

A vibrant cosmic nebula with swirling clouds of orange, red, and blue gas against a dark space background. The nebula is the central focus, with its colors transitioning from warm oranges and reds to cooler blues and greens.

Origen del Universo

*Ciencias de la Tierra
UNAM*

- ◆ ¿Qué es el Universo?
- ◆ ¿Tuvo principio y/o tendrá fin?
- ◆ ¿Tiene fronteras y que hay más allá de ellas?
- ◆ ¿Qué es la materia?
- ◆ ¿Que es el espacio?
- ◆ ¿Que es el tiempo?

- ◆ Teerikorpi et al. 2009. The evolving universe and the origin of life. Springer Science.

¿Qué es lo que forma el Universo?

Materia

Galaxias

Estrellas

Planetas

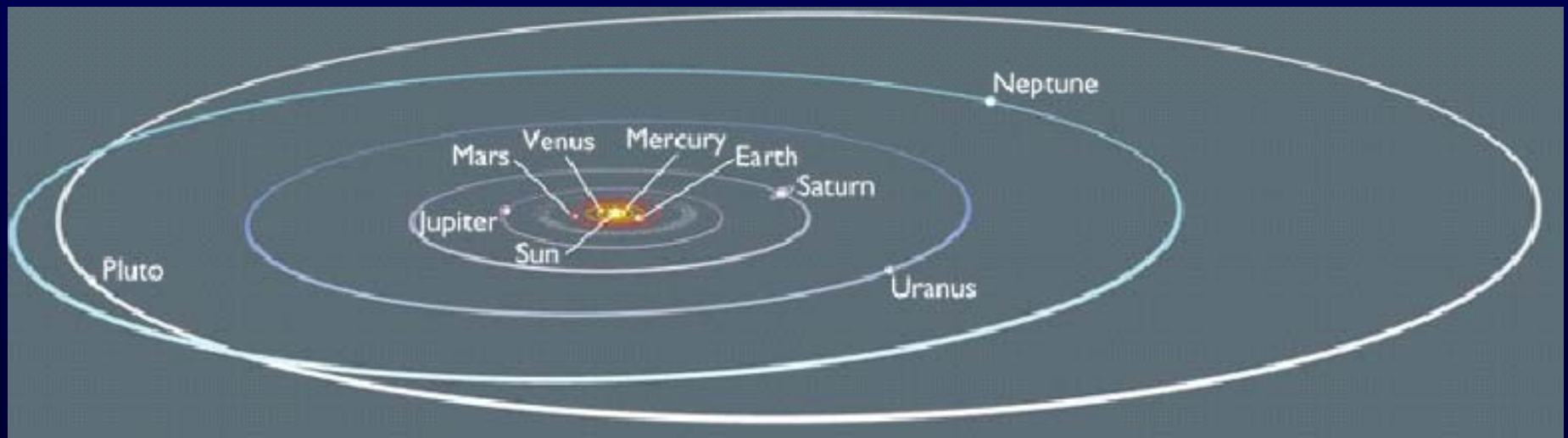
Cometas, Asteroides, Polvo, etc.

Principalmente H y He

Unidades de medición

Unidad astronómica (UA)

Distancia media de la Tierra al Sol
= 149,597,870 km (casi 149.6×10^6 km)



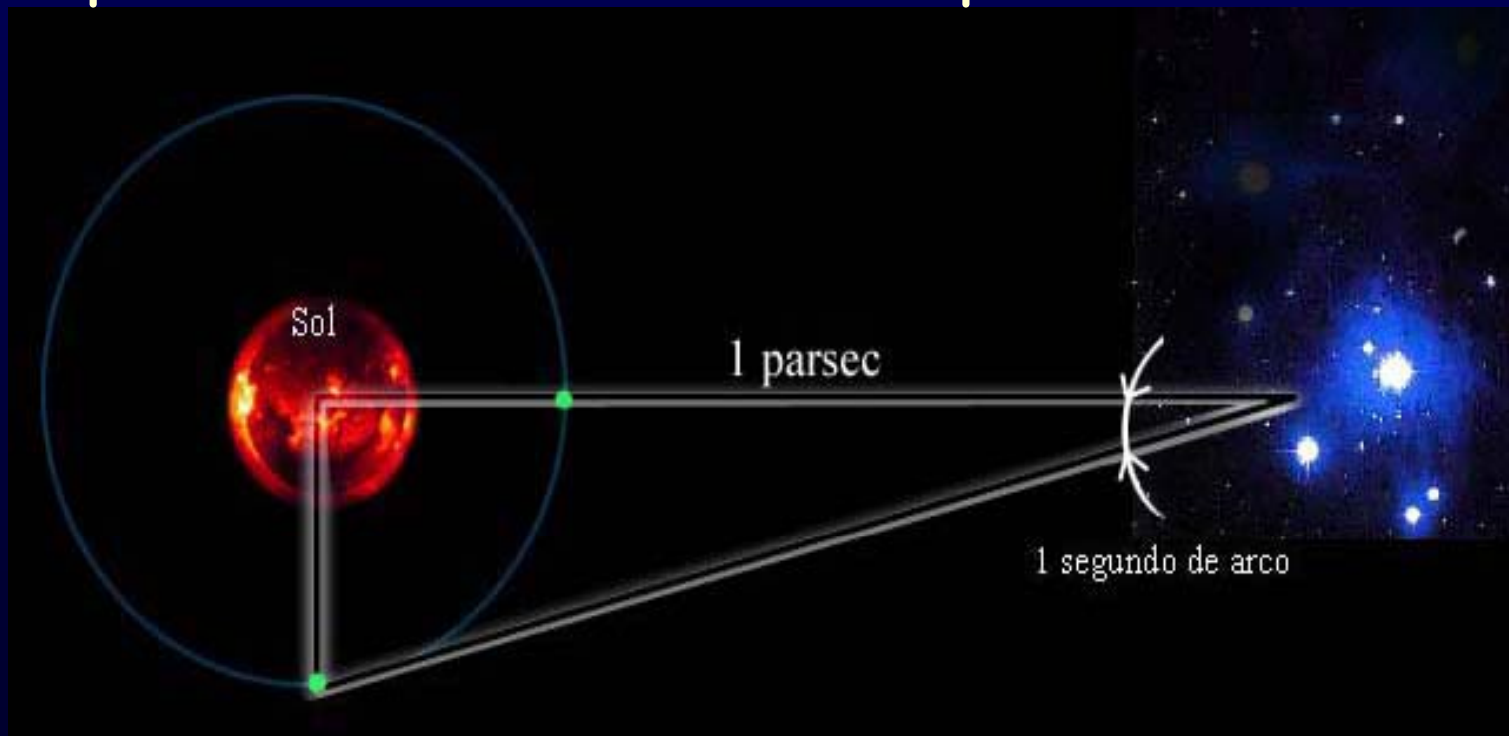
Unidades de medición

Parsec (PC)

Distancia de una estrella cuando su paralaje es 1 segundo de arco.

$1 \text{ pc} = 30,000 \times 10^9 \text{ km} = 206,265 \text{ UA}$.

