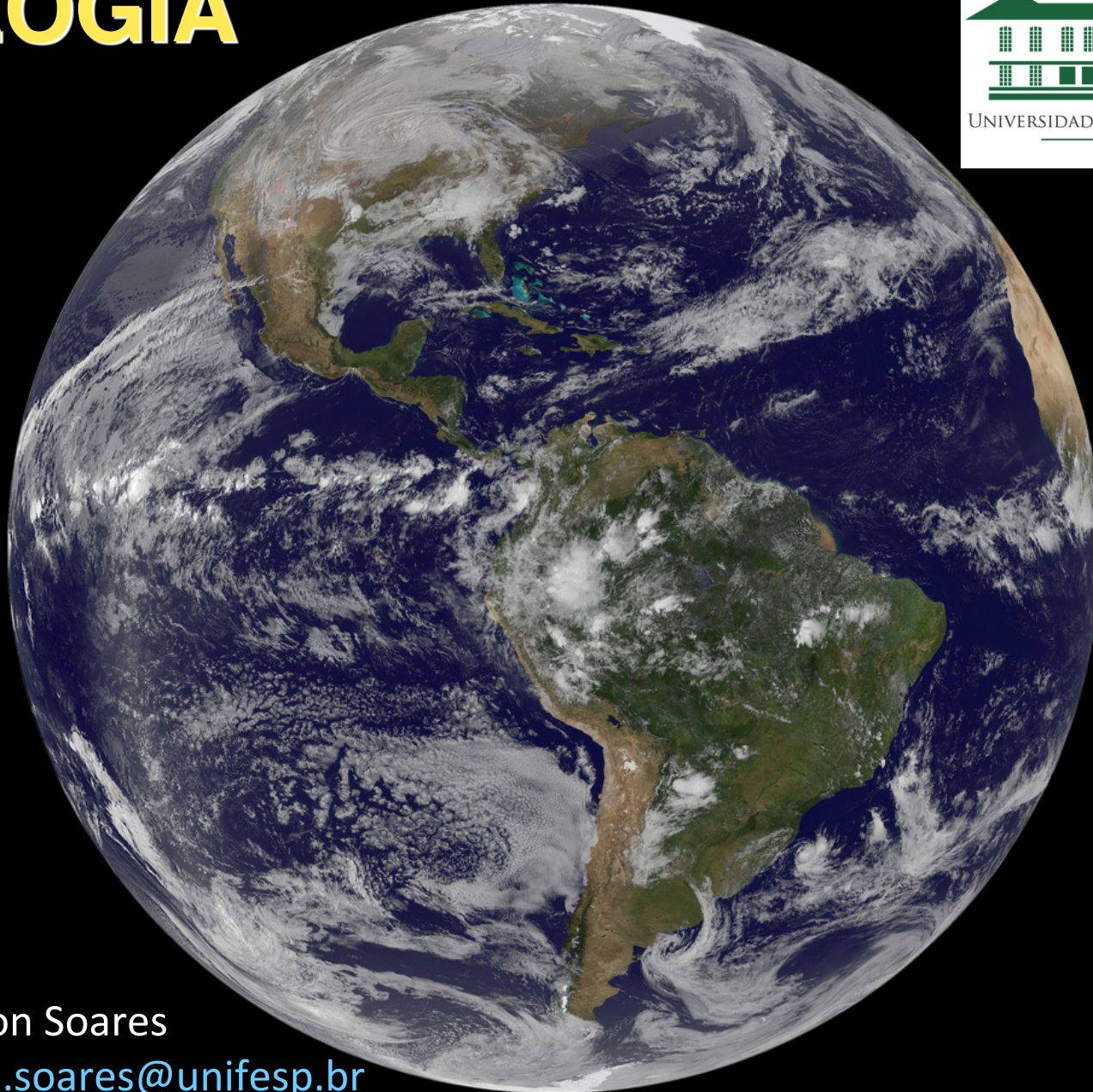


# GEOLOGIA



Prof. Dr. Adilson Soares  
E-mail: [adilson.soares@unifesp.br](mailto:adilson.soares@unifesp.br)  
Site: [www.geologia.wiki.br](http://www.geologia.wiki.br)

# **Origem do Universo e Sistema Solar**

# Origem do Universo e Sistema Solar

- **Teoria do Big Bang** - o universo surgiu à aproximadamente 14 Bilhões de anos...
- E desde então, começou a se expandir, formando galáxias, estrelas e planetas.

# A TEORIA DO BIG BANG



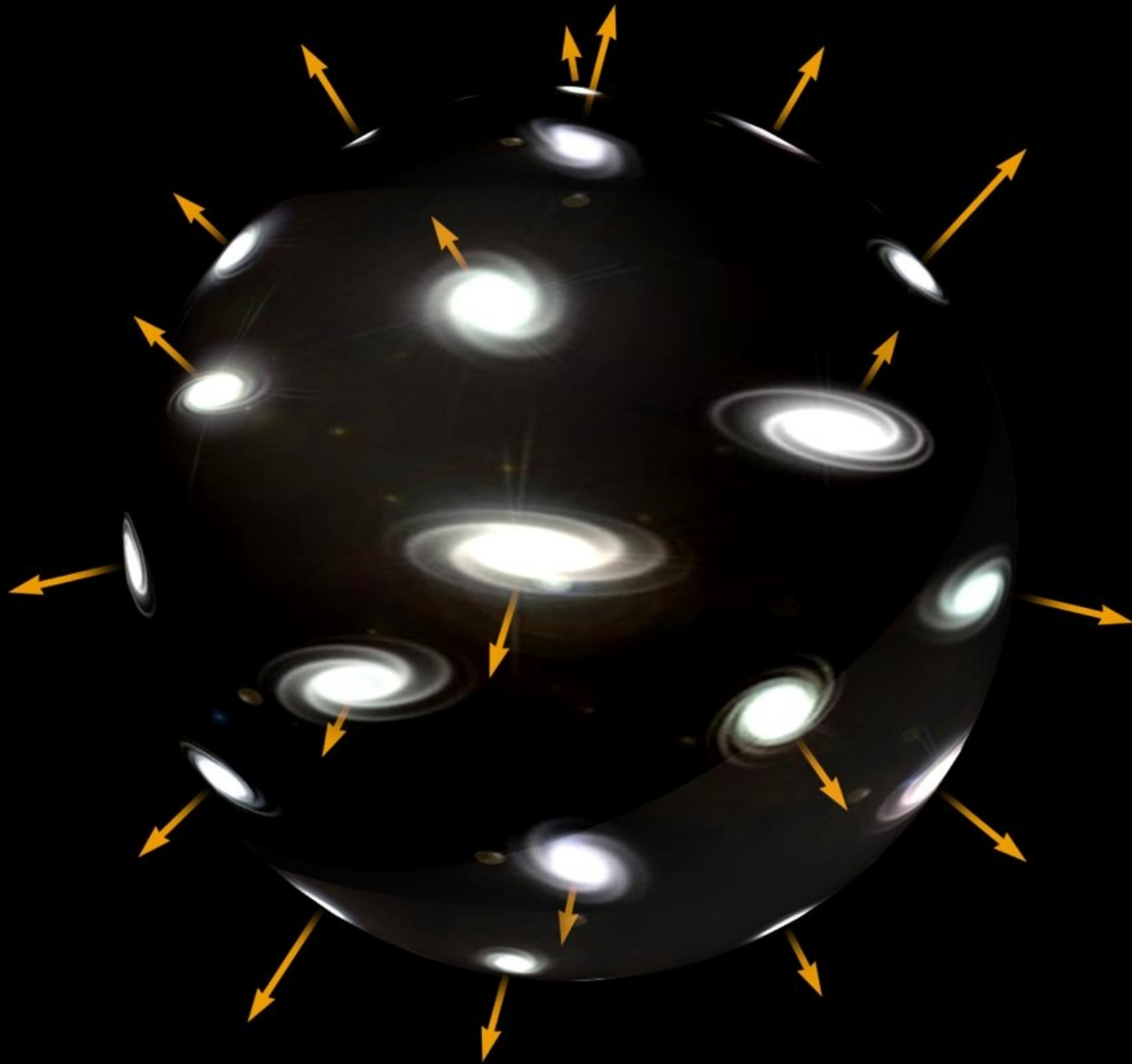
# Edwin Hubble



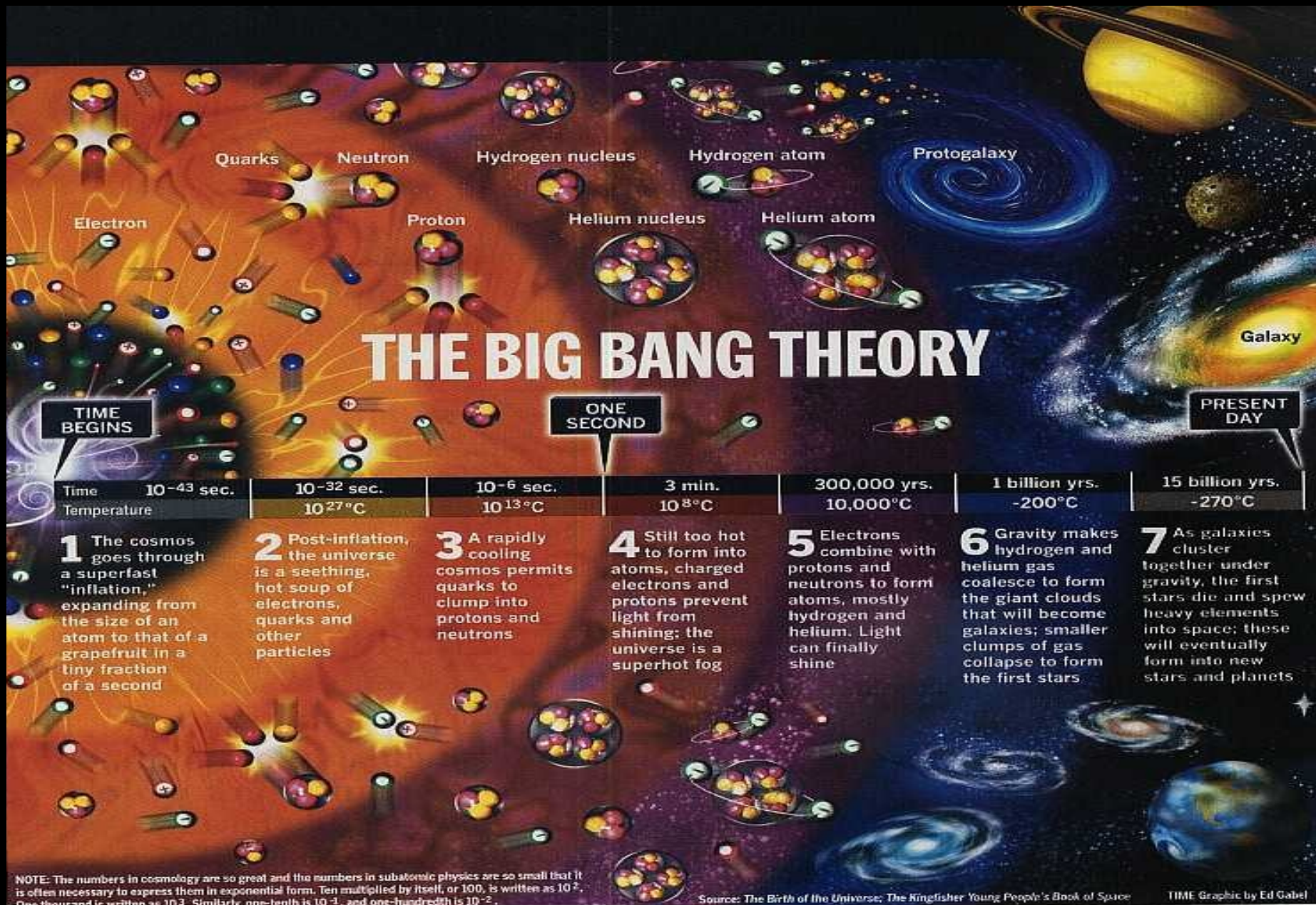
Edwin Powell Hubble  
(1889 - 1953)

Famoso por ter descoberto que as até então chamadas nebulosas eram na verdade galáxias fora da Via Láctea, e que estas afastam-se umas das outras a uma velocidade proporcional à distância que as separa.

