



ANO INTERNACIONAL DA
ASTRONOMIA 2009

O UNIVERSO PARA VOCÊ DESCOBRIR



O Lado Escuro do Universo

Thaisa Storchi Bergmann

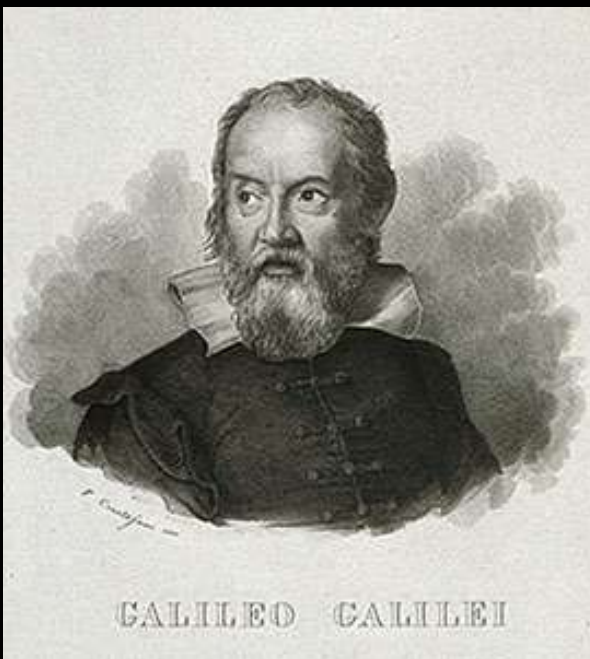
Departamento de Astronomia, Instituto de
Física, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil



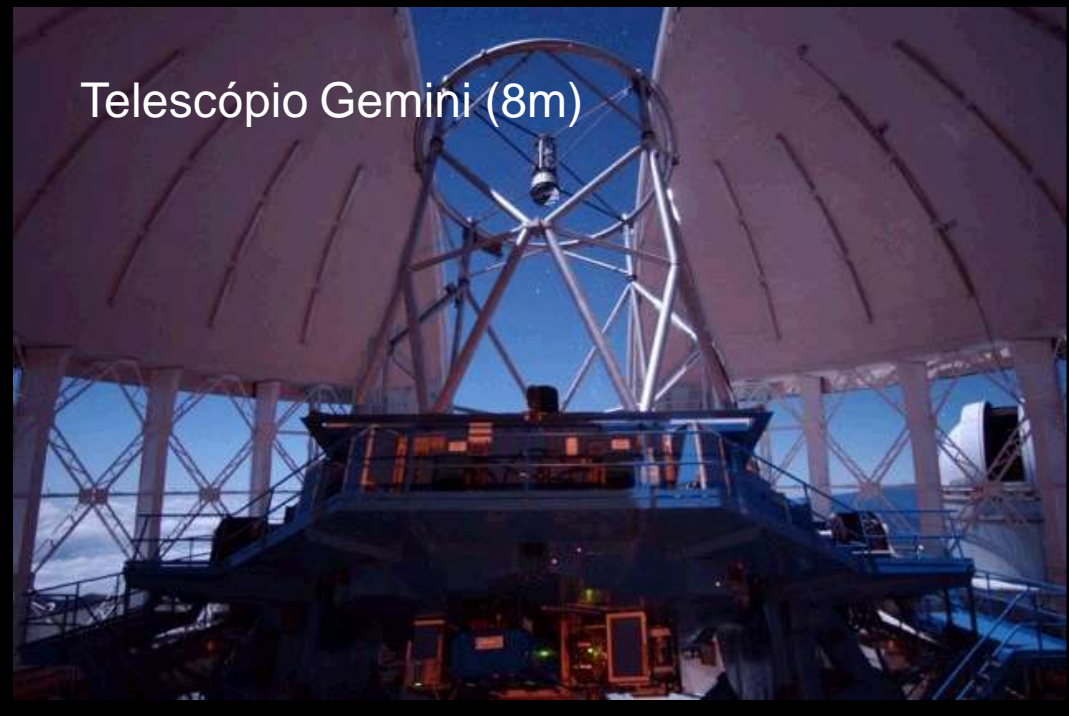
Em 400 anos



Telescópio de Galileu (lente 4cm) →



Telescópio Espacial Hubble (2.4m)



Telescópio Gemini (8m)

O que descobrimos em 400 anos?