Funciona para distancias hasta 30 pc



Unidades de medición

Años luz.-

Distancia que recorre la luz en 1 año

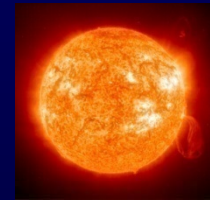
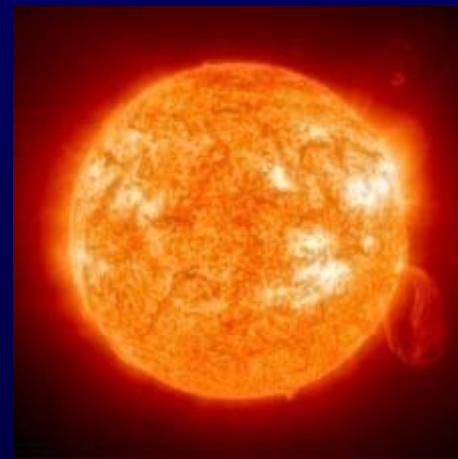
$$1 \text{ al} = 9,461 \times 10^9 \text{ km} = 63,240 \text{ UA} = 0.307 \text{ pc}$$

$$1 \text{ pársec} = 3.26 \text{ años luz} = 206,265 \text{ UA}$$

$$1 \text{ UA} = 8.32 \text{ min. Luz} = 0.000005 \text{ pc}$$

UA	PC	AL
149.6×10^6 km	$30,000 \times 10^9$ km	$9,461 \times 10^9$ km
206,265	1	3.26
63,240	0.307	1
1	4.8×10^{-6}	15.8×10^{-6}

- ◆ ¿Cómo medir la distancia de un punto luminoso?
- ◆ Por trigonometría (paralaje).
- ◆ Por atenuación de la luz, proporcional a la distancia.



- ◆ Cefeida, periodo de hasta 100 días



mínima brillantez

más brillante

máxima brillantez

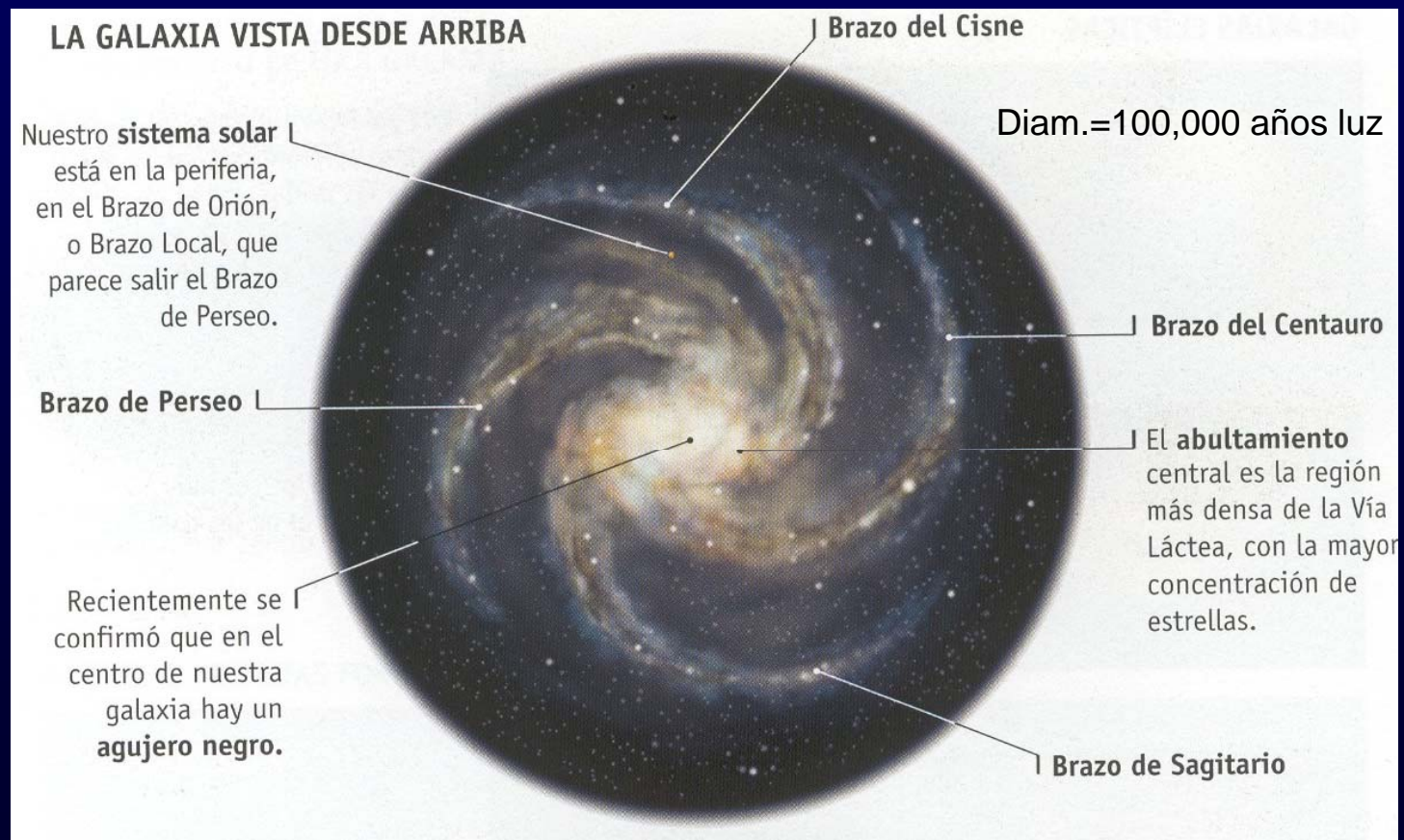
menos brillantez

mínima brillantez

Mirar al cielo es mirar al pasado.

El Siglo XX

- ◆ Las nebulosas son otras galaxias con miles de soles.
- ◆ Se estudia nuestra galaxia: Via Láctea



El Siglo XX

- ◆ Se piensa que el Universo es estático, lleno de un material desconocido en el que se dispersa la luz.
- ◆ En 1905 y 1915 Albert Einstein postula su *Teoría de la Relatividad*. Esta tiene por consecuencia:
 - i) que no existe un medio interestelar,
 - ii) que el Universo es curvo y se expande (o se contrae).

SIGLO XX

- ◆ Edwin P. Hubble, 1919-1929 A. Friedmann descubren que todas las galaxias tienen corrimiento al rojo.
 - ◆ Efecto Doppler: si la fuente se corre al rojo se aleja, si se corre al azul se acerca
 - ◆ Corrimiento al rojo = Expansión del Universo (Constante de Hubble)
 - ◆ Galaxias mas lejanas tienen un corrimiento al rojo mas intenso (=se mueven más rápido)
- ◆ Consecuencia directa es que en algún momento toda la materia del Universo estuvo junta, en un solo punto (singularidad) = Big Bang

La Gran Explosión

- ♦ La constante de Hubble permite calcular el origen del Universo en 12,000 a 15,000 millones de años.

