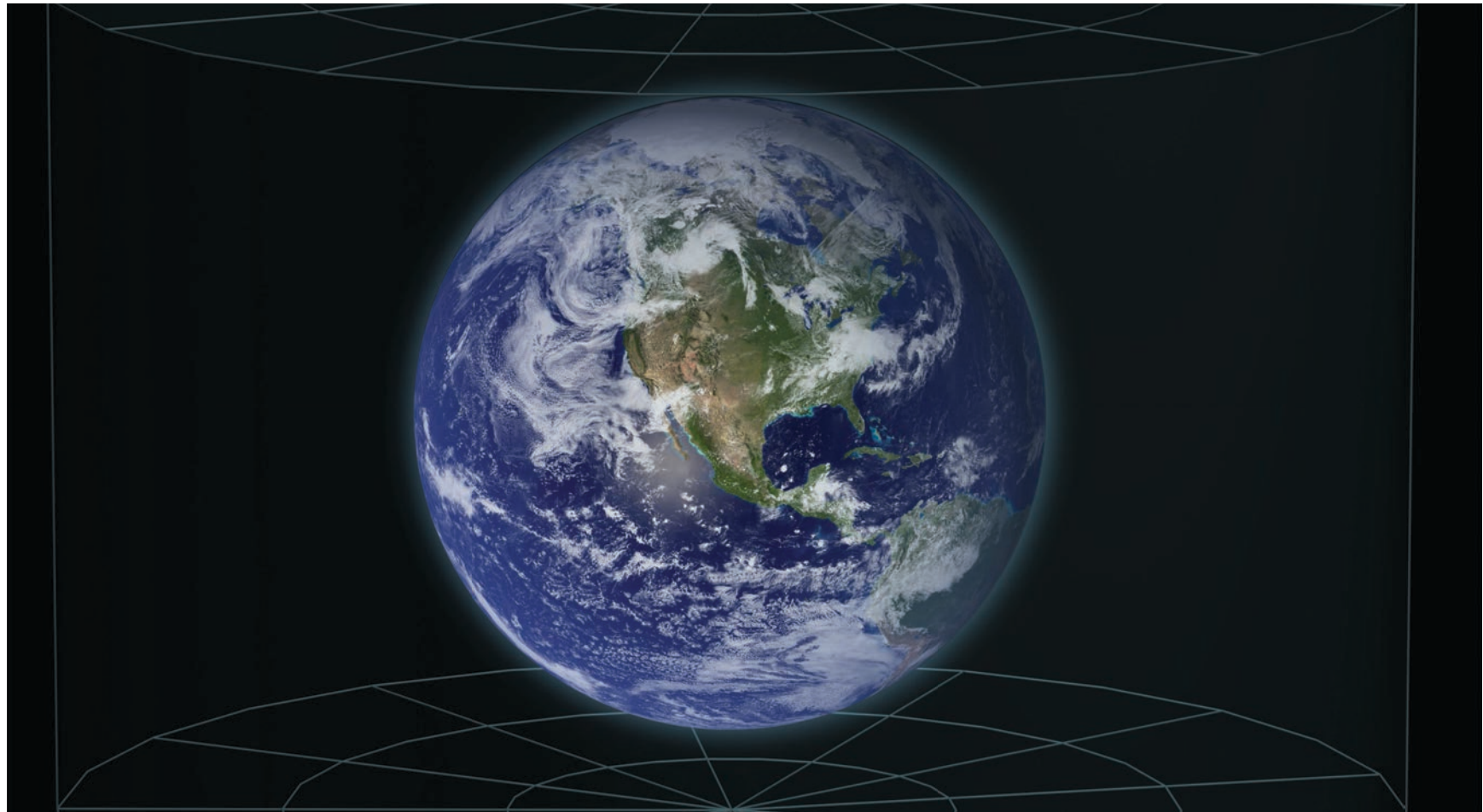


Nosso endereço no Universo

- O Universo é organizado de maneira hierárquica:
 - planetas orbitam estrelas
 - estrelas formam galáxias
 - galáxias formam grupos ou aglomerados
 - grupos e aglomerados formam superaglomerados
- <http://www.atlasoftheuniverse.com/>