# O Universo em expansão – Edwin Hubble em 1929



# A Teoria do Big Bang

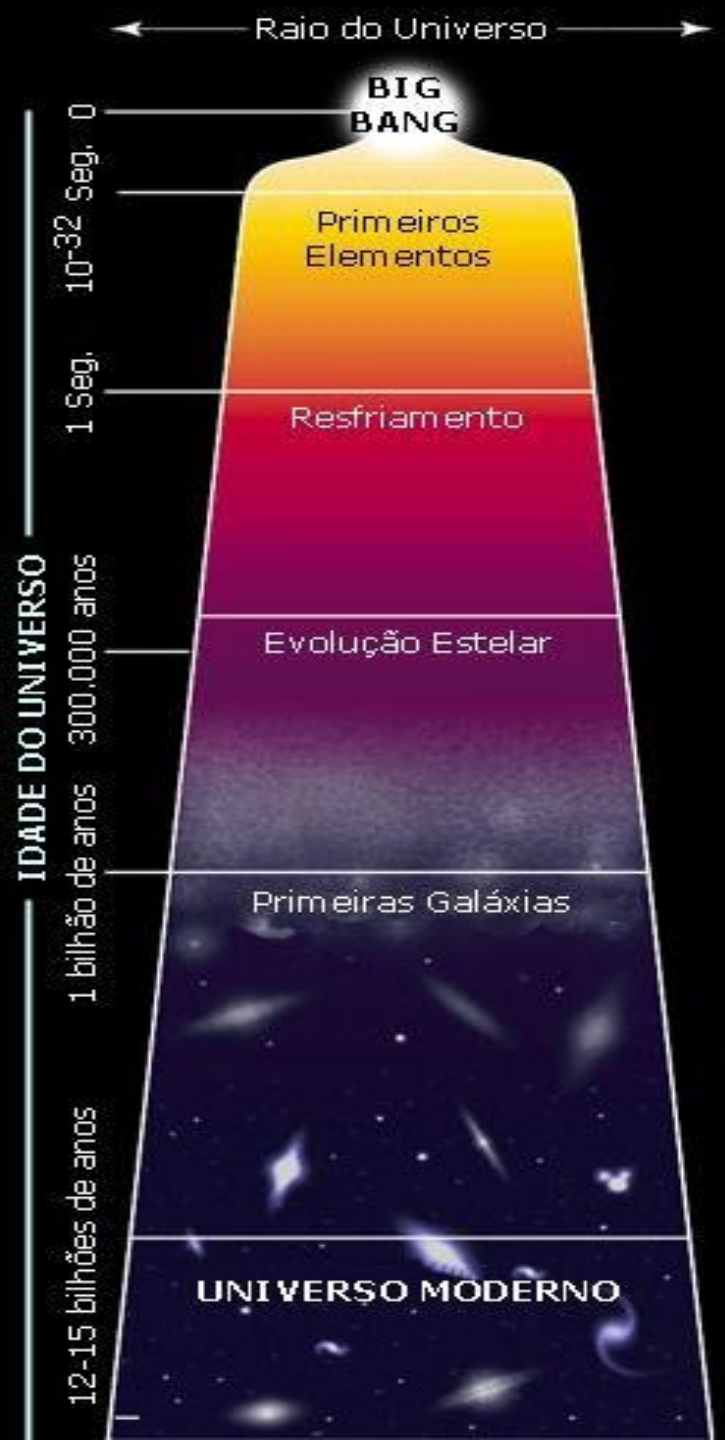


NOTE: The numbers in cosmology are so great and the numbers in subatomic physics are so small that it is often necessary to express them in exponential form. Ten multiplied by itself, or 100, is written as  $10^2$ . One thousand is written as  $10^3$ . Similarly, one-tenth is  $10^{-1}$ , and one-hundredth is  $10^{-2}$ .

Source: *The Birth of the Universe*; *The Kingfisher Young People's Book of Space*

TIME Graphic by Ed Gabel

# A Teoria do Big Bang





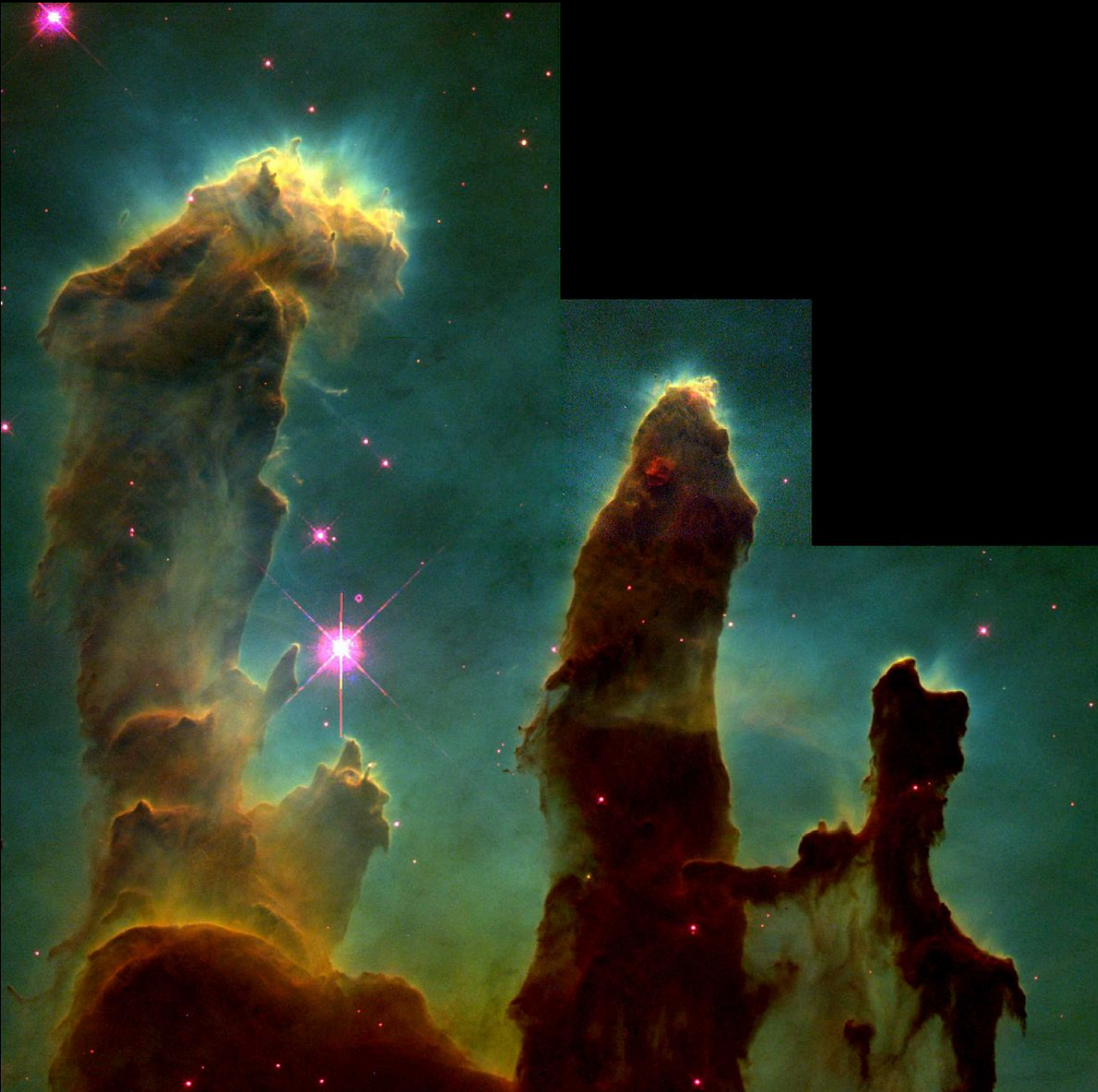
# Formação estelar

# Formação de estrelas



Nebulosas  
Berçário de estrelas

# Formação de estrelas



Nebulosas  
Berçário de estrelas

# Formação de estrelas

**Nebulosa  
inicial**



**Início das  
reações de  
Fusão Nuclear**

# Formação de estrelas



*Nebulosa de Órion* -  
região de formação de  
estrelas mais próxima  
da Terra (cerca de 1.500  
anos-luz)