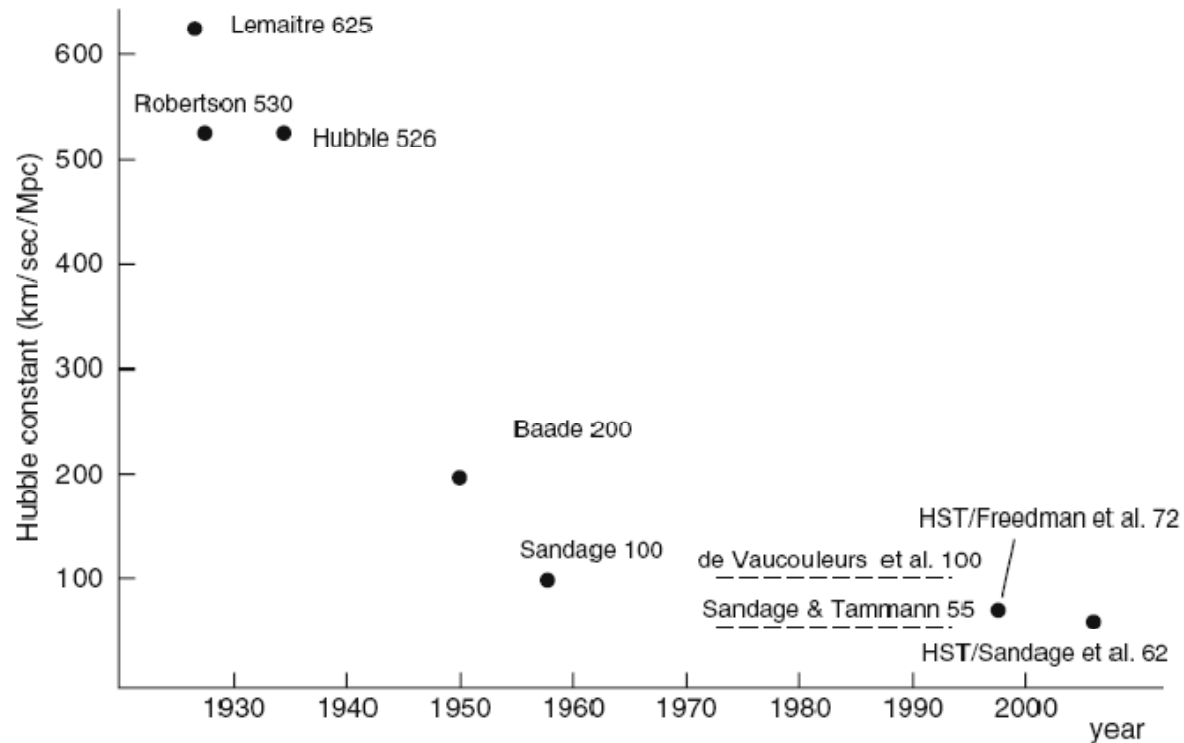
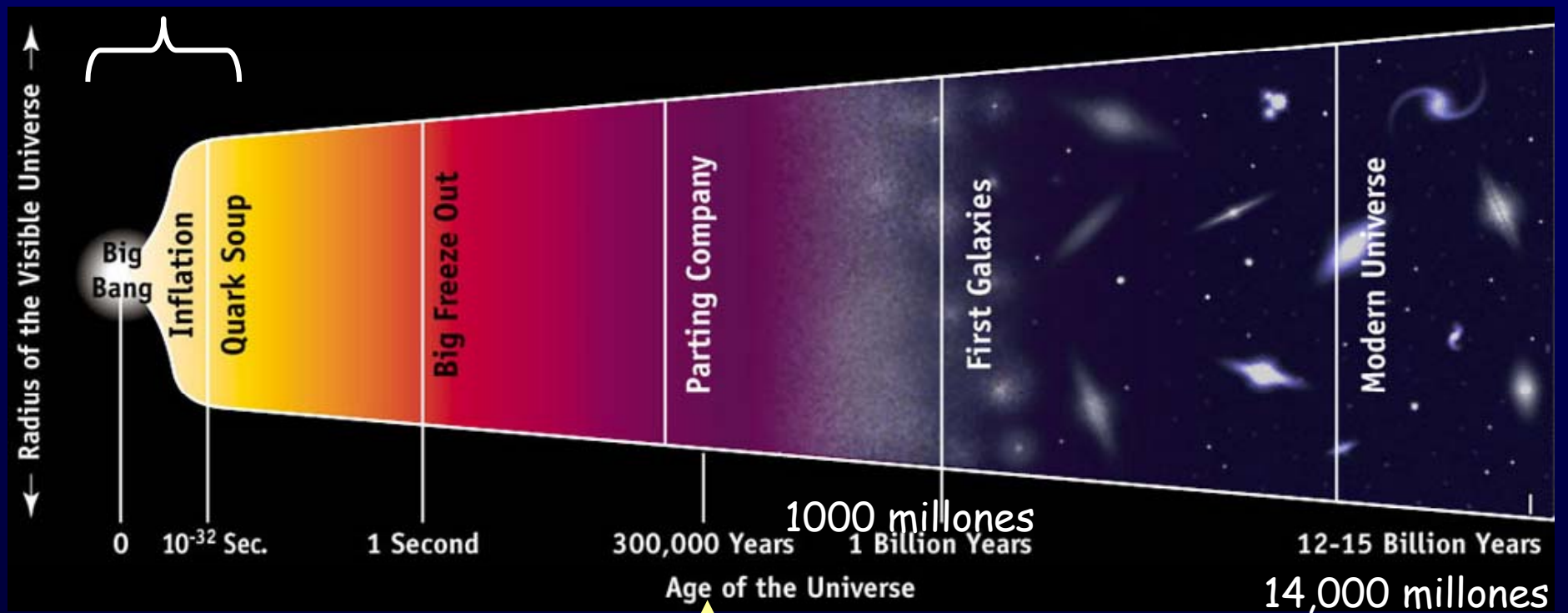


Fig. 21.15 The best value of the Hubble constant in the past decades. Its evolution tells about the difficulty of measuring distances of galaxies. The last two points come from the Hubble Space Telescope observations

La Gran Explosión

- ◆ La constante de Hubble permite calcular el origen del Universo en 12,000 a 15,000 ma.
- ◆ En un principio la materia esta totalmente compactada.
- ◆ En el primer segundo la distancia entre dos puntos aumenta exponencialmente (inflación).
- ◆ En los siguientes segundos la expansión es lineal, como actualmente.
- ◆ Durante 300,000 años la materia fue tan densa que no permitía el paso de la luz.

Materia-antimateria y radiación.



Universo opaco, se forman partículas como los protones, etc.

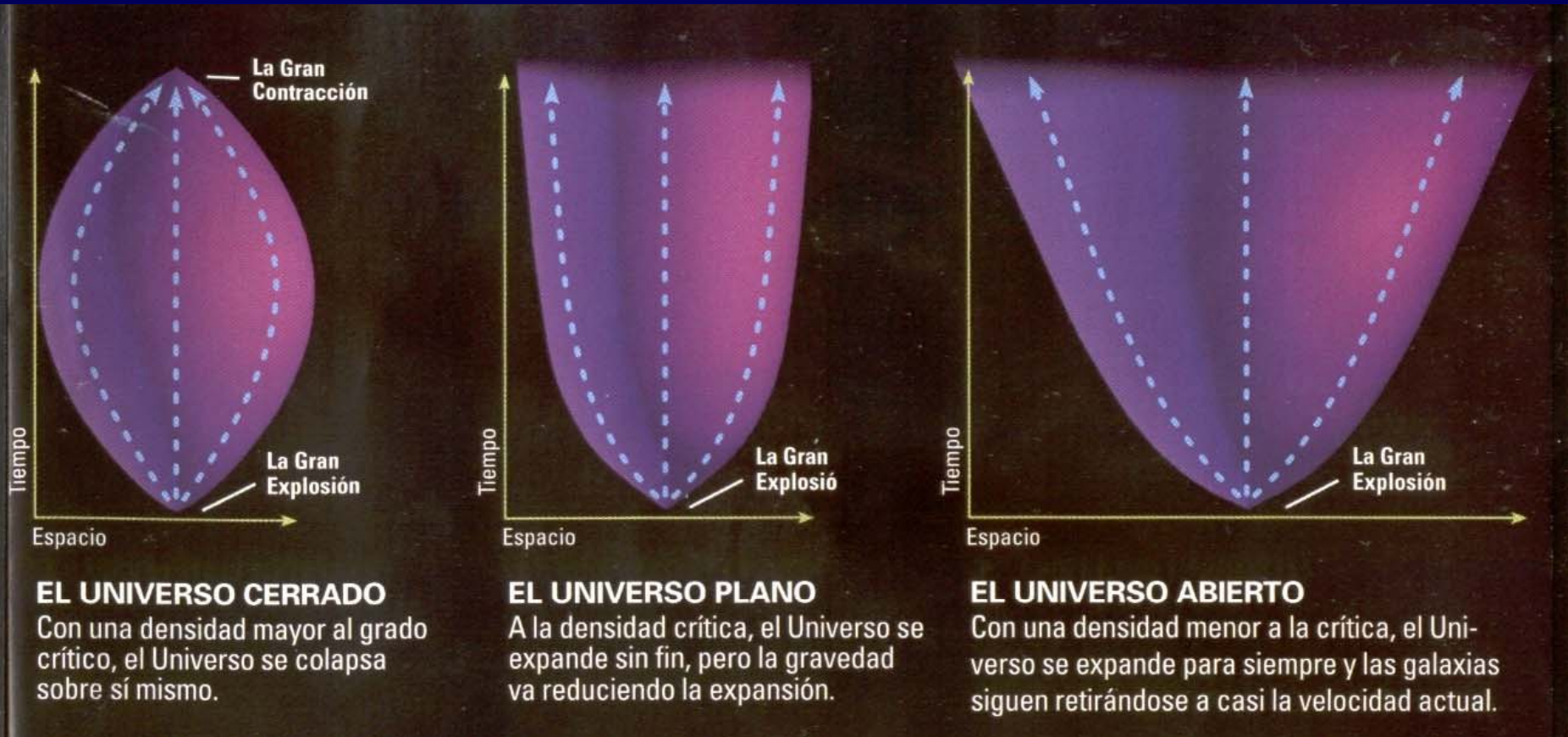
Estructura atómica: H (75%) y He (25%)

La Gran Explosión

- ◆ En 1964 científicos de Bell Telephone descubrieron un "susurro" constante en el Universo, la Radiación de Fondo es el "eco" de la gran explosión.
- ◆ Gradualmente la materia se enfrió y se organizó (se formaron átomos, estrellas, galaxias, etc.).
- ◆ ¿Pero cuál es el futuro del Universo?

