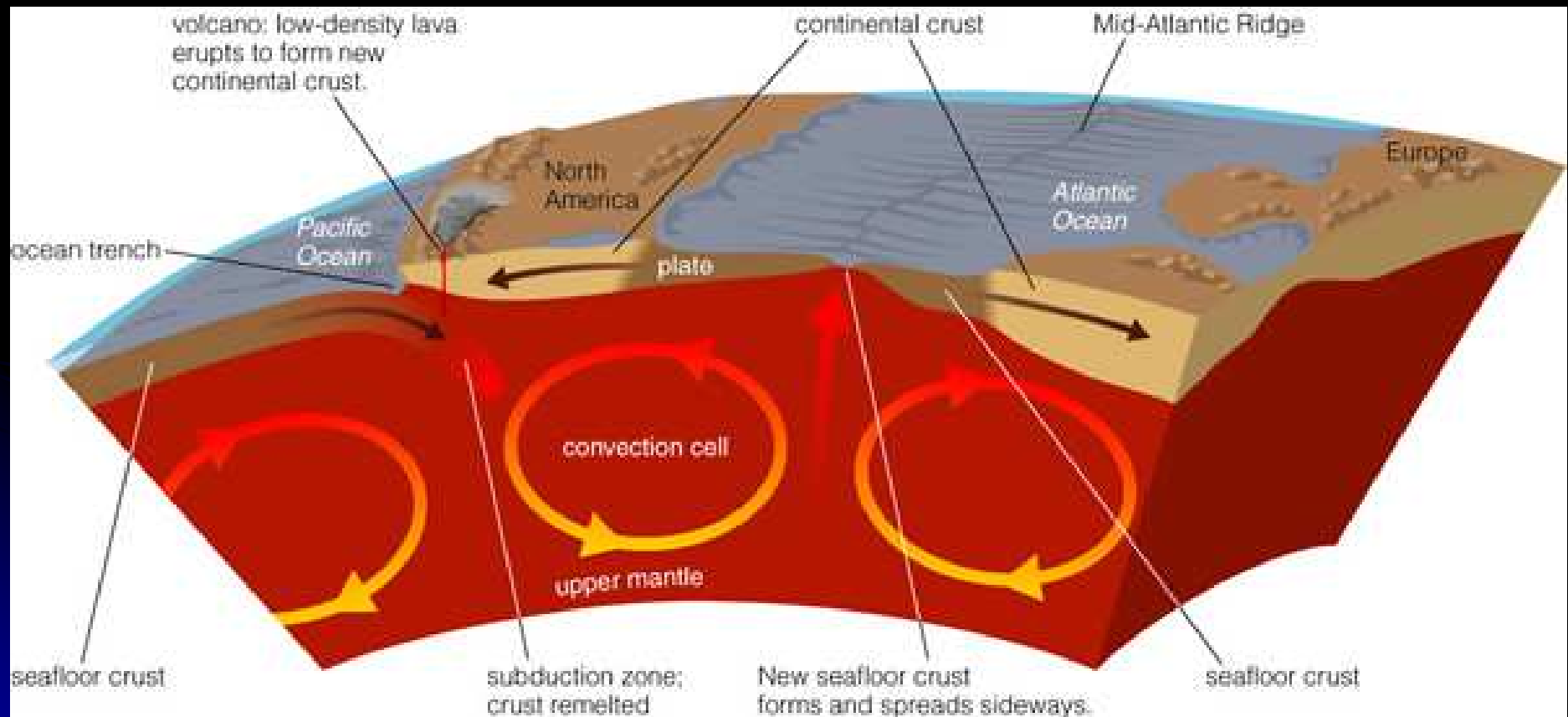
Marte



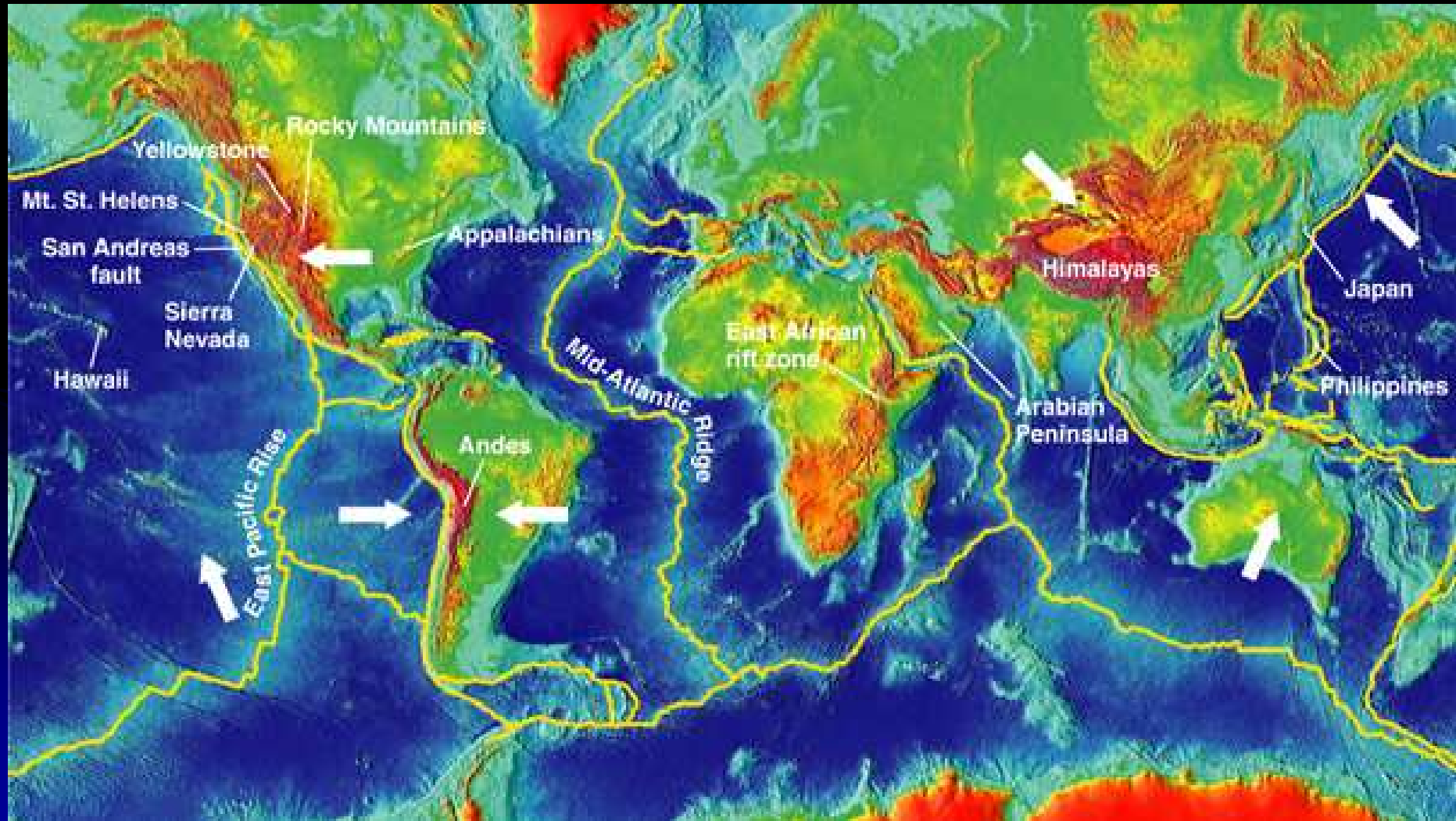
Marte



Tierra: renovación superficie y atmósfera



Choque placas: montañas





Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
© 2011 Cnes/Spot Image
Image © 2011 TerraMetrics