O Conteúdo do Universo

O Universo que conhecemos: planetas, estrelas, galáxias

Tamanhos no Universo

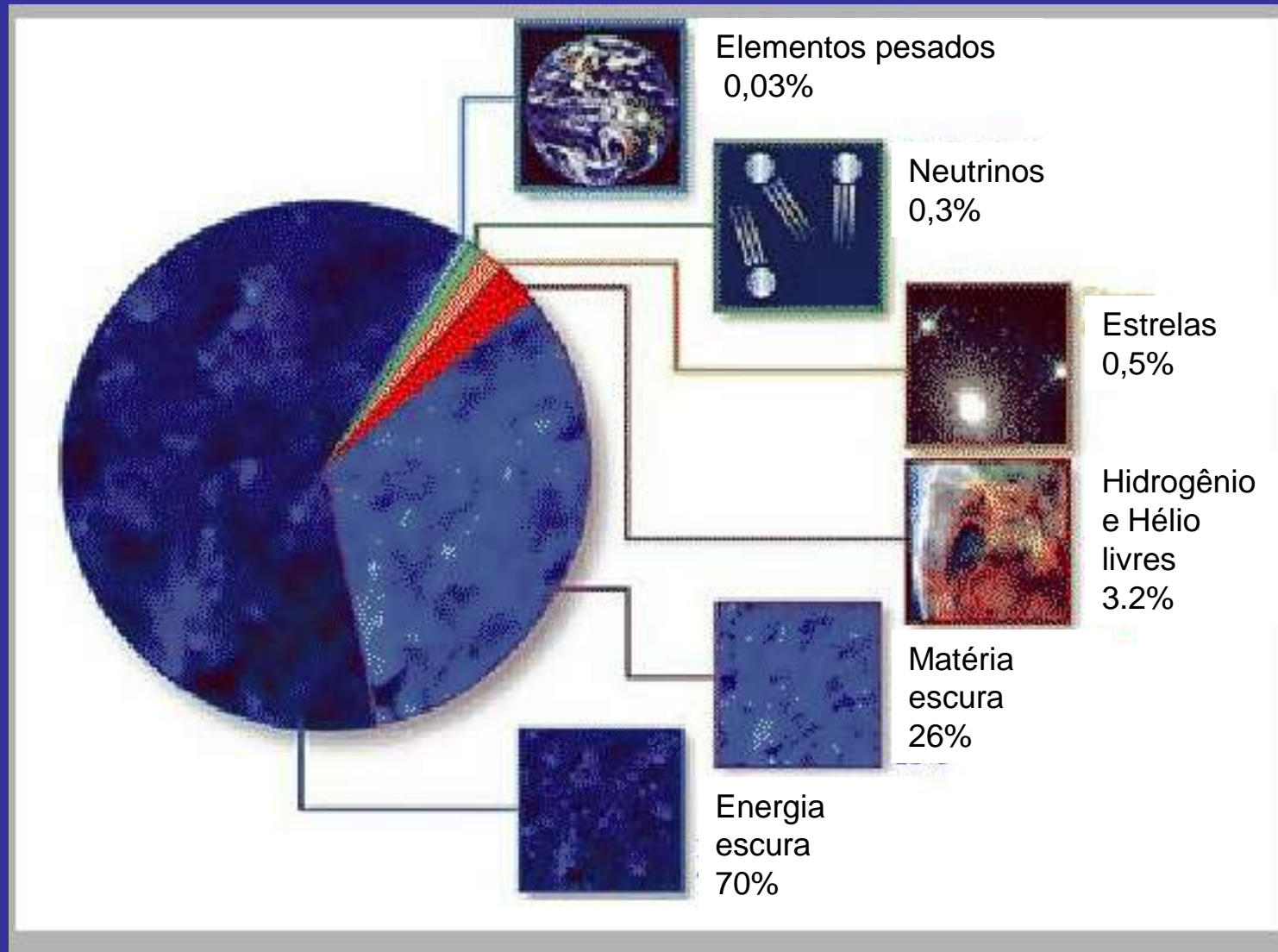
Nosso endereço no Universo

O Universo que não conhecemos: A matéria escura

O Universo que não conhecemos: A energia escura