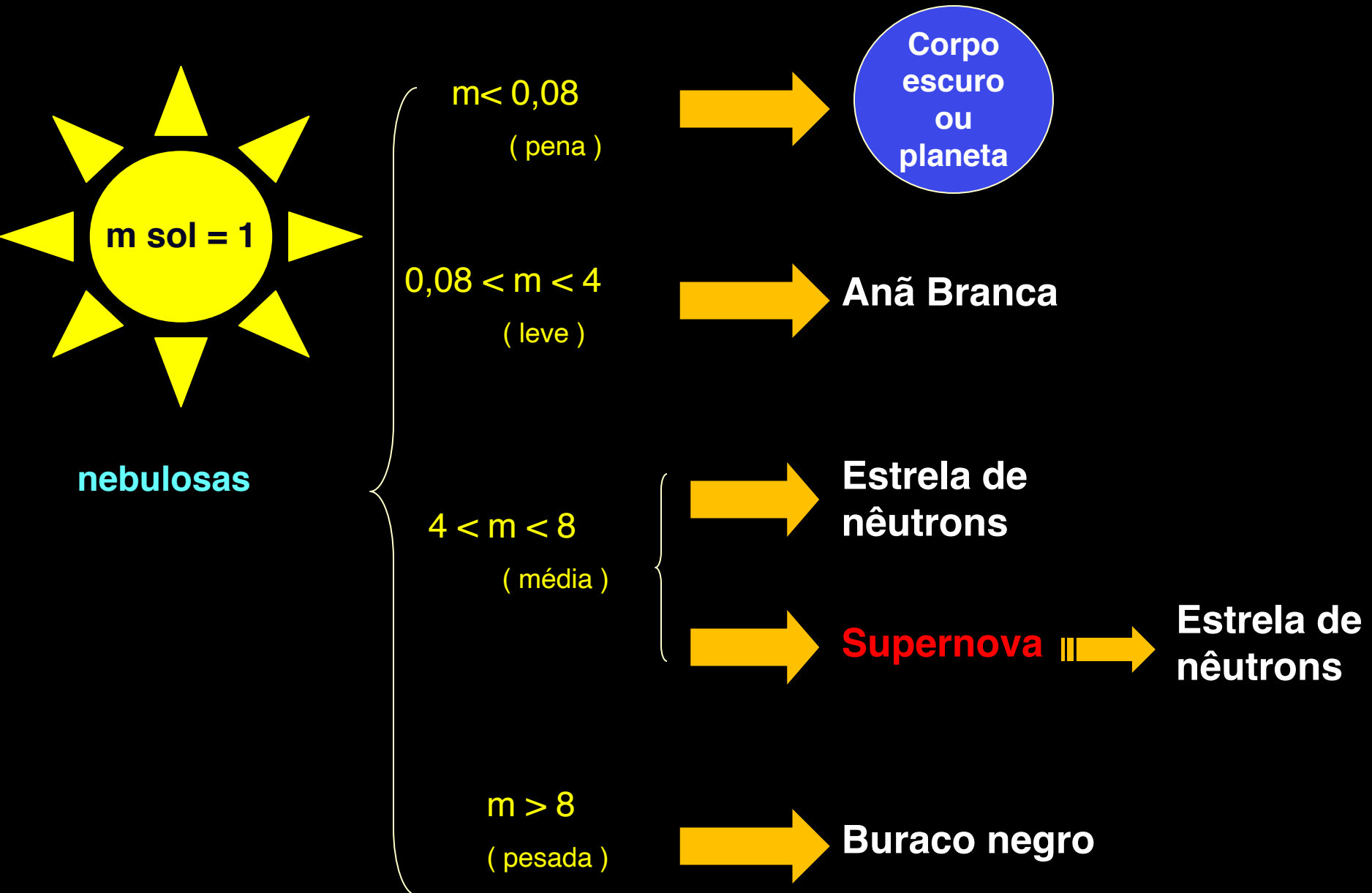
# Formação de estrelas



*Berçário de estrelas* NGC 604

NGC = New general catalogue

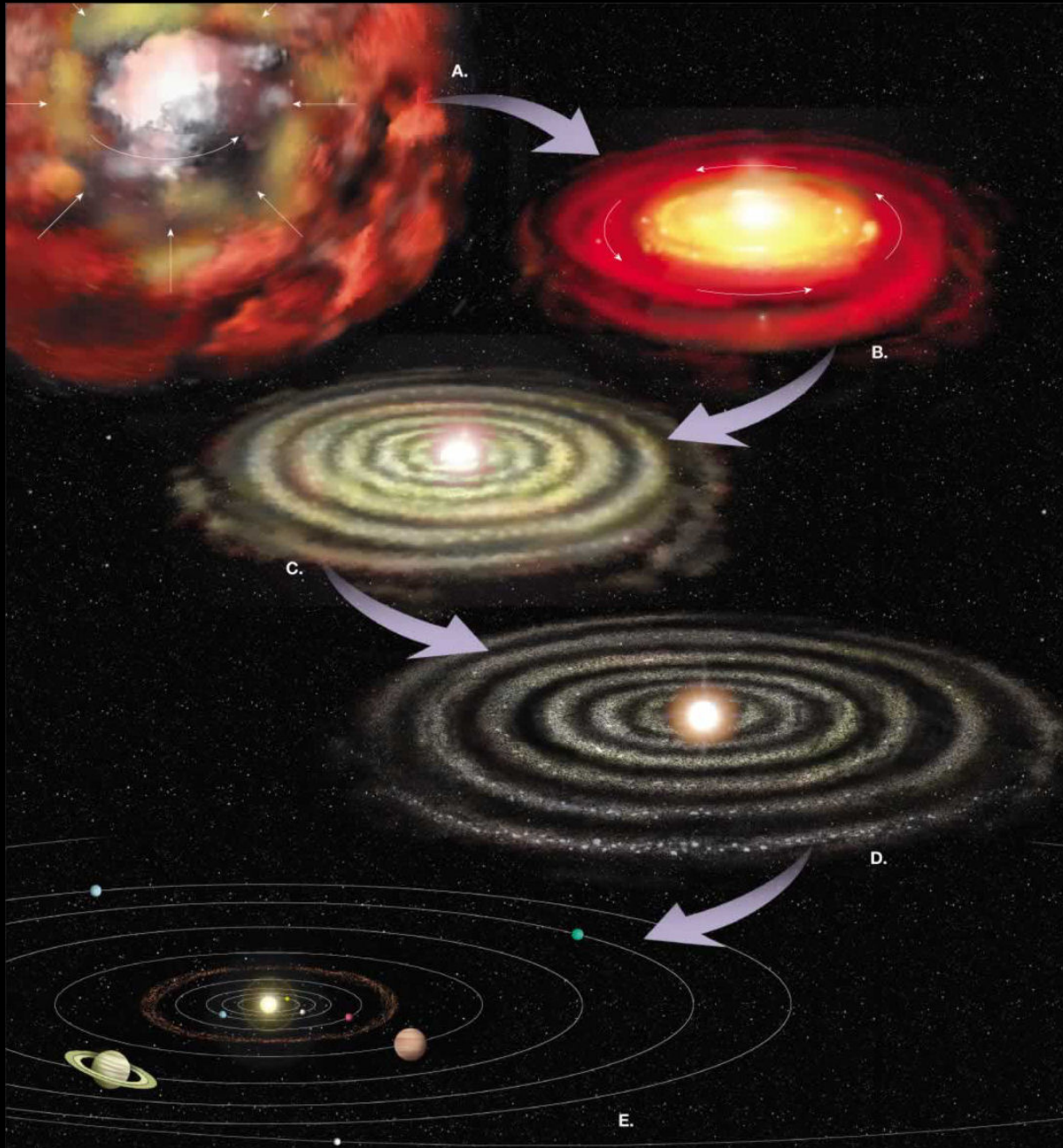
# Formação de estrelas



# Formação do sistema solar



# Formação do Sistema Solar – Hipótese da Nebulosa



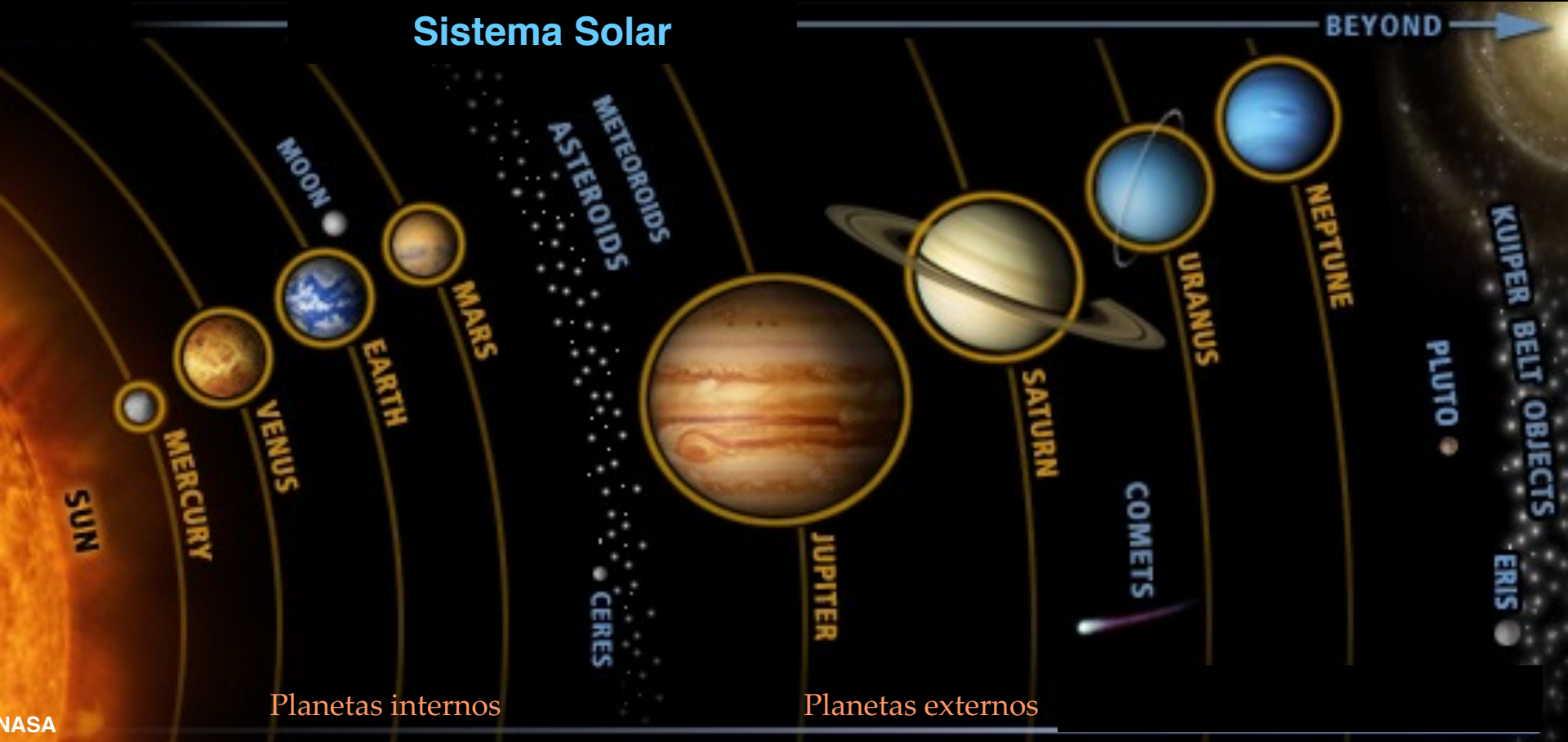
A. A nebulosa de gás e poeira cósmica começou vagarosamente a se contrair e girar

B. formou-se um disco achatado de lenta rotação. Quando o corpo central iniciou suas reações nucleares nasceu o Sol...

B e D. A matéria remanescente foi se agregando em círculos concêntricos, formando proto planetas.

E. Até a formação dos planetas  
- Internos (terrestres)  
- Externos (gasosos)

E o processo continua...



**Estrela – Sol**

**Planetas internos:** Mercúrio, Vênus, Terra, Marte

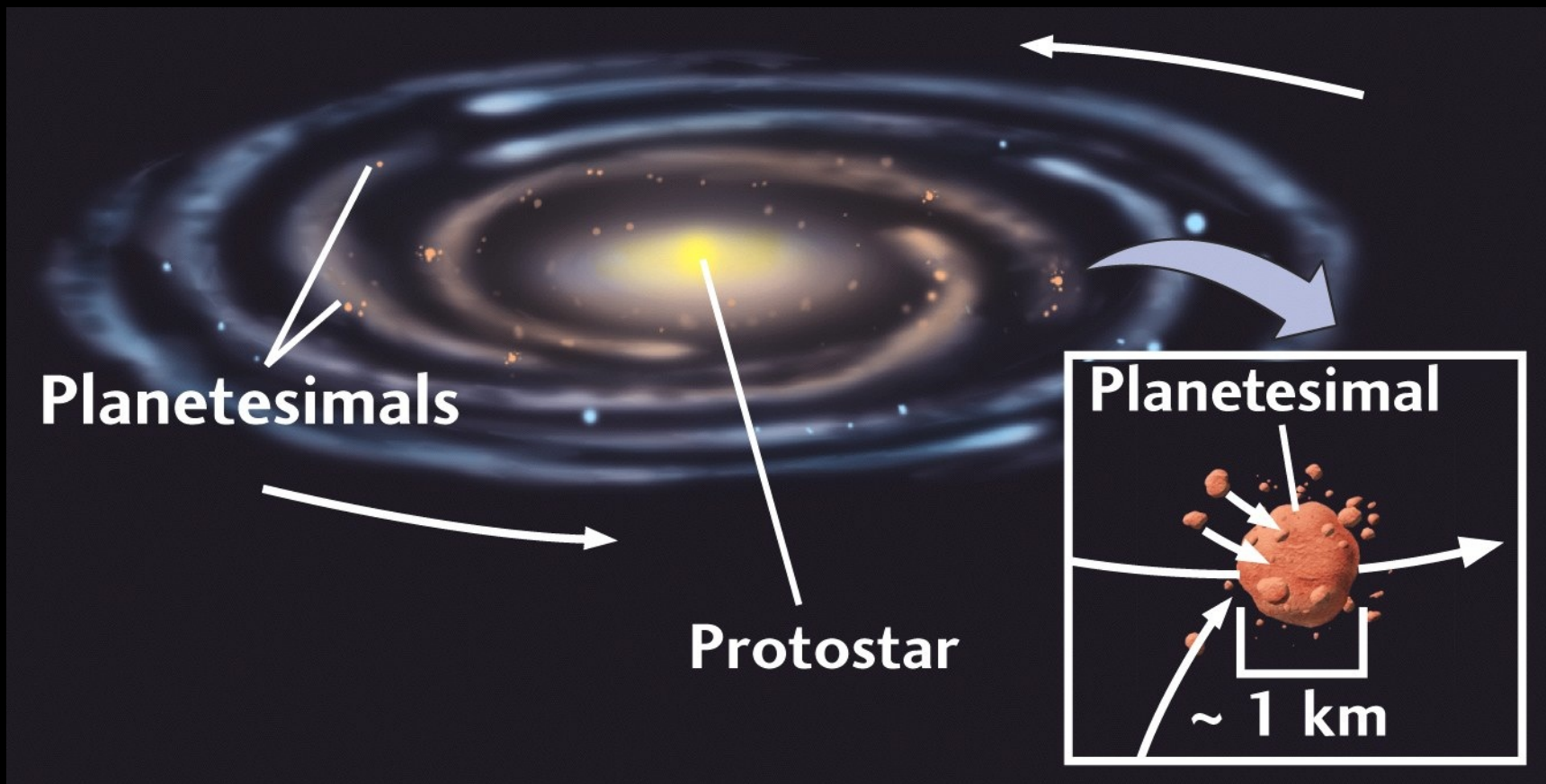
**Planetas externos:** Júpiter, Saturno, Urano e Netuno

**Planetas Anões –** Ceres, Plutão e Éris

**Corpos Pequenos do Sistema Solar –** meteoróides, asteróides, cometas

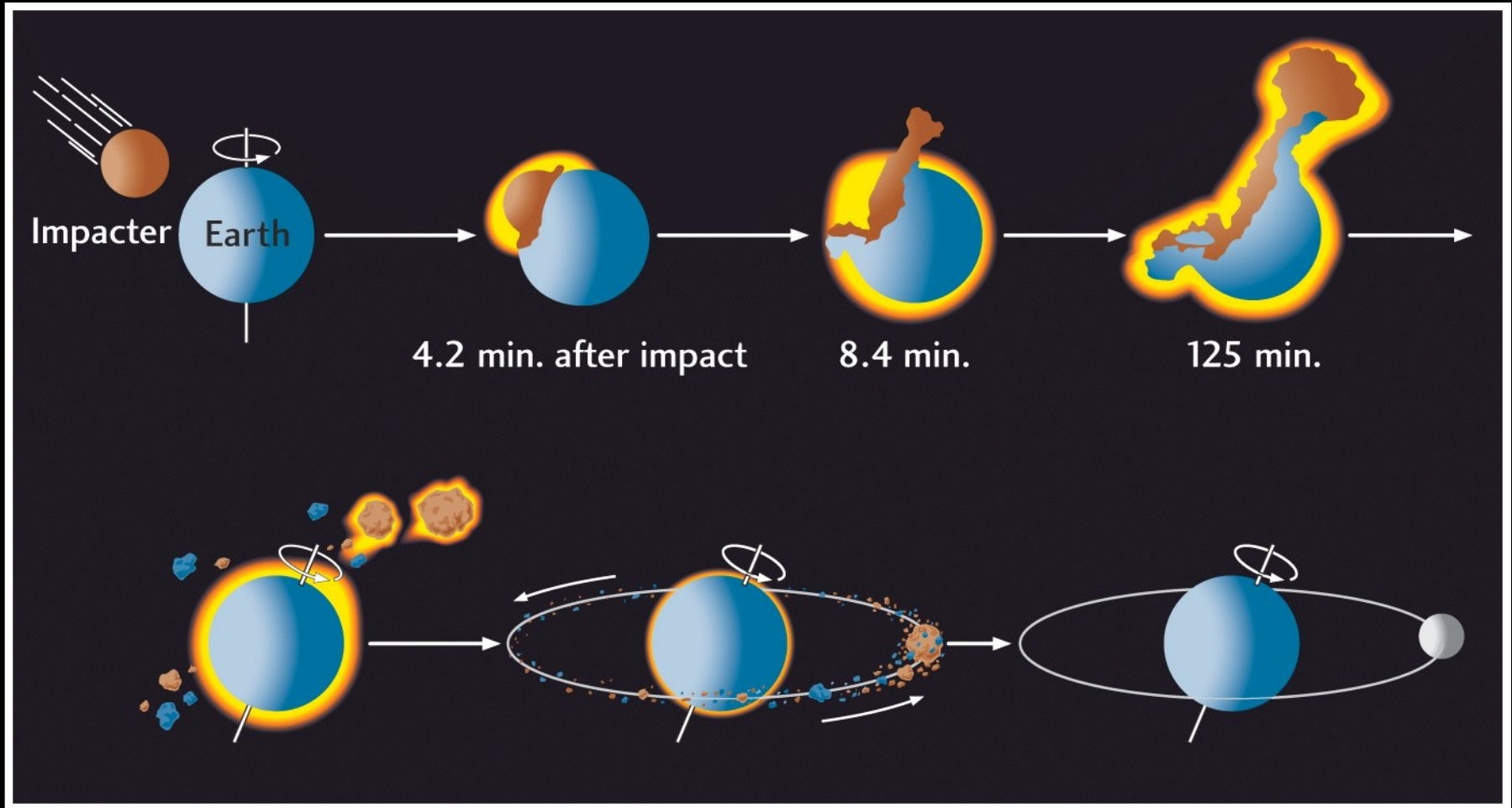
**Satélites Naturais –** Lua, Europa, Caronte etc.

