

Tópicos – 2018-1

aula 2



Astronomia

- Melhor momento
- Tecnologia: telescópios
 - Objetos invisíveis => visíveis
- Entendimento do Universo
 - ex. estrelas explodindo, sistemas planetários, estrelas nascendo...
- Muitos objetos estão muito distantes: luz emitida há milhões ou bilhões de anos atrás
 - Olhando cada vez mais distante

Missões espaciais

- Telescópios + missões espaciais
 - Lua, Marte, Titan, asteróides
- Há centenas de anos as explicações sobre o céu vinham de crenças, não havia como testar
 - Mares na Lua? Os planetas se movem? Por que as estrelas brilham?

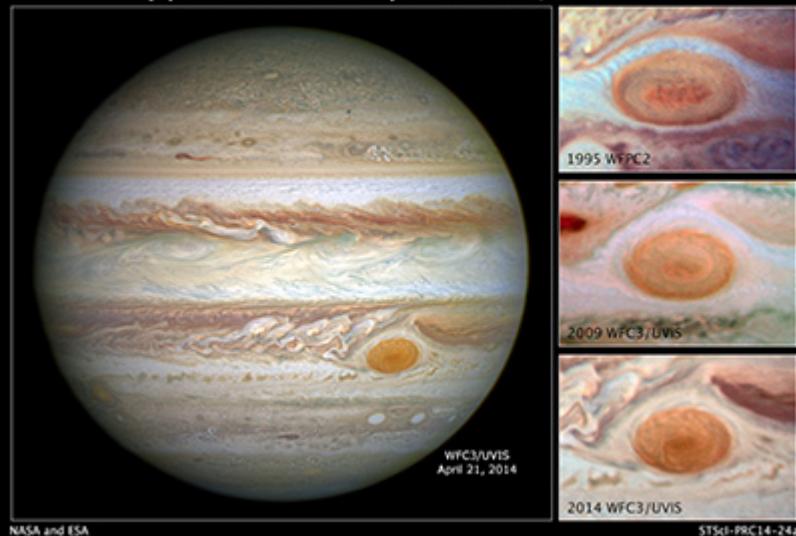
Astronomia

- Partículas pequenas: grãos, átomos, moléculas
- Estrelas, galáxias
- Velocidades são extremas
- Grandezas envolvidas desafiam nossa imaginação pois estão longe de nosso cotidiano
 - Notação científica



0339 5KU X16,000 1 μ m WD 8
Scale bar is 1 μ m. (Photo courtesy of S. Amari.)

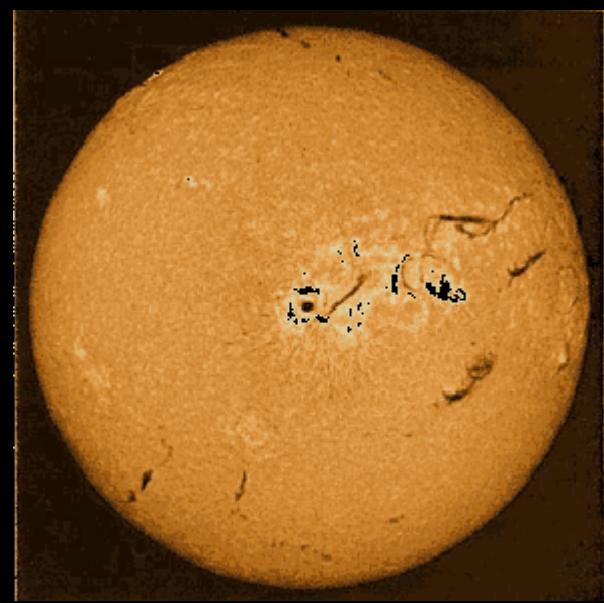
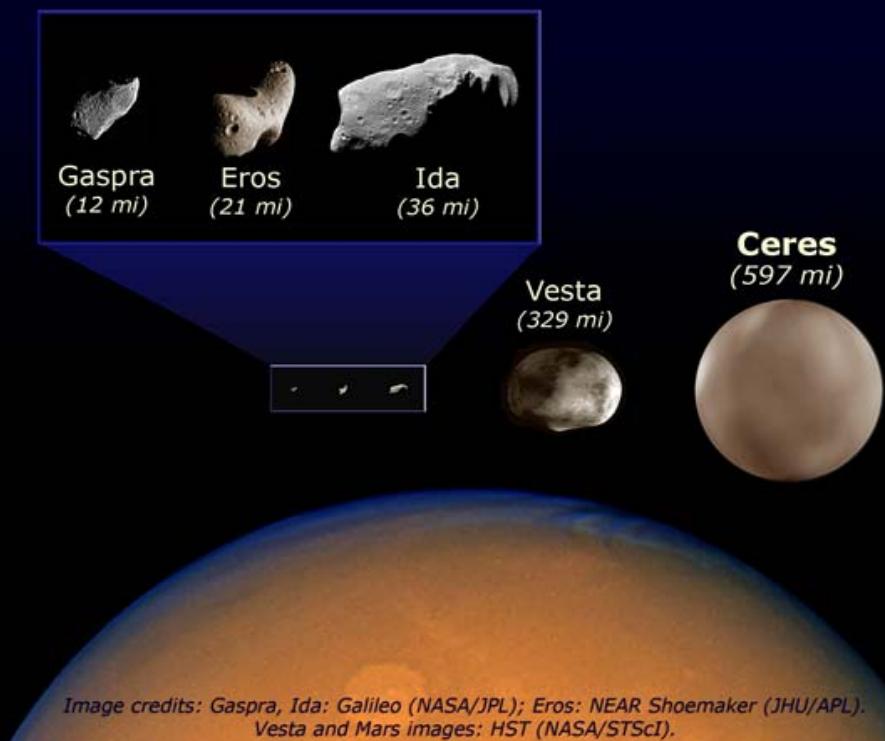
Jupiter and the Great Red Spot • HST • WFC3/UVIS • WFPC2

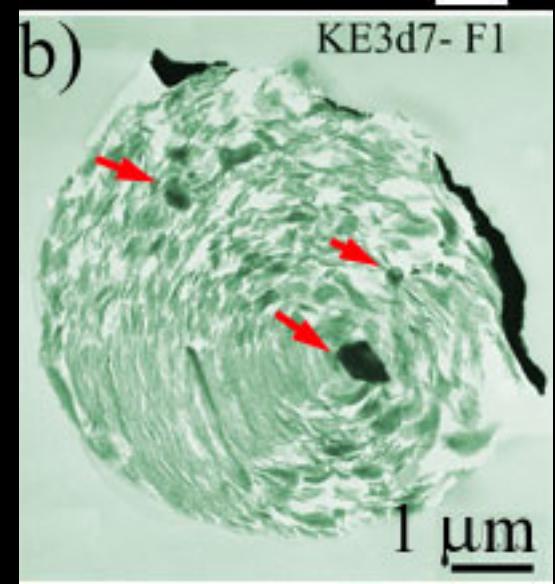
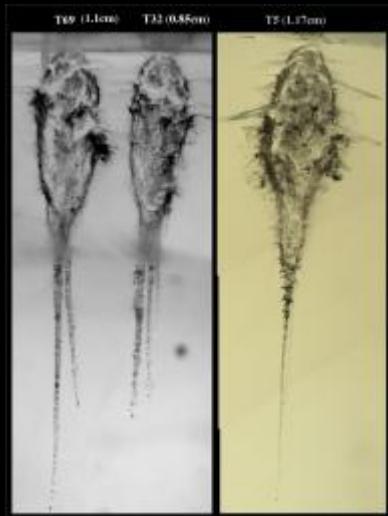
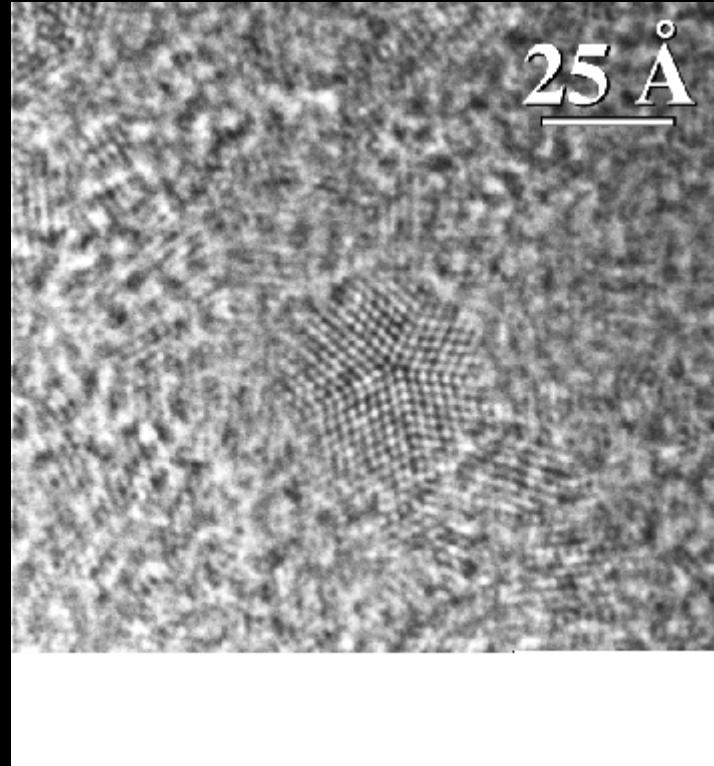


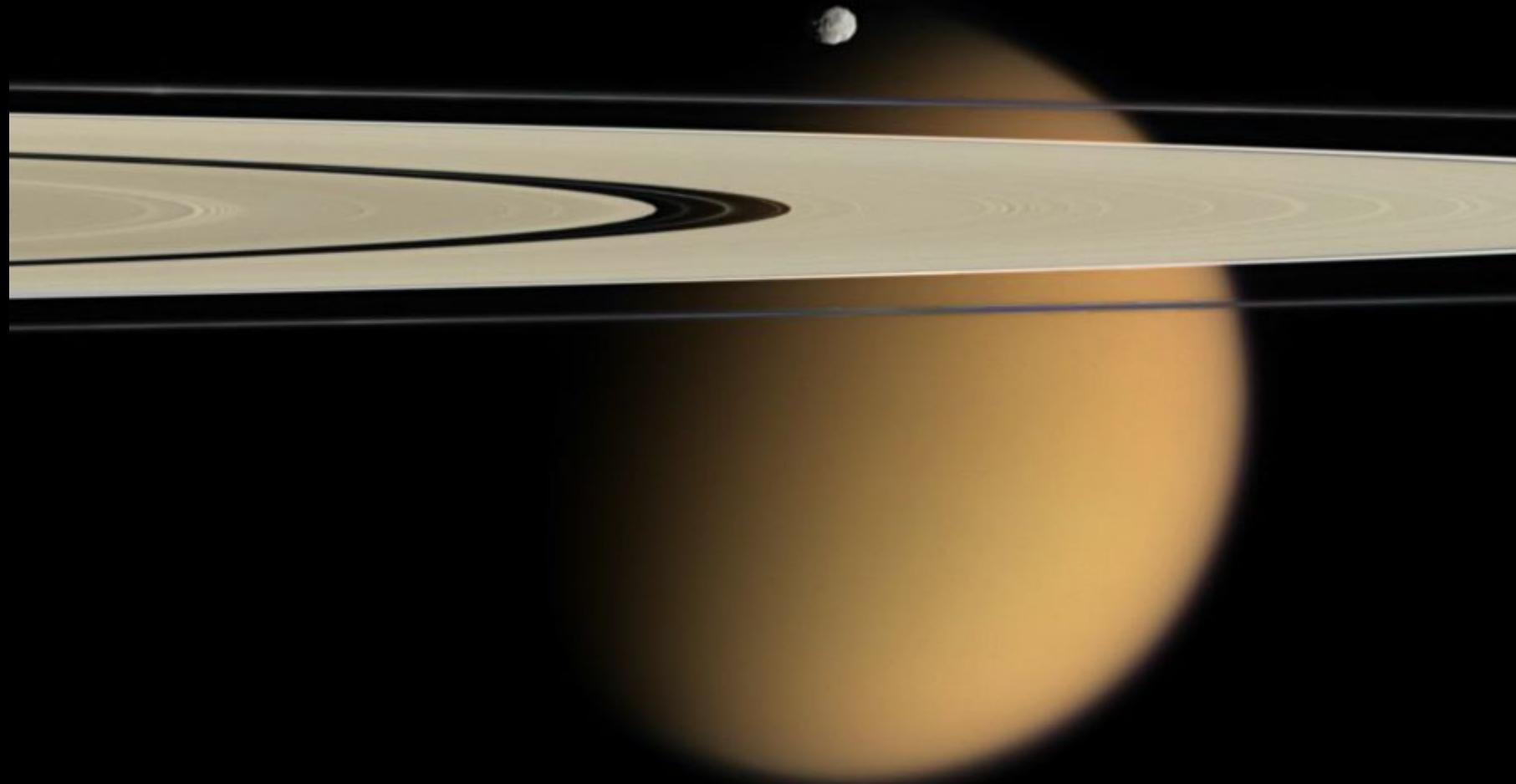
NASA and ESA

STScI-PRC14-24a

Hubble image of Ceres, the largest asteroid in the main asteroid belt, compared with four other asteroids and Mars.
(Longest dimension for each body in parentheses.)





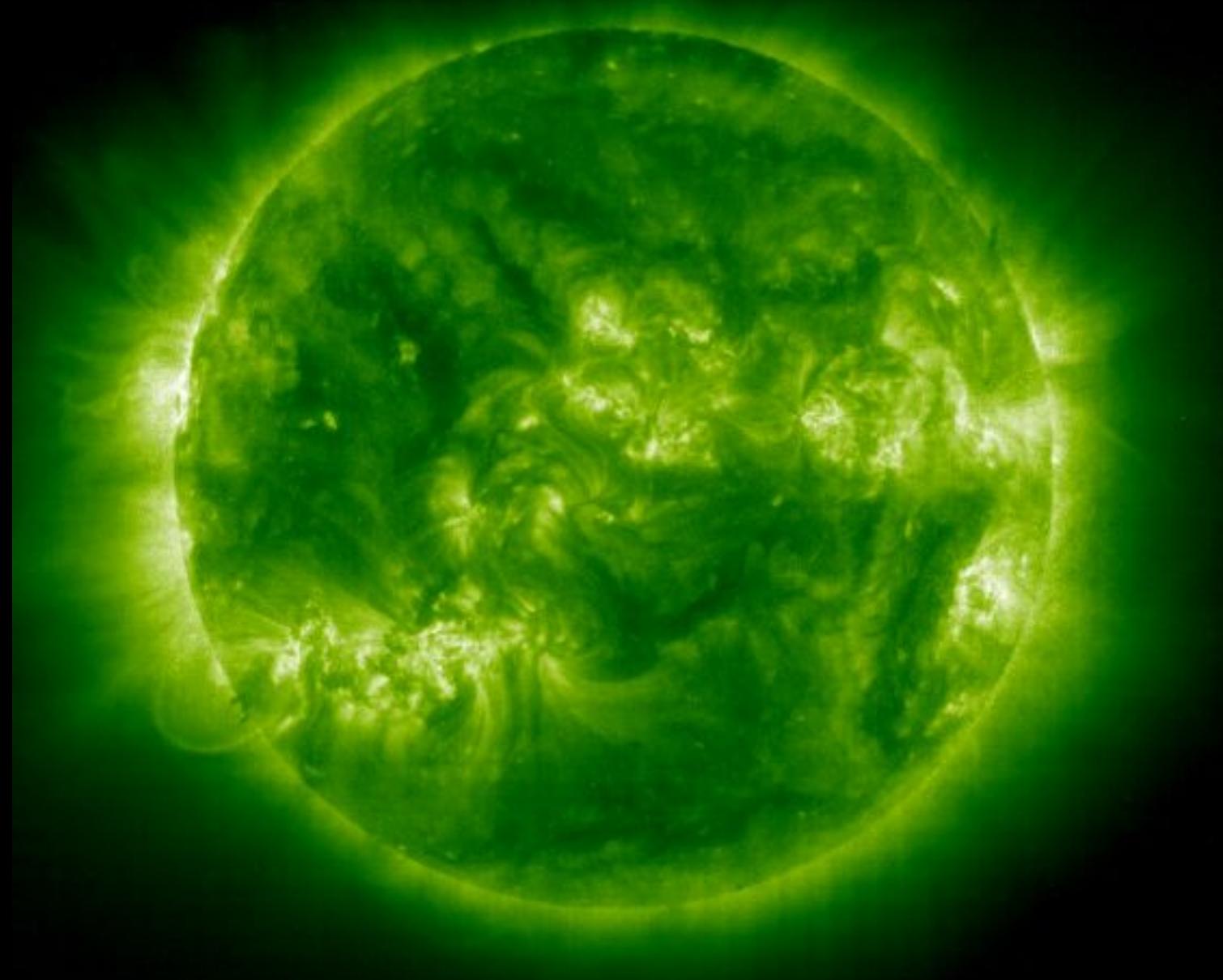






Eros
Dimensões:
13x13x33 km





M4: The Closest Known Globular Cluster

Rho Ophiuchi



© Tom Masterson

Image Credit & Copyright: Tom Masterson, ESO's DSS

M4: The Closest Known Globular Cluster

7000 anos-luz





M15 _ 100.000 estrelas

Andrômeda: centenas de bilhões de estrelas



Copyright Bersonic



Coma: denso com milhares de galáxias



NASA, ESA, and the Hubble Heritage Team (STScI/AURA)

Perspectiva cósmica



Diâmetro → 12 700 km

Em um avião normal, viajando a 1000 km/h, leva-se 12,7 horas para atravessar esta distância.