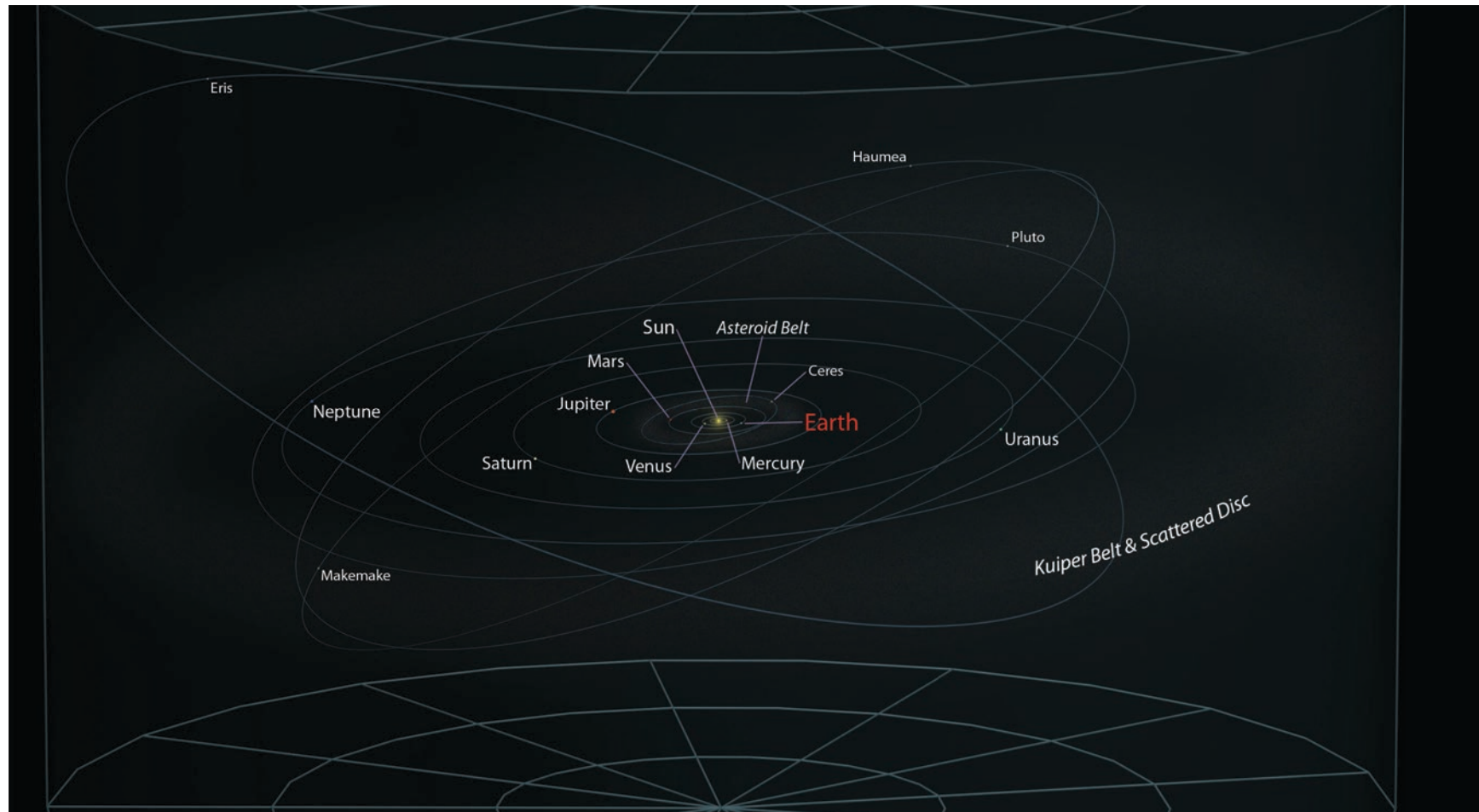
O planeta Terra

8 minutos-luz de distância do Sol



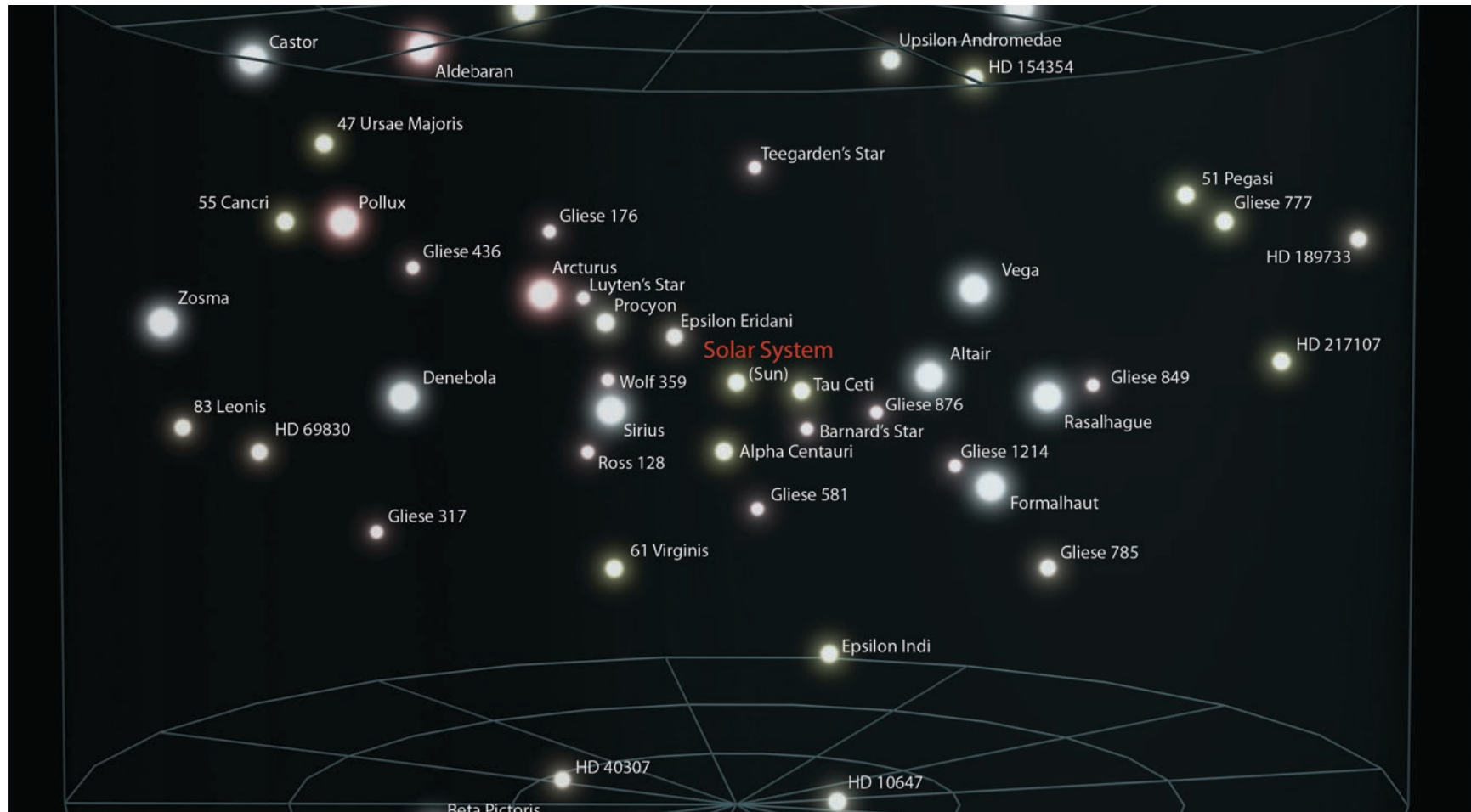
O Sistema Solar

Mapa com 0,5 a 1 ano luz de distância do Sol