# Origem da Terra



**Acréscão:** A Terra surgiu pelo acúmulo de matéria a partir das colisões dos planetesimais

# Formação da Lua (cerca de 4.5 bilhões de anos)



1. Um corpo do tamanho de Marte impactou a Terra

2. O impacto ejetou para o espaço uma chuva de detritos

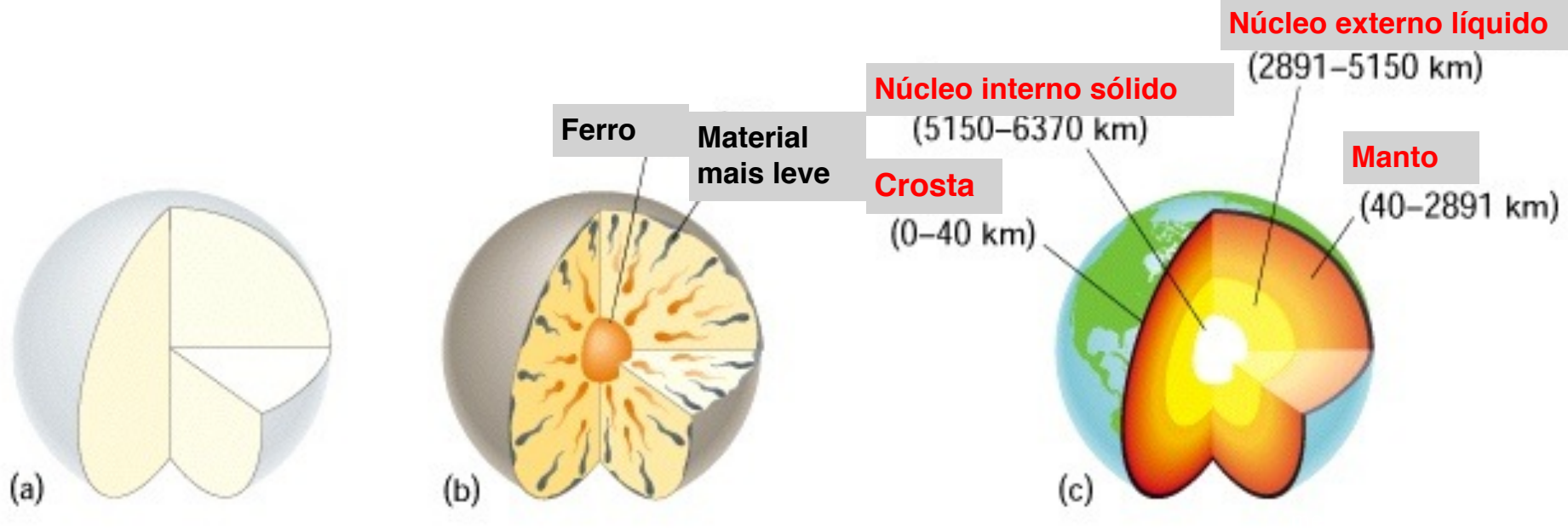
3. E acelerou a rotação da Terra e inclinou o seu eixo a  $23^\circ$

4. A lua agregou-se a partir dos detritos

5. A idade das rochas da lua confirmam esse hipótese

# **Estrutura Interna da Terra**

# Diferenciação da Terra



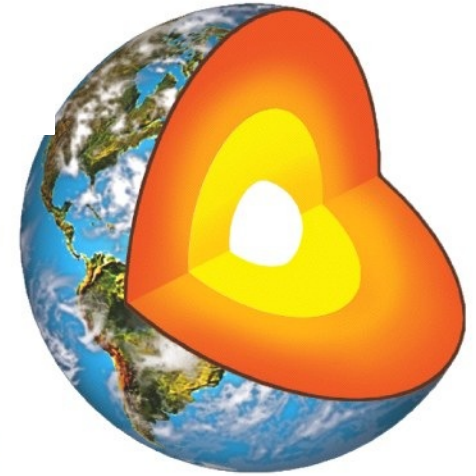
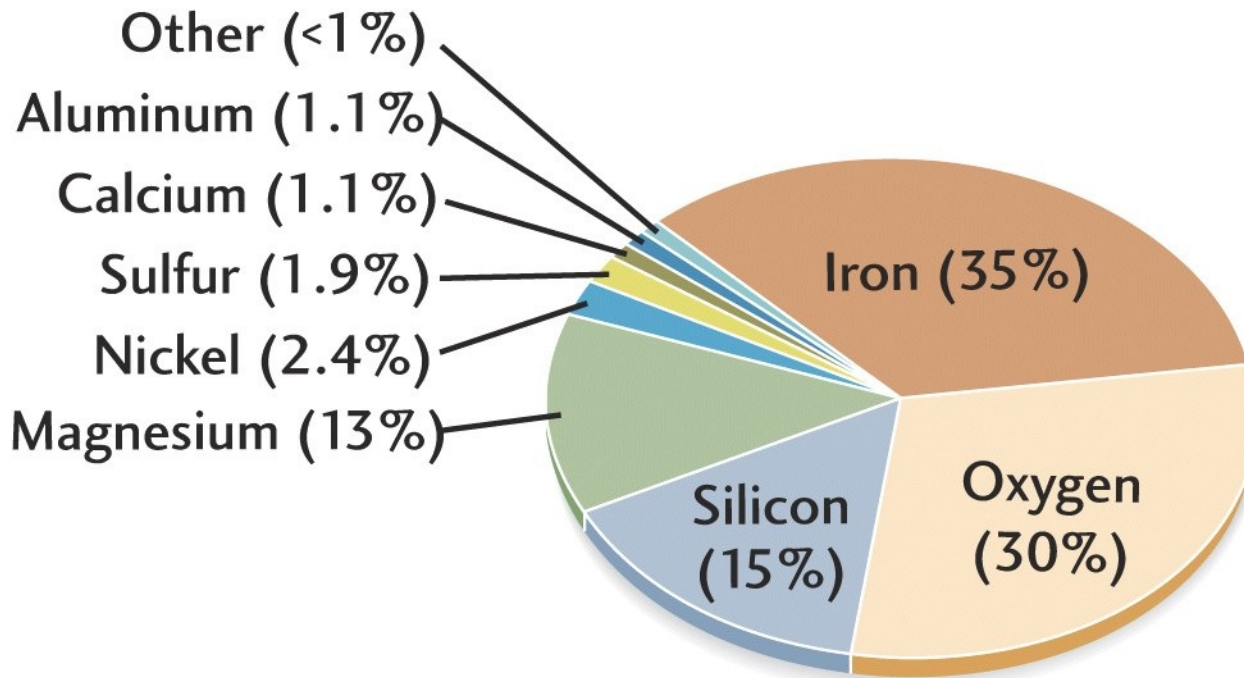
a) Terra precoce homogênea

b) Aquecimento: fusão e diferenciação do material por afinidades químicas e gravidade

c) Estrutura moderna da Terra

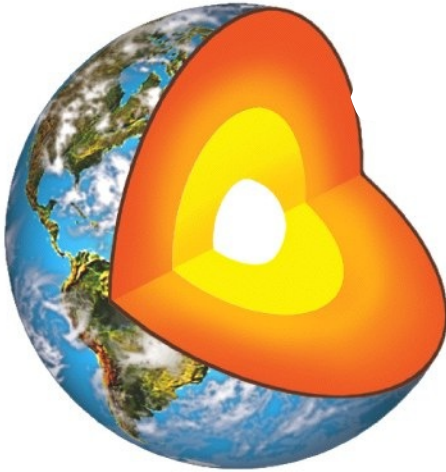
# Composição química da Terra

$Fe+O+Si+Mg = 93\%$

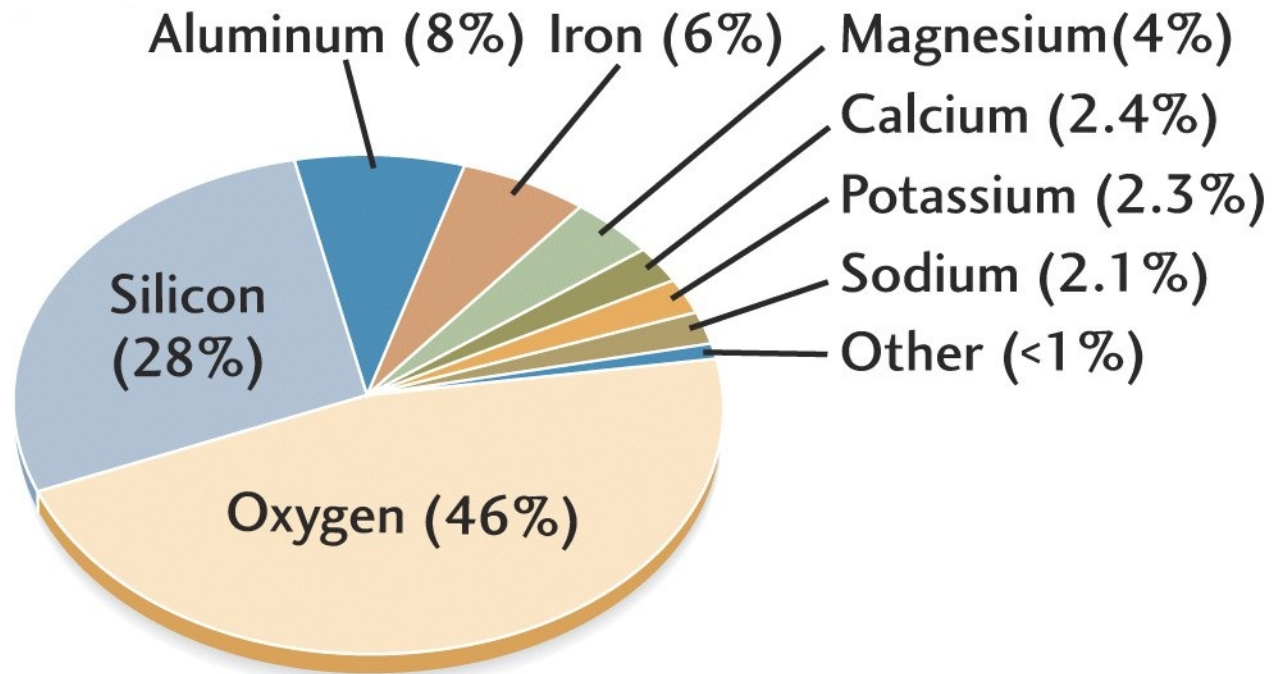


Terra Inteira

# Composição química da Terra



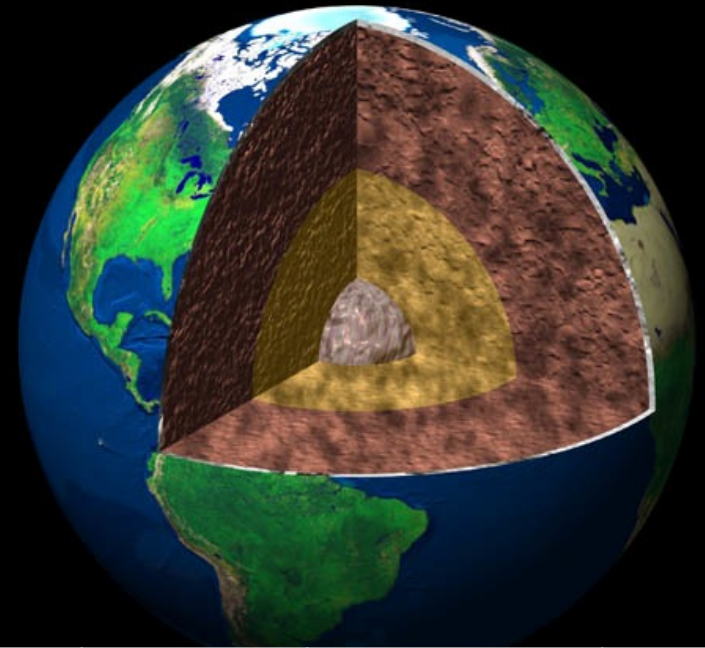
Si+O+Al = 82%



**Crosta da Terra**



# Estrutura da Terra



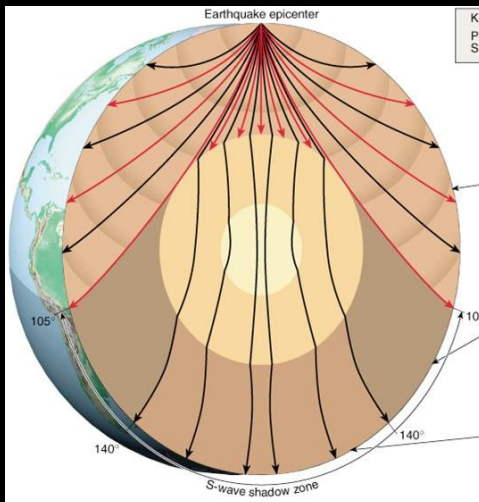
		<b>Profund. (km)</b>	<b>Densid. (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Temp. (°C)</b>	<b>pressão</b>	<b>Composição química</b>	<b>Estado físico</b>
<b>Crosta</b>	<b>continental</b>	25 a 50	2,5	800	1atm a 100kbar	Si, Al	sólido
	<b>oceânica</b>	5 a 10	3,2	1000		Si, Mg	sólido
<b>Manto</b>	<b>superior</b>	200 a 900	3,3	2000	2000kbar	Mg, Fe, Si	sólido
	<b>inferior</b>	900 a 2900	5,5	2000		Sulfetos, óxidos	sólido
<b>Núcleo</b>	<b>externo</b>	2900 a 5100	9-11	3000	3000kbar	Fe, Ni	líquido
	<b>interno</b>	5100 a 6370	12-15	5000		Fe, Ni	sólido