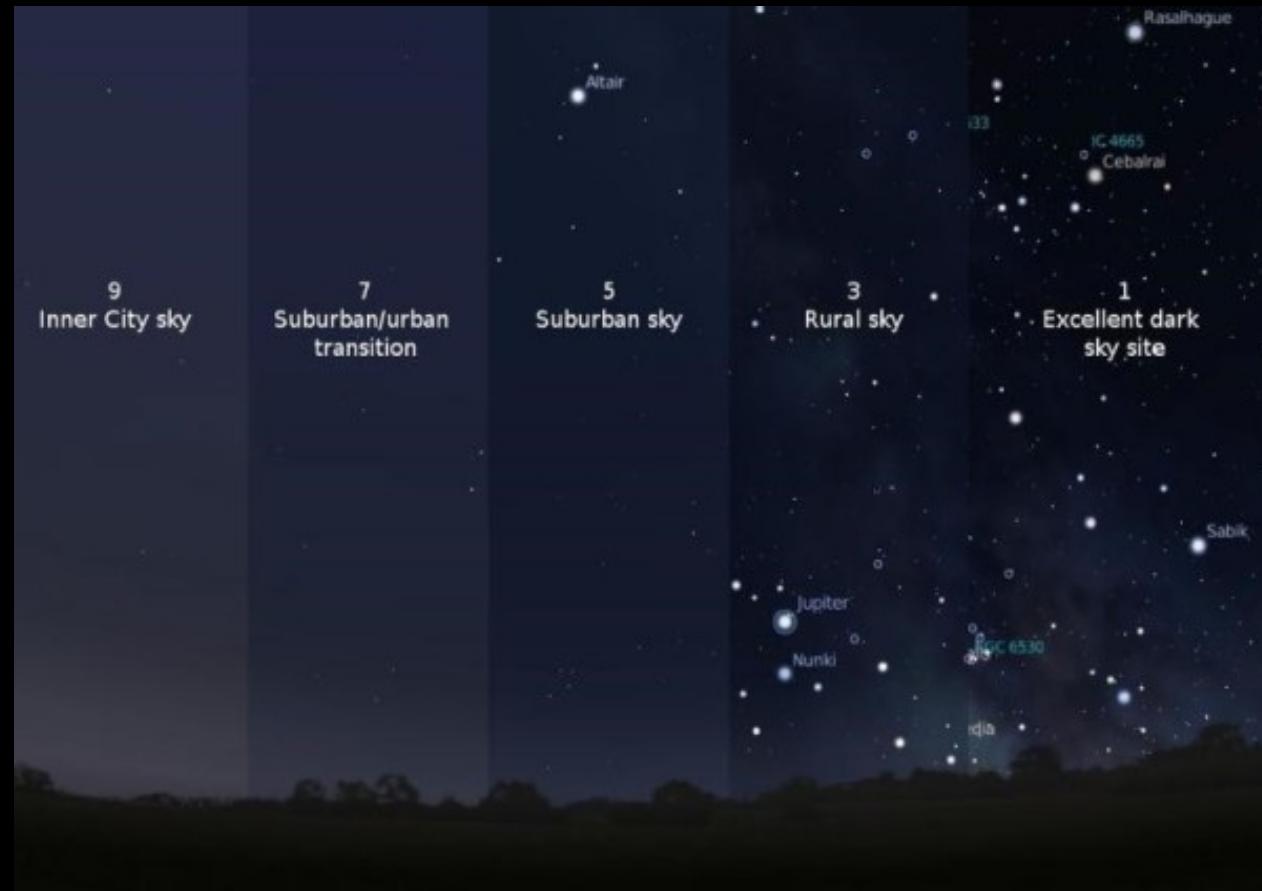
"Vejo a beleza que é nosso planeta. As pessoas vão cuidar e melhorar não destruí-lo."

Yuri Gagarin (1961)

Poluição luminosa

- Alaranjado sobre as cidades
- Luz que entra pela janela a noite
- Enxerga poucas estrelas no céu da sua cidade?
- Não consegue identificar a Via Láctea no céu?





Poluição luminosa

- Afeta a saúde
- Sérias consequências ambientais
 - Ciclos migratórios, alimentares e reprodutivos
 - ex. filhotes de tartarugas marinhas
 - ex. invertebrados (mariposas, etc...)
 - Alteração do período de floração
 - Migração de pássaros
- Combatê-la

A Astronomia trabalha com escalas espaço-temporais que desafiam a imaginação, por serem muito distantes da experiência cotidiana.

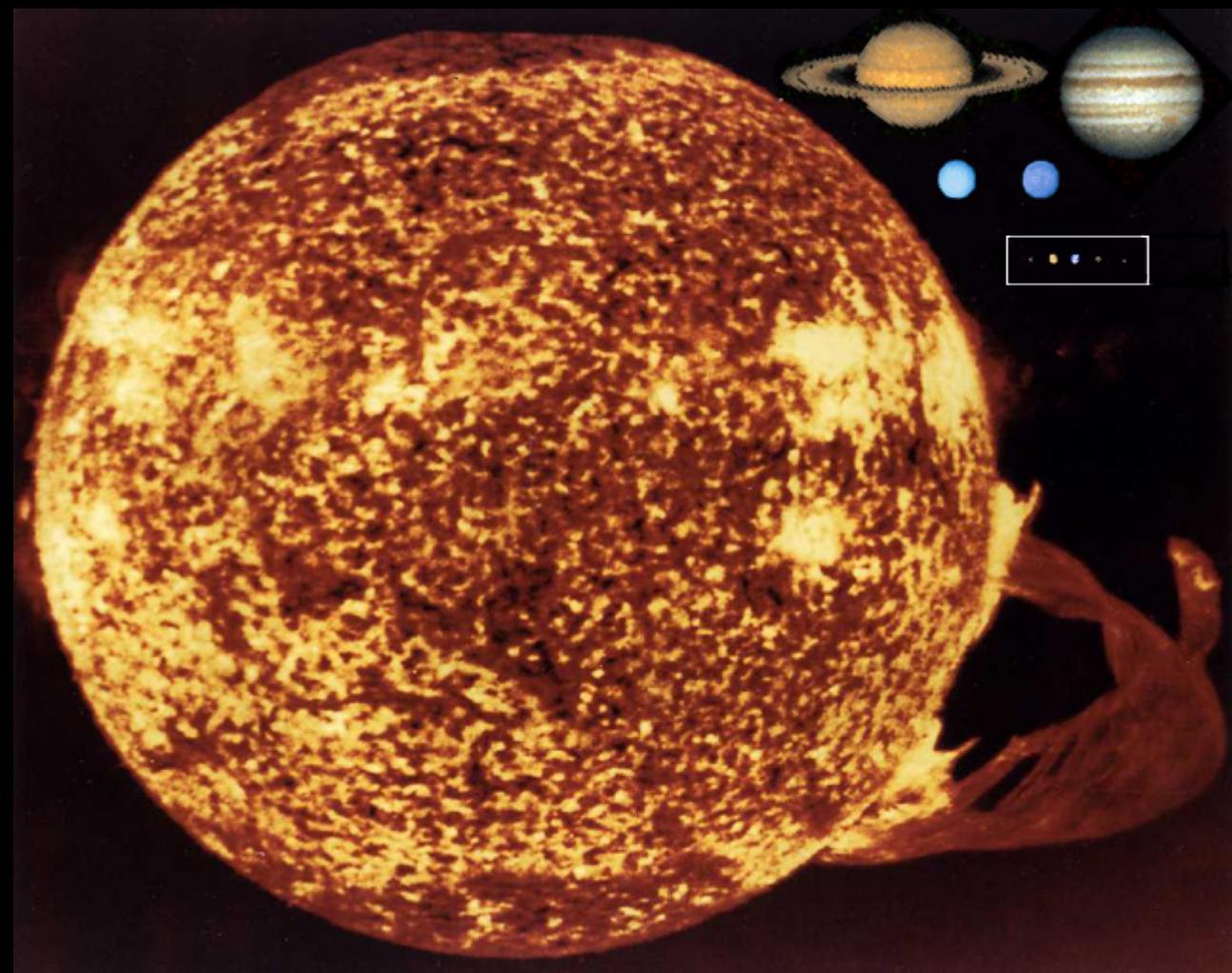


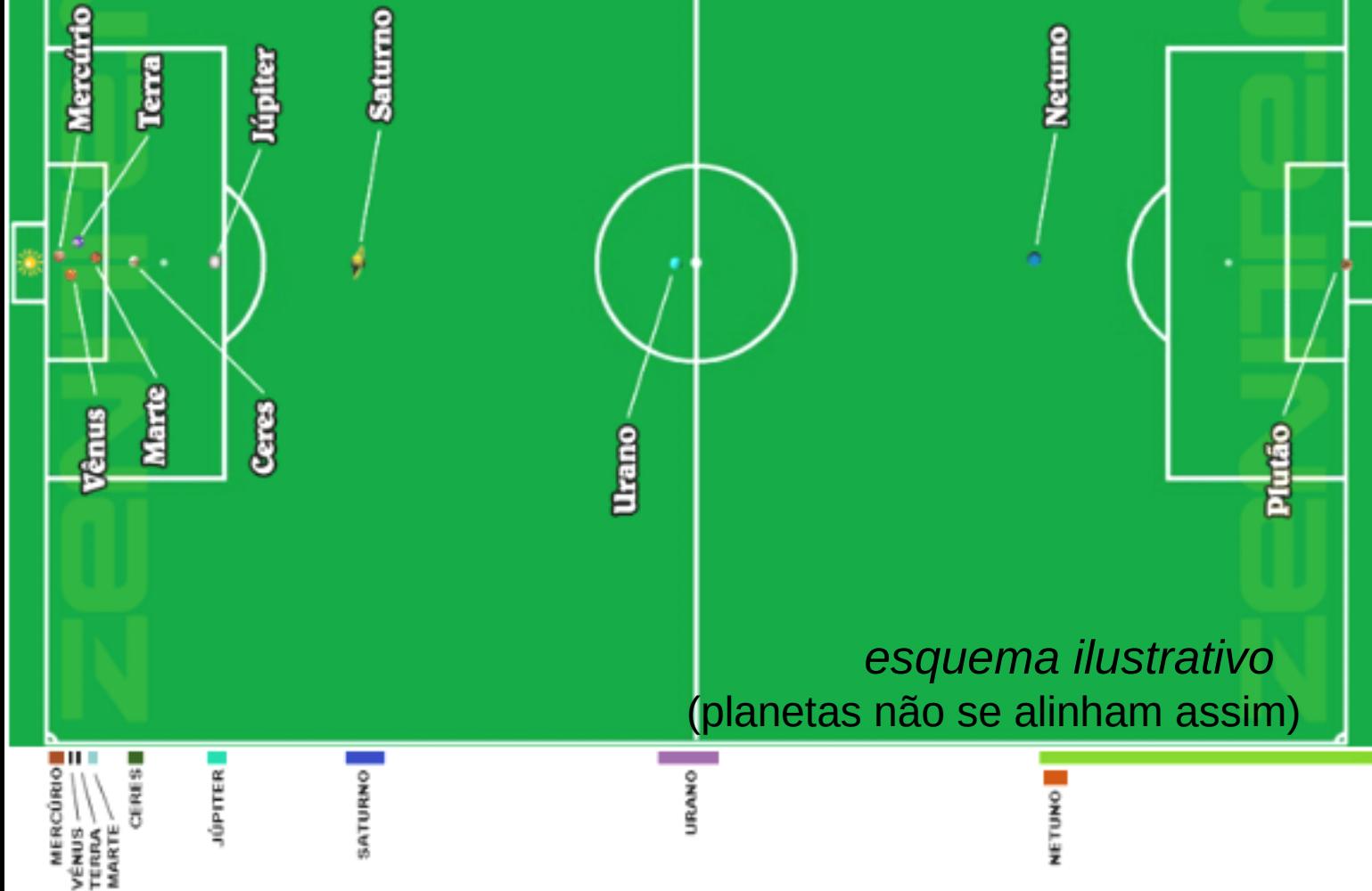
Fig 1.2

- Síntese da variação de tamanhos observados
- Astronomia: sintetiza ou agrega informações de diferentes campos da ciência
 - Átomos, natureza da luz, resposta da matéria e energia à gravidade, geração de energia nas estrelas...

O Sistema Solar em campo

Distâncias médias

(Plutão usado como referência de escala)



Terra e
Vênus têm
órbitas
quase
circulares

Plutão tem
periélio e
afélio bem
diferentes
(órbita muit
elíptica)

<http://www.zenite.nu>

JOSÉ ROBERTO V. COSTA
Astronomia no Zênite

Andrômeda \approx Belém (PA)

Sagittarius \approx Itaboraí

Fim do disco estelar

Anel de gás a 4 kpc



Nuvens de Magalhães \approx Angra dos Reis

Quantas estrelas existem?