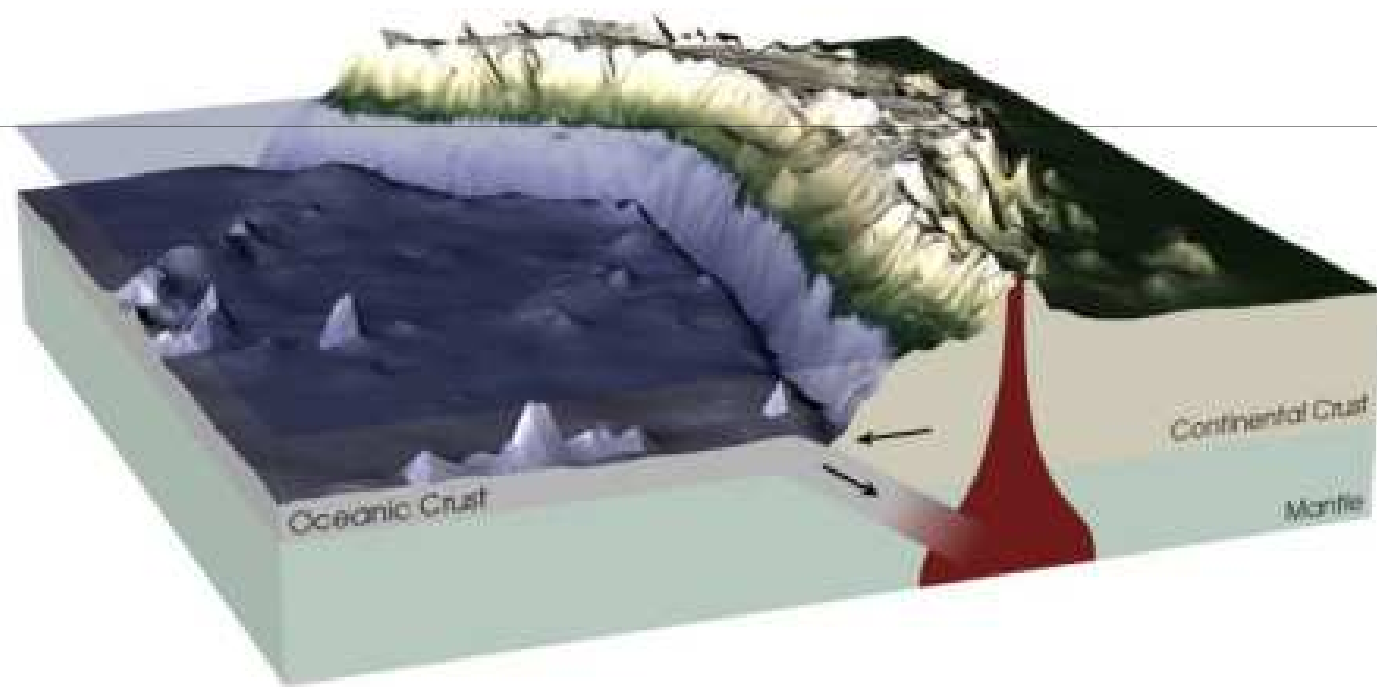
©2010 Google

3306 km

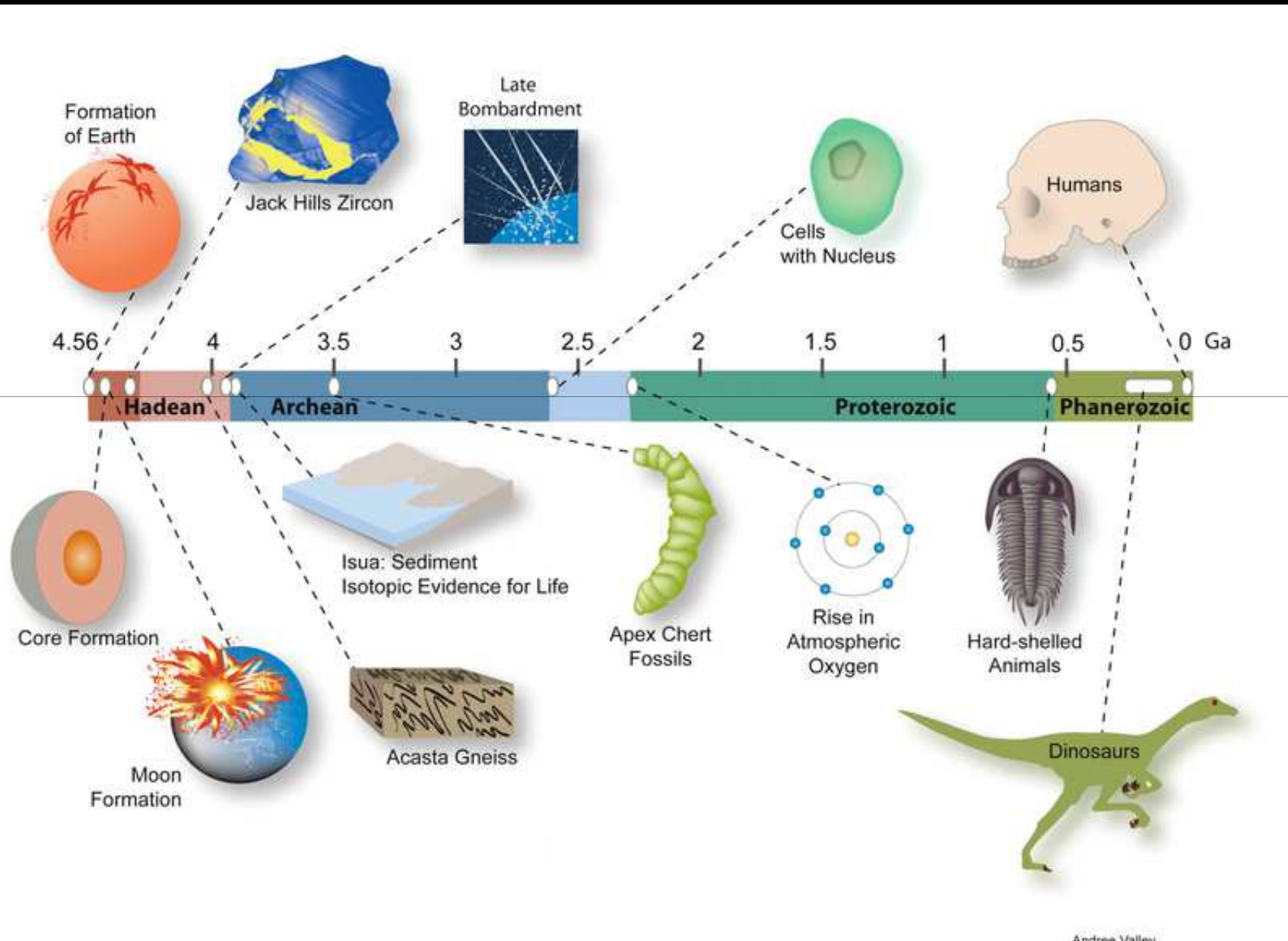
17°44'26.81" S 19°37'05.53" E elev. 1091 m