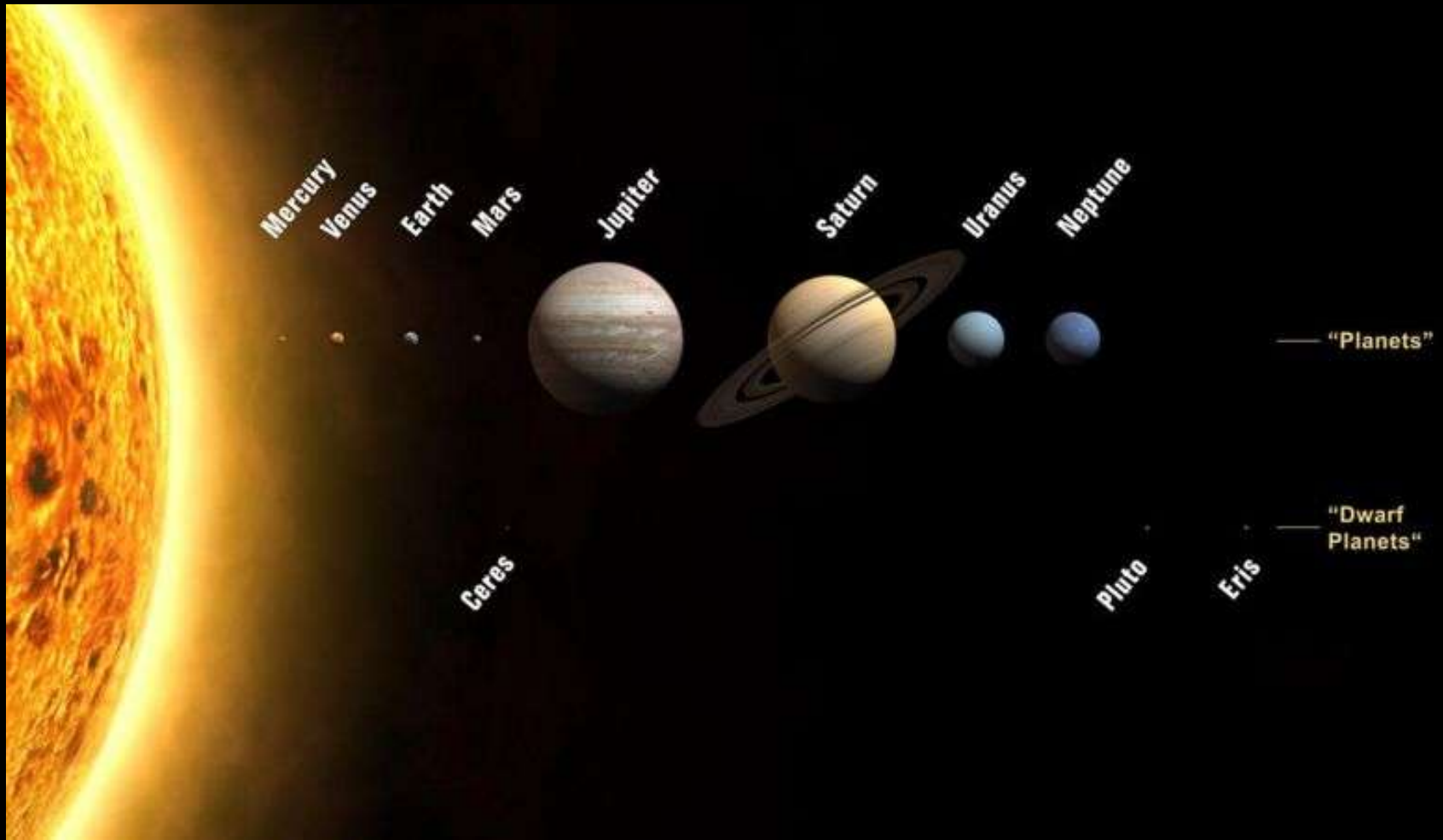
O Passado e o Futuro do Universo

“Conteúdo do Universo”



Não conhecemos natureza da matéria e energia escuras, ou seja, de **96%** do Universo!

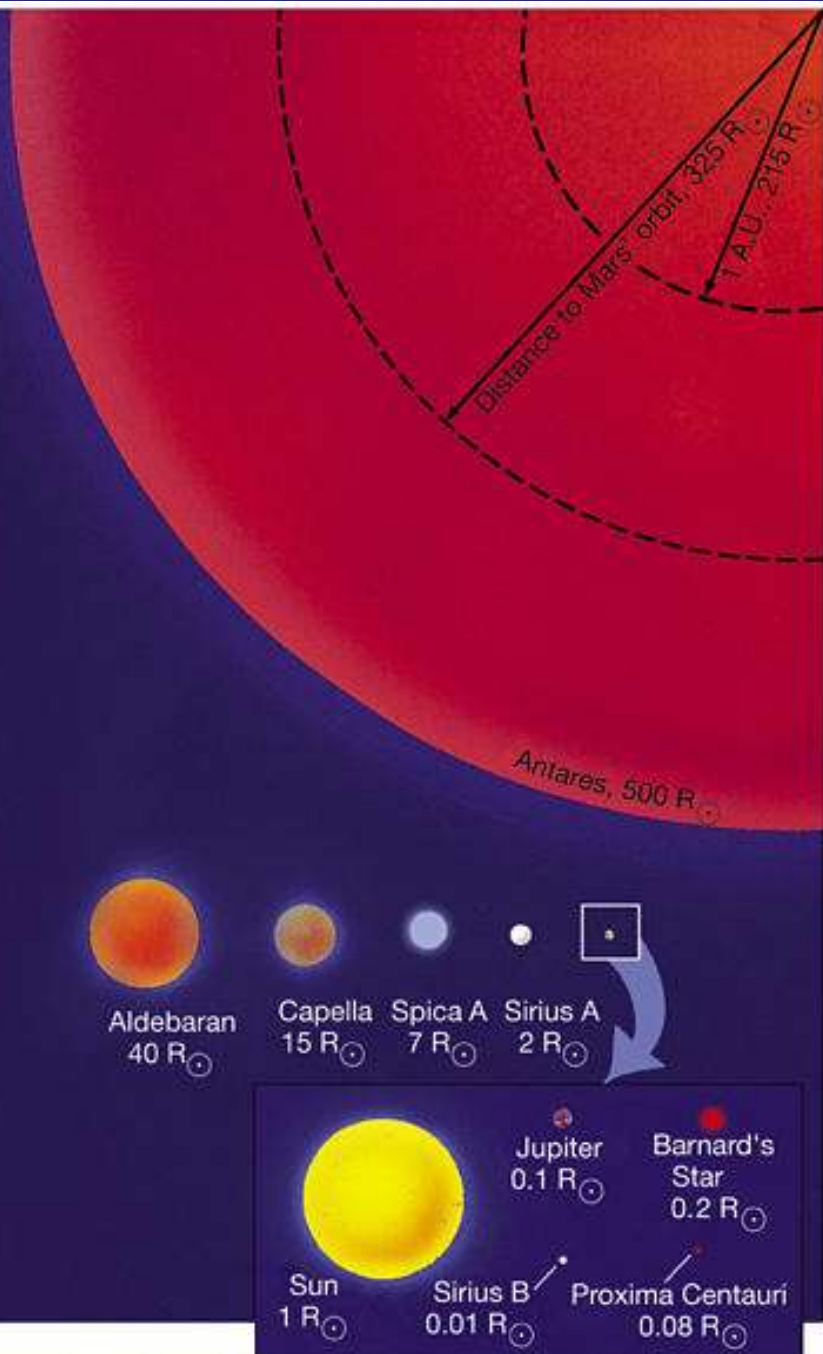
O Universo que conhecemos: o Sistema Solar