~ 100 bilhões de galáxias

cada uma com ~ 100 bilhões de estrelas

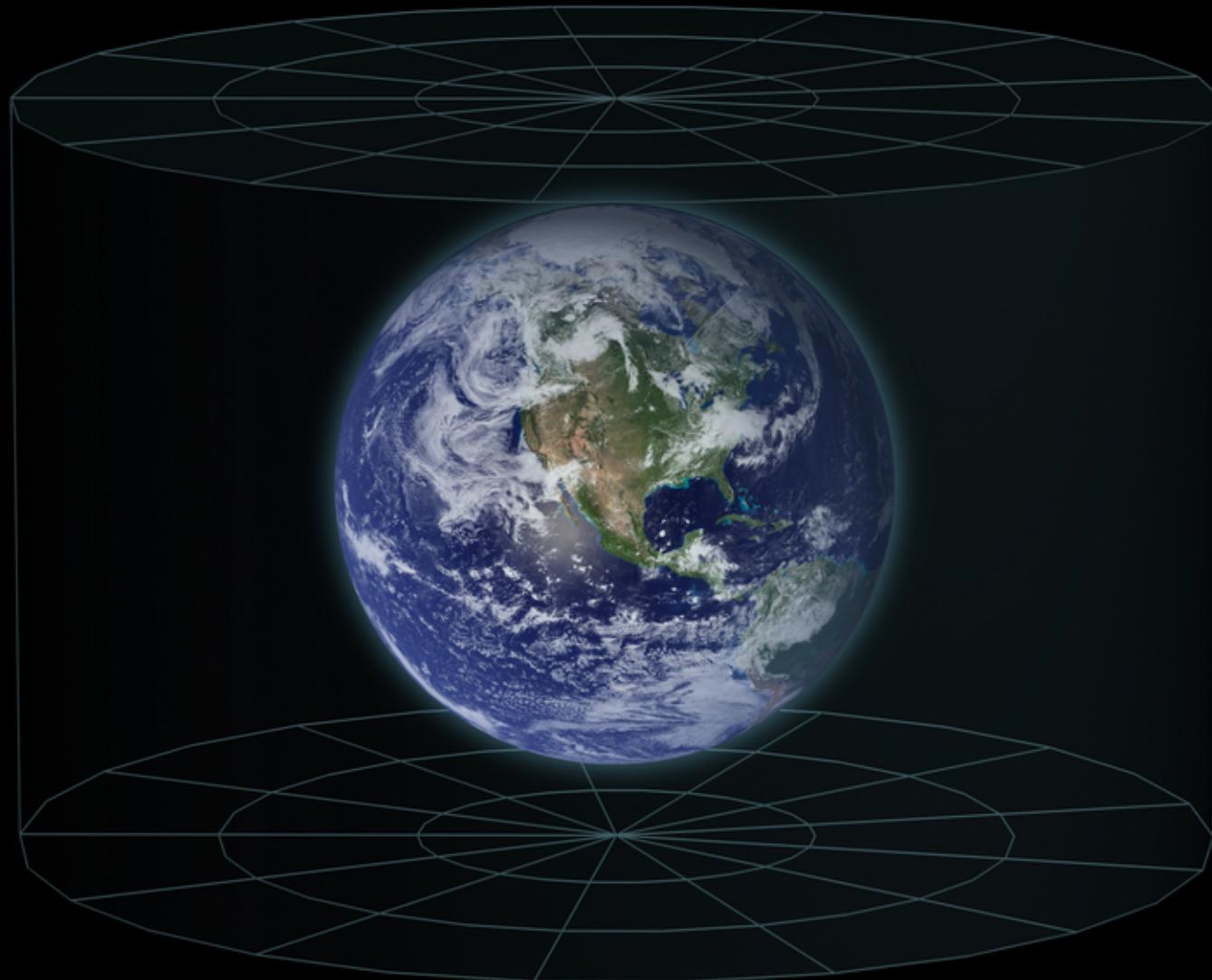
$$10^{11} \times 10^{11} = 10^{22} \text{ estrelas}$$

10.000.000.000.000.000.000 estrelas

10 sextilhões de estrelas

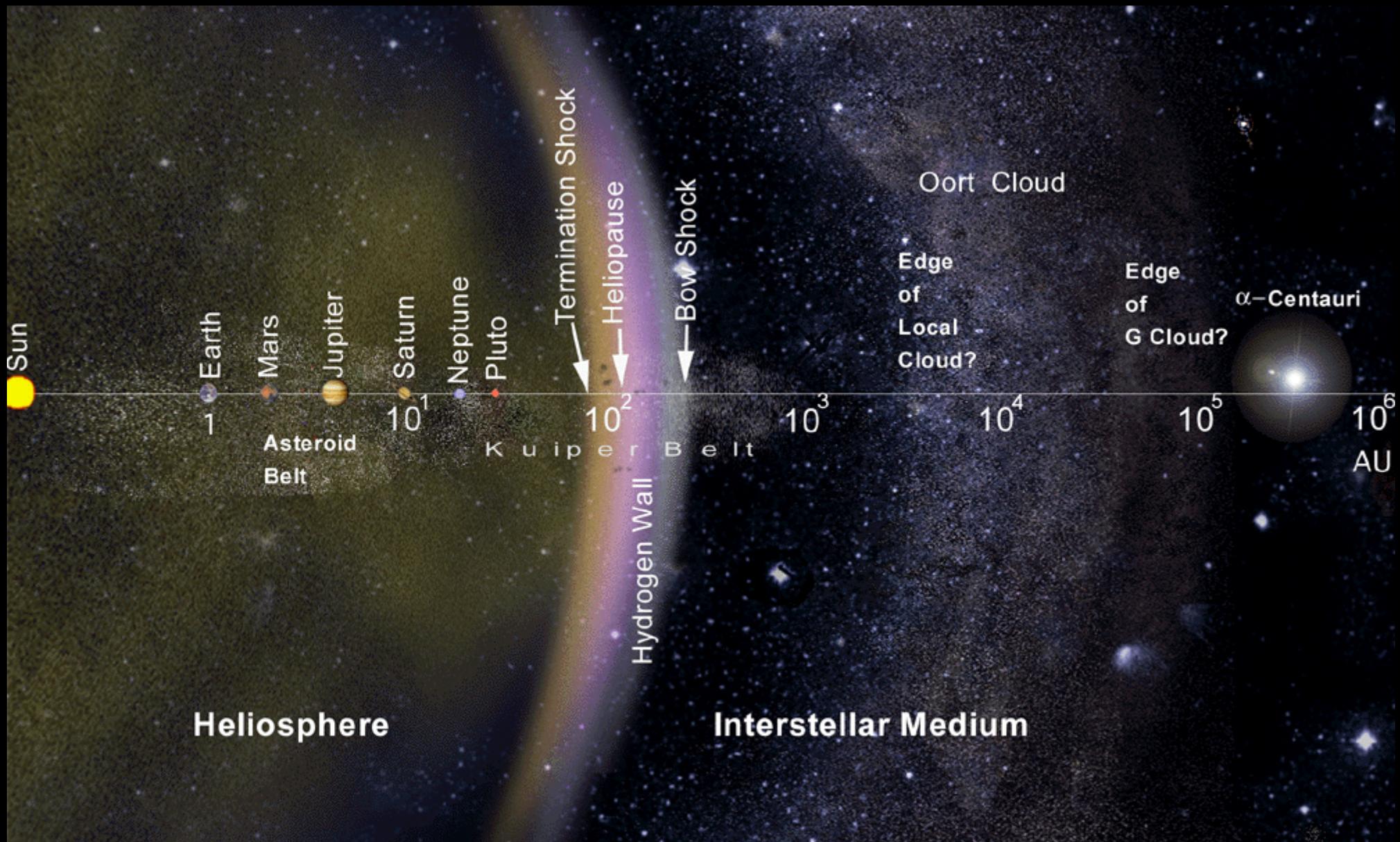
Escalas Astronômicas

Earth



Diâmetro → 12.700 km

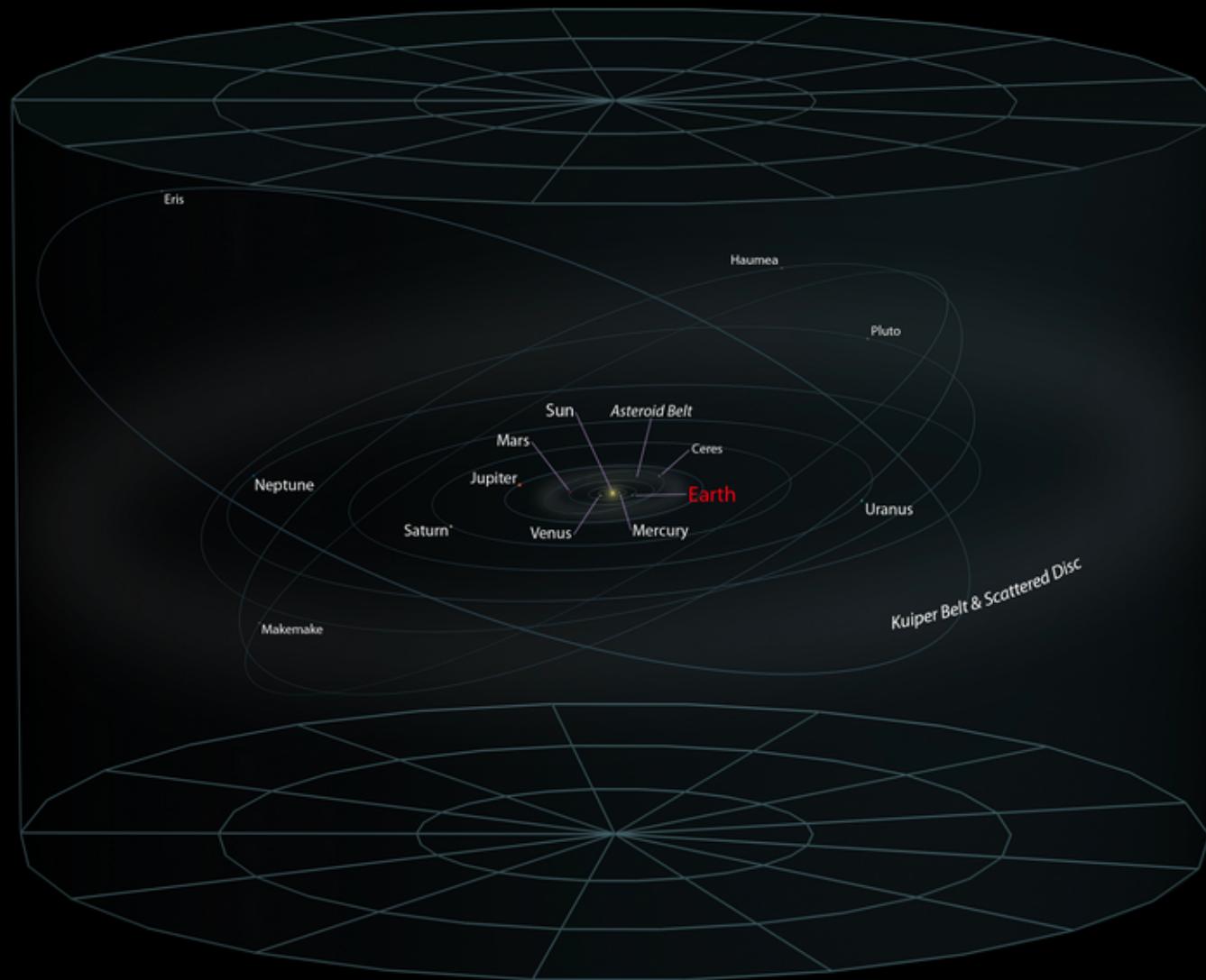
Em um avião normal,
viajando a 1000 km/h,
leva-se 12,7 hs para
atravessar esta
distância.



1 UA = 150×10^6 km → distância Terra – Sol

Escalas Astronômicas

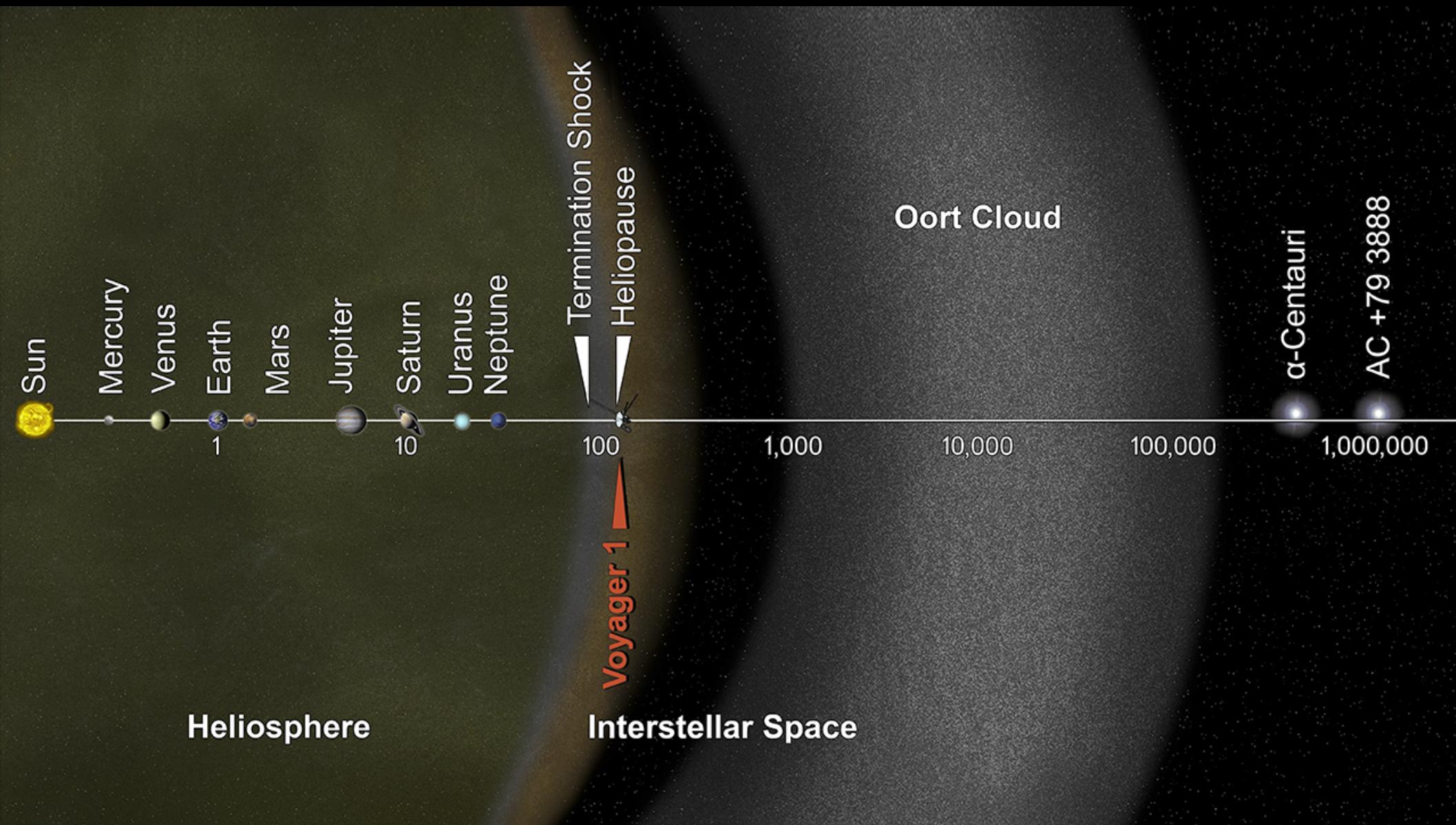
Solar System



- Limites do SS
→ 10^5 u.a.

1 AL (ano-luz) = 10 trilhões de km = 10^{16} m

• α - Centauri \rightarrow 4,22 anos-luz



Levaria 105 mil anos para a Pioneer 10, lançada em 1972 e que está viajando a 43,8 mil km/h, chegar à estrela mais próxima.