Alt. ojo 5170.67 km

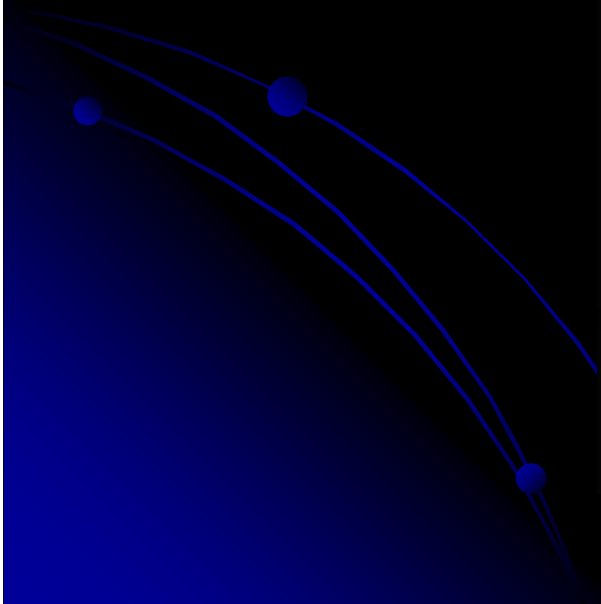
Reciclaje de CO₂



Evolución de la Tierra



Vida = ADN

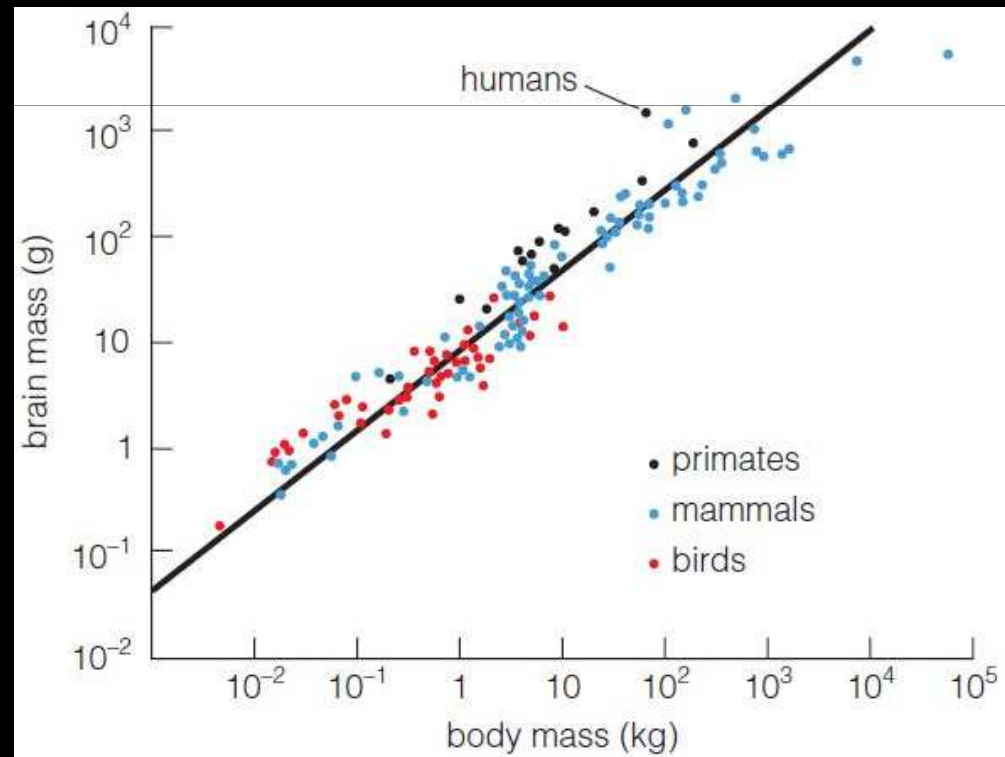


Complejidad creciente

- Átomos
- Moléculas
- Proteínas
- Virus (ADN)
- Células procariotas (sin núcleo diferenciado)
- Células eucariotas (con núcleo, bacterias)
- Pluricelulares
- Plantas
- Animales (sistema nervioso, cerebro)

Utilidad del cerebro

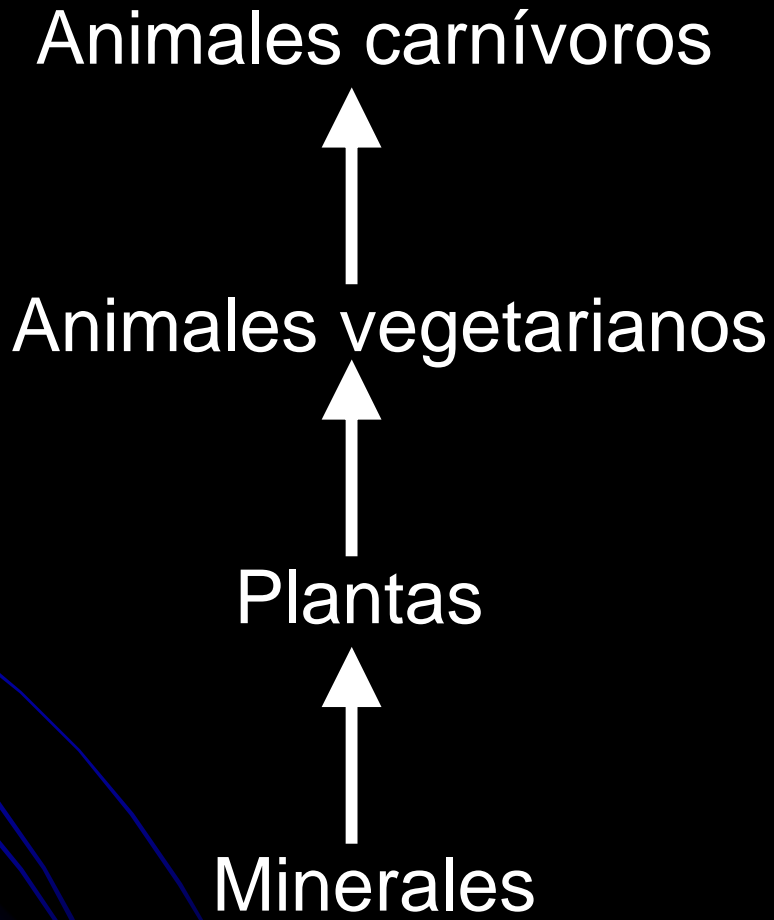
- Permite buscar con mas eficiencia alimentos mientras se evita convertirse uno mismo en alimento de otro.