CERRADO, PLANO O ABIERTO

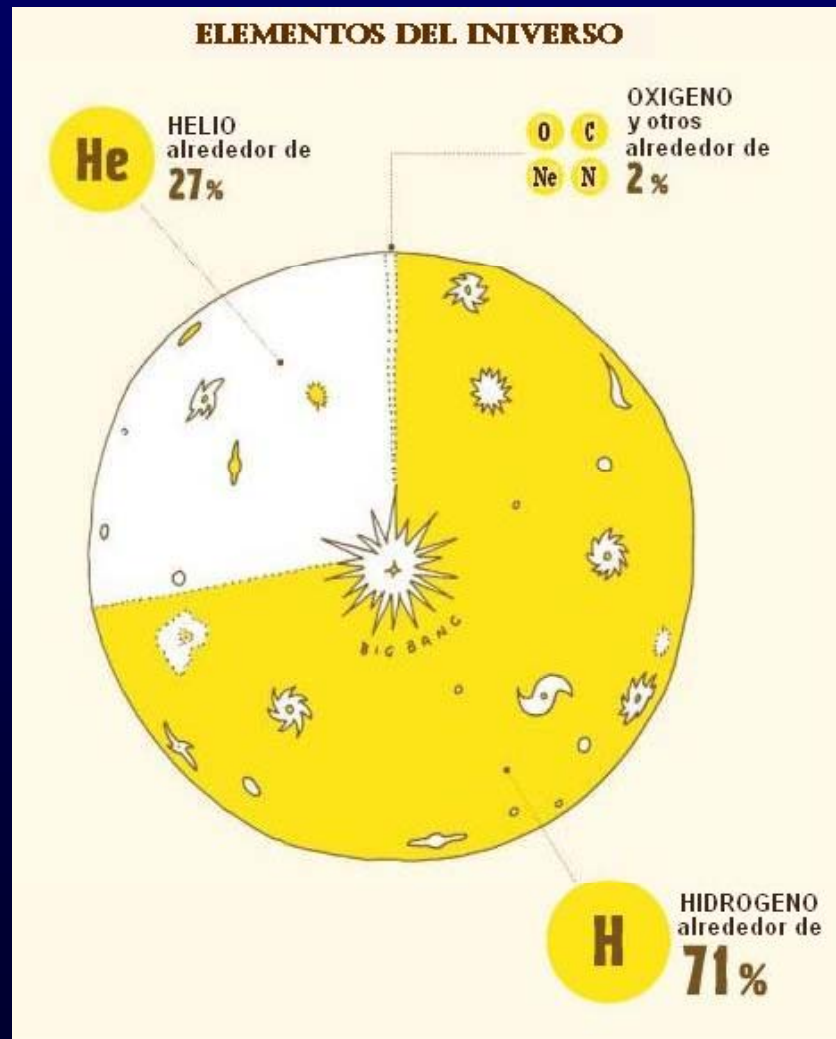
- ◆ Depende de la cantidad de masa+energía que tenga



CERRADO, PLANO O ABIERTO

- ◆ No hay suficiente masa+energía para que sea cerrado o plano, falta ca. 75%!
- ◆ La geometría del Universo parece plana.
- ◆ Propuestas recientes (1998) sugieren que la expansión no se está frenando como se suponía, sino acelerándose, ¿porqué?
- ◆ Debe haber una "energía oscura" cuyo efecto es la repulsión, con esta energía se resuelve el problema del 75% faltante.
- ◆ ¿En lugar de "Big Crunch" (Gran Contracción) habrá "Big Rip" ("Gran Desgarre")?

- El Universo esta formado principalmente por H y He, ¿de donde salen los demás elementos?



Galaxias

2000 millones de años después del Big Bang

Núcleo de condensación - materia oscura (halos, masa Jeans)

Estrella supermasiva central → supernova → hoyo negro.

Formación de galaxias (fusión de halos y sus hoyos negros!),
Formación de elementos pesados,
Formación de estrellas "normales"

Son de dos formas principales: elípticas y espirales

- El Universo esta formado principalmente por H y He, ¿de donde salen los demás elementos?



- Las estrellas son gigantescos reactores nucleares donde se lleva a cabo la fusión nuclear, los núcleos de H se unen para formar He.

- Cuando el H de la estrella se agota, si la estrella es suficientemente grande y caliente (ca. más 8 soles), los núcleos de He se unen para formar otros elementos: Be, C, O, Ne, Mg, Si, S, etc.

Table 19.2 Energy-generating nuclear reactions in stars

Temperature (10^6 K)	Process	Burning product
10–20	Hydrogen fusion	Helium
100–200	Helium fusion	Carbon, oxygen
500	Carbon fusion	Neon, sodium, magnesium
1,000	Oxygen fusion	Silicon, sulfur, phosphorus
2,000–4,000	Silicon fusion	Iron, nickel

- Al llegar al elemento de masa atómica 56 (no. atómico 26 = Fe) la fusión nuclear absorbe, en lugar de emitir, energía. La estrella entra en crisis y explota, formandose una Supernova.

- En este proceso se forman los elementos más pesados que Fe.