Escalas Astronômicas

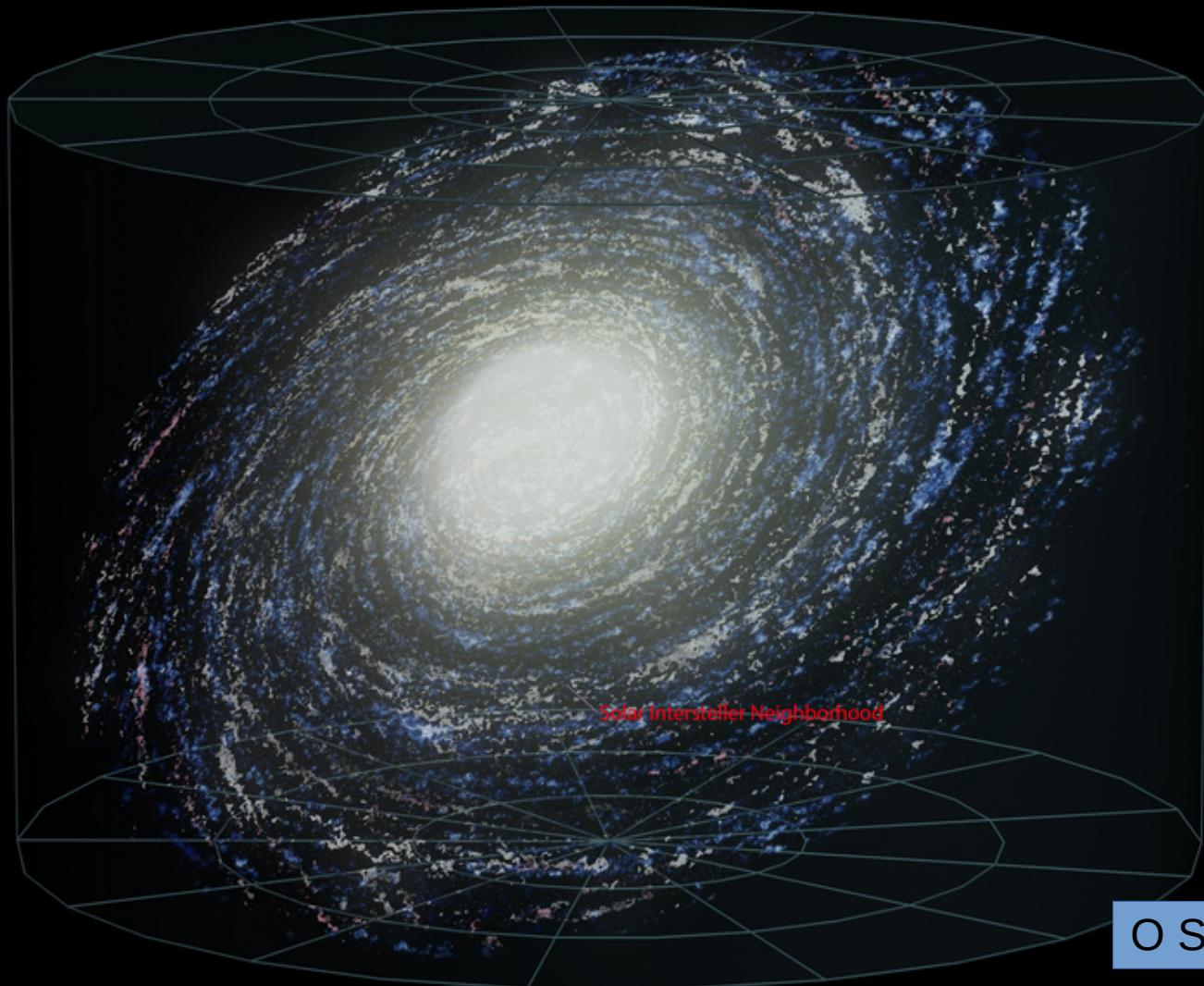
Solar Interstellar Neighborhood



Escalas Astronômicas

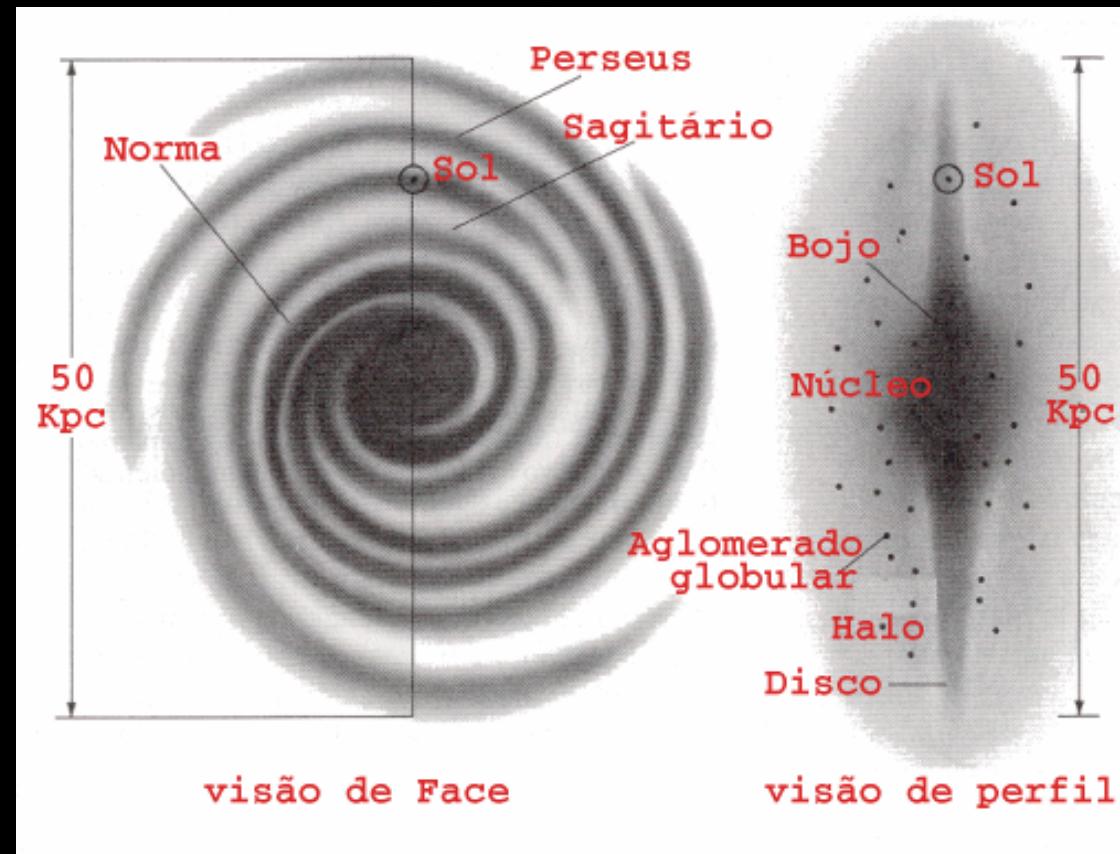
100 mil Anos-Luz, é o tamanho da nossa galáxia, a Via Láctea.

Milky Way Galaxy



O Sol está a 30 000 AL do centro

Via-Láctea



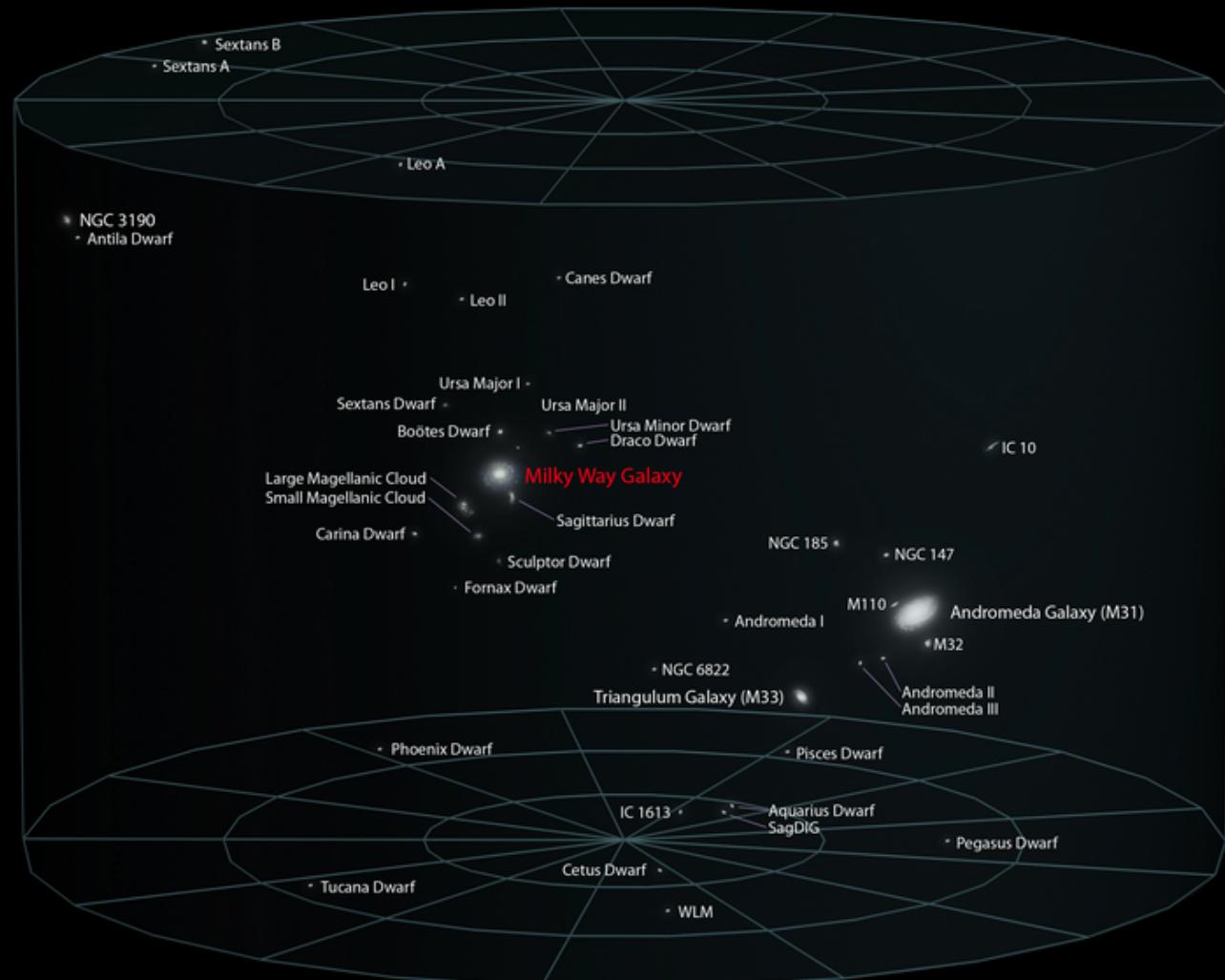
- Para cruzar a galáxia, viajando à velocidade da luz, levaríamos 163.000 anos!

$$1 \text{ pc} = 3,26 \text{ anos-luz} = 206.265 \text{ ua} = 3,086 \times 10^{13} \text{ km}$$

Escalas Astronômicas

o diâmetro do Grupo Local que contém 50 galáxias é de 3 milhões de anos luz

Local Galactic Group

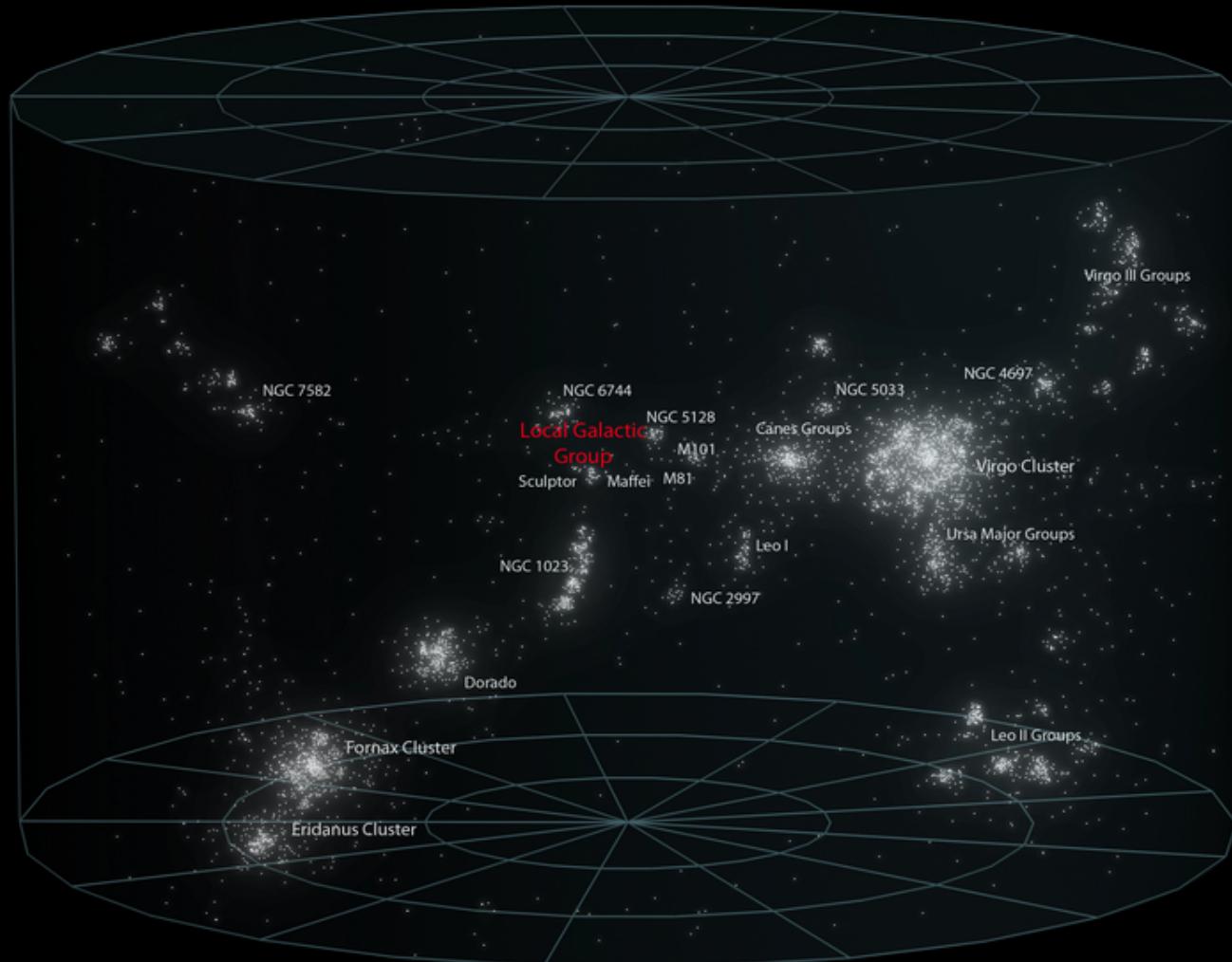


Andrômeda está
a 2 milhões de
anos-luz

Escalas Astronômicas

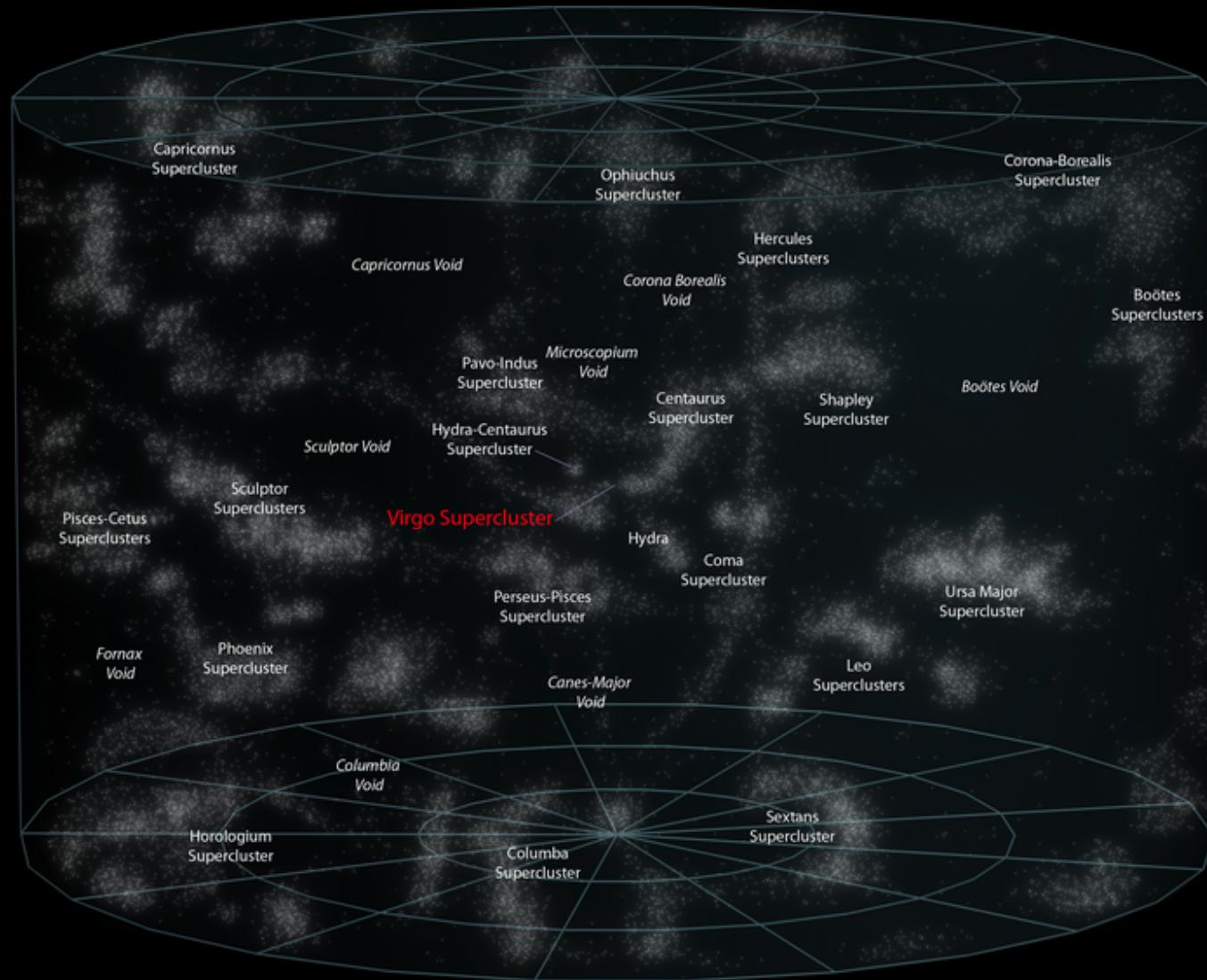
100 milhões de anos luz de diâmetro

Virgo Supercluster



Escalas Astronômicas

Local Superclusters



Escalas Astronômicas

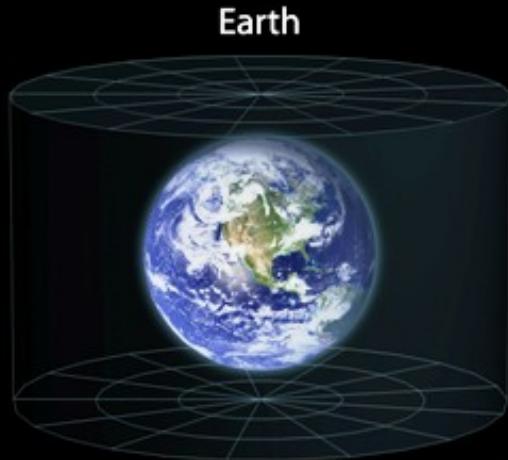
10 bilhões de anos luz, é aproximadamente o tamanho do nosso Universo, pois ele se formou há 13,78 bilhões de anos, no Big Bang, e 13,78 bilhões de anos-luz é aproximadamente 10^{26} m.