Evolución de la Vida

- Aparece 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
- 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

Fuente primordial de energía

- Petróleo = proveniente de seres vivos
- Seres vivos ← plantas + animales
- Plantas ← luz solar
- Luz solar ← fusión nuclear
- Fusión nuclear: ocurre debido a la gravedad solar
- Gravedad solar ← Ley de Grav. Univ.

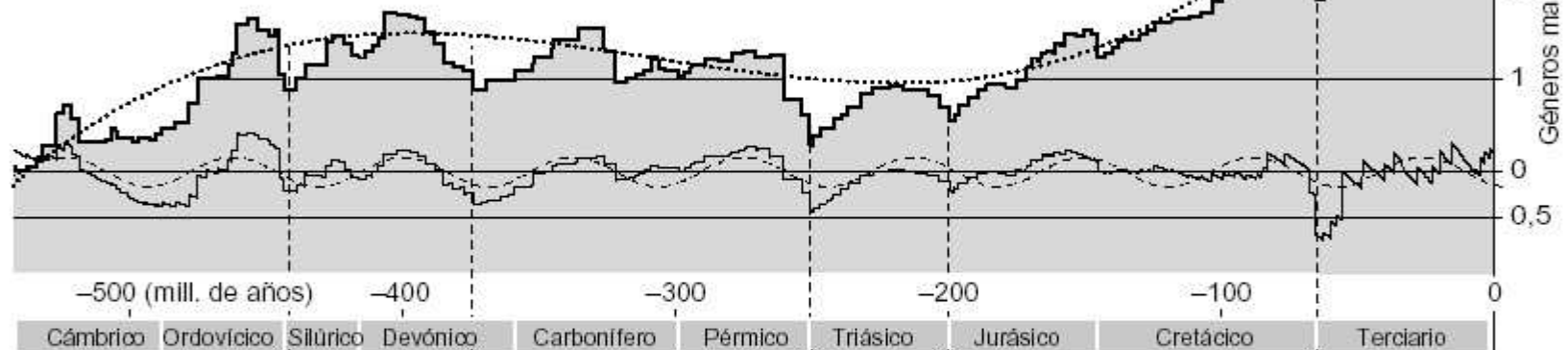
Extinciones masivas

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

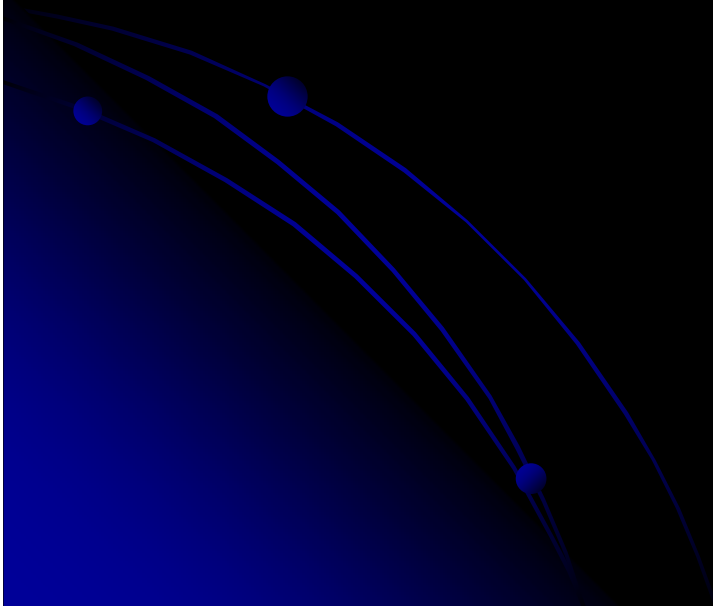


☀ **Las cinco extinciones masivas.**
(Coinciden con el periodo valle del ciclo de 62 millones de años)