Nucleosíntesis

Tipos de Estrellas

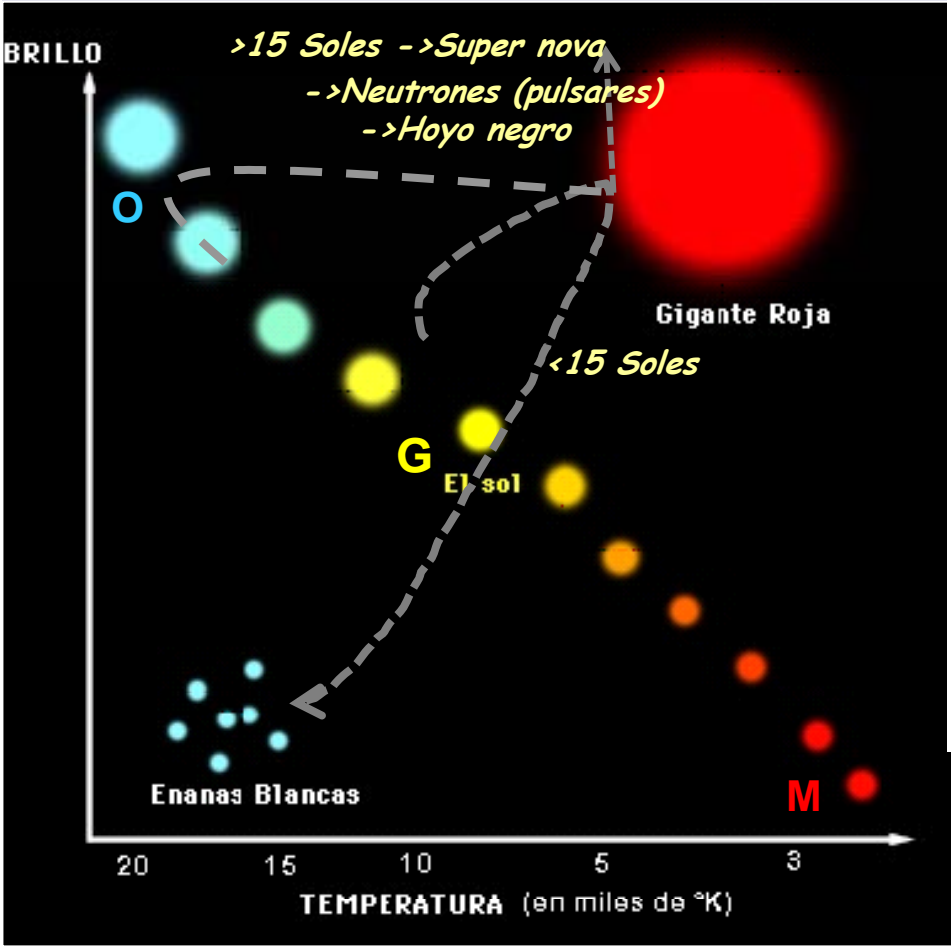
Box 19.1 Spectral classes of stars

Class	Color ^a	Surface temperature	Visual Spectrum ^b	Examples
O	Blue-white	over 25,000	Balmer lines weak, lines of ionized He	lambda Orionis
B	Blue	11,000–25,000	Balmer lines stronger, lines of neutral He	Rigel, Spica
A	Blue	7,500–11,000	Balmer lines strong ionized Fe, Mg, Si	Sirius, Vega
F	Blue-yellow	6,000–7,500	Balmer lines weaker, ionized Ca, Fe, Cr	Canopus, Procyon
G	Yellow	5,000–6,000	Balmer lines weak, ionized Ca strong	Sun, Capella
K	Orange-red	3,500–5,000	Lines of heavy elements	Arcturus, Aldebaran
M	Red	below 3,500	Lines of titanium oxides	Betelgeuse, Antares

^aThe eye can discern the color of a star only if the star is sufficiently bright

^bSome characteristic spectral lines

Diagrama Hertzsprung-Russell



O	B	A	F	G	K	M
25,000	11,000	7,600	6,000	5,100	2,500	

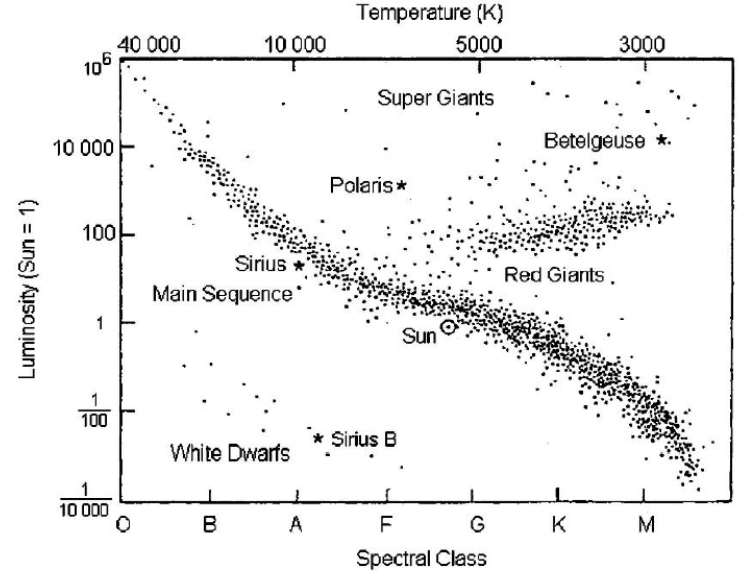


Fig. 19.3 Hertzsprung–Russell diagram separates different kinds of stars: main sequence stars, red giants, and white dwarf stars are in their own regions of the diagram. The horizontal axis gives the surface temperature (and the spectral class) and the vertical axis indicates the luminosity in terms of the brightness of the Sun. Decoding the message of this diagram was one of the success stories of twentieth-century astronomy

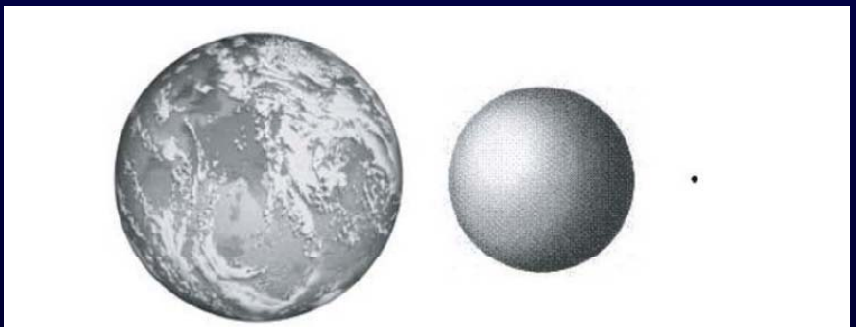


Fig. 19.9 The Earth, a solar mass white dwarf, and a neutron star compared with each other. The dot on the right representing the neutron star is ten times too big in order that it can be seen

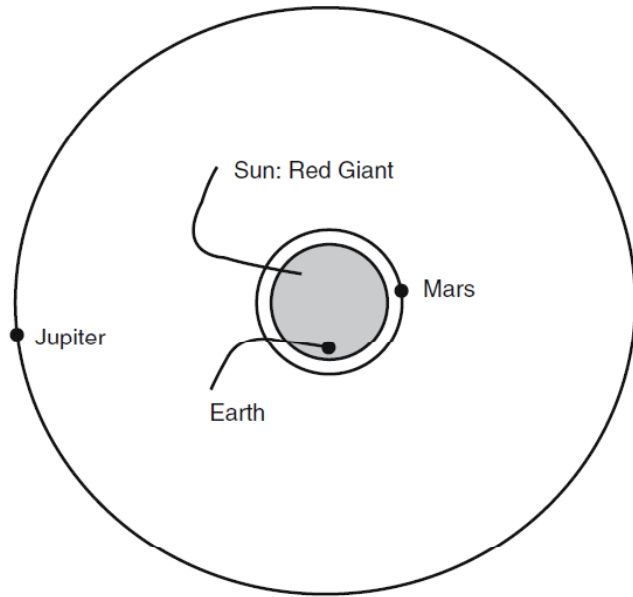


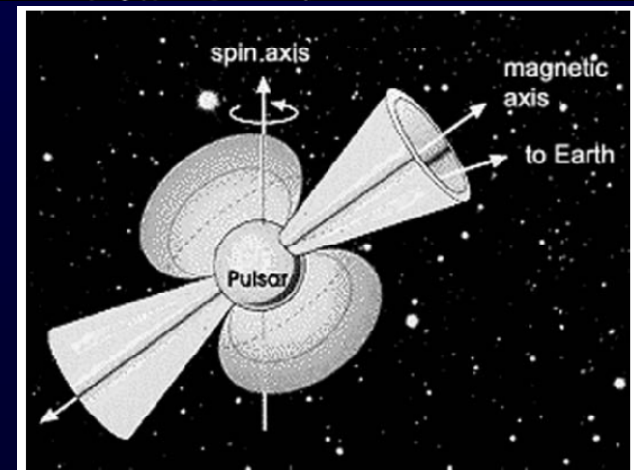
Fig. 19.4 Five billion years from now, the Sun grows and becomes a red giant star. Finally it swallows the Earth inside it and will fill the inner parts of the Solar System

<15 veces la masa del Sol
->Enanan Blanca



>15 veces la masa del sol -> Supernova
si el núcleo de la supernova
<3.2 masa del sol->Estrella de
Neutrones- sumamente densas, cubierta de
Fe, campo magnético muy intenso, rotan muy
rápido, emiten radiación en pulsos a intervalo
regulares.