Observable Universe

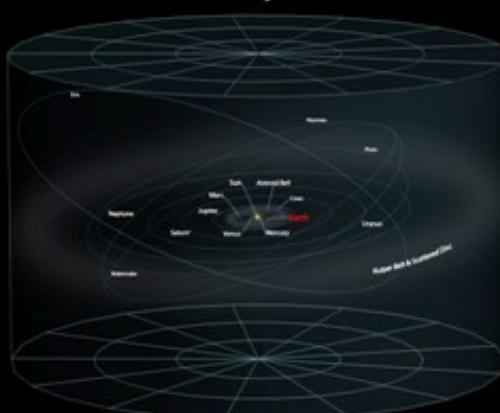


Escalas Astronômicas

UA



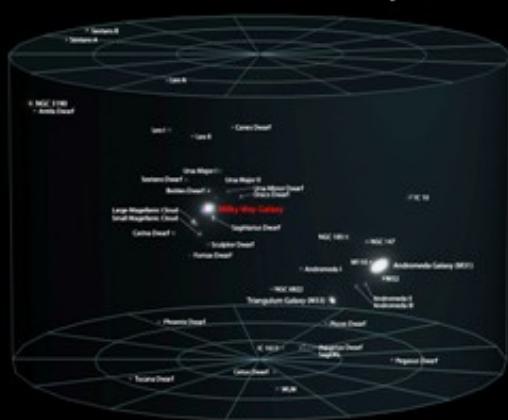
Solar System



Anos-Luz



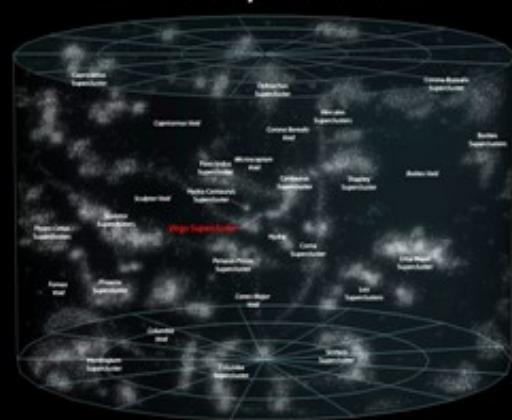
Local Galactic Group



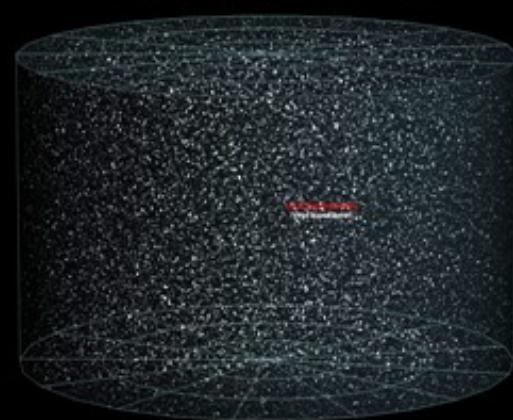
Virgo Supercluster



Local Superclusters

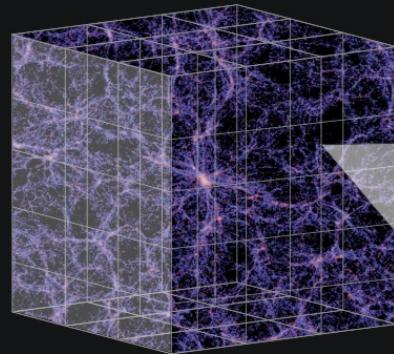


Observable Universe

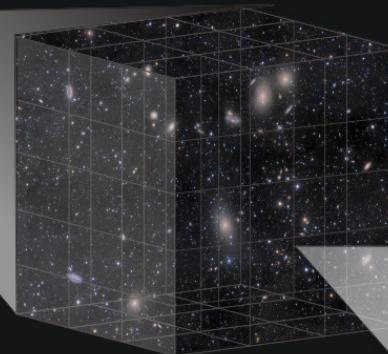


pc

Localizando o planeta Terra no Universo

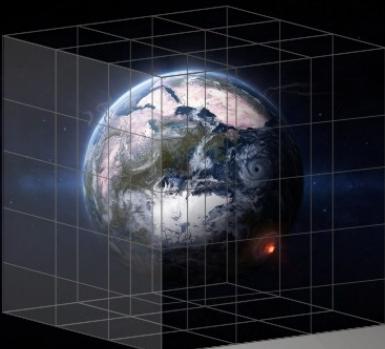


Universo Observável



Superaglomerado

Grupo local de Galaxias

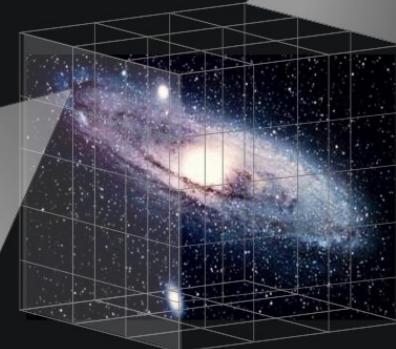


Planeta Terra

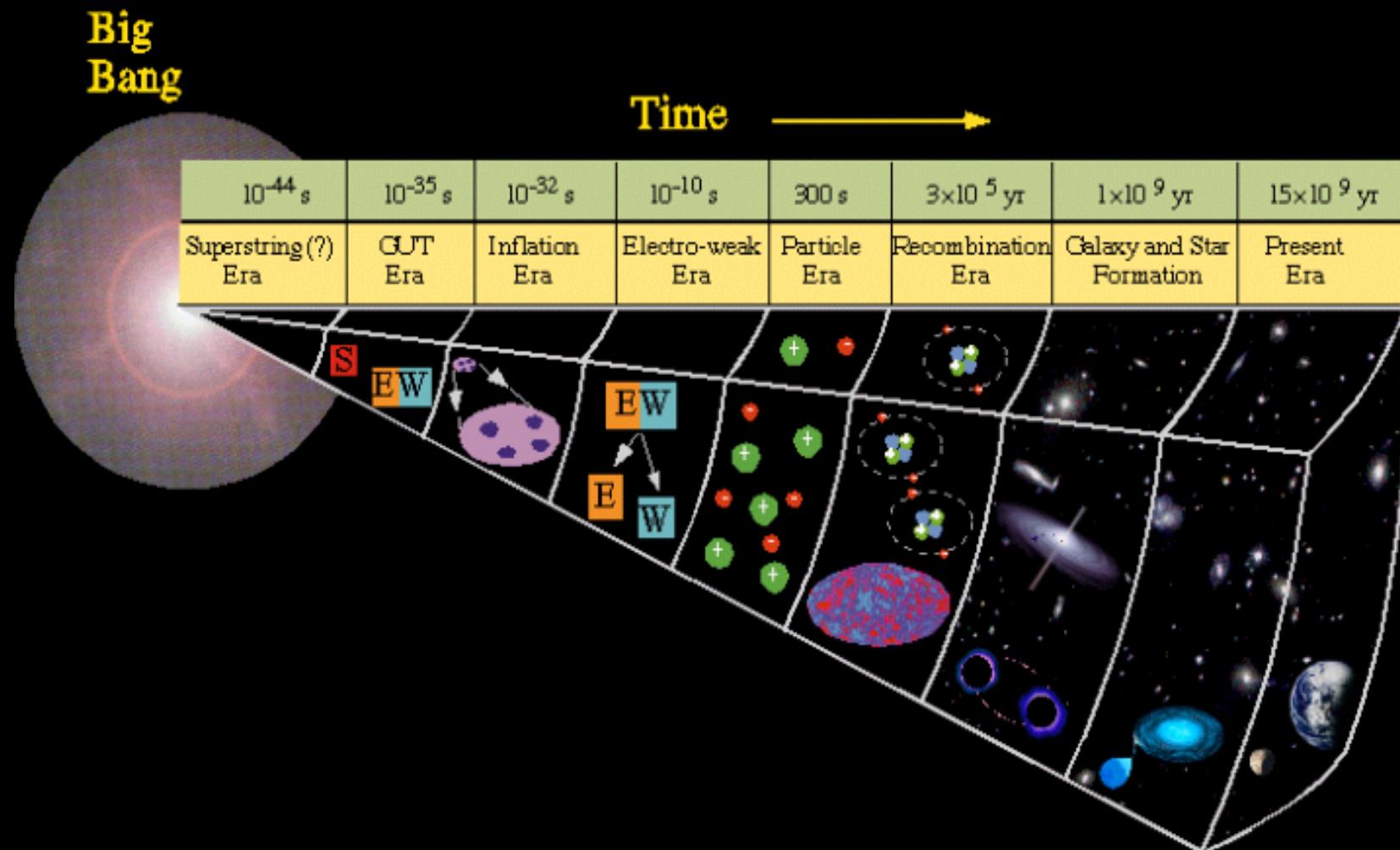
Sistema Solar



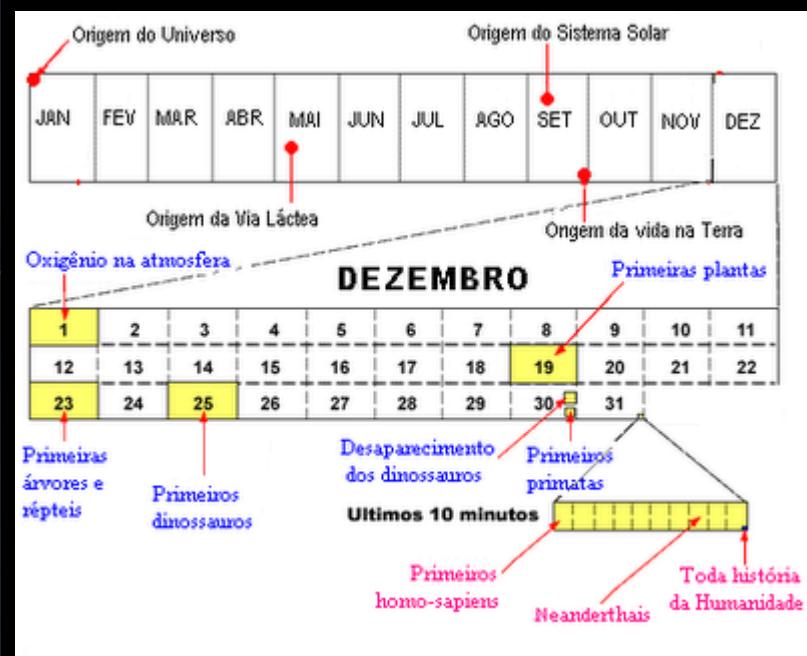
Via Láctea



Escala de tempo cósmica



O Ano Cómico



Da Necessidade de Marcar a Passagem do Tempo

- A unidade de tempo mais óbvia para os antigos era o dia.
 - DIES (lat.) ‘dia’ > *dei̥ə- (ind.eur) ‘brilho, dia, Sol, Deus’
 - Note a semelhança numa língua noutra parte do mundo: 'ARA (tupi) ‘brilho, dia, verão, Sol, Universo’
- Para unidades de tempo mais longas, próprias a viagens e grandes jornadas, usou-se o período lunar: o mês.
 - MENSIS (lat.) ‘mês’ > *mēneses, genitivo de *mēnōt (ind.eur) ‘Lua’
- O ano tinha importância para a Agricultura e para a medição de tempo de longa duração, como no cômputo de eventos religiosos e políticos

Sacerdotes & Cientistas

- Os responsáveis pela observação sistemática do céu eram sacerdotes.
- O céu e o movimento dos astros precisava ser computado e interpretado, porque a vida social dependia disso. Era preciso saber em que época plantar, quando viriam as fortes chuvas, etc.;
- Contar dias era fácil, mas quando era preciso medir unidades de tempo mais longas, como o **ano**, era necessário **observar continuamente** as modificações do céu, em função do movimento do Sol.

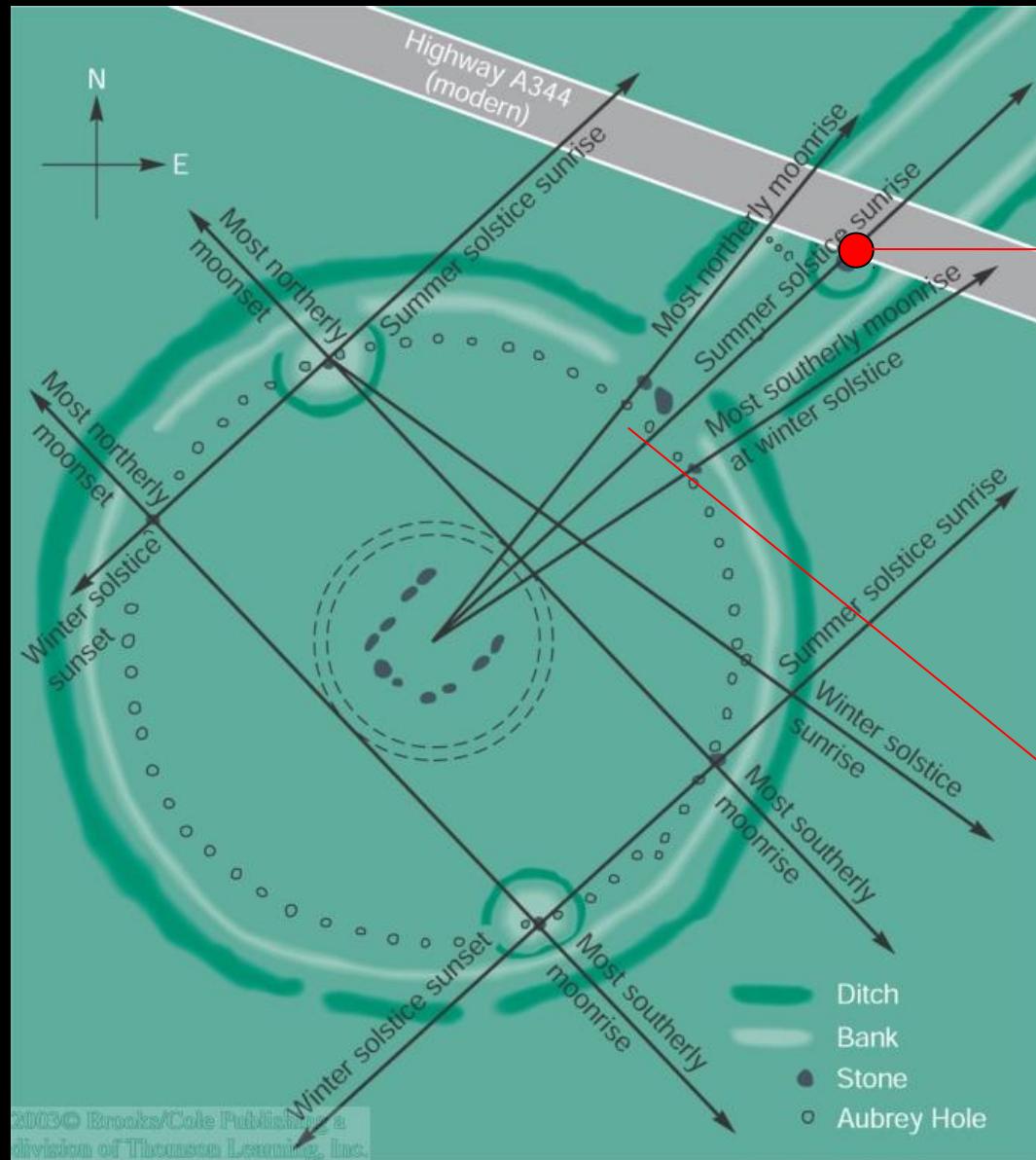
Muito antes...