Planetas extra-solares: já foram descobertos mais de 300

O Universo que conhecemos: as estrelas

- Existem cerca de 100 bilhões de estrelas na nossa galáxia
- Existem cerca de 100 bilhões de galáxias no Universo
- Existem 10^{22} estrelas no Universo



O Universo que conhecemos: as nebulosas

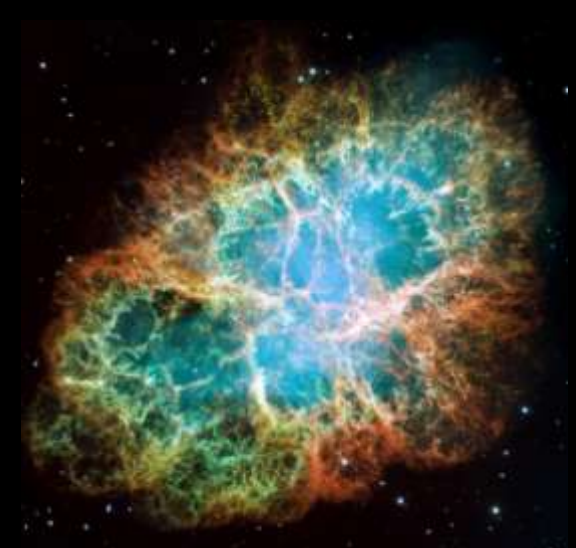


Orion Nebula Mosaic HST · WFPC2
PRC95-45a · ST ScI OPO · November 20, 1995
C. R. O'Dell and S. K. Wong (Rice University), NASA

Berçário de estrelas



Nebulosa Planetária:
fim da vida de uma
estrela como o Sol



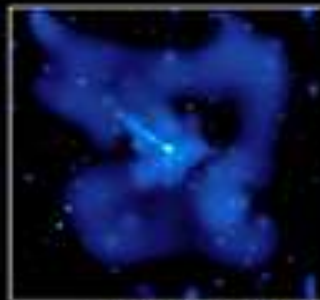
Explosão de supernova:
fim da vida de uma estrela
massiva -> formação de
estrelas de neutrons e
buracos negros

O Universo que conhecemos: as galáxias



Galáxias são formadas por bilhões de estrelas e por nuvens de gás e poeira. Maioria tem buraco negro supermassivo no seu centro

Rádio-galáxia Centauro A:
um buraco negro
supermassivo em ação -
jatos



CHANDRA X-RAY



DSS OPTICAL



NRAO RADIO
CONTINUUM



NRAO RADIO
(21-CM)

O Universo que conhecemos: os aglomerados de galáxias



Aglomerados de galáxias contêm milhares de galáxias, mas maior quantidade de massa visível está na forma de gás quente que emite em raios-X (satélite Chandra)