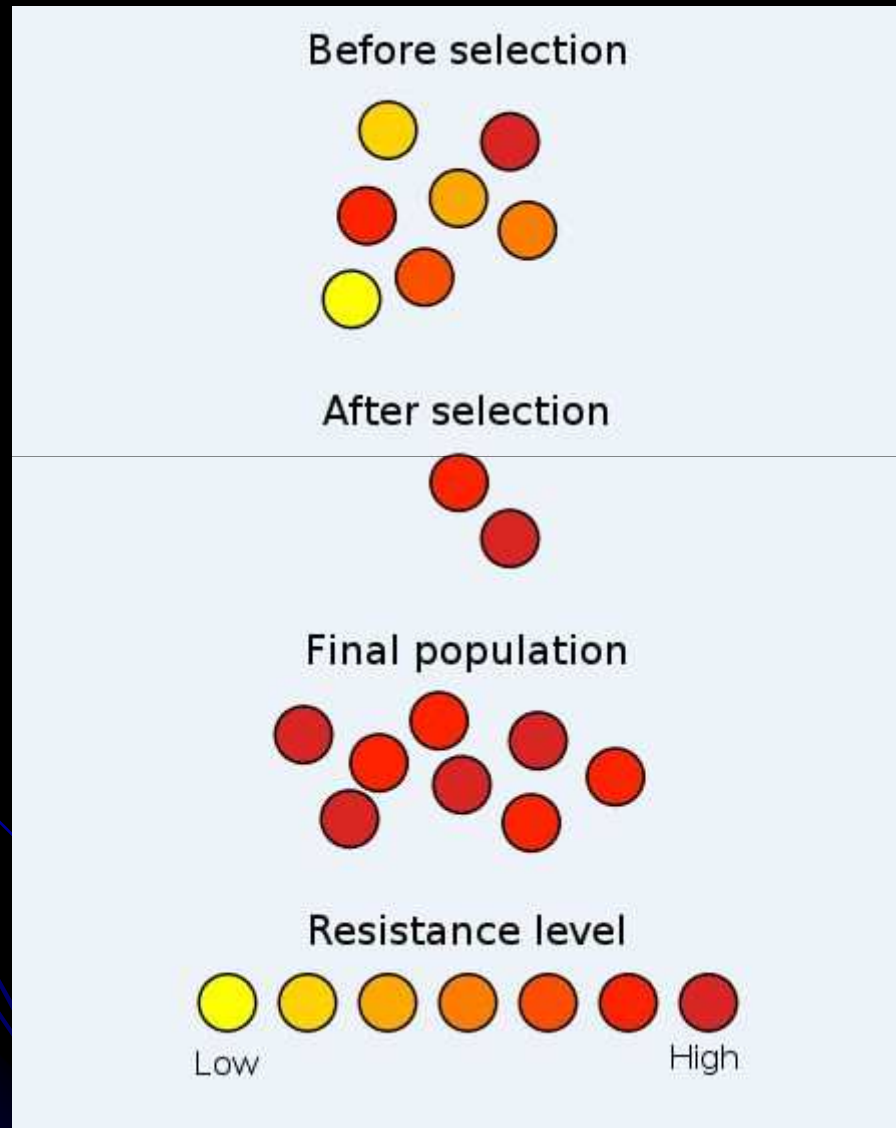


Época de la catástrofe	Final del ordovícico	Devónico tardío	Final del pérmico	Final del triásico	Final del cretácico
Géneros extinguidos: observados / estimados	60% / 85%	57% / 83%	82% / 95%	53% / 80%	47% / 76%
	 <i>Trilobites</i>	 <i>Placodermo</i>	 <i>Coral rugoso</i>	 <i>Phytosaurio</i>	 <i>Cráneo fósil de tyrannosaurus rex</i>
Causas propuestas	Fluctuación drástica del nivel del mar	Meteorito, calentamiento, pérdida de oxígeno en el agua marina	Meteorito, fluctuación del nivel del mar, actividad volcánica	Actividad volcánica, calentamiento	Meteorito, actividad volcánica severa