**Quais são as evidências  
que suportam essa  
hipótese?**

# 1. Observação de Meteoritos



# 2. Estudando do comportamento das ondas sísmicas



# 1. Observação de Meteoritos



## Evidências da formação do Sistema Solar



**Metálicos  
(4%)  
(Sideritos)**

**Composição:** Fe e Ni

**Origem:** interior de corpos diferenciados do cinturão de asteróides



**Ferro-pétreos  
(1%)  
(Siderólitos)**

**Composição:** mistura de minerais silicáticos e material metálico (Fe+Ni)

**Origem:** interior de corpos diferenciados do cinturão de asteróides



**Condritos  
(86%)**

**Rochosos  
(95%)**

**Tipos:** Ordinários (81%) e Carbonáceos (5%)

**Composição:** composição global similar a nebulosa solar (elementos pesados) dos condritos ordinários.

**Origem:** corpos primitivos não diferenciados do cinturão de asteróides

**Acondritos  
(9%)**

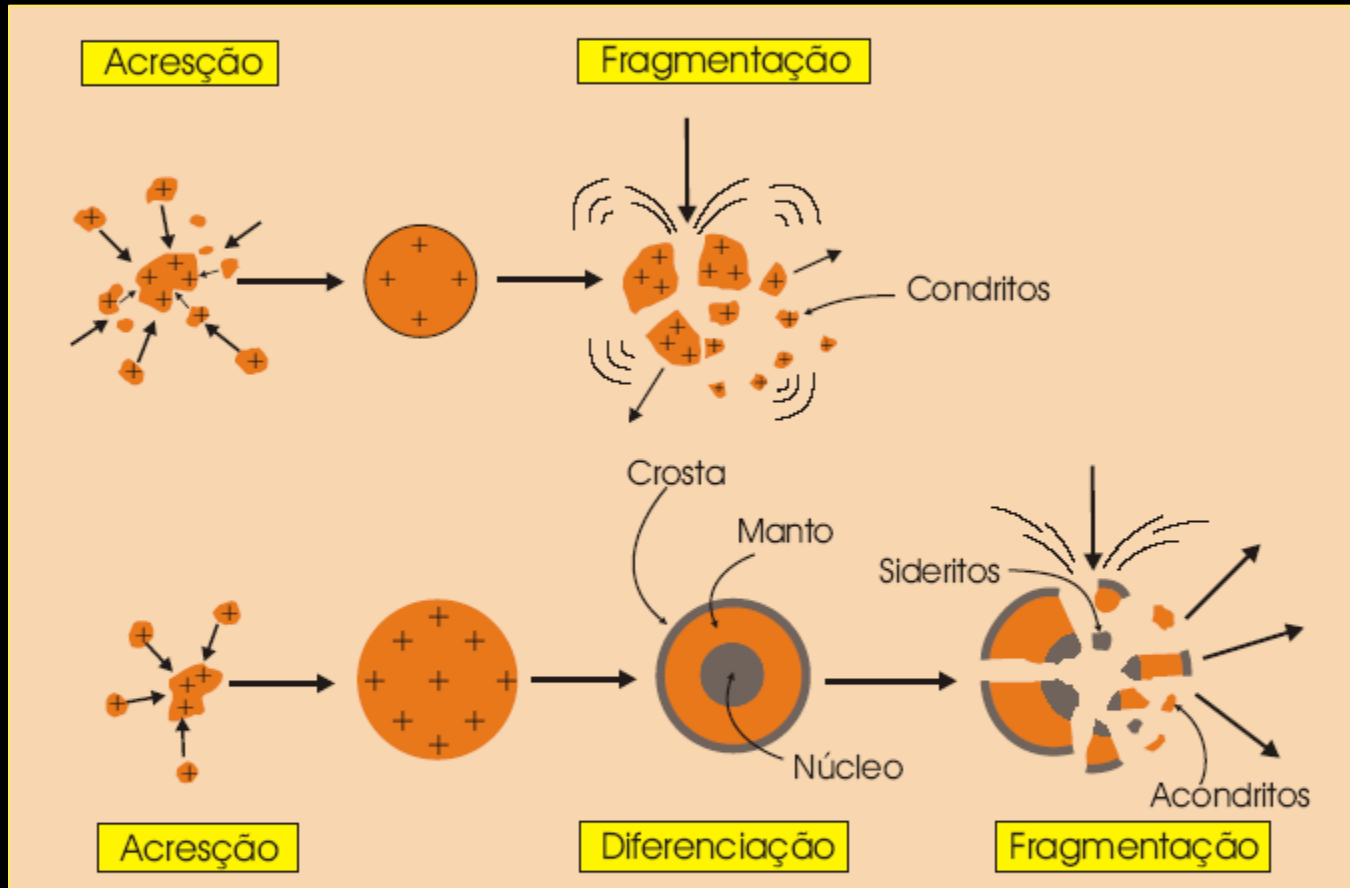
**Composição:** heterogênea similar aos basaltos terrestres

**Origem:** corpos diferenciados do cinturão de asteróides

# 1. Observação de Meteoritos

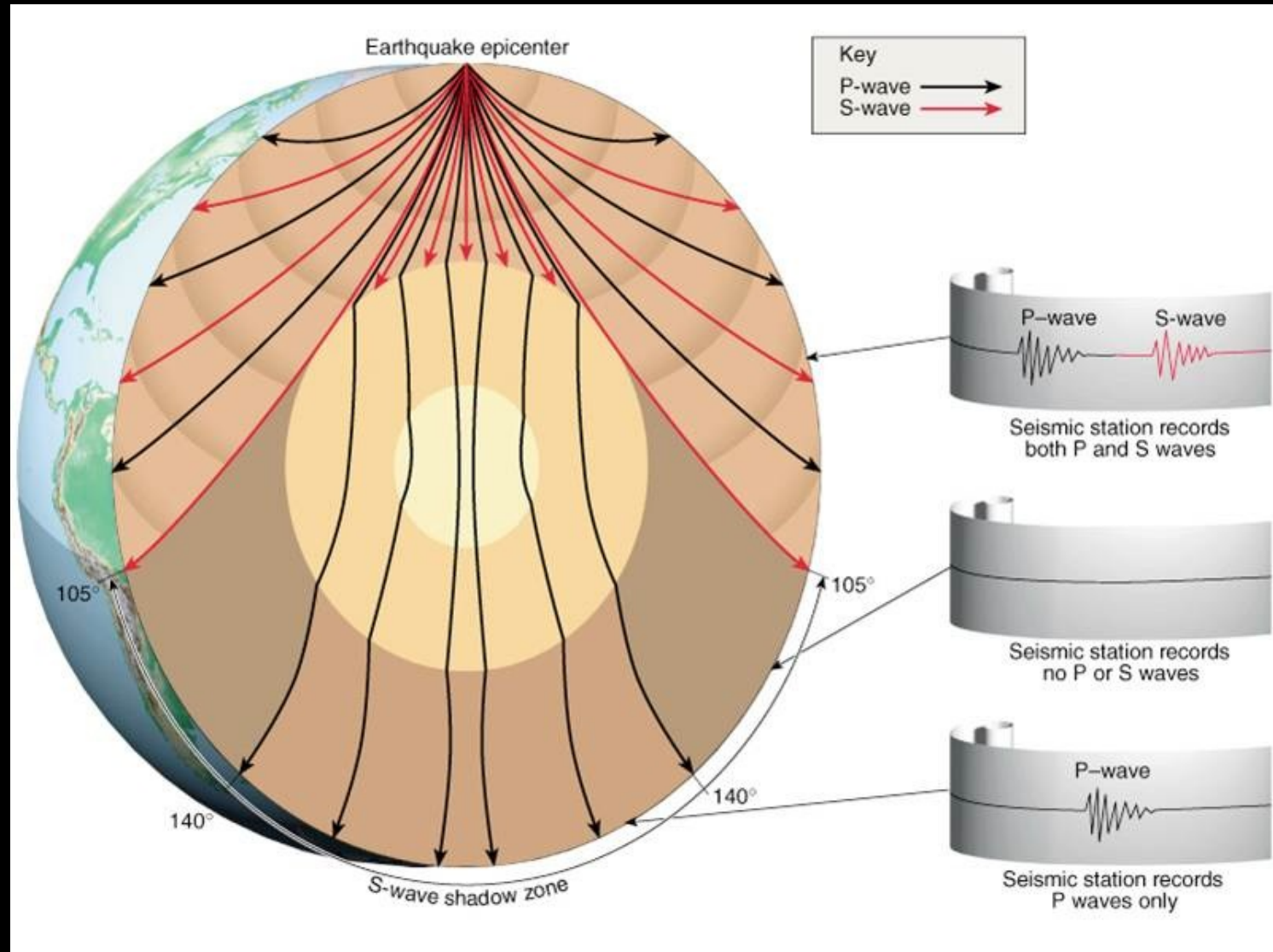
## ESQUEMA SIMPLIFICADO DA ORIGEM DOS CORPOS PARENTAIS DOS METEORITOS

Grandes impactos no espaço causaram a fragmentação desses corpos parentais, originando diferentes tipos de meteoritos.



## 2. Estudando do comportamento das ondas sísmicas ao atravessarem o interior da Terra

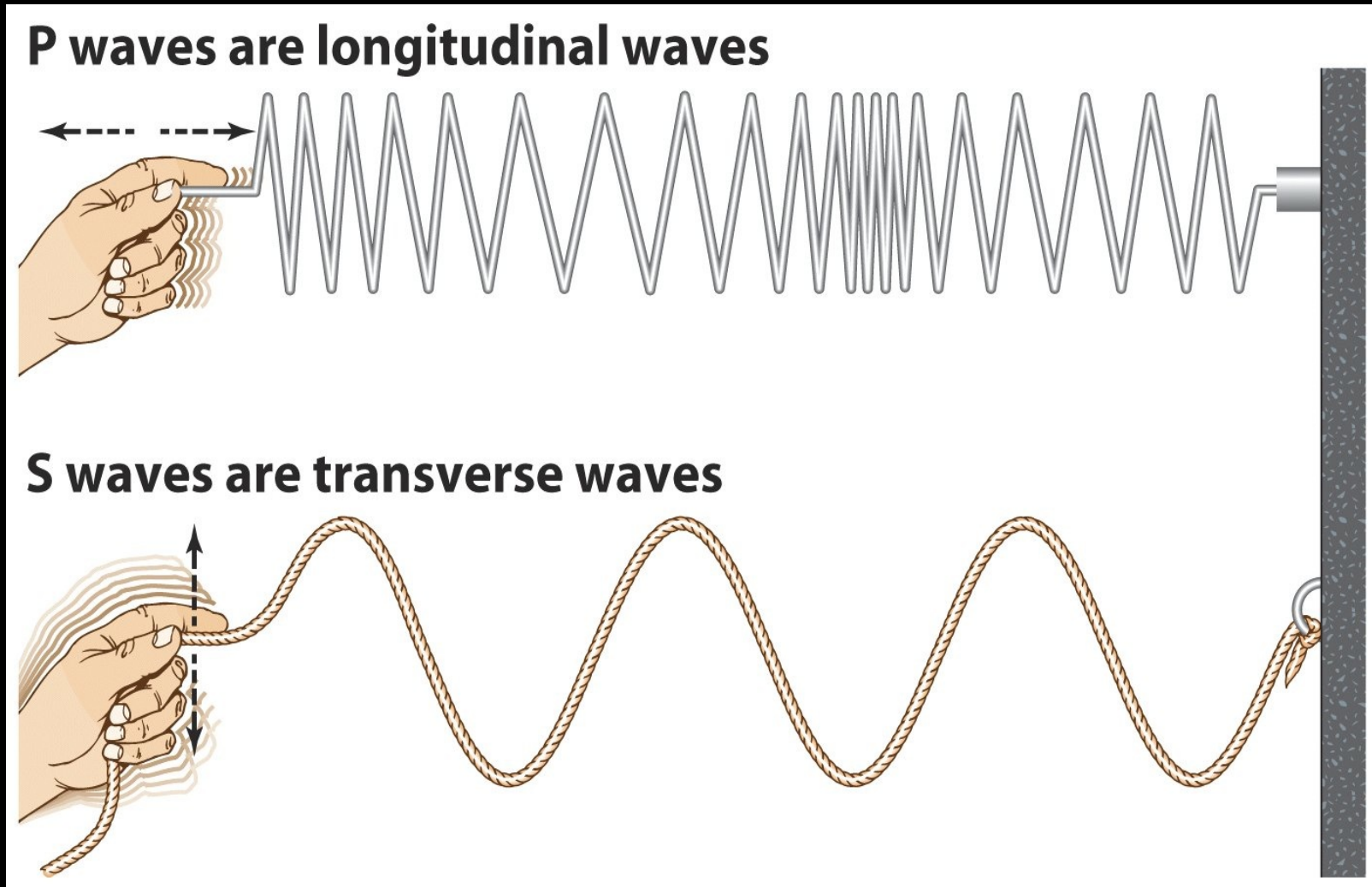
Assim foram descobertas as camadas internas.



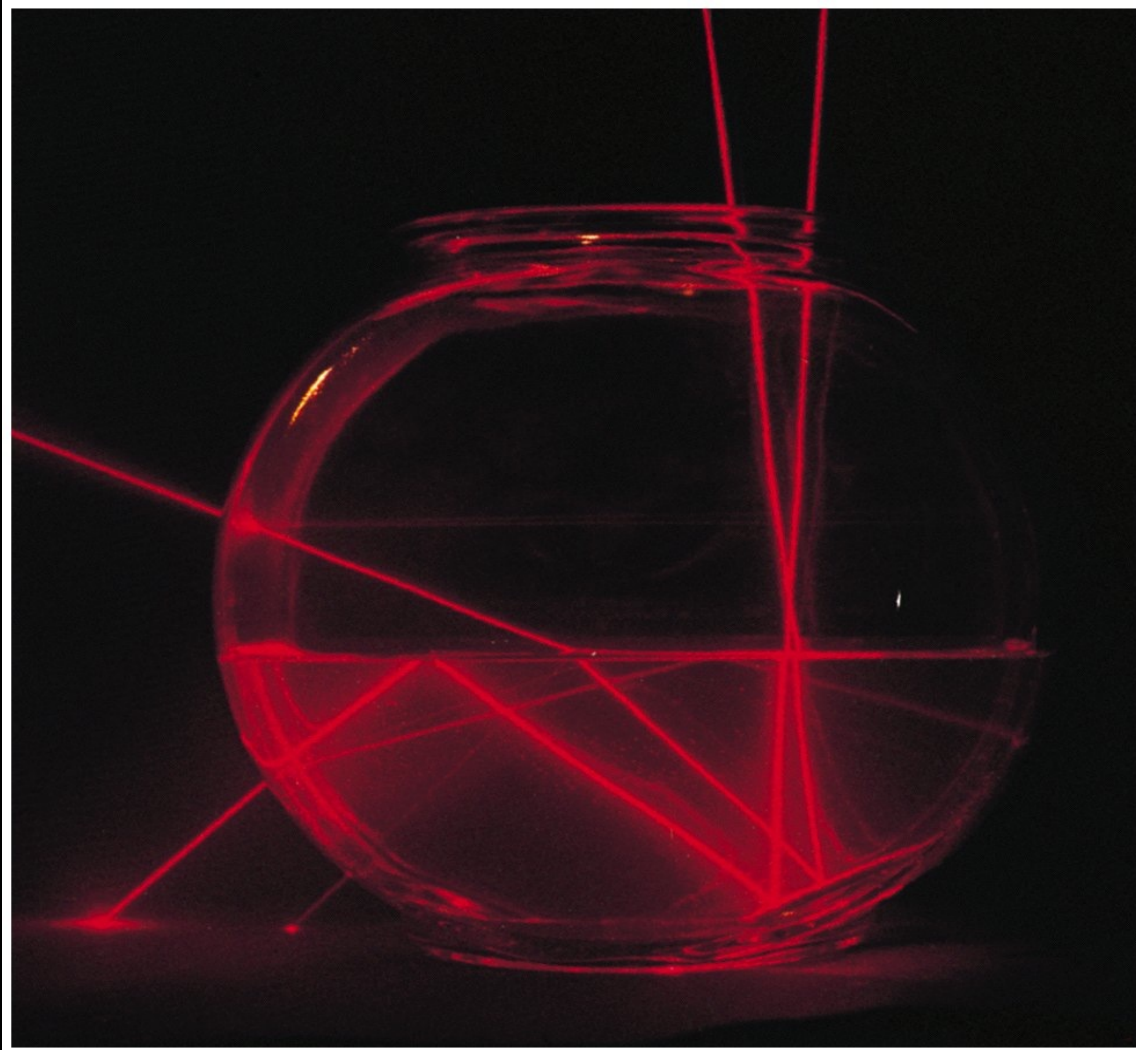
## 2. Estudando do comportamento das ondas sísmicas

Onda P (Primária) = compressional

Onda S (Secundária) = cisalhante



Qual o nome deste fenômeno físico?