- Vários séculos antes de Cristo, os chineses sabiam a duração do ano → calendário de 365 dias.
- Deixaram anotações → cometas, meteoros e meteoritos desde 700 a.C.
- Mais tarde, também observaram as estrelas que agora chamamos de **novas**.

Ainda...

- Babilônios, assírios e egípcios → duração do ano, desde épocas pré-cristãs
- Outras partes do mundo: Newgrange (3200 a.C.) Stonehenge (3000 a 1500 a.C.)
- Maias: conhecimentos de calendário e de fenômenos celestes

Alinhamentos de Stonehenge



- Peru: Chankillo (200 – 300 a.C.)



- Chankillo (200 – 300 a.C.)



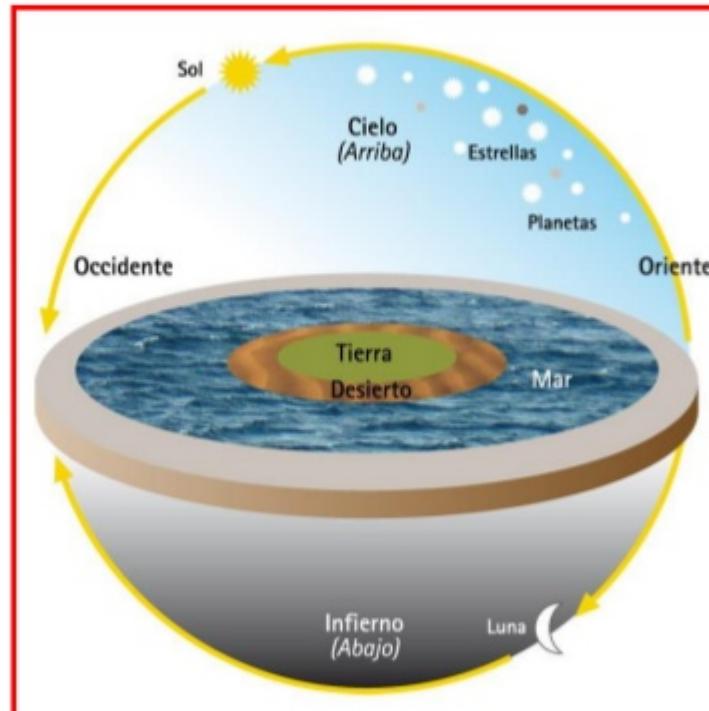
<https://www.youtube.com/watch?v=q13Pz-R8OuE&app=desktop>

Fenômenos Inesperados no Céu

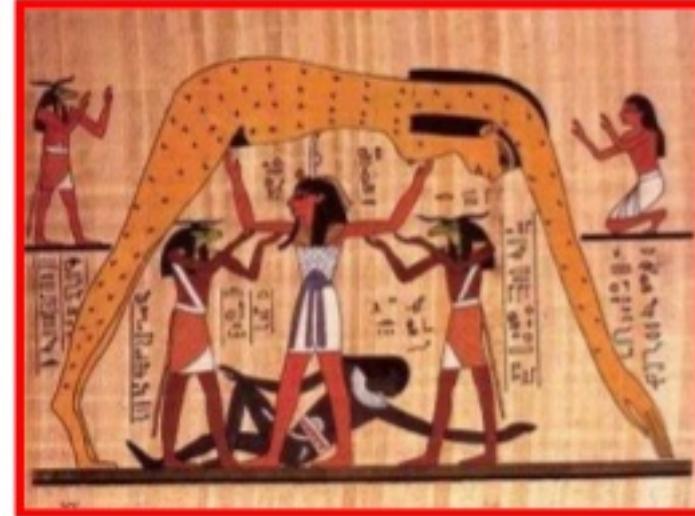
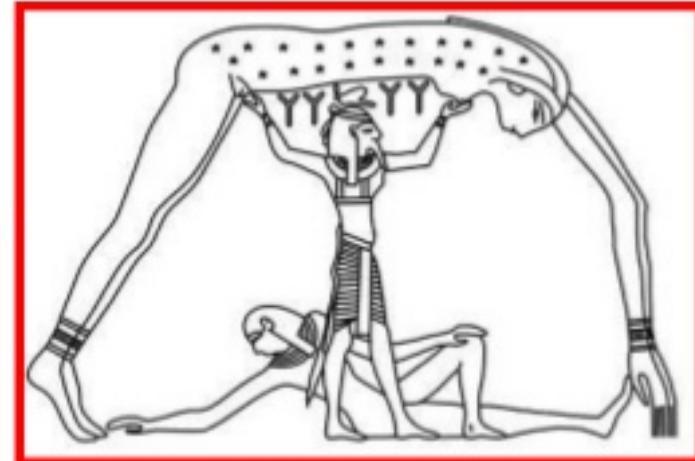
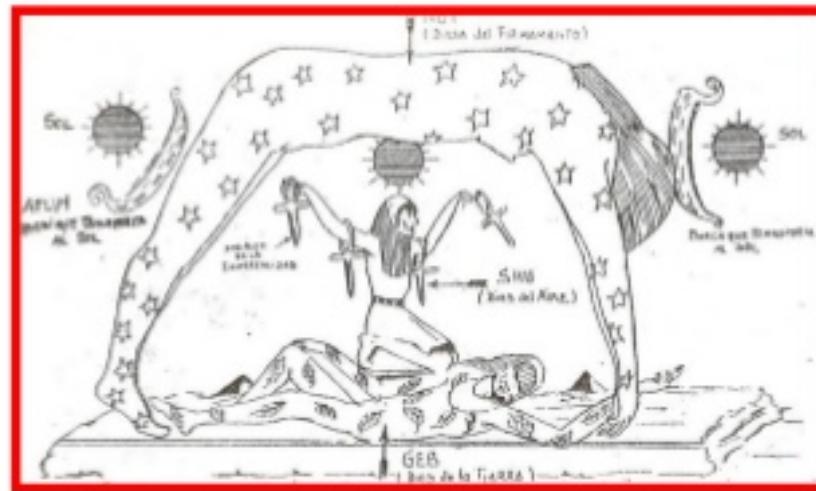
- O papel dos sacerdotes observadores era ainda mais necessário quando algo inesperado quebrava a regularidade do céu.
- Eclipses, cometas, meteoros, novas e supernovas não seguiam nenhum período óbvio. Sua aparição súbita em meio a um céu misterioso e regular era motivo de apreensão e desespero. O evento precisava ser interpretado, pois poderia significar algo, antecipar eventos inesperados também na Terra.
- Desta forma, **a Astronomia ia ganhando cada vez mais importância na sociedade.**

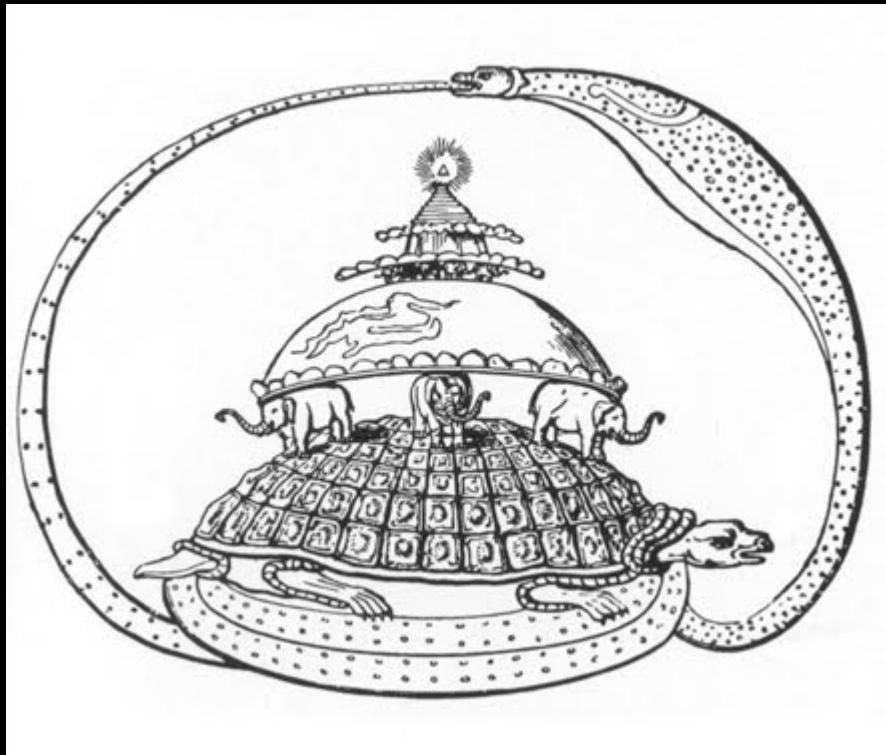
Visão do Cosmos

COSMOVISIÓN EN MESOPOTAMIA

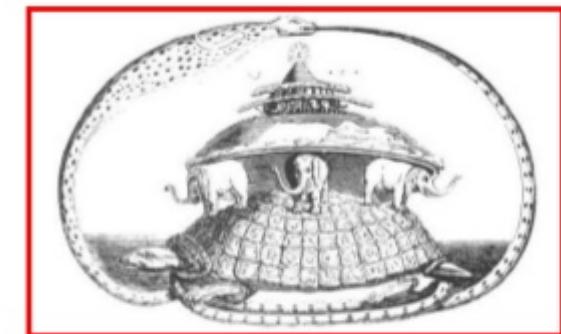


COSMOVISIÓN EGIPCIA





COSMOVISIÓN HINDÚ



COSMOVISIÓN CHINA



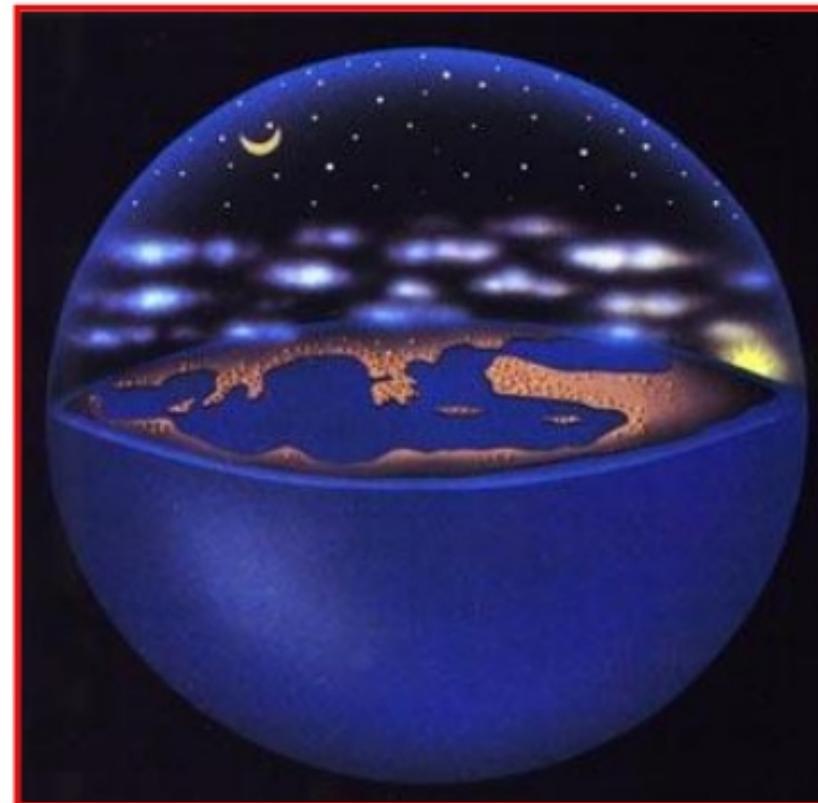
Os gregos

- O ápice da ciência antiga se deu na Grécia, de 600 a.C. a 400 d.C.
- Do esforço dos gregos em conhecer a natureza do cosmos, e com o conhecimento herdado dos povos mais antigos, surgiram os primeiros conceitos de **Esfera Celeste**
- Platão: *uma esfera de material cristalino, incrustada de estrelas, tendo a Terra no centro, com outras esferas mais próximas carregando a Lua, o Sol, Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno.*

- Tales de Mileto (~ 624 - 546 a.C.): introduziu a geometria e astronomia – pensava que a Terra fosse plana

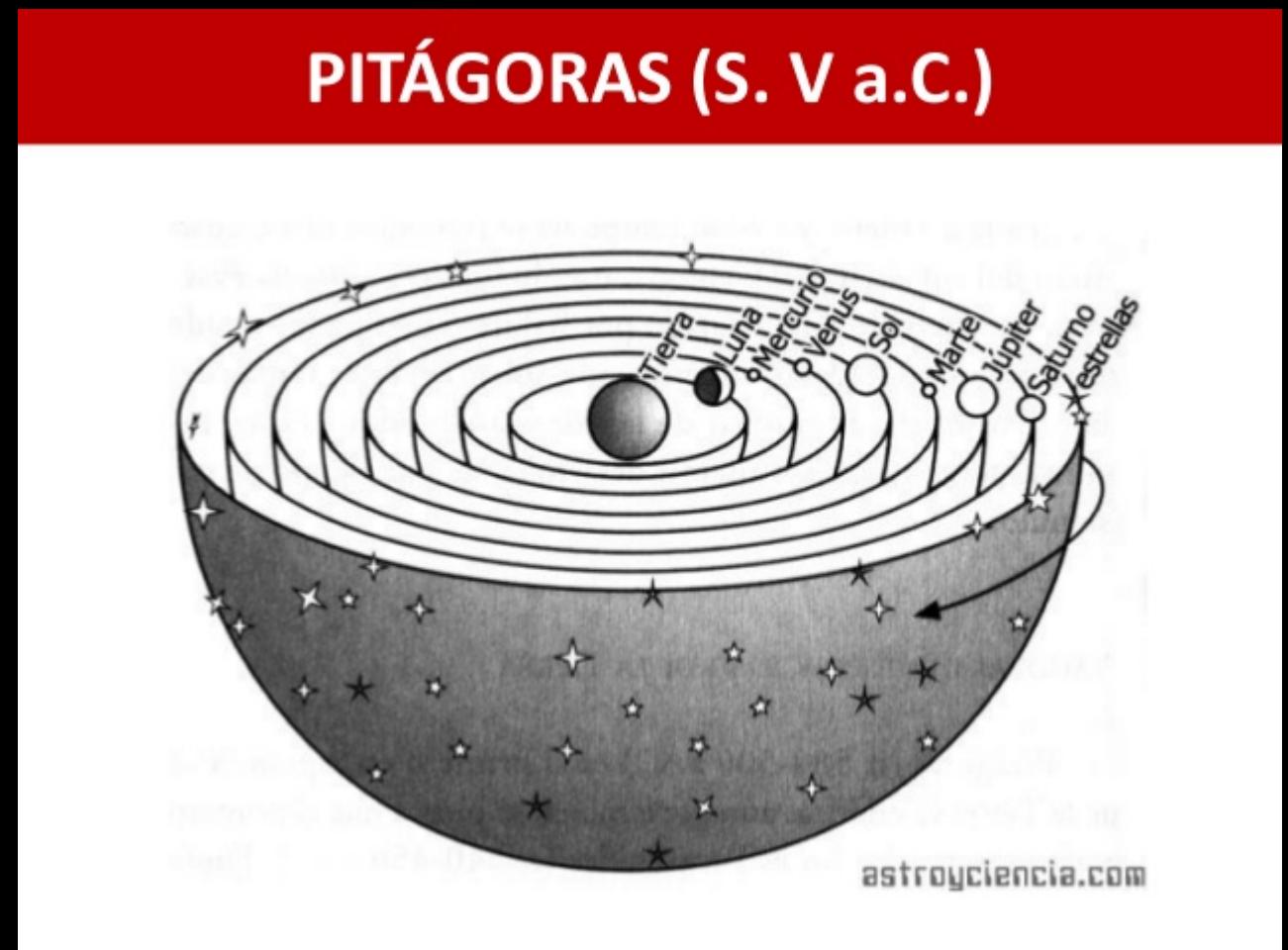
Previu um
eclipse
solar

THALES DE MILETO (S. VI – V a.C.)