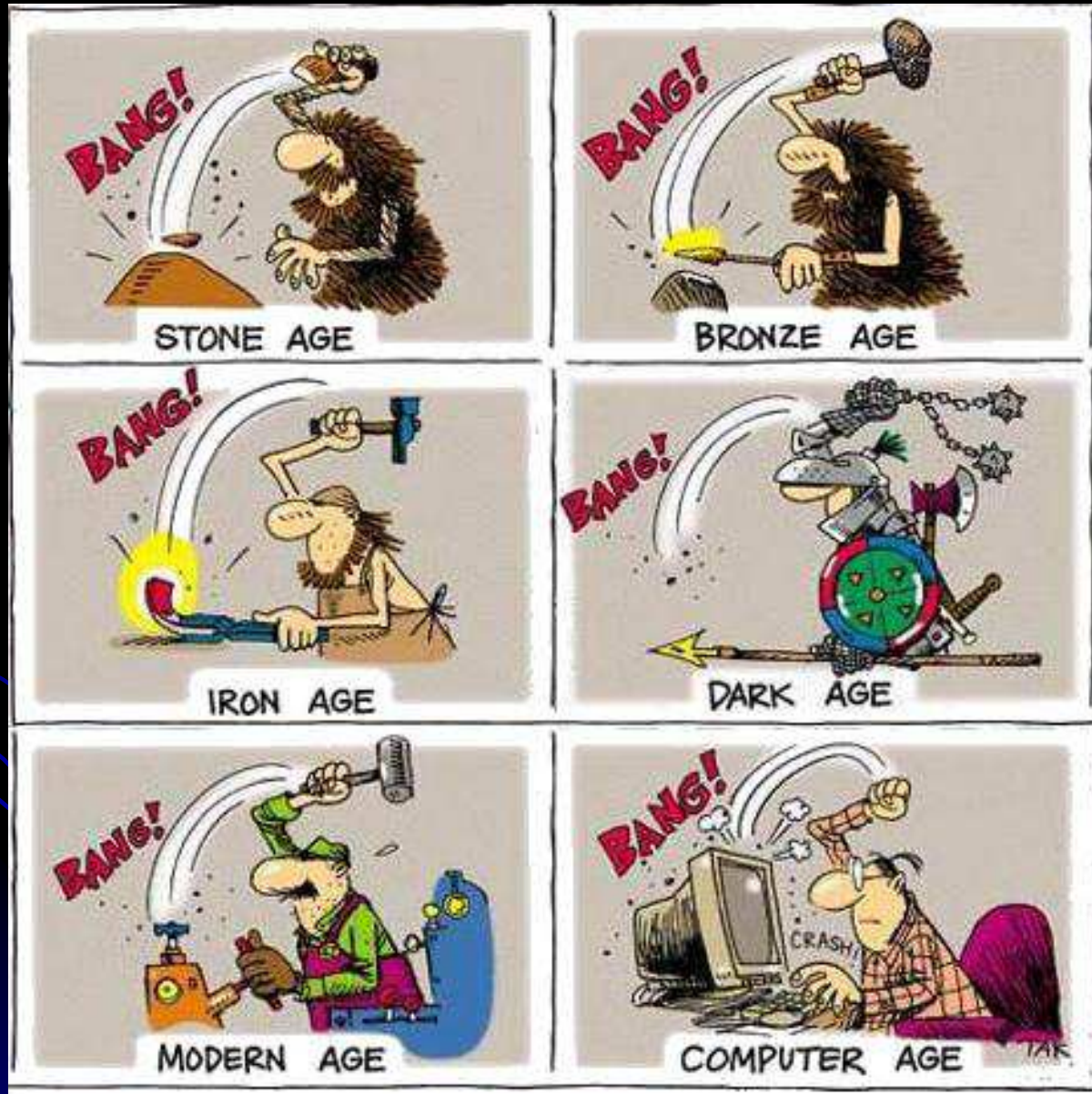
Luego de cada extinción hay una explosión de vida de seres que se desarrollan ocupando el nicho que se libera.



Evolución por selección



Evolución del Hombre...



La vida en el Universo

- La vida surgiría rápidamente
- Una civilización inteligente demora en surgir (4700 MA)
- ¿cuántas deberían existir hoy?



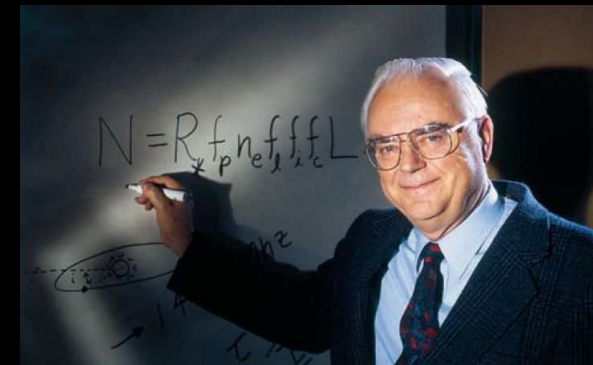
Ecuación de Drake

¿Cuántas civilizaciones existen hoy en nuestra galaxia?