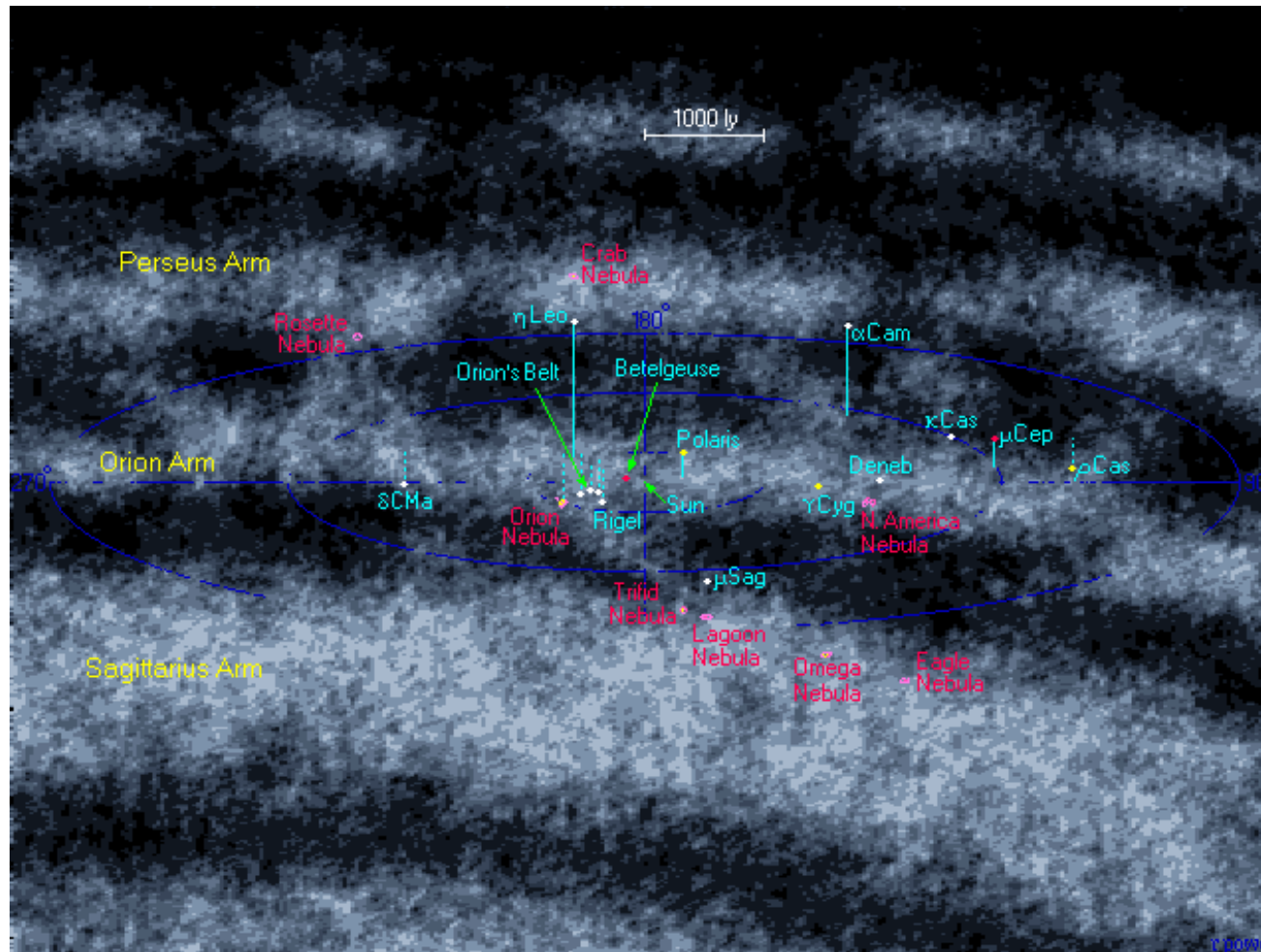
A vizinhança do Sol

Mapa com 250 anos luz de distância do Sol



O braço de Orion

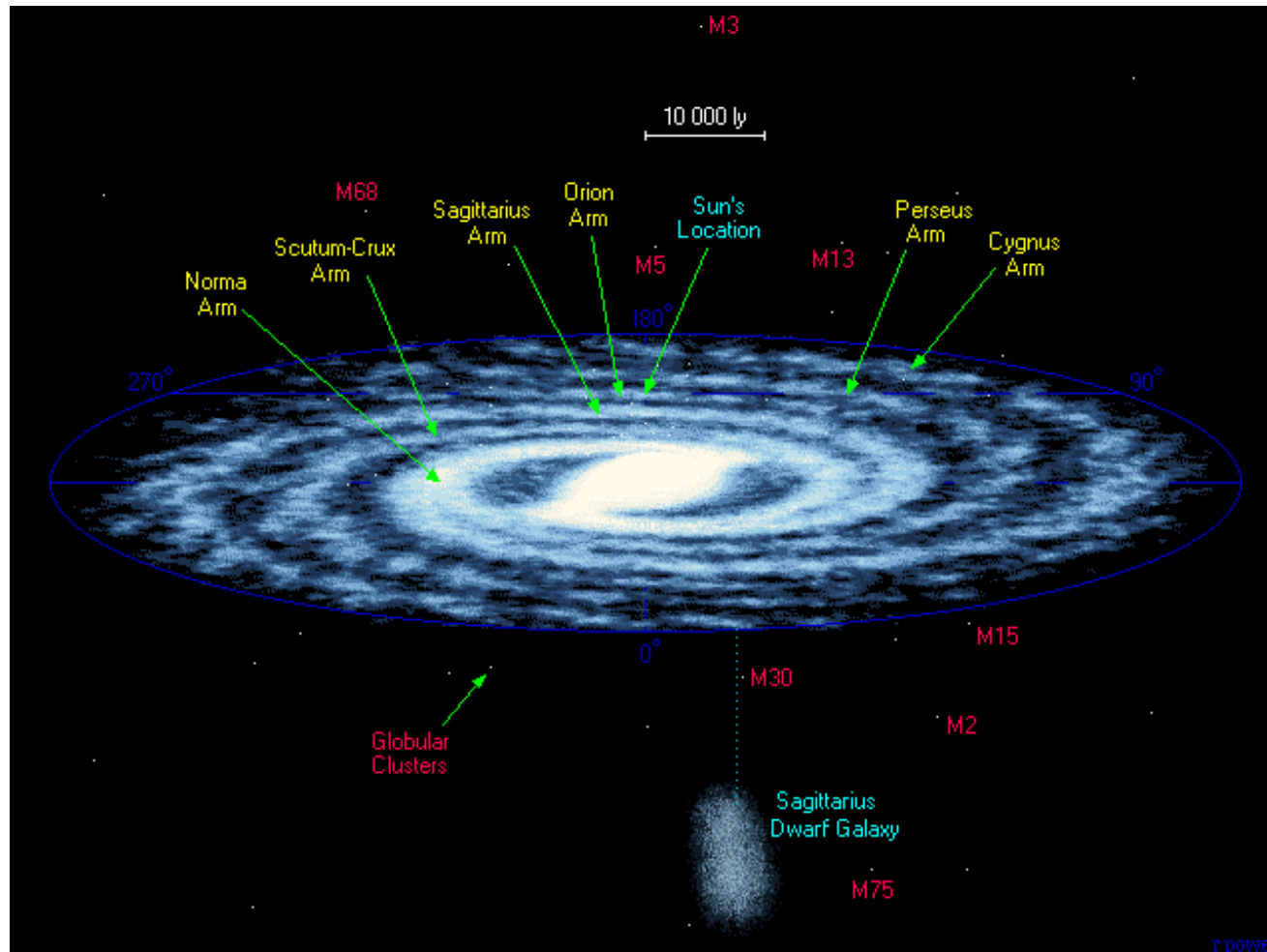
Mapa com 5.000 anos luz de distância do Sol