O Universo que conhecemos: as galáxias mais distantes



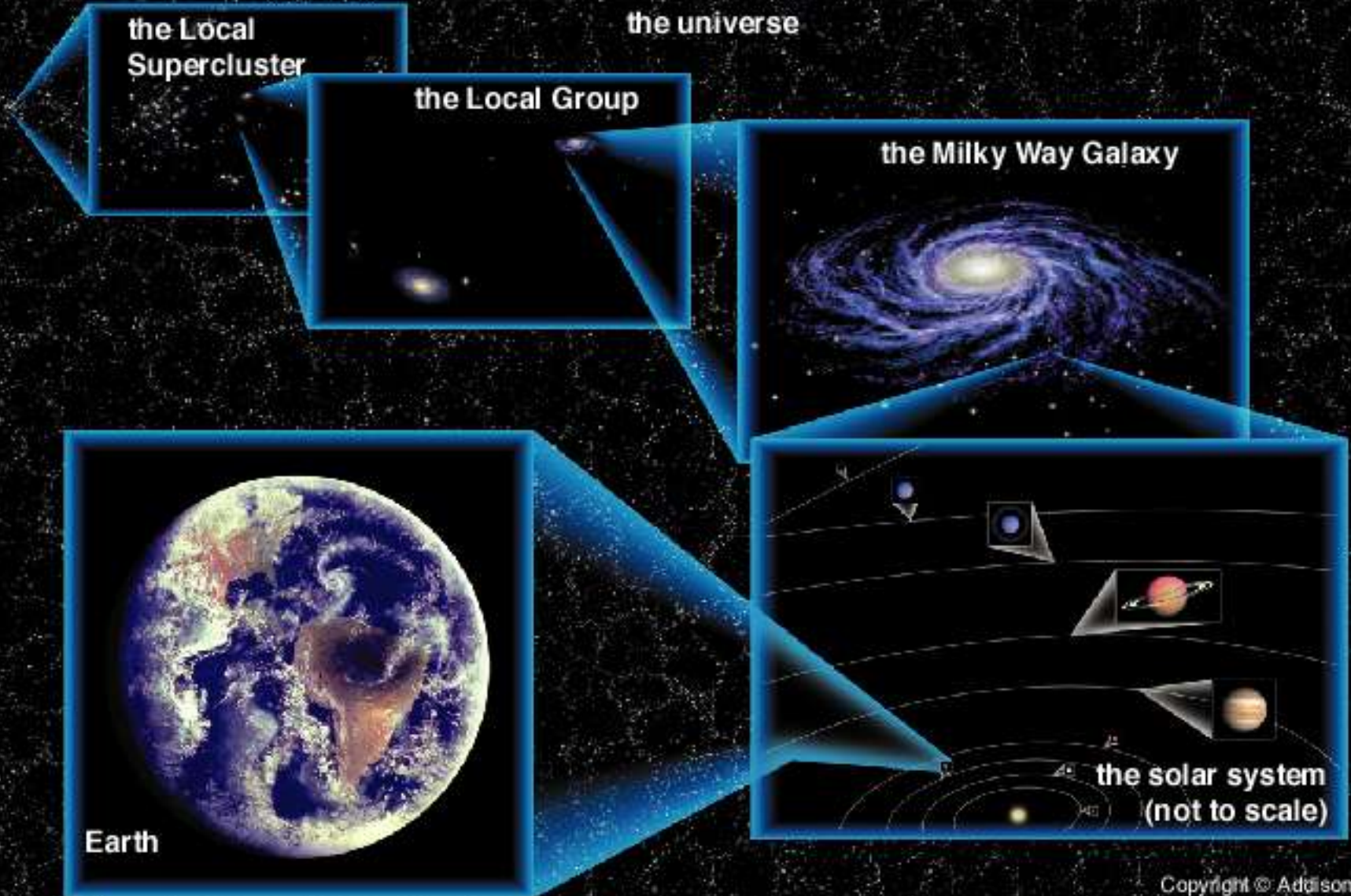
O Campo ultra-profundo do Hubble (Telescópio Espacial): o telescópio ficou vários dias apontando para uma região “vazia” do céu – imagens de galáxias na infância do Universo quando tinha menos de 10% da sua idade.

As distâncias astronômicas

Ano-Luz (a.l. – distância que a luz viaja em um ano):
 $300.000 \text{ km/s} \times 365,25 \text{ dias/ano} \times 24 \text{ horas/dia} \times 3600 \text{ s/hora} = 9,5 \times 10^{12} \text{ km} = 9,5 \text{ trilhões de km}$