>3.2 veces la masa del sol-> Hoyo
negro

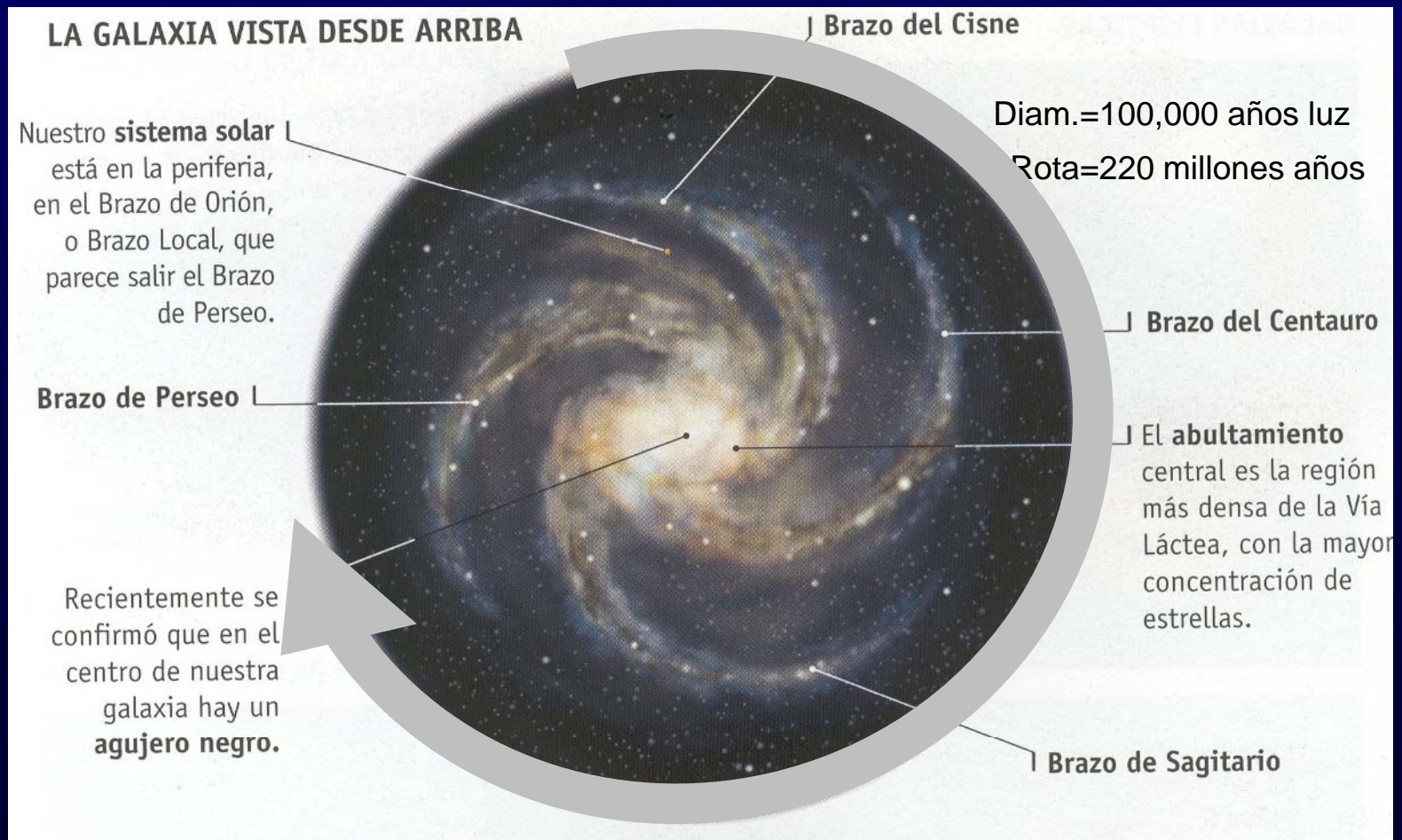


El Siglo XX

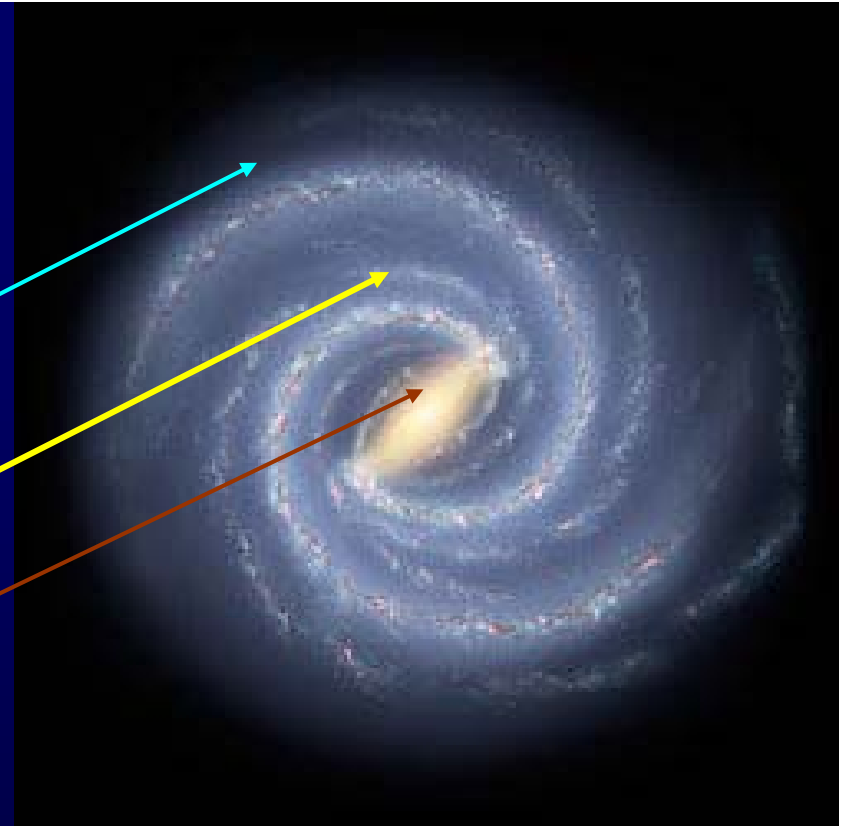
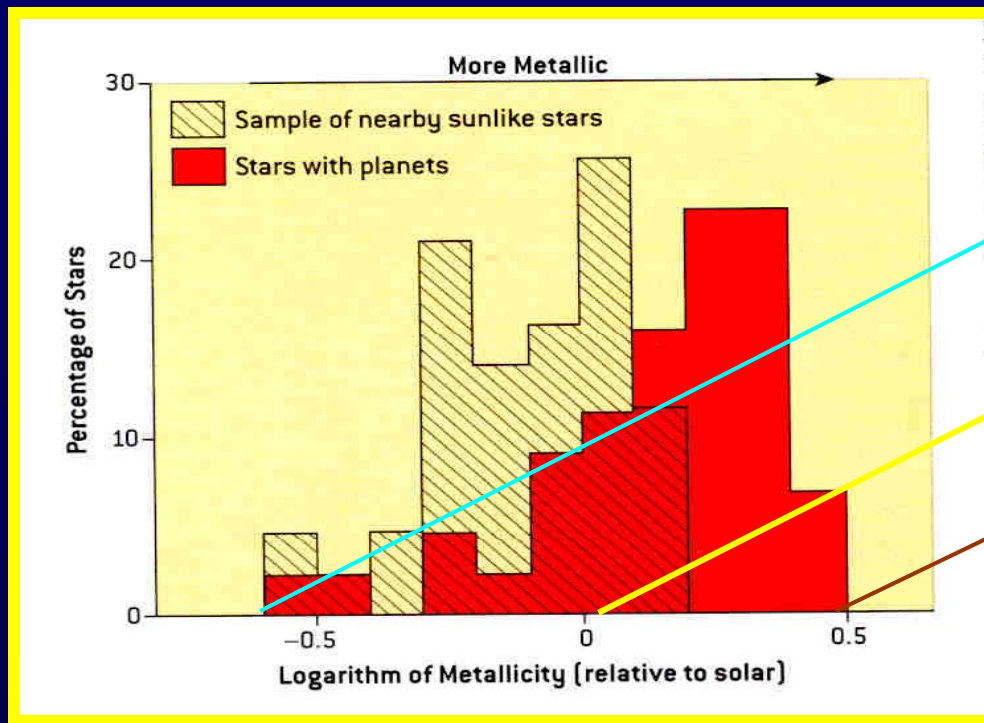
- ◆ Se confirma que las nebulosas son otras galaxias con miles de soles. Se calculó el tamaño y se descifró la forma de la Vía Láctea. Se estima su edad en 12,000 millones de años.