300 milhões estrelas

A Galáxia Via Láctea

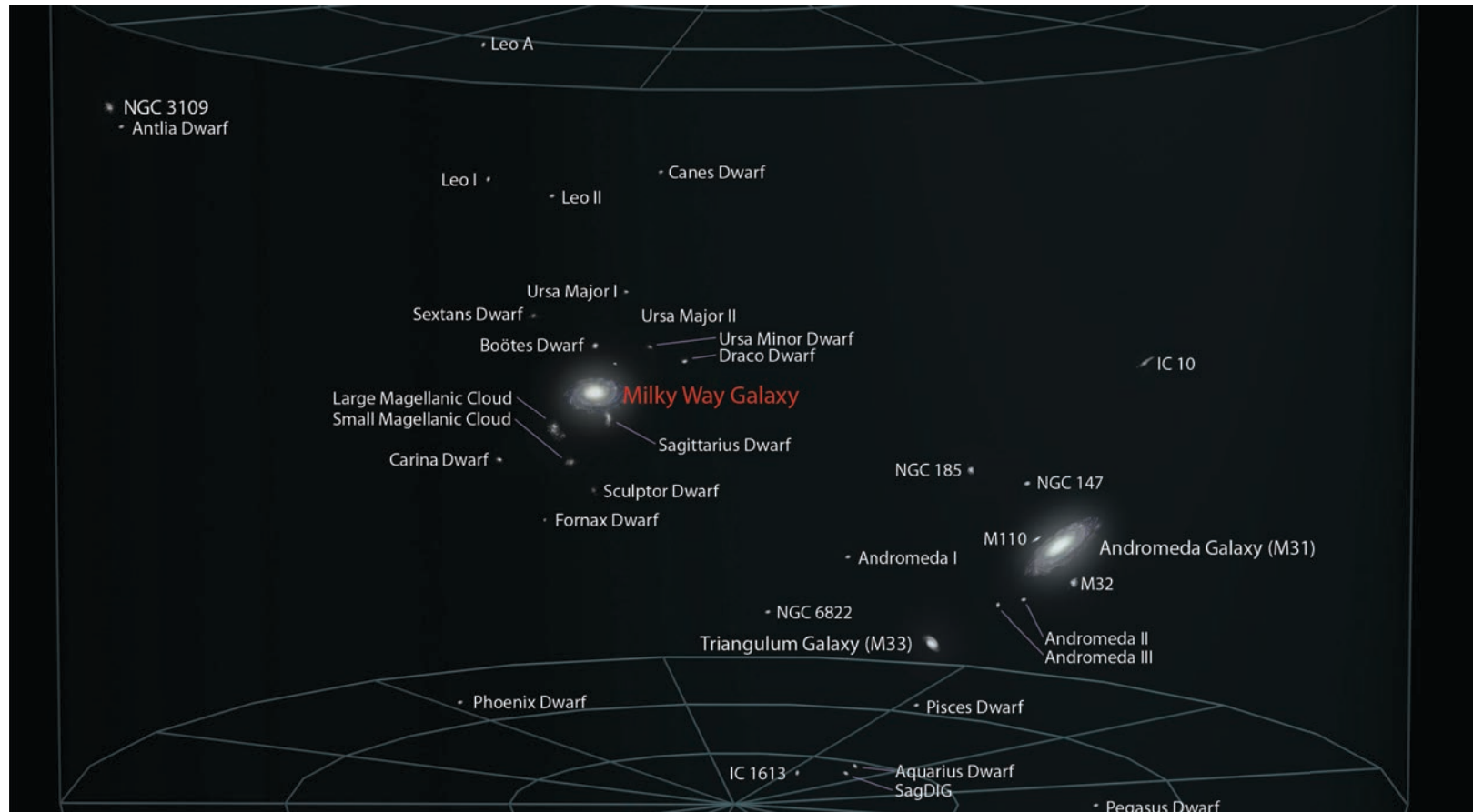
Mapa com 50.000 anos luz de distância do Sol



200 bilhões estrelas

O *Grupo Local* de galáxias

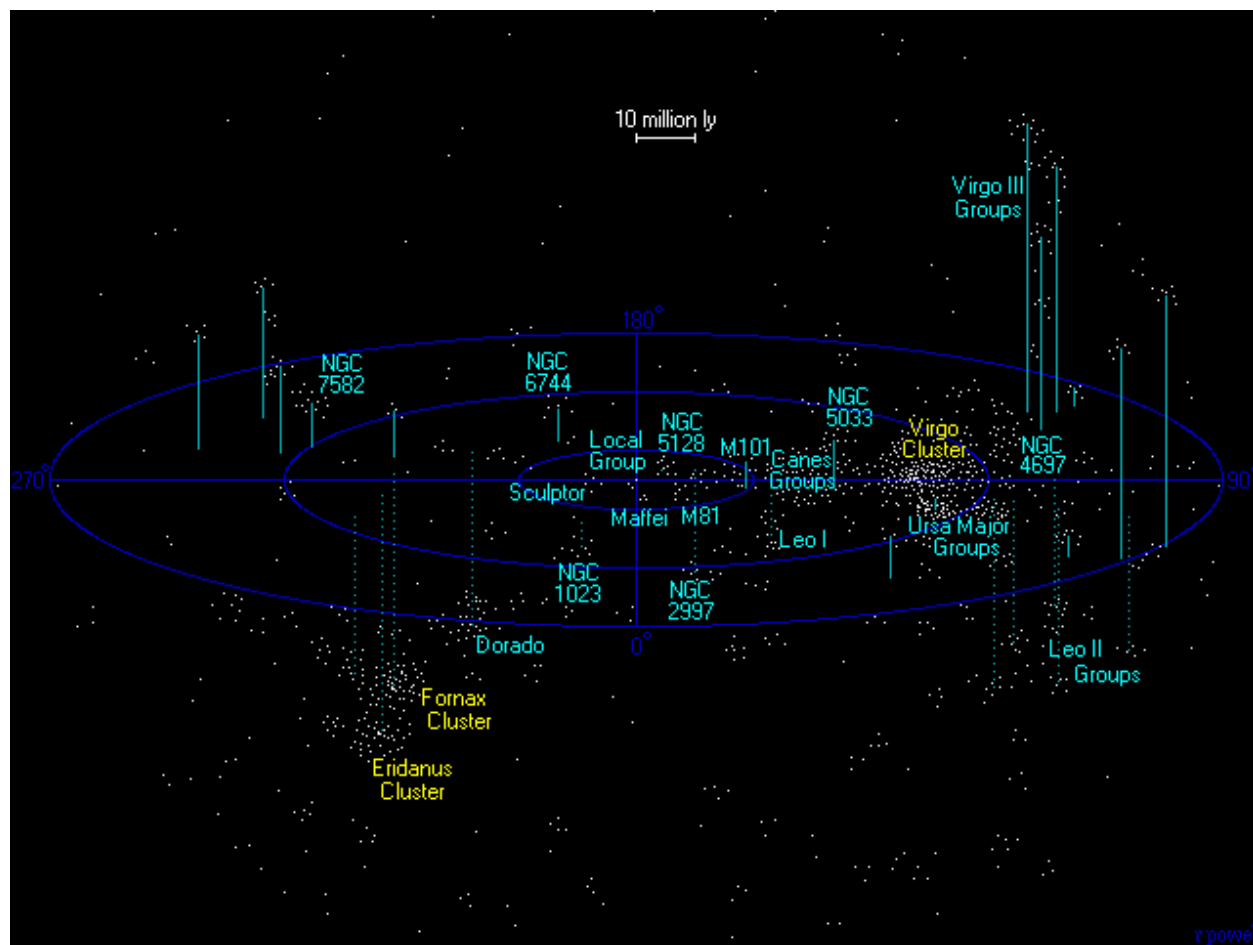
Mapa com 5 milhões de anos luz de distância do Sol