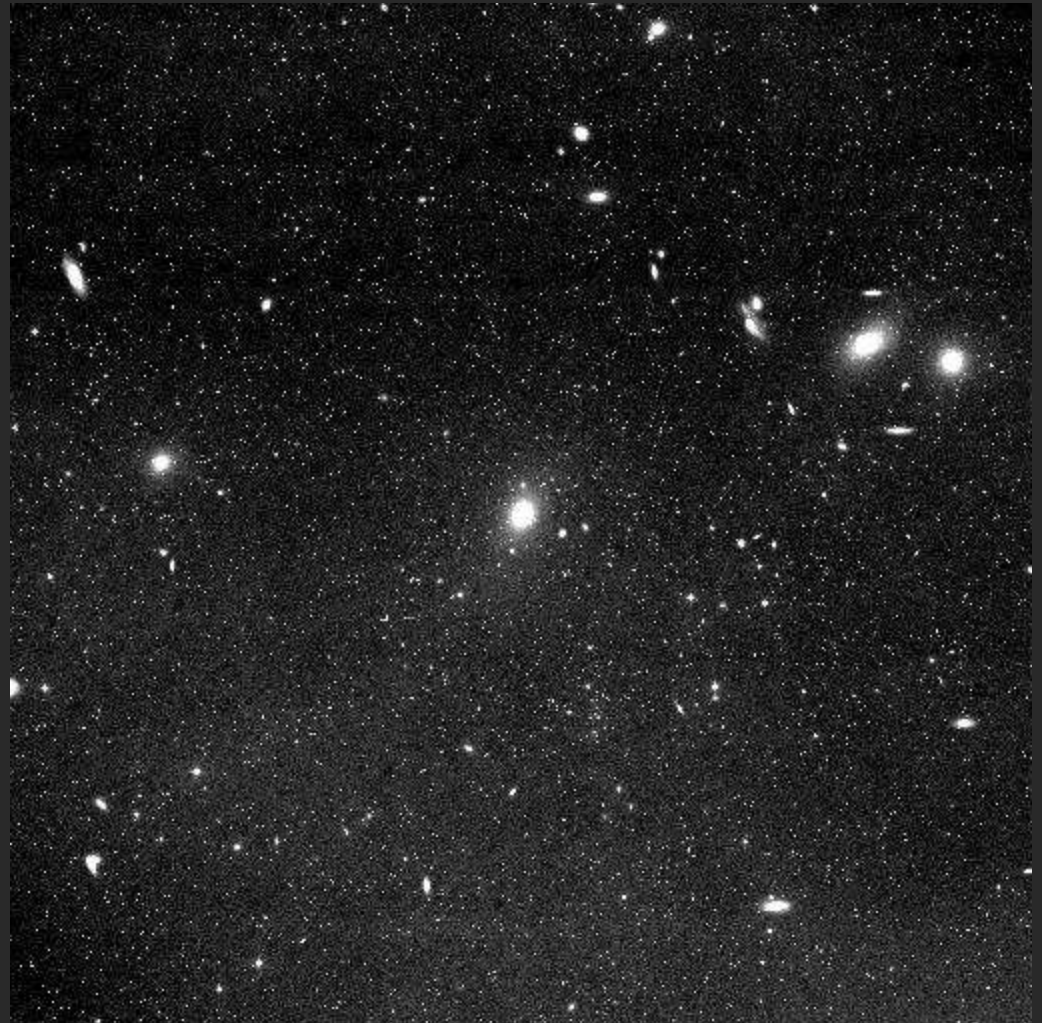
- A Terra está a 8 minutos-luz do Sol
- Plutão está a 5 horas-luz do Sol
- A estrela mais próxima está a 4 anos-luz do Sol
- Diâmetro da Via Láctea é de 100 000 anos-luz
- Andrômeda está a 3 000 000 de anos-luz
- Aglomerados de galáxias distantes: bilhões de anos-luz
- Galáxias mais distantes: 10 bilhões de anos-luz

Nosso endereço no Universo:

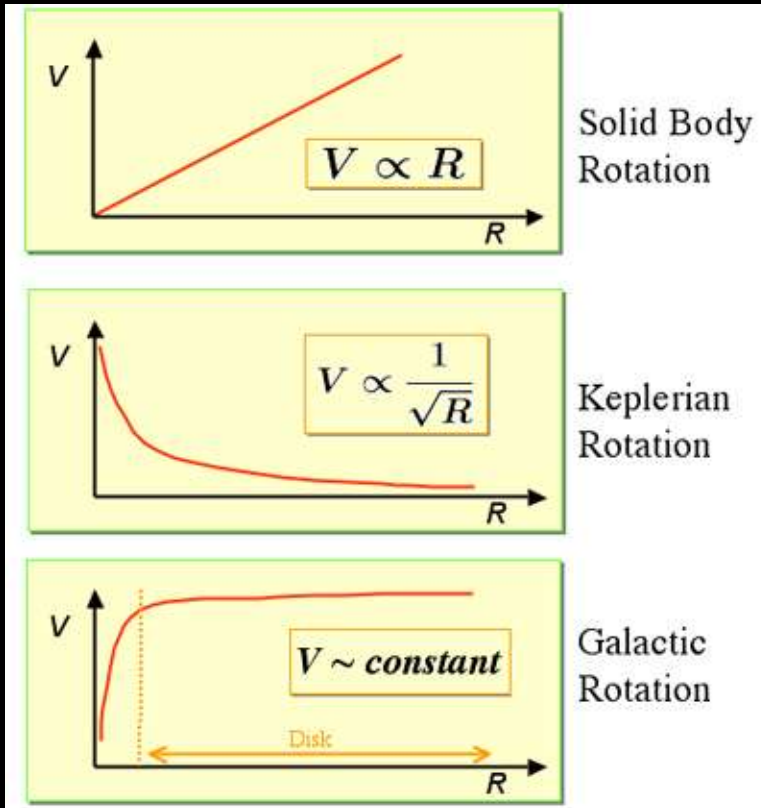


Viagem até o Aglomerado de Virgem

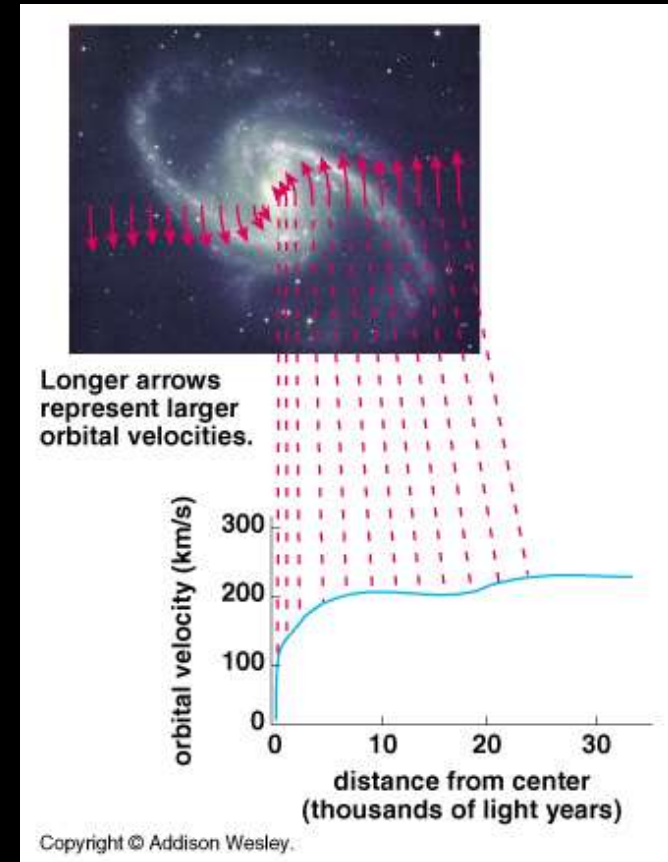
- O Aglomerado de Virgem: 60 milhões de anos-luz: maior concentração de massa do Universo Local.
- 2000 galáxias; centro do superaglomerado local que contém o Grupo Local que está sendo atraído por ele. No seu centro: galáxia ativa M87, uma gigante elíptica.



Matéria Escura: evidência observacional (1) – movimento de rotação das estrelas nas galáxias