- Pitágoras de Samos (~ 572 - 497 a.C.): Terra, Lua e outros corpos → esféricos.
- COSMOS: uma ordem domina o Universo

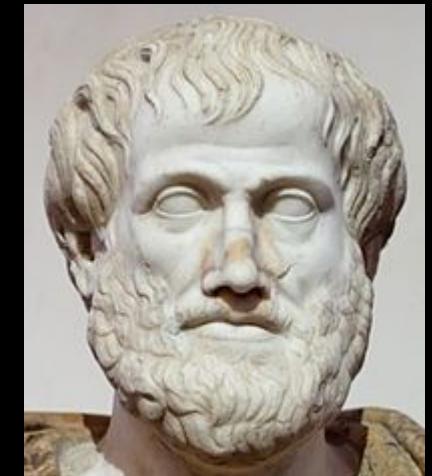
Modelo geocêntrico



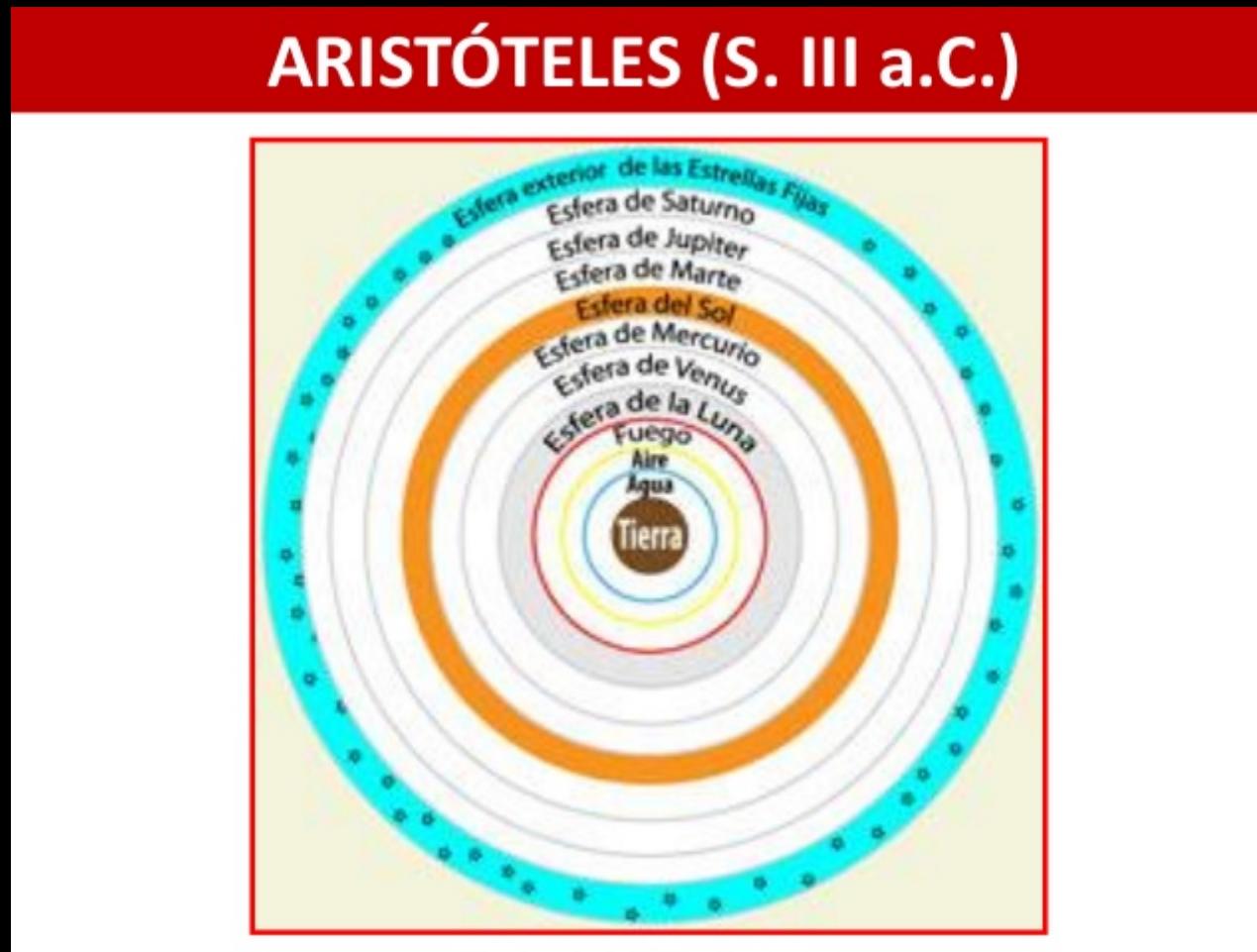
- Euclides de Alexandria (330 a.C.-?): descreve em seu livro, *A Doutrina da Esfera*, o horizonte, os polos, o zênite, as verticais - grandes círculos, os círculos de declinação, o meridiano.
- Heraclides de Pontus (388-315 a.C.): propôs que a Terra gira diariamente sobre seu próprio eixo, que Vênus e Mercúrio orbitam o Sol

Aristóteles de Estagira (384-322 a.C.)

- Explicou as fases da Lua
- Eclipses : um eclipse do Sol ocorre quando a Lua passa entre a Terra e o Sol; um eclipse da Lua ocorre quando a Lua entra na sombra da Terra.
- Esfericidade da Terra
- Afirmava que o Universo é esférico e finito.



Modelo geocêntrico



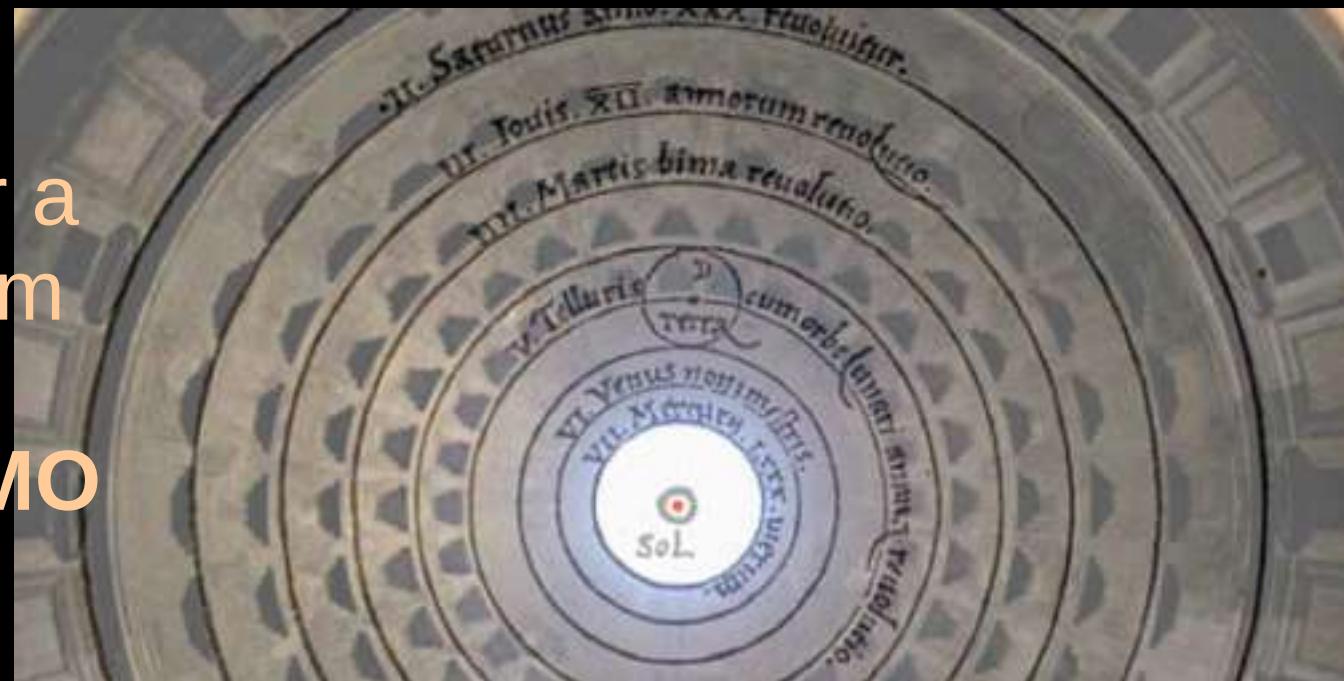
A filosofia de Aristóteles dominou verdadeiramente o pensamento europeu a partir do século XII. A revolução científica iniciou-se no século XVI e somente onde a filosofia aristotélica foi dominante é que sobreveio uma revolução científica.

Aristarco de Samos (310-230 a.C.) e o Tamanho da Lua

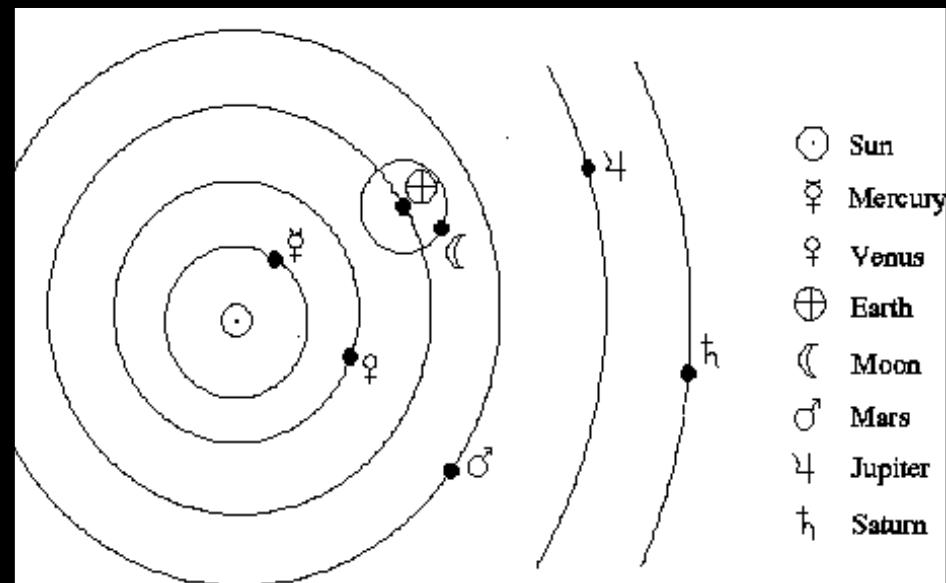
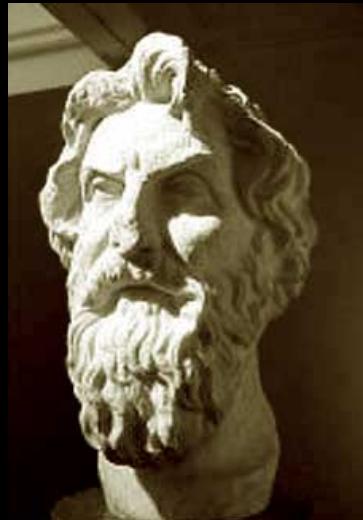
Sobre os tamanhos e distâncias entre o Sol e a Lua

- Aristarco mediu o tamanho relativo da Lua com respeito à Terra considerando quanto tempo a Lua ficava imersa na sombra da Terra durante um eclipse lunar. Assim, ele estimou que o raio lunar media cerca de 1/3 do raio terrestre.

Primeiro a propor a
Terra se movia em
volta do Sol
HELIOCENTRISMO



Aristarco e o heliocentrismo

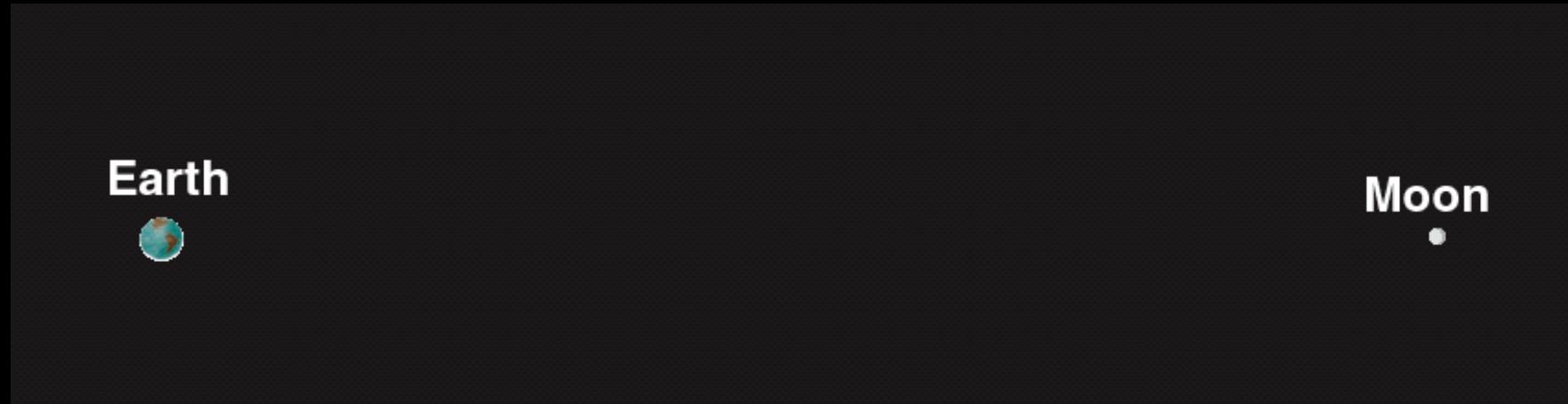


O Heliocentrismo Grego

- Com base em seus cálculos de distância, **Aristarco** concluiu que o Sol deveria ser muitas vezes maior do que a Terra.
- Sendo maior, não poderia girar em torno daquela.
- Seu raciocínio levou-o a formular o primeiro **Sistema Heliocêntrico do Mundo**, que acabou esquecido anos depois.

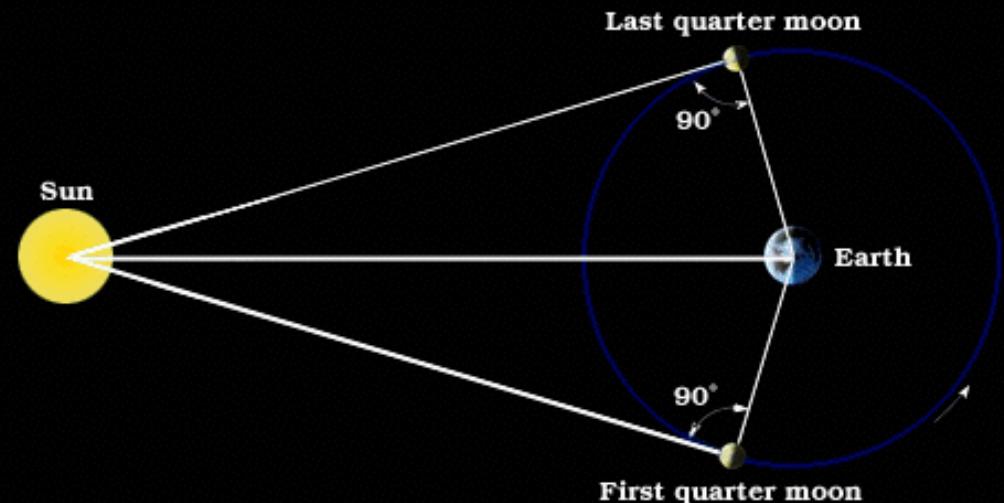
Aristarco e a Distância Terra-Lua

- Comparando o diâmetro angular da Lua na esfera celeste com o diâmetro real da Lua, Aristarco mediu a distância da Terra à Lua em 380.000 km (real: 384.400 km).