3 galáxias grandes; 36 galáxias anãs; 700 bilhões de estrelas

O Superaglomerado de Virgem

Mapa com 100 milhões de anos luz de distância do Sol



160 grupos de galáxias

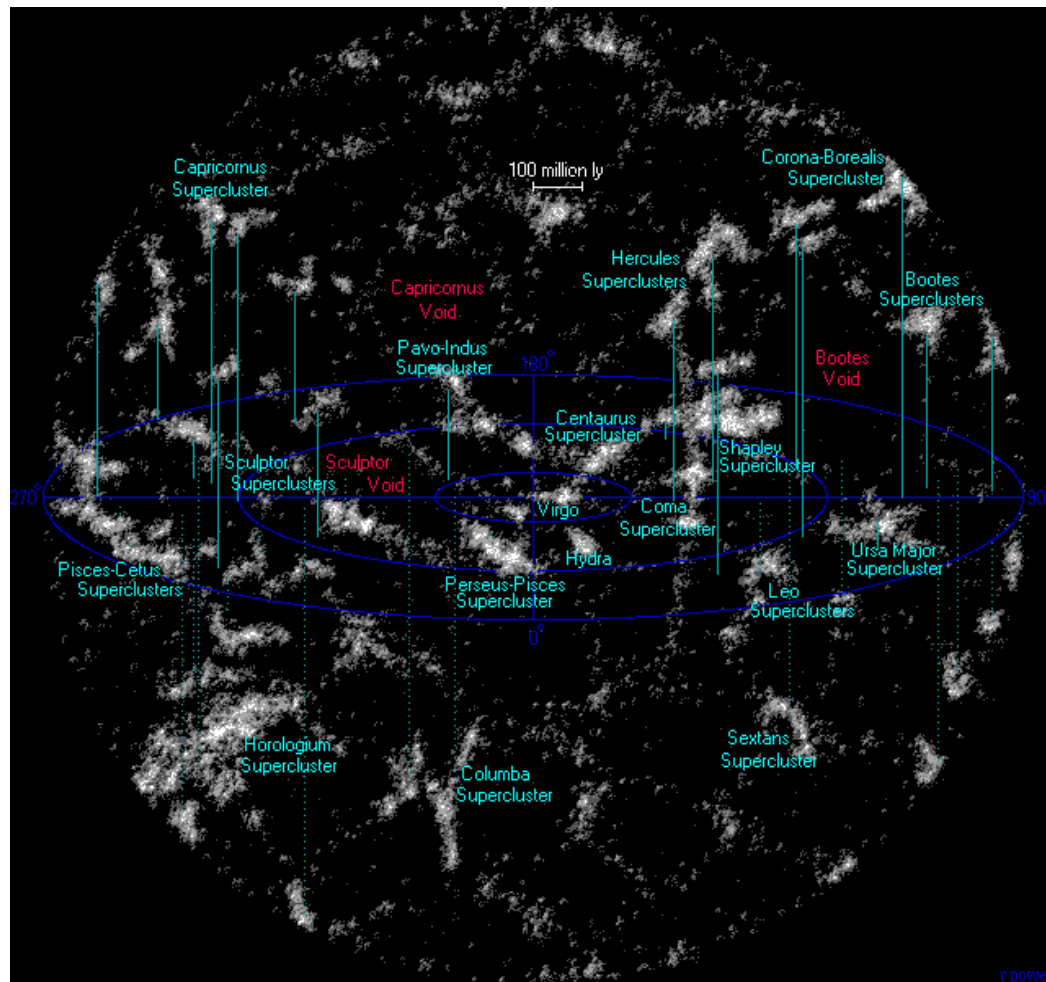
2.500 galáxias grandes

25.000 galáxias anãs

500 trilhões de estrelas

Superaglomerados mais próximos

Mapa com 1 bilhão de anos luz de distância do Sol



7% do universo visível

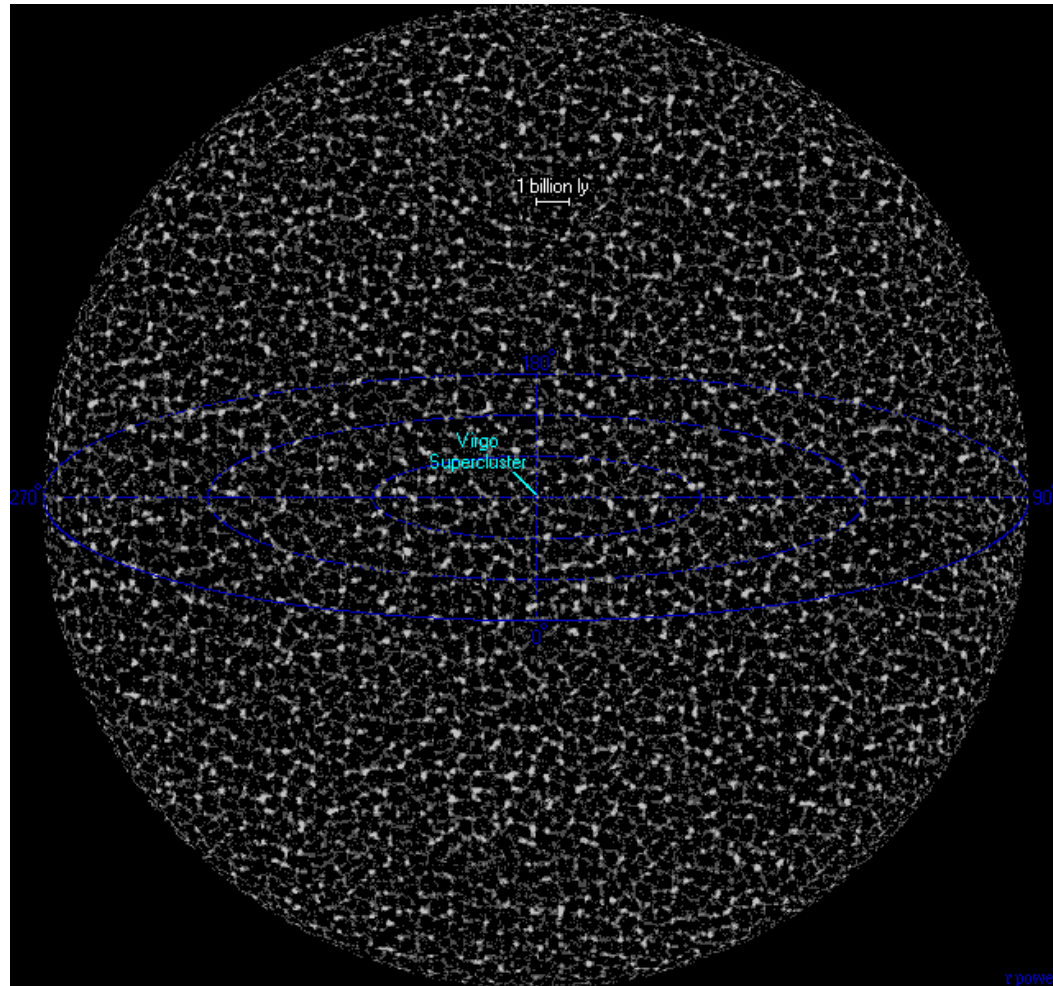
80 superaglomerados

3 milhões de galáxias grandes

500 milhões de bilhões de estrelas

O Universo Visível