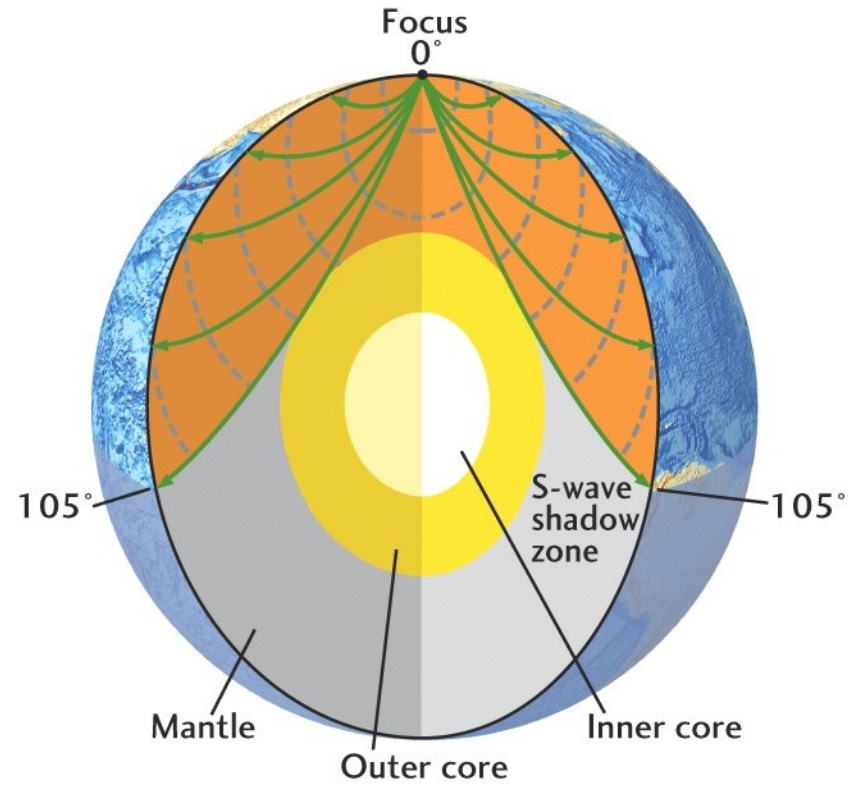
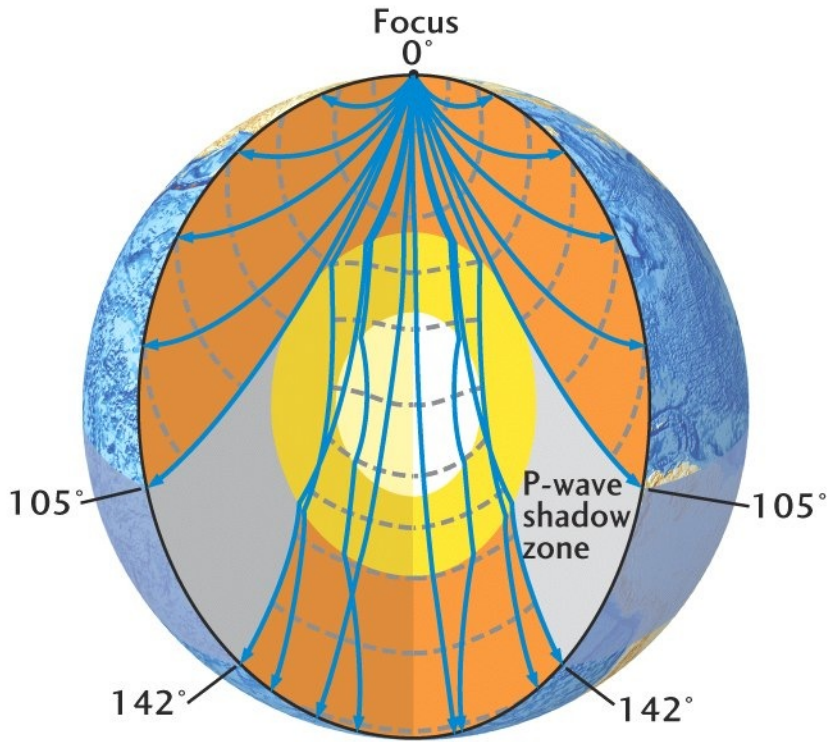




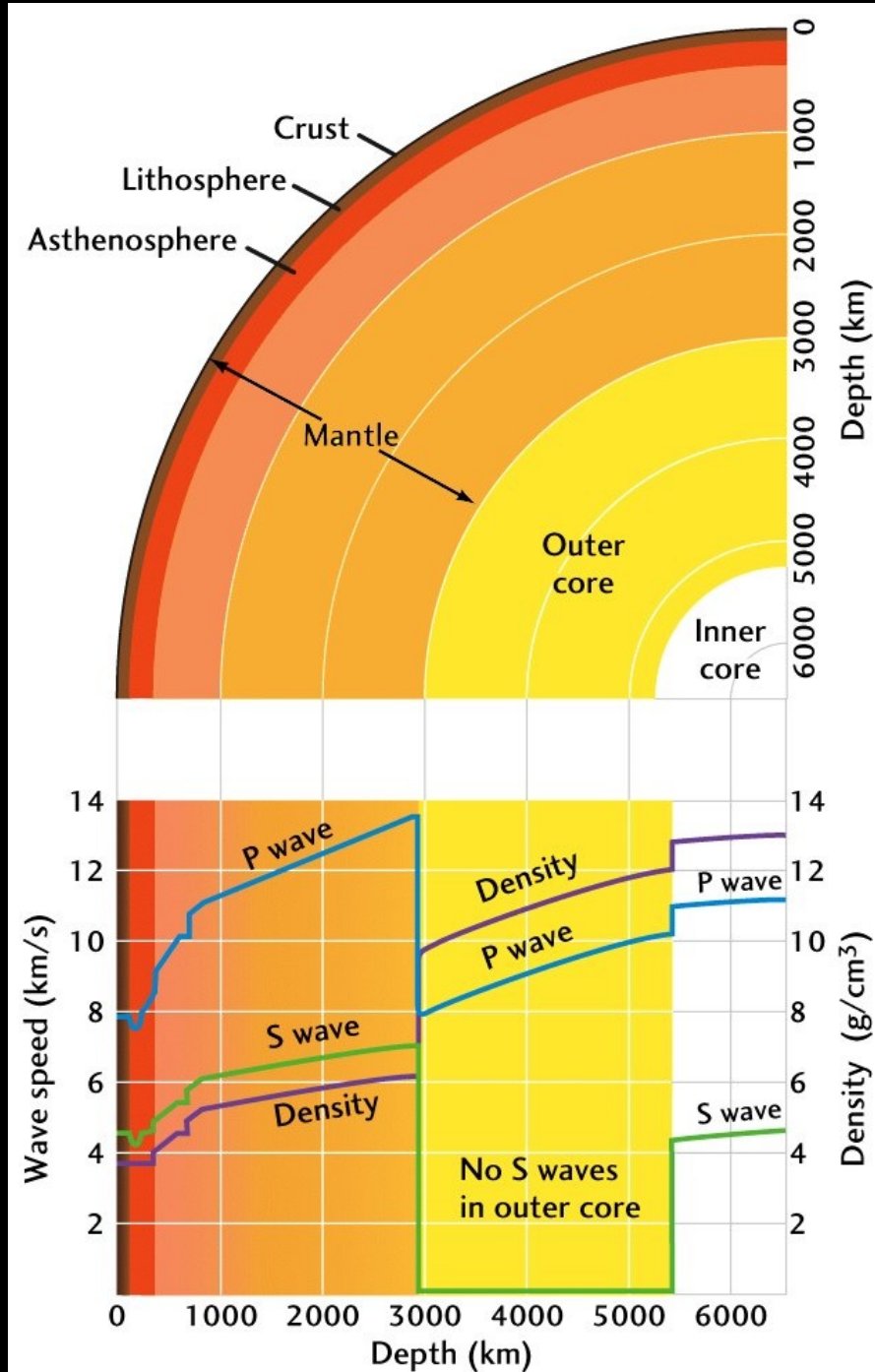
# Ondas P e S

(a) The pattern of P-wave paths through Earth's interior

(b) The pattern of S-wave paths through Earth's interior



A velocidade das ondas sísmicas varia com a densidade das rochas e de suas resistências à compressão e ao cisalhamento.

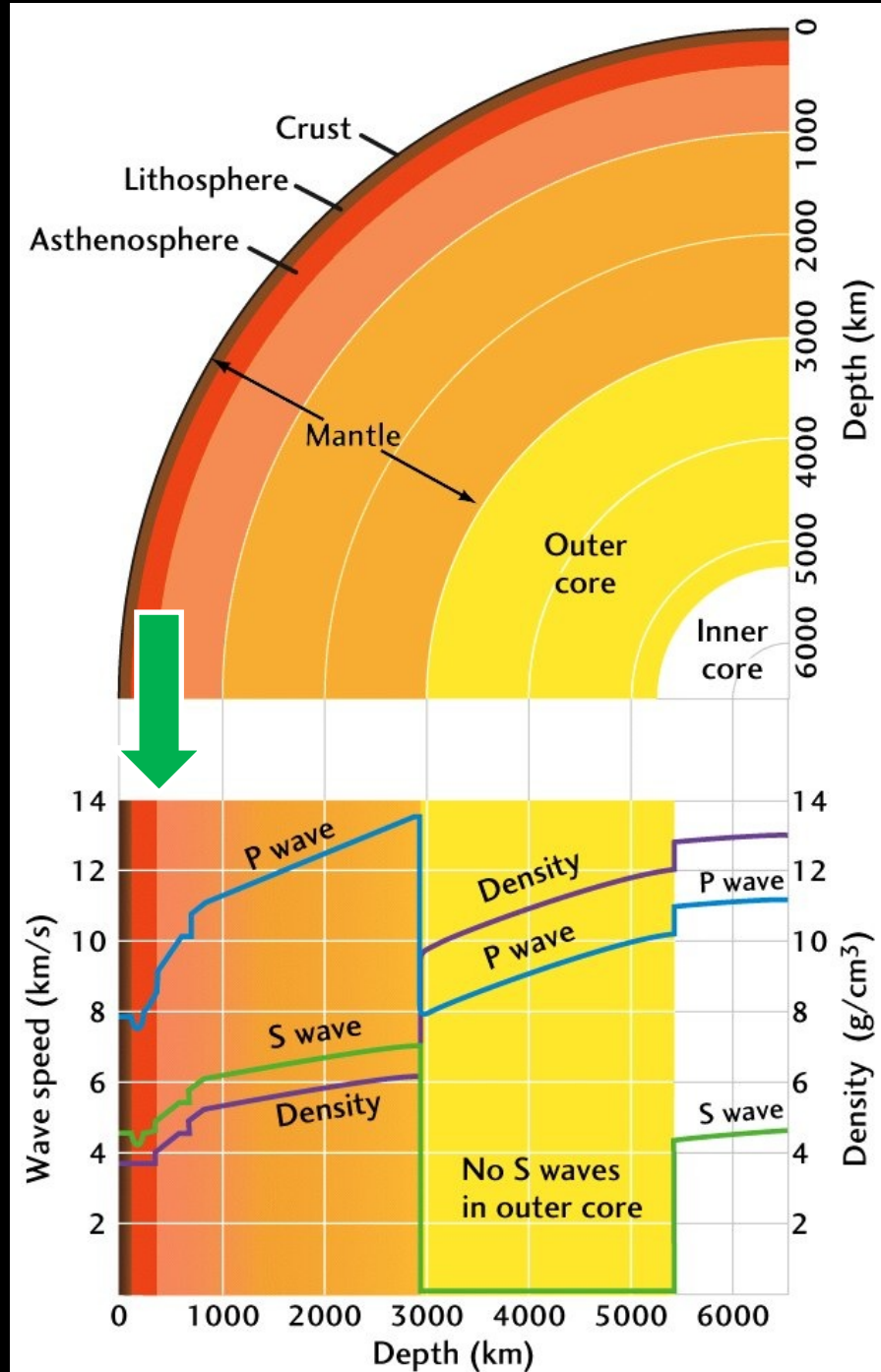


# ZONA DE BAIXA VELOCIDADE

- Mohorovičić

A descontinuidade de Mohorovičić, também chamada **Moho** ou **Descontinuidade M**, é a fronteira entre a **Crosta** e a **Astenosfera** (porção superior do manto terrestre).