Halo: estrellas poco metálicas,
Disco: brazos espirales,
Bulbo o abultamiento central: anillo de formación estelar y un hoyo negro central (Sagittarius A)



$$\text{Metalicidad} = \text{Fe}/\text{H}$$



La posición del sol en la galaxia es importante:

- >estrellas muy metálicas (centro)=planetas gigantes
- >estrellas poco metálicas (periferia)= no tienen planetas

¿Qué es lo que forma el

Universo?
Materia

Galaxias

Estrellas

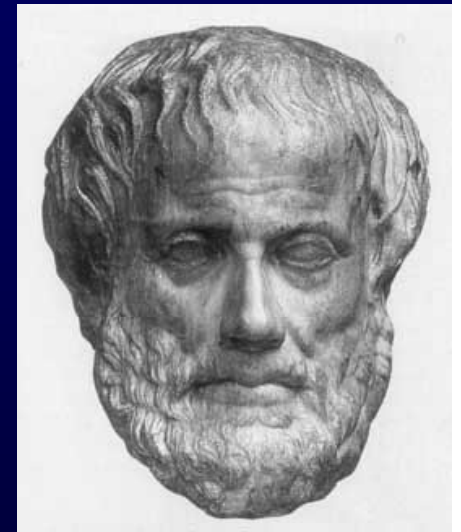
Planetas

Cometas, asteroides, polvo, etc.

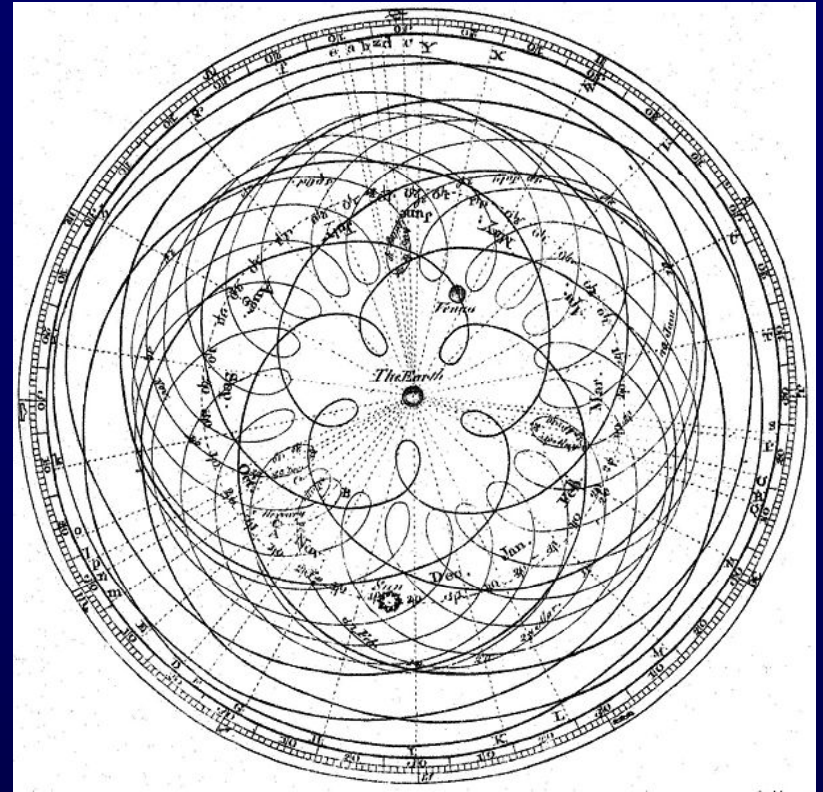
Todo compuesto por H y He
principalmente

Cosmología de la Antigüedad

- ◆ Mitos de las culturas antiguas
- ◆ Pitágoras (582-507 a.C.): Describió a la Tierra como esférica, rodeada de una esfera celeste.
- ◆ Platón (427-347 a.C)
- ◆ Aristóteles (384-322 a.C.): Tierra esférica en un sistema geocéntrico, separando a los cuerpos celestes de los terrestres.
- ◆ Aristarco de Samos (Alejandría, 312-230 a.C.): Propone el sistema heliocéntrico y la rotación diaria de la Tierra. Mide tamaño del Sol, la Luna y la Tierra y la distancia Tierra-Sol.



- ◆ Ptolomeo 90-168 dC-
Modelo geocéntrico que
explica el movimiento
retrogrado de los
planetas mediante
“epiciclos”

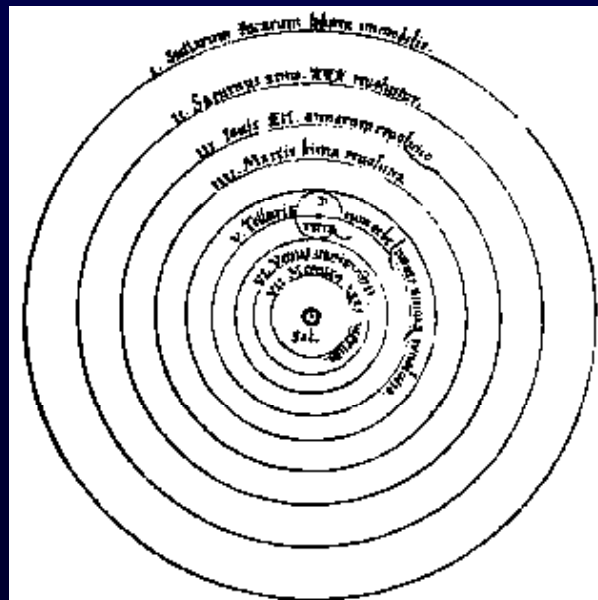


Cosmología de la Edad Media

- ◆ El mundo sólo se podía estudiar desde el punto de vista de la Biblia.
- ◆ Los árabes conservaron y tradujeron los textos filosóficos griegos (Ptolomeo).

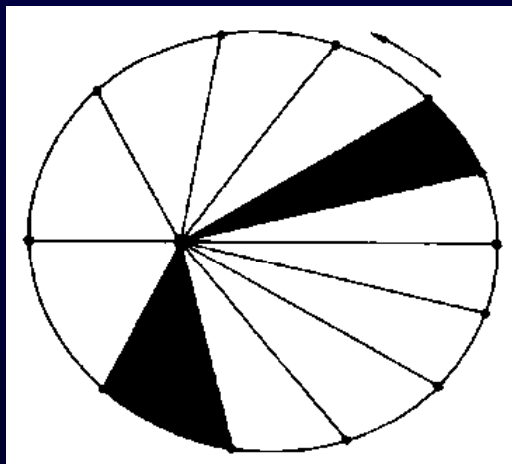
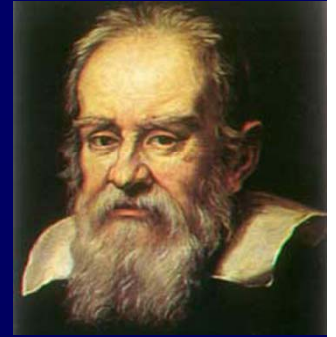
. . . . el Renacimiento

- ◆ Copérnico (1542), modelo heliocéntrico (*De Revolutionibus*) que describe el movimiento circular de los planetas (incluye a la Tierra) alrededor del Sol, de la Luna alrededor de la Tierra y la rotación de la Tierra sobre su eje. Determina distancias a la Tierra de los planetas.