Mapa com 14 bilhões de anos luz de distância do Sol



100% do universo visível

270.000 superaglomerados

10 bilhões de galáxias grandes

2.000 bilhões de bilhões de estrelas

Origem e evolução do Universo

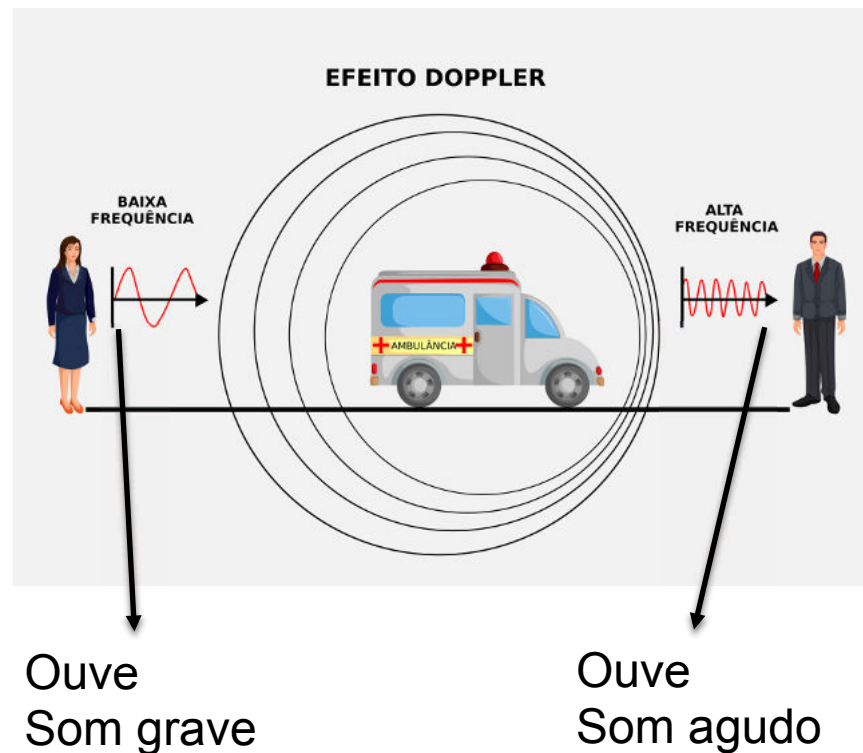
- Descobertas de Edwin Hubble:
 - Descobriu que algumas “nebulosas” eram na verdade galáxias fora da Via Láctea (1923).
 - **Universo em expansão:** em 1929, mostrou que as galáxias se afastam em grande velocidade e que a velocidade aumenta com a distância (com base no **efeito Doppler**).