*O nome foi dado em homenagem a Andrija Mohorovičić (1857-1936), o geofísico, seu descobridor.*

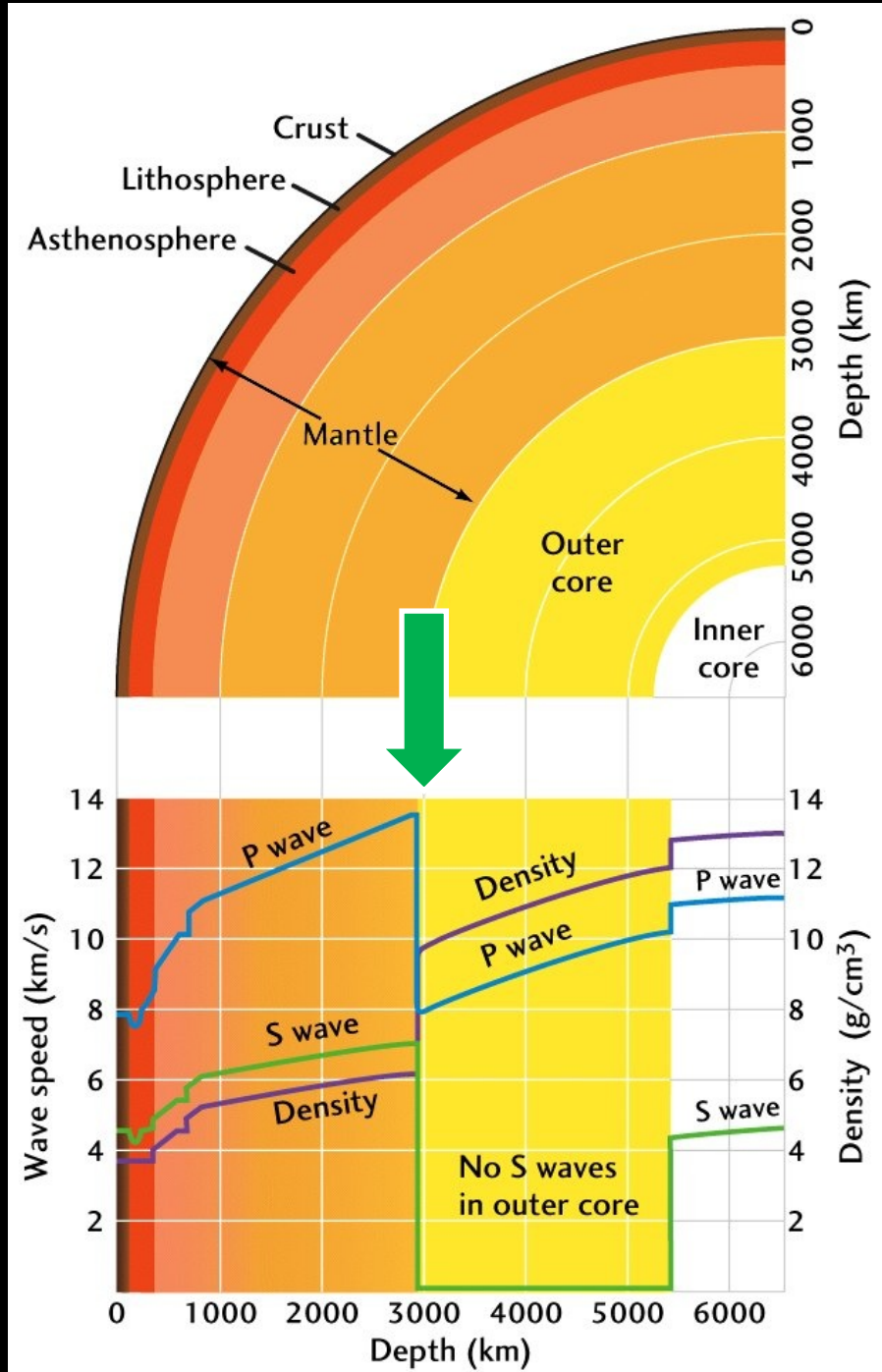


# ZONA DE MUDANÇA DE VELOCIDADE

2.883 Km

- Descontinuidade de Gutenberg OU
- Descontinuidade de Wiechert-Gutenberg OU
- Região D'' (Dee double prime)

Separa o Manto Sólido do Núcleo Externo Líquido, onde as ondas S param de propagar e as ondas P diminuem a velocidade..



# ZONA DE MUDANÇA DE VELOCIDADE

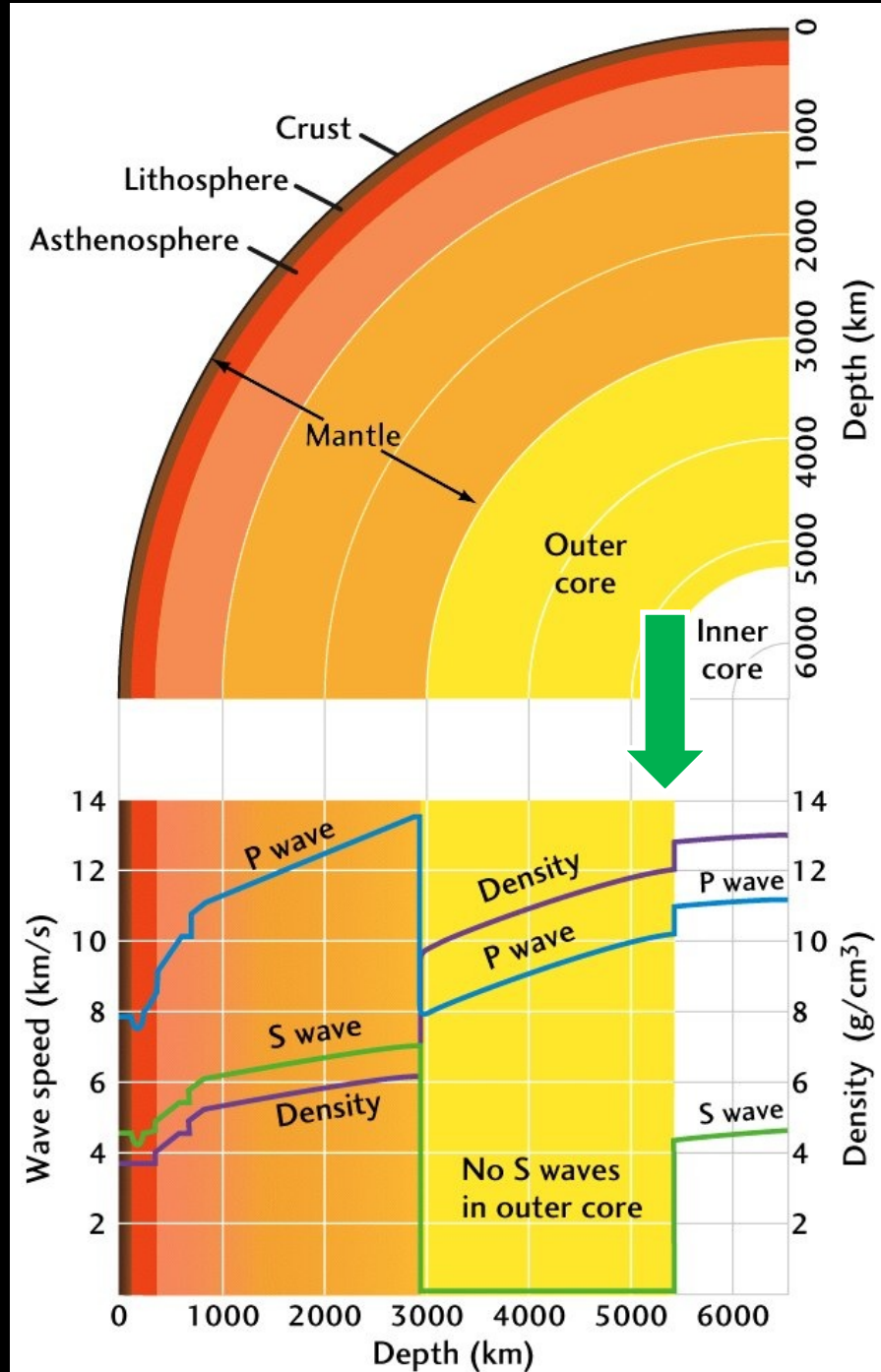
5.150 Km

- Descontinuidade de Lehmann

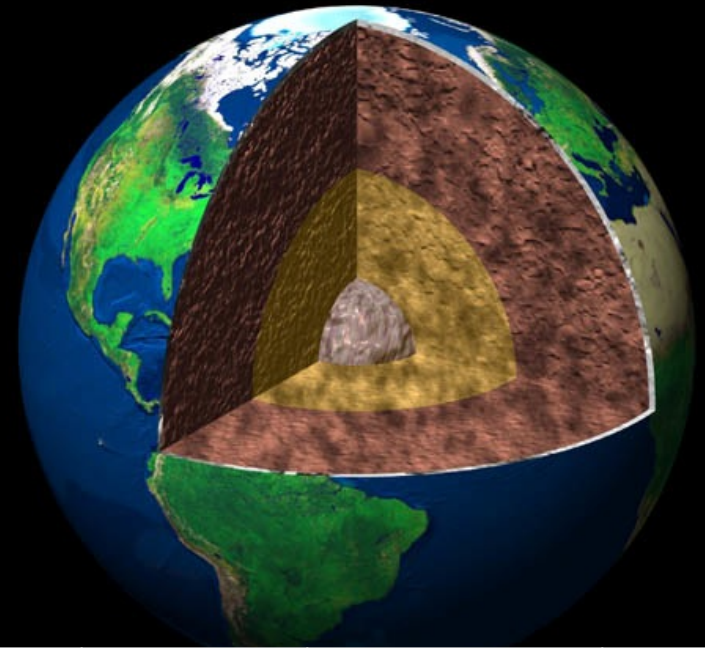
Separa o Núcleo Externo Líquido do Núcleo Interno Sólido.

O nome foi dado em homenagem à Sismóloga Inge Lehmann, que descobriu a zona de sombra das ondas P, e atribuiu este fenômeno à refração das ondas dentro do núcleo.

É caracterizado por um aumento abrupto da velocidade das Ondas P.

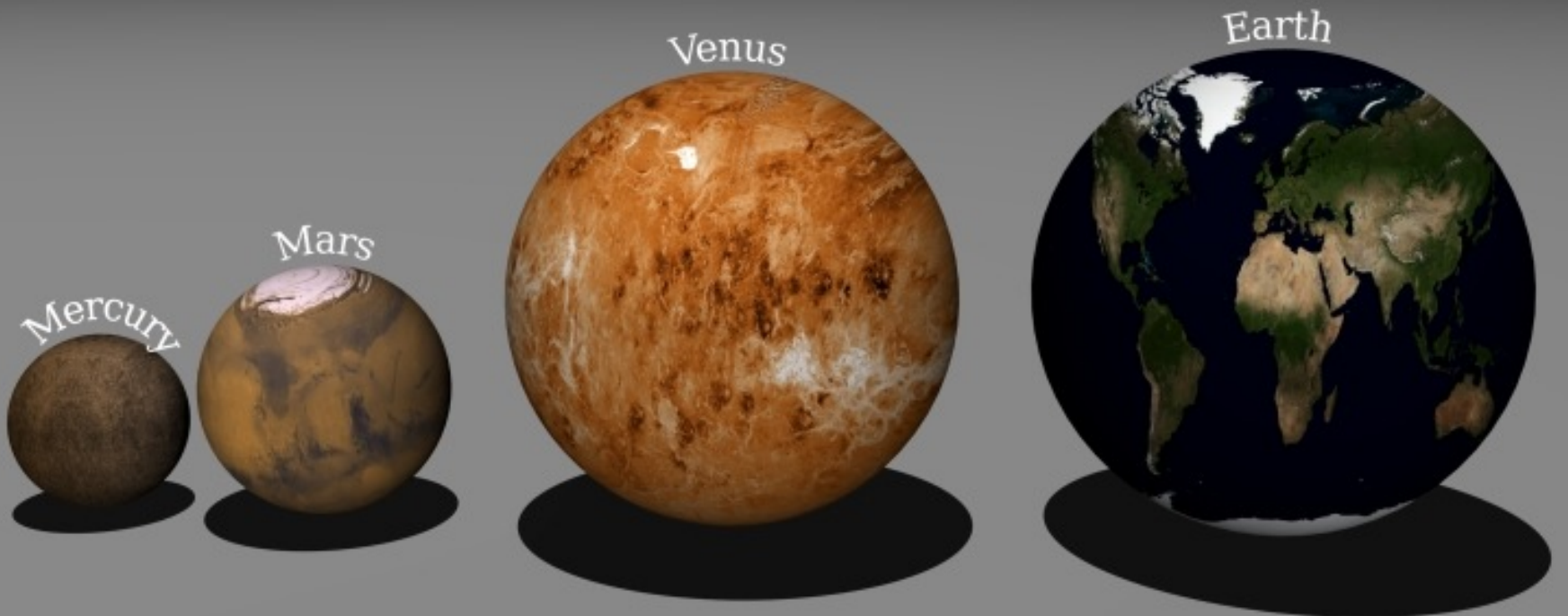


# Estrutura da Terra



		<b>Profund. (km)</b>	<b>Densid. (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Temp. (°C)</b>	<b>pressão</b>	<b>Composição química</b>	<b>Estado físico</b>
<b>Crosta</b>	<b>continental</b>	25 a 50	2,5	800	1atm a 100kbar	Si, Al	sólido
	<b>oceânica</b>	5 a 10	3,2	1000		Si, Mg	sólido
<b>Manto</b>	<b>superior</b>	200 a 900	3,3	2000	2000kbar	Mg, Fe, Si	sólido
	<b>inferior</b>	900 a 2900	5,5	2000		Sulfetos, óxidos	sólido
<b>Núcleo</b>	<b>externo</b>	2900 a 5100	9-11	3000	3000kbar	Fe, Ni	líquido
	<b>interno</b>	5100 a 6370	12-15	5000		Fe, Ni	sólido