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

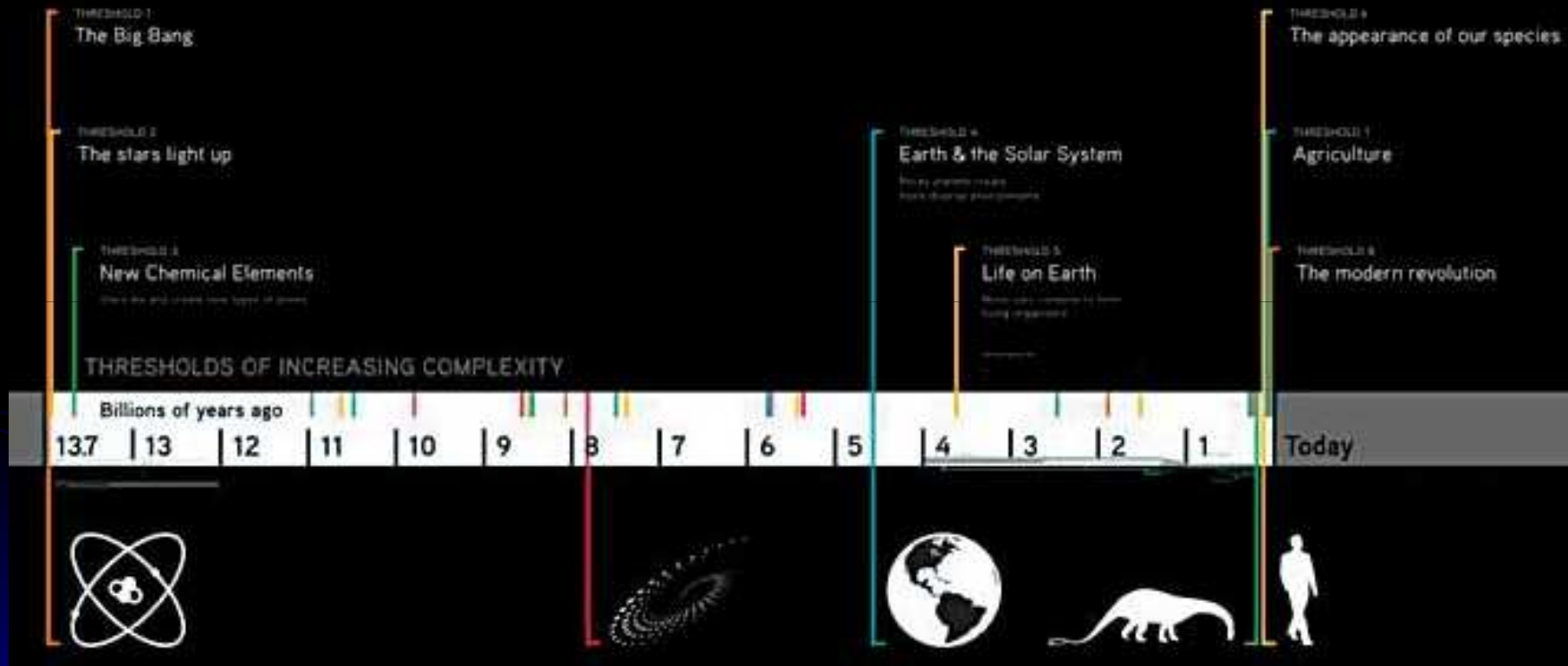
$$N = 10^{12} \times 0.1 \times 0.1 \times 100/10.000.000.000$$

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



¿Por qué aún no las encontramos?

Resumen

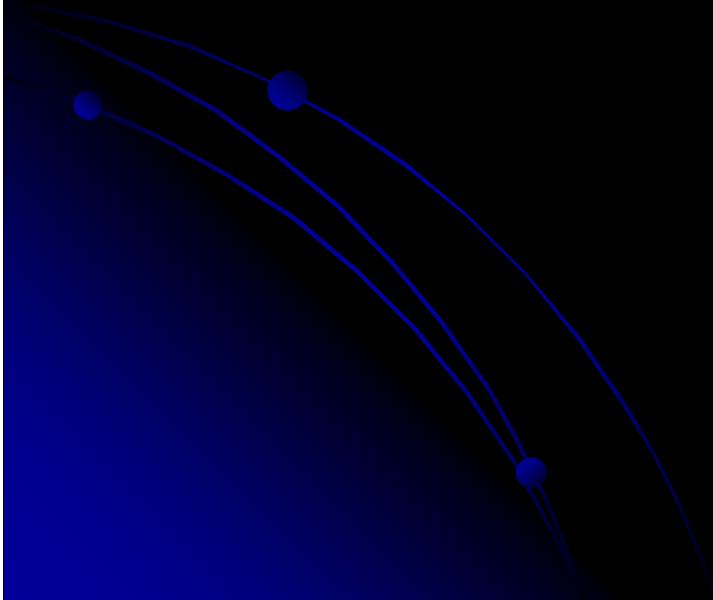


Complejidad creciente



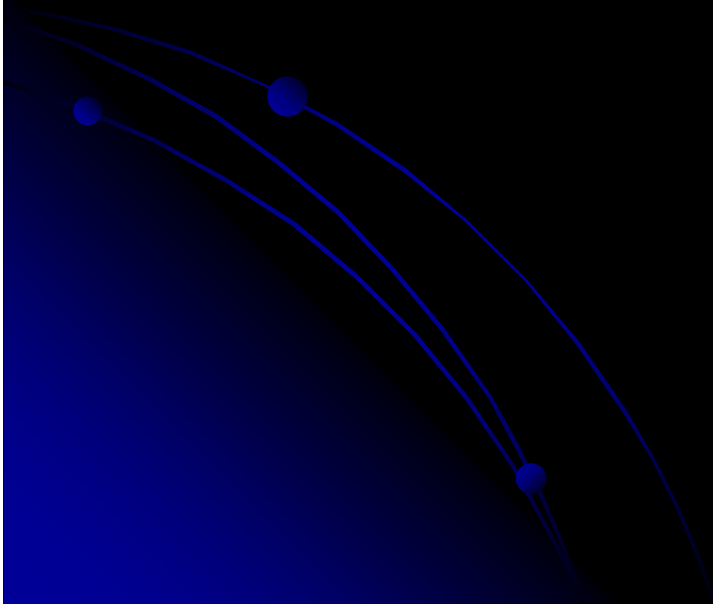
FIN

¡Muchas Gracias!



Bibliografia

- Big History (Fred Spier)
- The Cosmic Perspective
- Internet



Links

- www.hubblesite.org
- photojournal.jpl.nasa.gov
- www.fisica.edu.uy
- www.bighistoryproject.com