Edwin Hubble

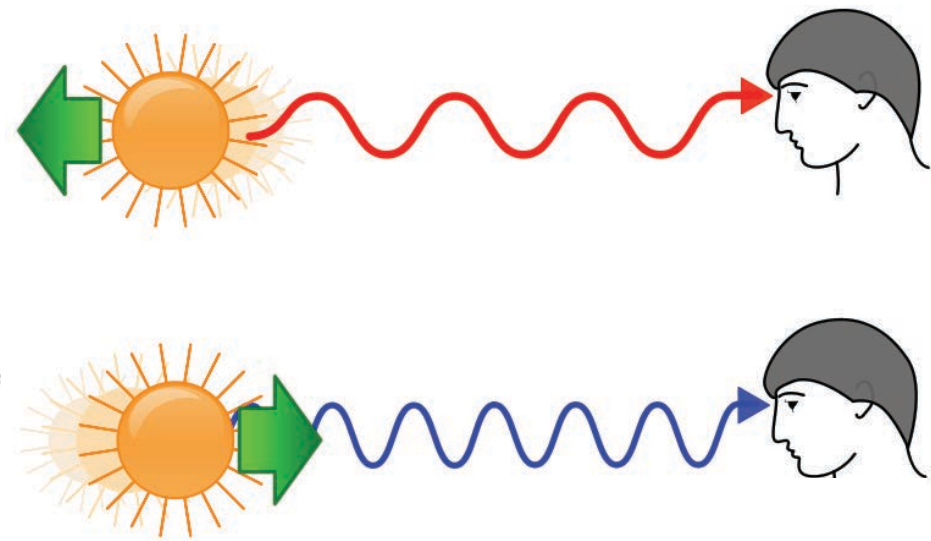
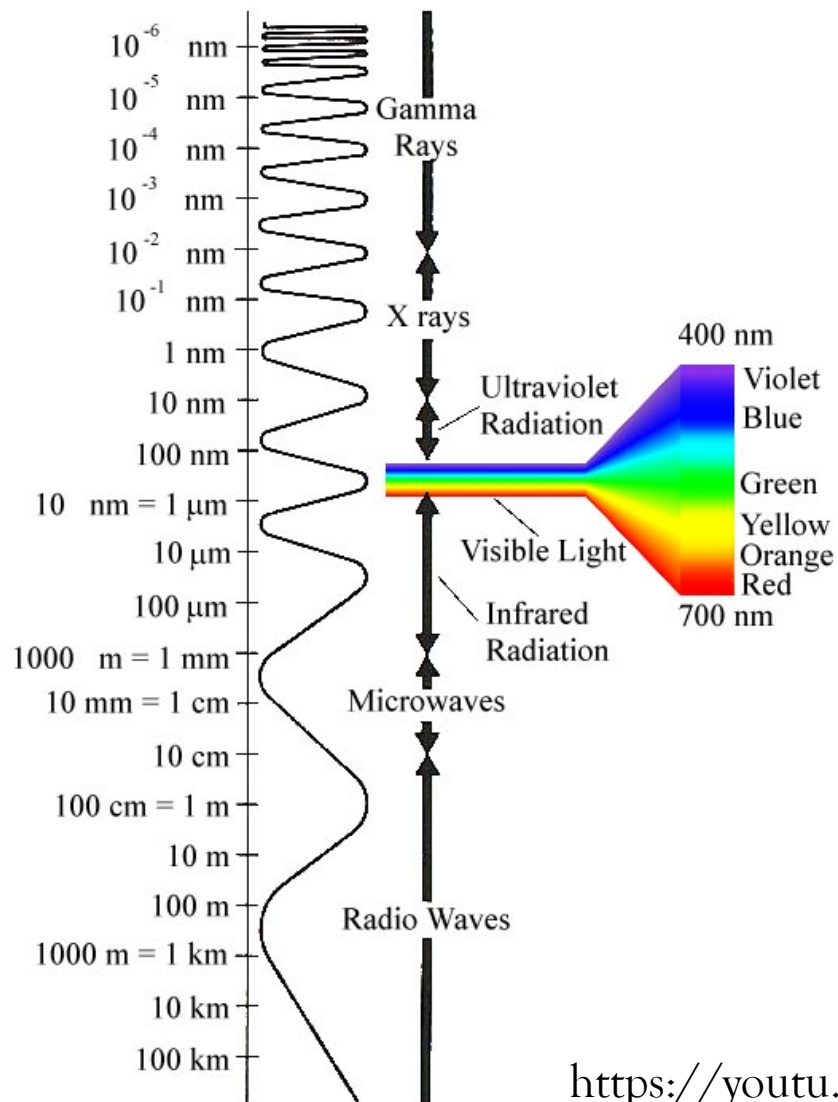
Efeito Doppler

Exemplo para ondas sonoras:



Fenômeno ondulatório caracterizado pela mudança do comprimento de onda ou da frequência de uma onda emitida por uma fonte que se movimenta em relação a um observador.

Efeito Doppler



Ondas eletromagnéticas

<https://youtu.be/gVZwdYZqCUI?si=usdfEG2iRy0ZuKOx>

Origem e evolução do Universo

- Se o universo não é estático:

⇒ ele evolui e

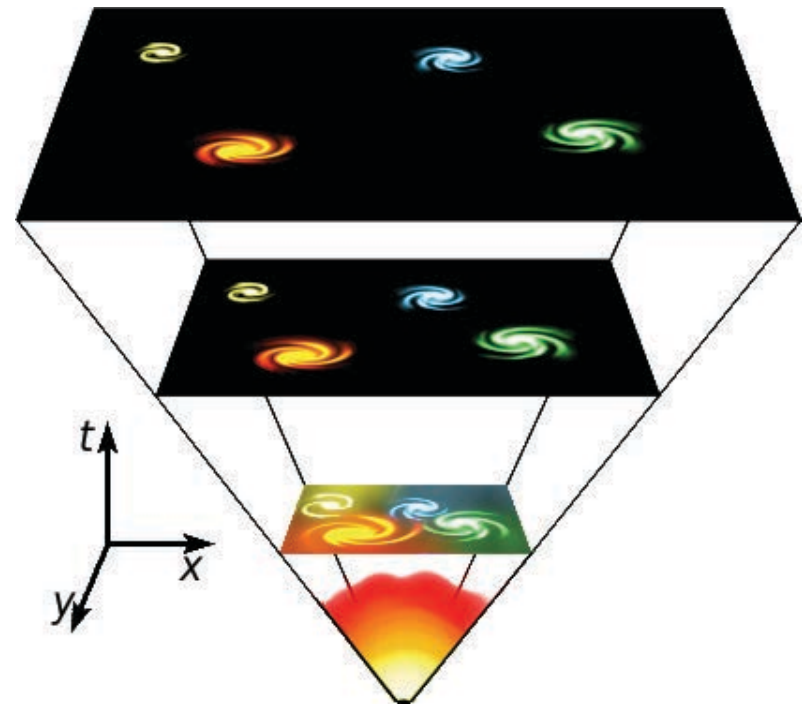
⇒ tem uma história.

- “Se rebobinássemos o filme” do universo teríamos:

⇒ galáxias mais próximas

⇒ mais denso

⇒ mais quente

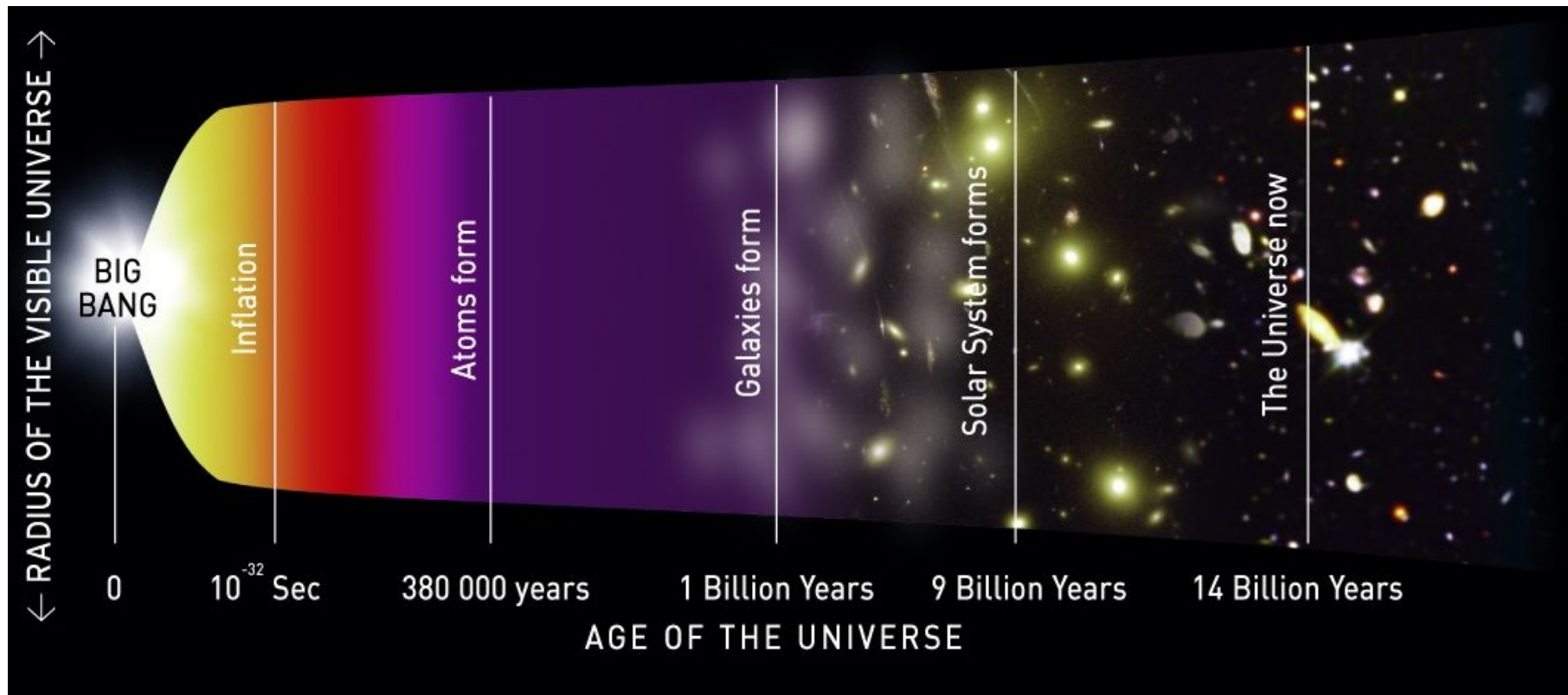


Origem e evolução do Universo:

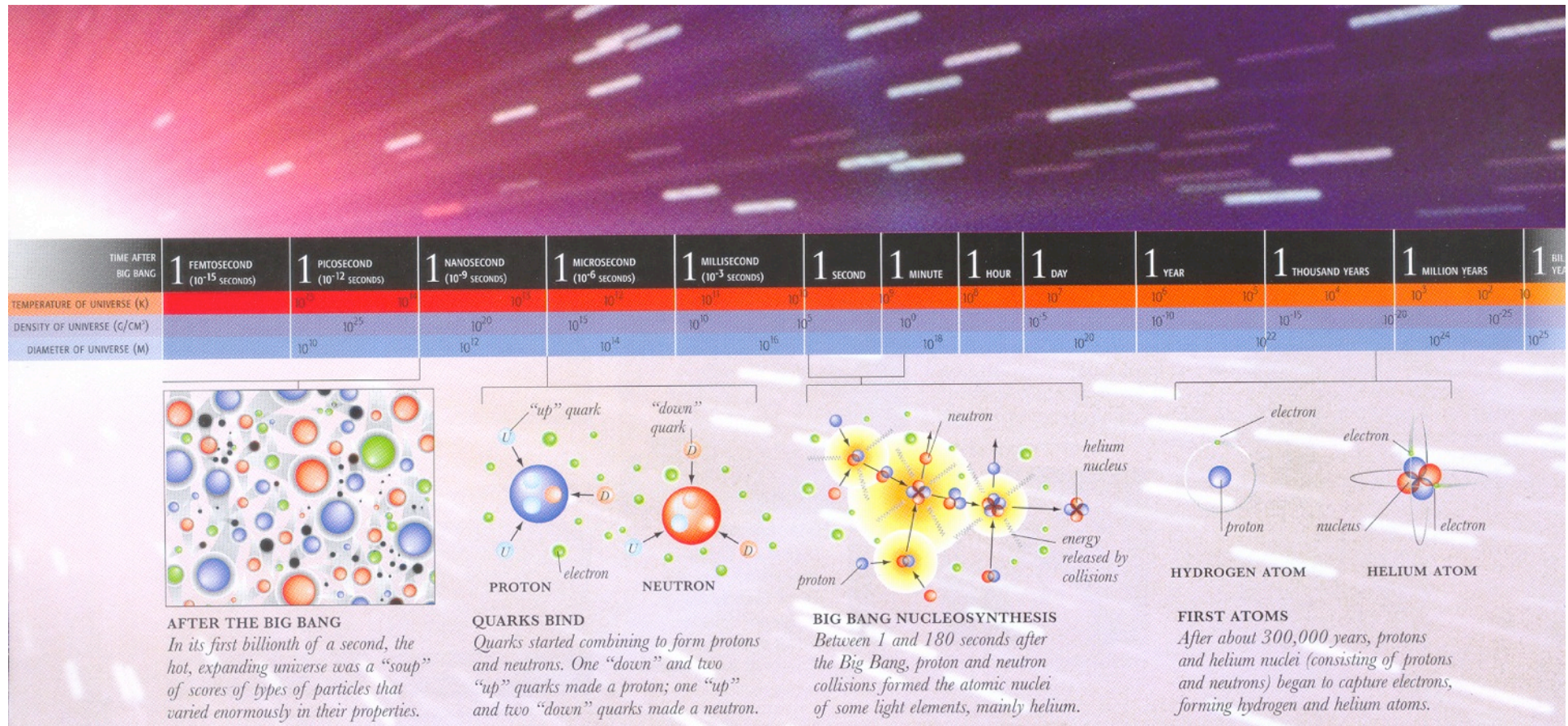
Teoria do *Big Bang*

- Teoria do *Big Bang* ou *Modelo Cosmológico Padrão*:
 - Proposta por George Gamov (1904-1968)
 - O Universo teria início em um ponto singular reunindo toda a matéria e energia do Universo – pequeno, quente e denso
- Com base na teoria da relatividade geral de Einstein e em dados observacionais, é possível estimar a idade do universo: *14 bilhões de anos*.

Origem e evolução do Universo: Teoria do *Big Bang*



Origem e evolução do Universo: Teoria do *Big Bang*



Origem e evolução do Universo:

Teoria do *Big Bang*

- Existem outras evidências (além do afastamento das galáxias) que fundamentam a Teoria do *Big Bang*?
 - Radiação cosmológica de fundo
 - Abundância dos elementos químicos leves (principalmente H e He)
 - Física de partículas sub-atômicas (ex. *Large Hadron Collider* – LHC na Suíça)

Composição do universo

- Hidrogênio 74%
- Hélio 24%
- Os elementos leves (H, He, Li) são os mais abundantes porque foram formados logo após o *Big Bang - nucleossíntese do Big Bang*. Os elementos mais pesados foram formados posteriormente, nas estrelas e supernovas