**QUAL O TAMANHO DO  
UNIVERSO?**



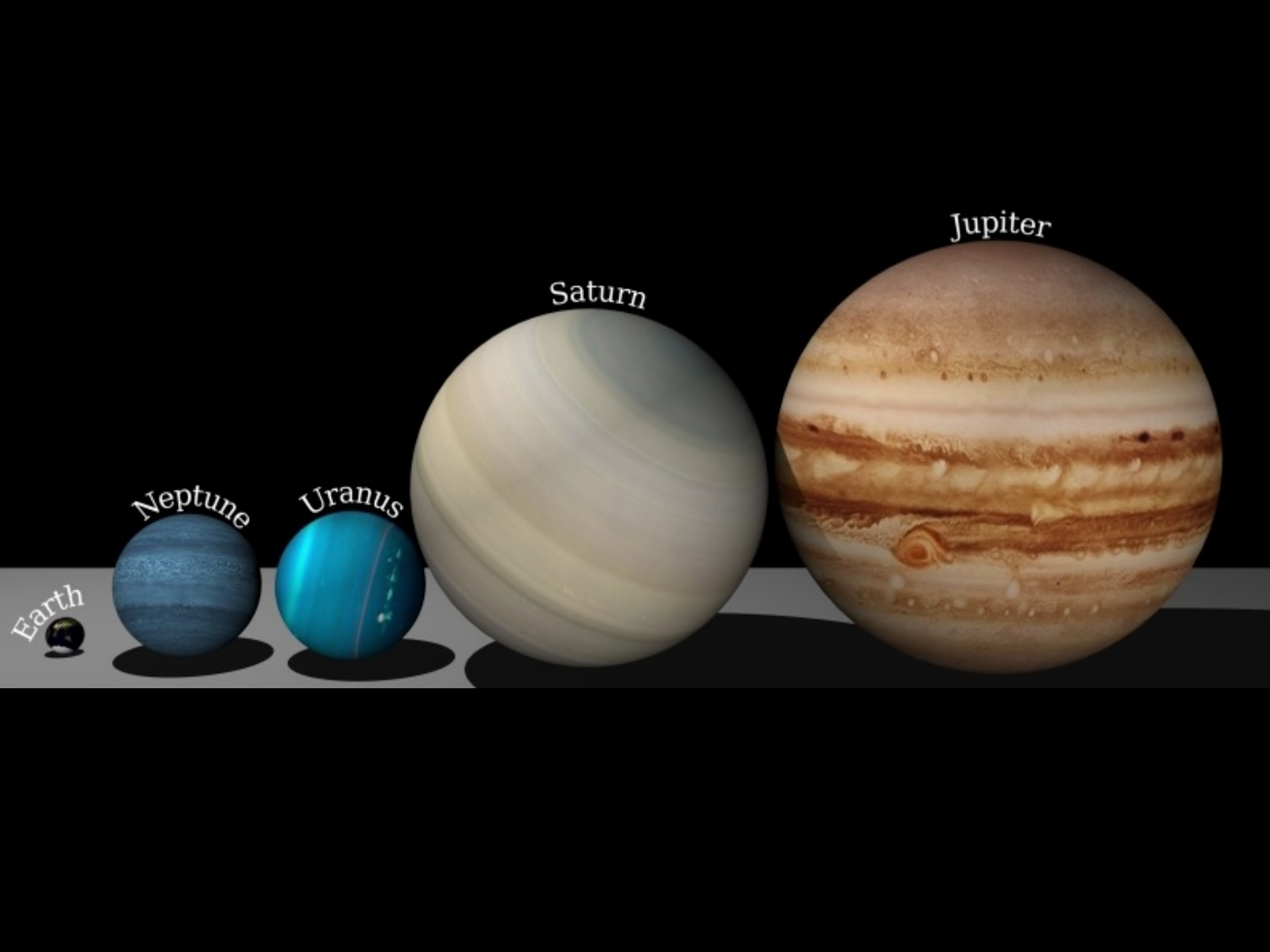
Mercury

Mars

Venus

Earth





Jupiter

Saturn

Uranus

Neptune

Earth

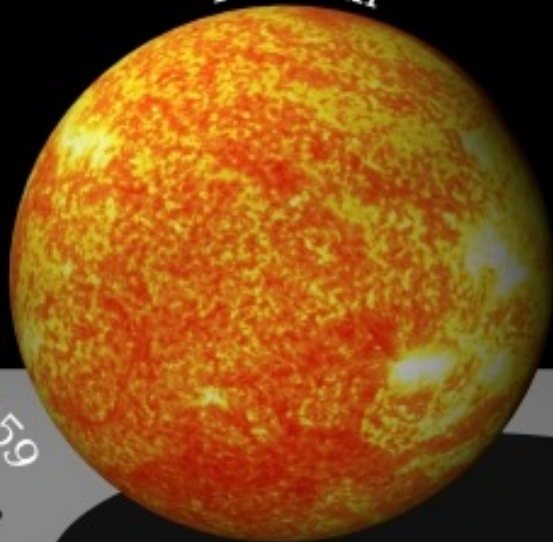
Jupiter



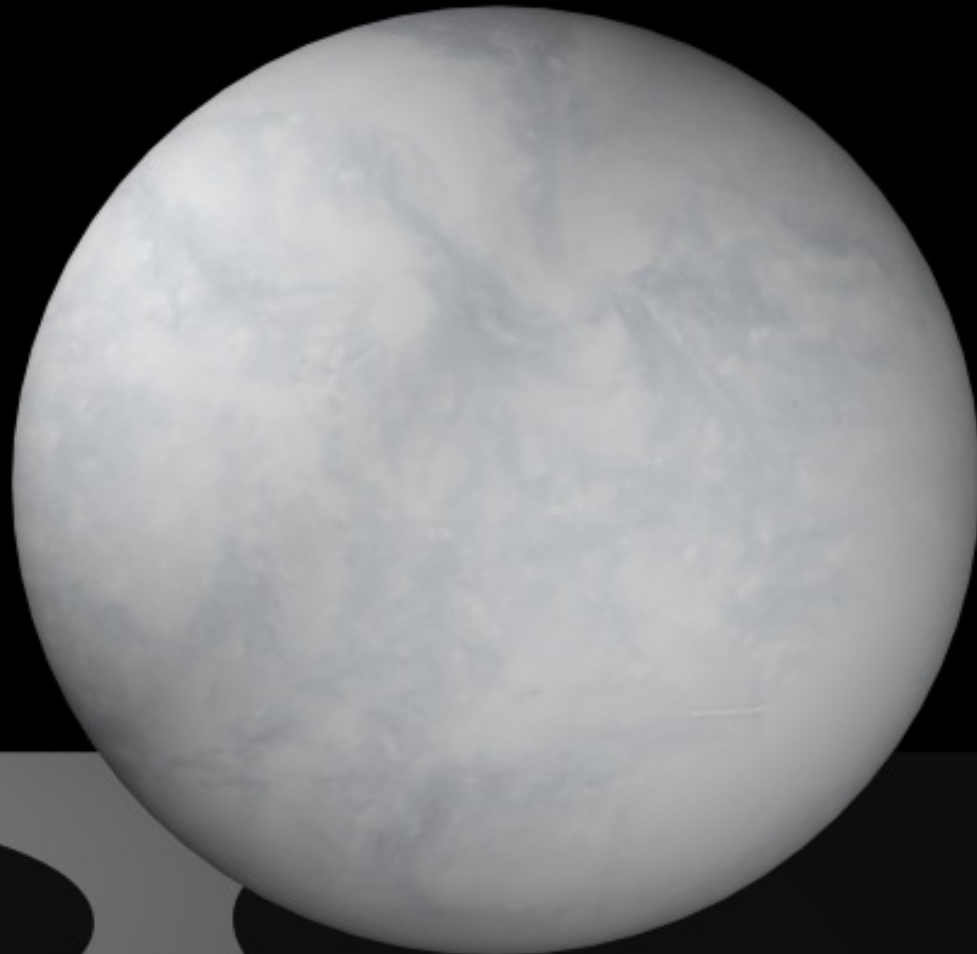
Wolf 359



The Sun



Sirius



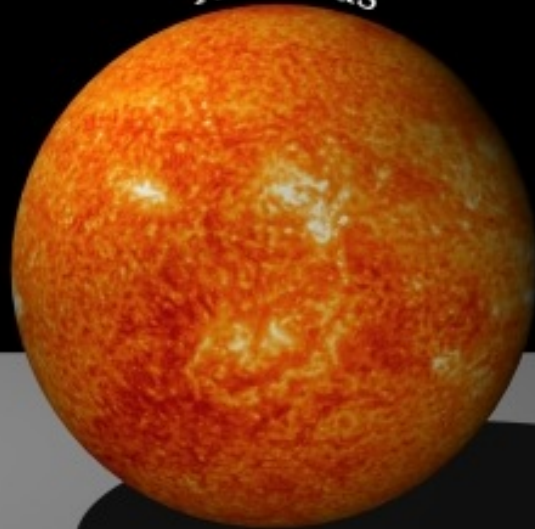
Sirius



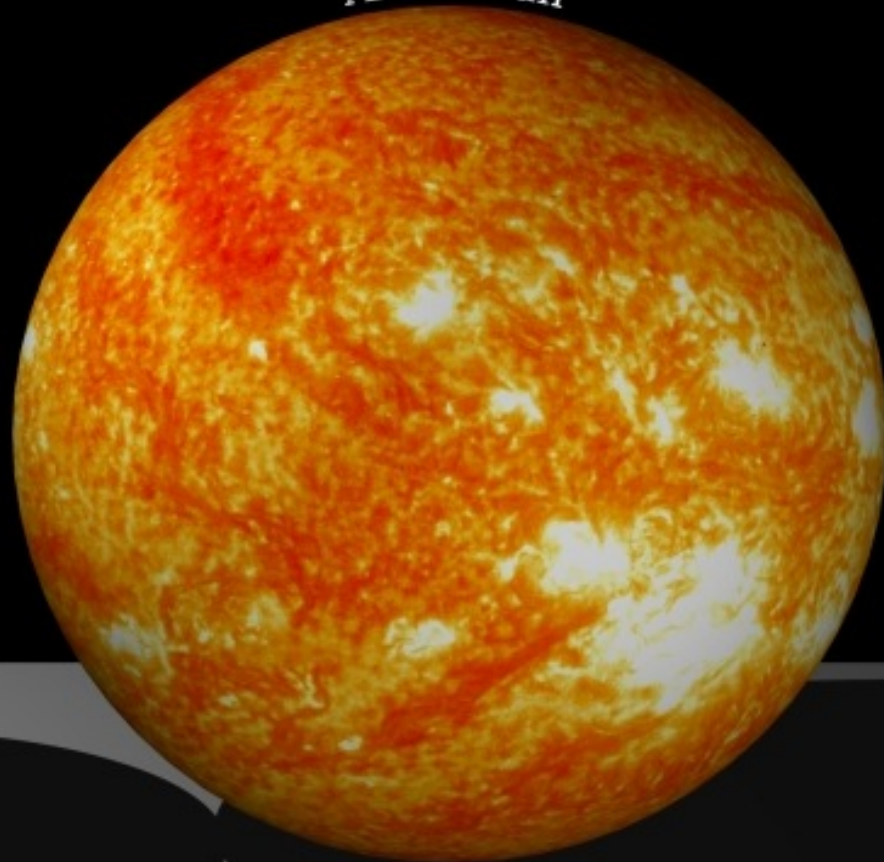
Pollux



Arcturus



Aldebaran

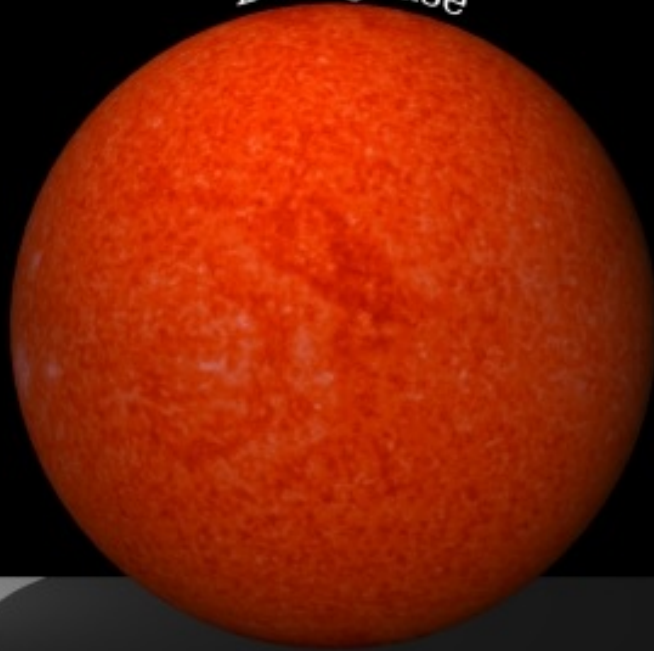


Aldebaran

Rigel

Betelgeuse

Antares



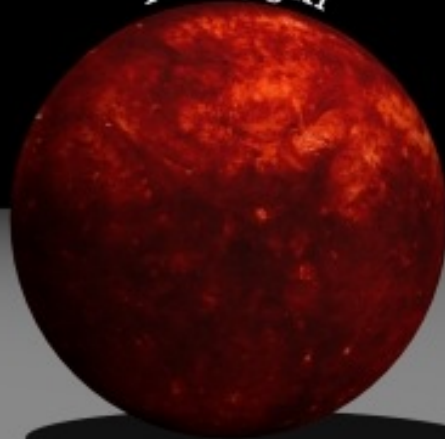
Antares



S Doradus



KY Cygni



VV Cephei