Hacia el mundo moderno

- ◆ Galileo Galilei, 1609 - 1632 Apunta su telescopio al cielo, apoya las ideas de Copérnico.
- ◆ Johannes Kepler (1571-1630) basado en los datos de Tycho Brahe (1546-1601) y los suyos propios propone modelo (Leyes de Kepler):
 - 1. Ley Orbitas elípticas, -2. Ley de áreas iguales
 - 3. Ley de órbitas armónicas (el cubo de la distancia (UA) es directamente proporcional al cuadrado del período (años terrestre)).

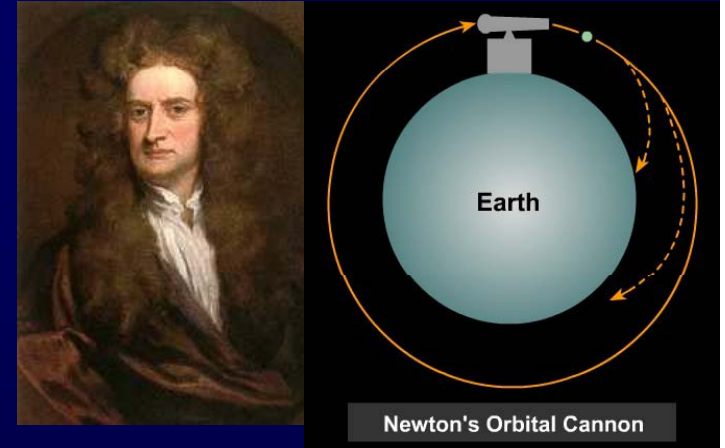


$$p^2 = kd^3$$

Hacia el mundo moderno

- ◆ Sir Isaac Newton publica en 1686 *Principia*, Ley de la Gravitación Universal:

$$F=G [m_1m_2/d^2]$$



- ◆ William Herschel, 1781, descubre Urano. Mejora la calidad de telescopios. Identifica la forma de la galxia
- ◆ Johann Galle, 1846, descubre Neptuno
- ◆ Clyde Tomboguh, 1930, descubre Plutón

Practica 1. Dimensiones del Sistema Solar:
Una barra de plastilina, regla.

En la página del curso hay:

-El lado oscuro del Universo (lectura complementaria voluntaria) ¿Como Ves?

- Earth System, Capítulo 1, Thompson & Turk.

Responder las preguntas de discusión al final (escoger solo nones o solo pares hasta en las opciones dentro de cada pregunta).

-El origen de los elementos, (lectura complementaria obligatoria) ¿Como Ves? Reporte: Cuando, donde y que ocurre (que elementos se forman) en cada uno de los 3 actos.

TAREA

- Bóveda celeste*
- Coordenadas celestes*
- Monografía de la Via Lactea
(Edad, tamaño, composición,
características generales,
movimientos, posición de nuestro
sistema solar).*

*What is a planet?
Soter Steven
Scientific American Enero 2007
296(1):34-41*

- 1. Indica cuál es la definición "antigua" de planeta y cuál es la nueva.*
- 2. Explica que es Ceres y porqué no fue considerado como planeta.*
- 3. ¿Porqué el criterio de "redondez" no es suficiente para definir planeta?*
- 4. ¿Cuál es el nuevo criterio para definir planeta propuesto por Stern y Levison?*
- 5. ¿Cuál es el criterio para definir planeta propuesto por Michael Brown? (índice μ)*
- 6. Indica el valor del índice μ para Tierra y Marte y explica lo que significa un $\mu = 100$.*



Tabla Periódica de los Elementos

1 IA	New Original																18 VIIIA	
1 H Hidrógeno 1.00794																	2 He Helio 4.002602	
2 Li Litio 6.941	Be Berilio 9.012182											B Boro 10.811	C Carbono 12.0107	N Nitrógeno 14.00674	O Oxígeno 15.9994	F Flúor 18.9984032	Ne Neón 20.1797	
3 Na Sodio 22.989770	Mg Magnesio 24.3050	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8	9 VIIIB	10	11 IB	12 IIB	Al Aluminio 26.981538	Si Silicio 28.0855	P Fósforo 30.973761	S Azufre 32.066	Cl Cloro 35.453	Ar Argón 39.948	
4 K Potasio 39.0983	Ca Calcio 40.078	Sc Escandio 44.955910	Ti Titanio 47.867	V Vanadio 50.9415	Cr Cromo 51.9961	Mn Manganeso 54.938049	Fe Hierro 55.8457	Co Cobalto 58.933200	Ni Níquel 58.6934	Cu Cobre 63.546	Zn Zinc 65.409	Ga Galio 69.723	Ge Germanio 72.64	As Arsénico 74.92160	Se Selenio 78.96	Br Bromo 79.904	Kr Kriptón 83.798	
5 Rb Rubidio 85.4678	Sr Estroncio 87.62	Y Itrio 88.90585	Zr Circonio 91.224	Nb Niobio 92.90638	Mo Molibdeno 95.94	Tc Tecnecio (98)	Ru Rutenio 101.07	Rh Rodio 102.90550	Pd Paladio 106.42	Ag Plata 107.8682	Cd Cadmio 112.411	In Indio 114.818	Sn Estaño 118.710	Sb Antimonio 121.760	Te Teluro 127.60	I Yodo 126.90447	Xe Xenón 131.293	
6 Cs Cesio 132.90545	Ba Bario 137.327	57 to 71		Hf Hafnio 178.49	Ta Tántalo 180.9479	W Wolframio 183.84	Re Renio 186.207	Os Osmio 190.23	Ir Iridio 192.217	Pt Platino 195.078	Au Oro 196.96655	Hg Mercurio 200.59	Tl Talio 204.3833	Pb Plomo 207.2	Bi Bismuto 208.98038	Po Polonio (209)	At Astatino (210)	Rn Radón (222)
7 Fr Francio (223)	Ra Radio (226)	89 to 103		Rf Rutherfordio (261)	Db Dubnio (262)	Sg Seaborgio (266)	Bh Bohrio (264)	Hs Hasio (269)	Mt Meitnerio (268)	Ds Darmstadtio (271)	Rg Roentgenio (272)	Uub Ununbio (285)	Uut Ununtrio (284)	Uuq Ununquadio (289)	Uup Ununpentio (288)	Uuh Ununhexio (292)	Uus Ununseptio	Uuo Ununoctio

Atomic masses in parentheses are those of the most stable or common isotope.

Design Copyright © 1997 Michael Dayah (michael@dayah.com). <http://www.dayah.com/periodic/>

Note: The subgroup numbers 1-18 were adopted in 1984 by the International Union of Pure and Applied Chemistry. The names of elements 112-118 are the Latin equivalents of those numbers.

57 La Lantano 138.9055	58 Ce Cerio 140.118	59 Pr Praseodimio 140.90765	60 Nd Neodimio 144.24	61 Pm Prometio (145)	62 Sm Samario 150.36	63 Eu Europio 151.964	64 Gd Gadolinio 157.25	65 Tb Terbio 158.92534	66 Dy Disprosio 162.500	67 Ho Holmio 164.93032	68 Er Erbio 167.259	69 Tm Tulio 168.93421	70 Yb Iterbio 173.04	71 Lu Lutecio 174.967
89 Ac Actinio (227)	90 Th Torio 232.0381	91 Pa Protactinio 231.03688	92 U Uranio 238.02891	93 Np Neptunio (237)	94 Pu Plutonio (244)	95 Am Americio (243)	96 Cm Curio (247)	97 Bk Berkelio (247)	98 Cf Californio (251)	99 Es Einstenio (252)	100 Fm Fermio (257)	101 Md Mendelevio (258)	102 No Nobelio (259)	103 Lr Lawrencio (262)



Vía Láctea



Andromeda