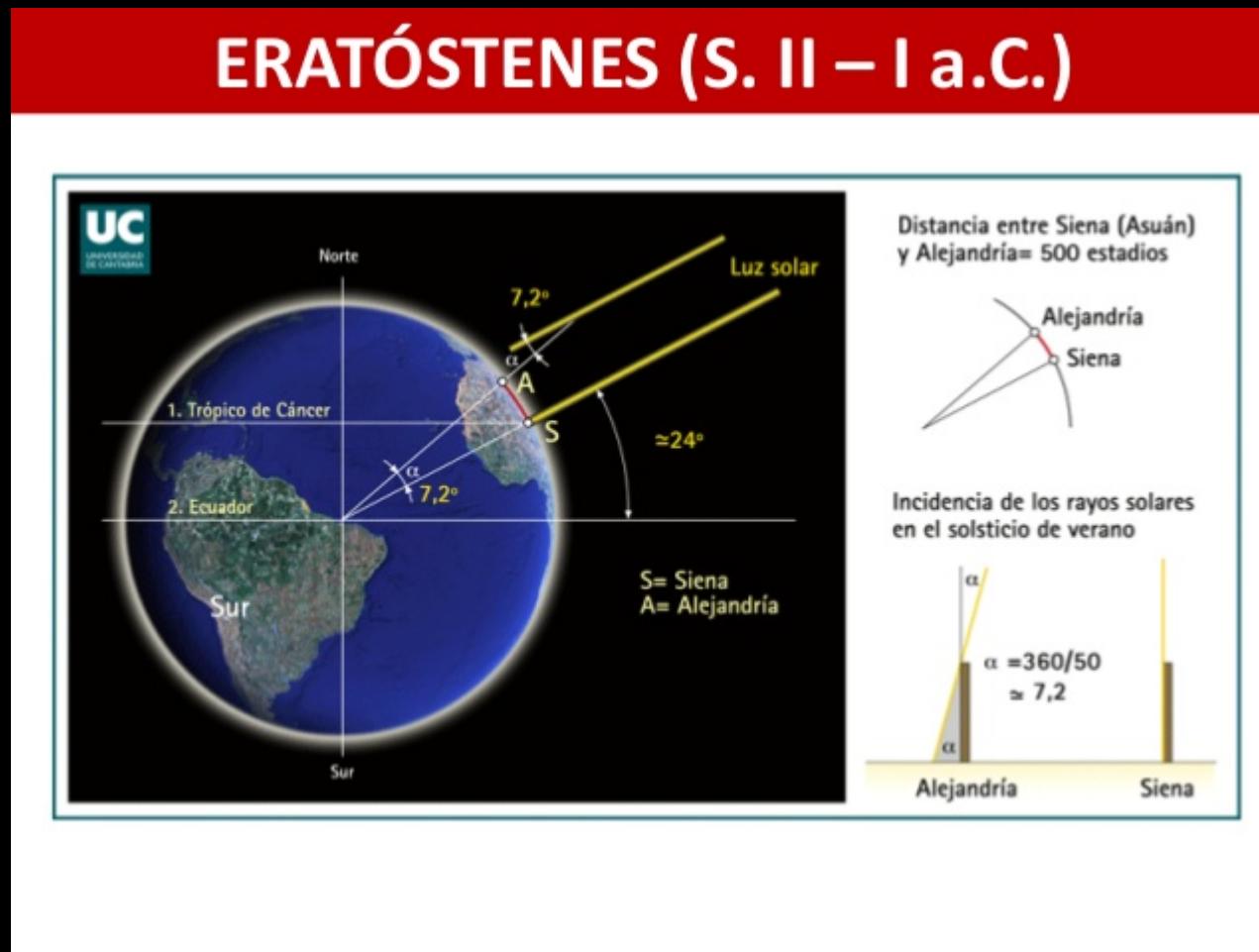
Aristarco e a Distância Terra-Sol

- Aristarco → geometria: mostrar que o Sol estava muito mais distante da Terra do que a Lua.
- Calculou o ângulo entre o Sol e a Lua, na esfera celeste, no momento em que a Lua se encontrava exatamente no quarto crescente ou minguante. Segundo suas contas, esse ângulo valeria 87° , o que implicava em que o Sol estava 19 vezes mais distante da Terra do que a Lua.



Hoje sabemos que esse ângulo vale $89^\circ 51'$ (i.e., o Sol está 380 vezes mais distante que a Lua).

- Eratóstenes de Cirênia (276-194 a.C.): bibliotecário e diretor da Biblioteca Alexandrina de 240 a.C. a 194 a.C., foi o primeiro a calcular o diâmetro da Terra.



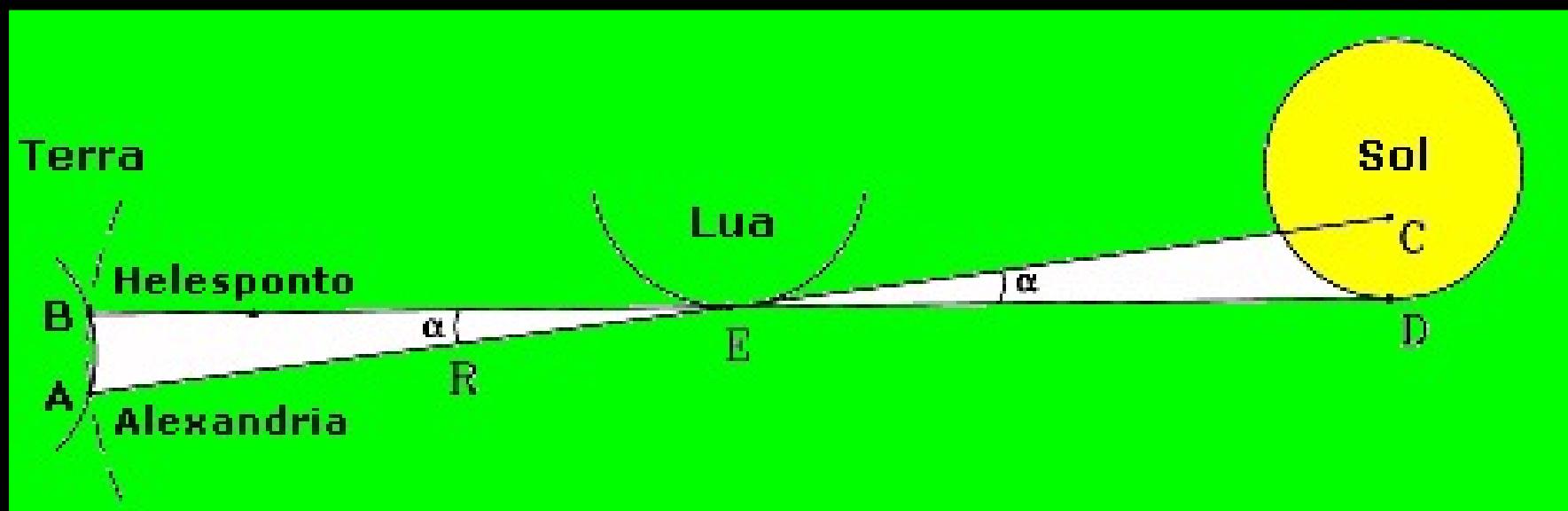
Hiparco de Nicéia (c.190-c.120 a.C.):



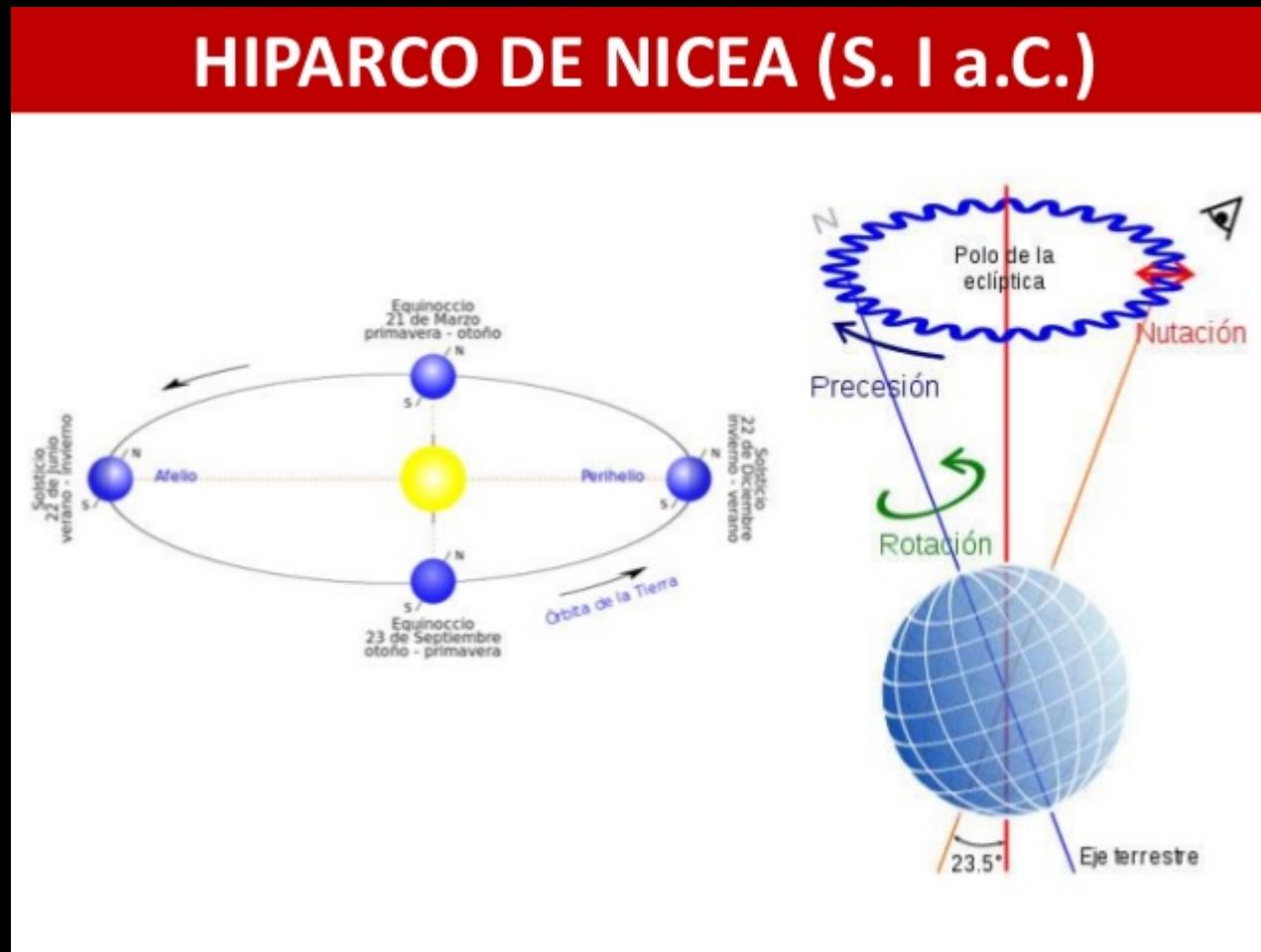
- observatório na ilha de Rodes (147 a 127 a.C.)
 - catálogo com a posição no céu e a **magnitude** de 850 estrelas
 - Ele determinou a duração do ano com uma margem de erro de 6 minutos.
 - Recusou a teoria Heliocêntrica proposta por Aristarco.

Hiparco e a Distância Terra-Lua

- Hiparco estimou a distância Terra-Lua usando as observações de um eclipse do Sol observado como total, no Helesponto, e como parcial, em Alexandria, no dia 29/11/129 a.C.. Ele encontrou que a distância Terra-Lua valia 62 a 73 raios da Terra (o valor correto é ~ 60 raios).

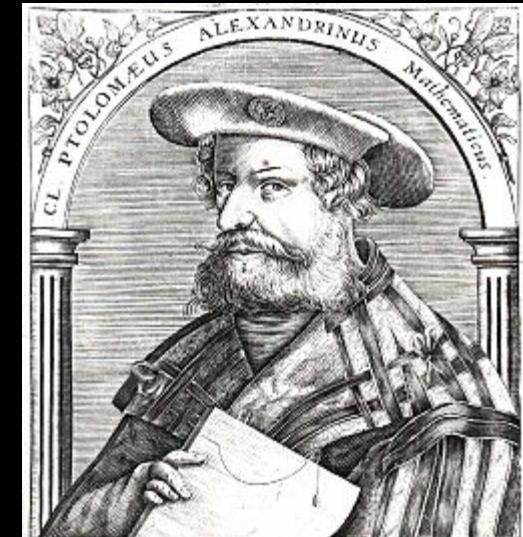
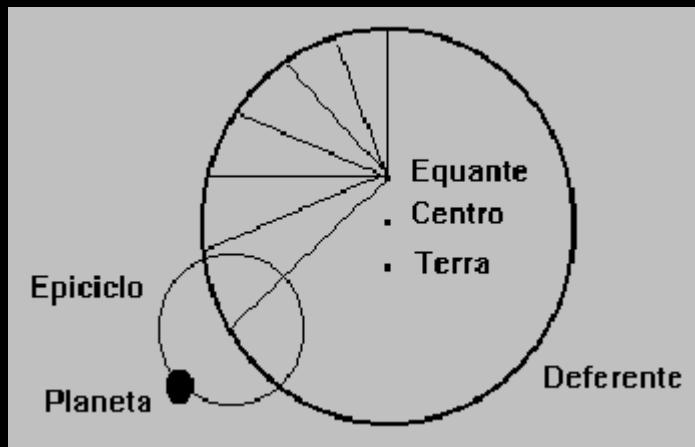


Hiparco e a precessão



Ptolomeu (85 d.C. - 165 d.C.)

- último astrônomo importante da antiguidade
- Ele compilou uma série de treze volumes sobre astronomia, conhecida como o **Almagesto**, que é a maior fonte de conhecimento sobre a astronomia na Grécia.
 - No Almagesto, Ptolomeu apresenta um **sistema cosmológico geocêntrico**



A Astronomia como Ciência

Embora as primeiras elocubrações relacionadas à Astronomia tenham tido um carácter social prático e ritualístico, logo a curiosidade humana se impôs e começou a considerar a **natureza** dos objetos.

Os gregos foram os primeiros povos a dar às observações esta atenção distintiva, usando-as para extrair informação física sobre o mundo.

Este método de inferência foi aperfeiçoado gradativamente com o tempo, dando origem ao que chamamos de **método científico**.

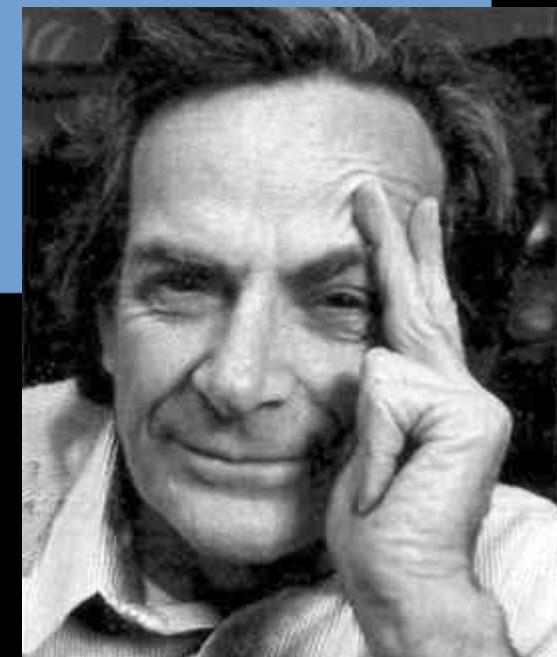
O Método Científico



Limitações da Ciência

O conhecimento científico pode ser descrito como um grupo de asserções com graus variáveis de incerteza; algumas mais prováveis que outras, mas nenhuma absolutamente certa

R. Feynman



“ Não seria um universo se não fosse o lar das pessoas que você ama”



Stephen Hawking