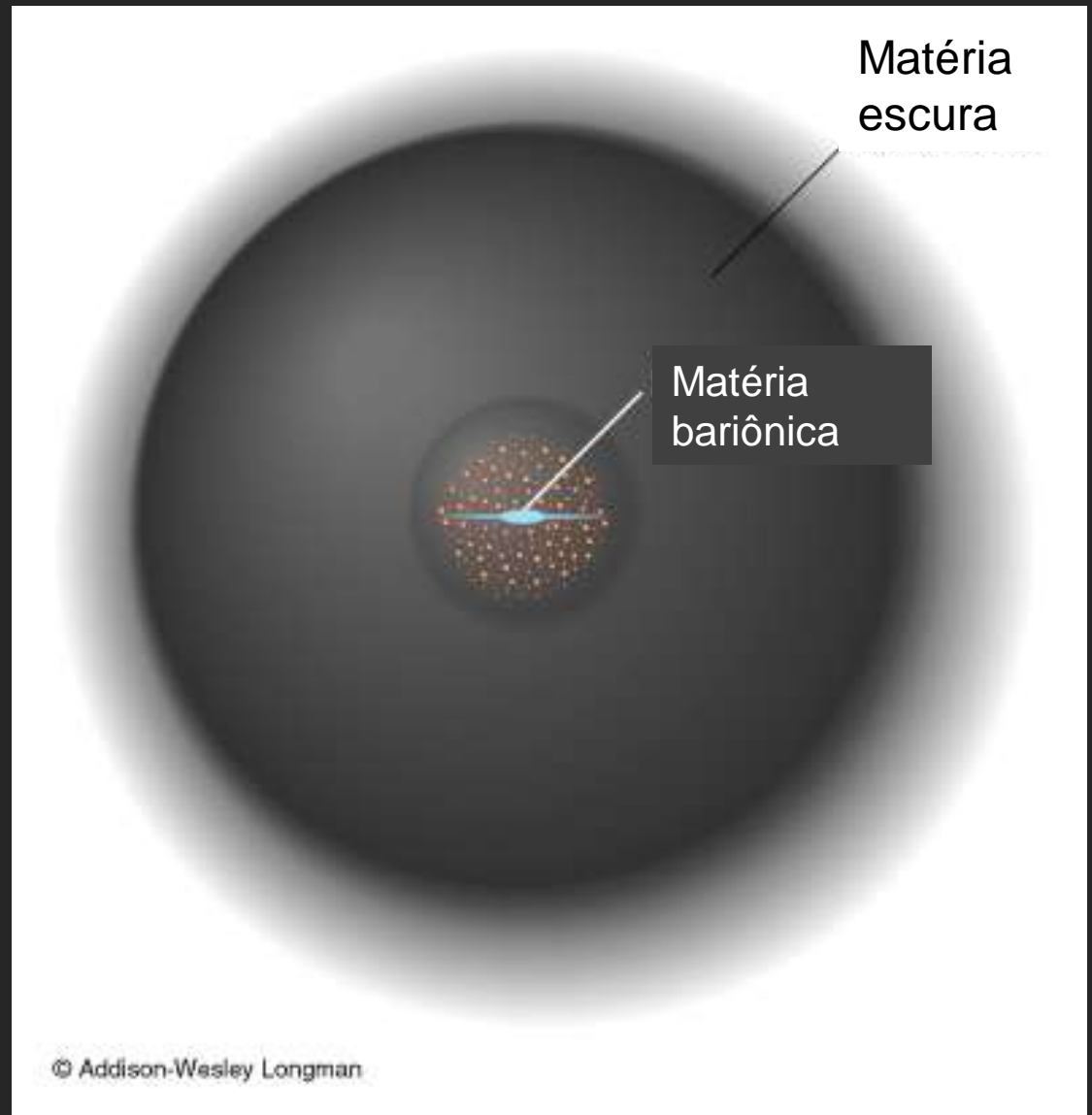
Fonte: Cosmos, SAO



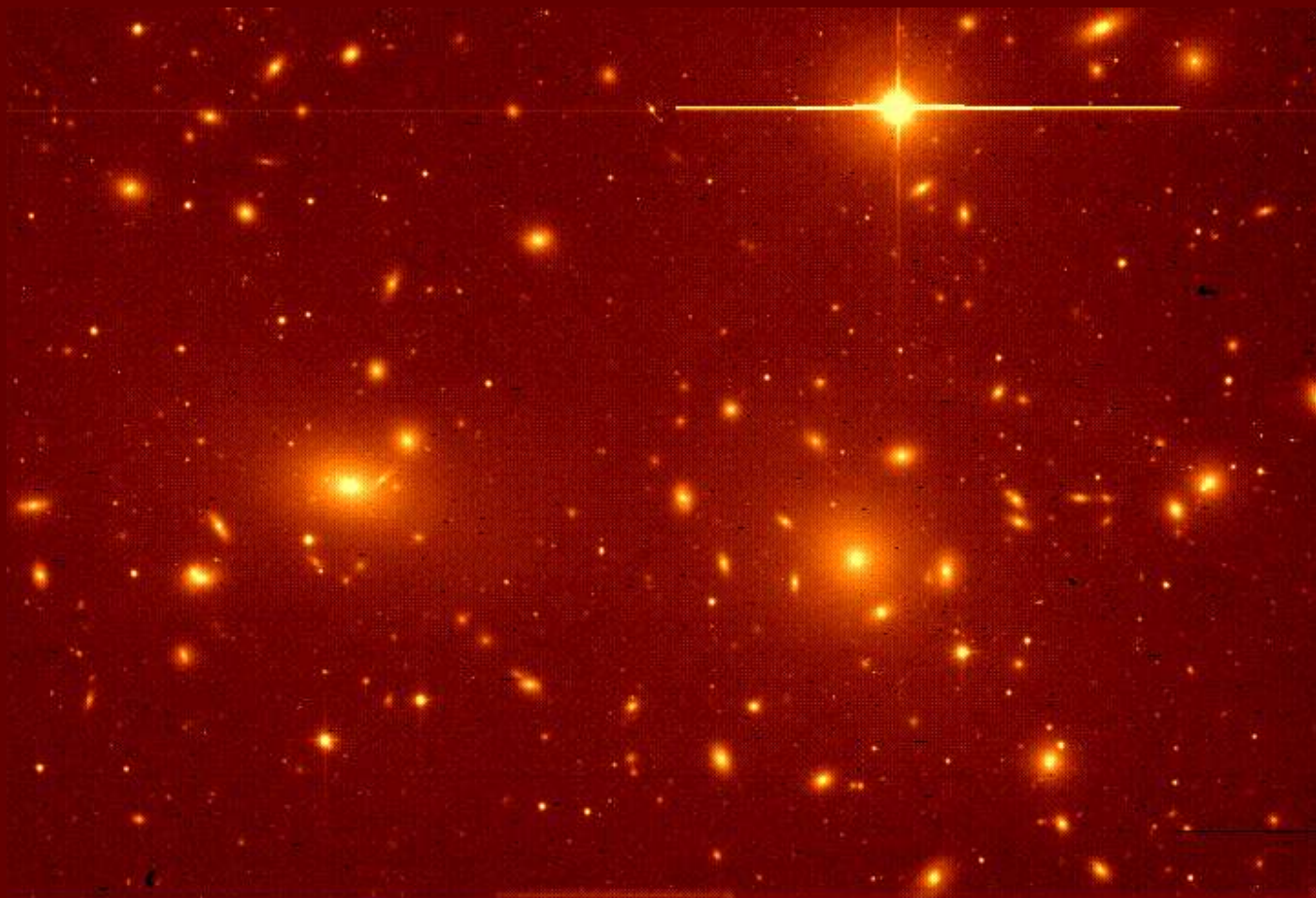
Estrelas nas bordas externas das galáxias têm velocidades orbitais maiores do que pode ser explicado pela massa interna da galáxia: $V^2 = GM/R$ (rotação Kepleriana). **É preciso mais massa!**

Matéria Escura: onde se encontra

Halo de matéria escura, com massa 6 vezes maior do que a da matéria bariônica (a que conhecemos).

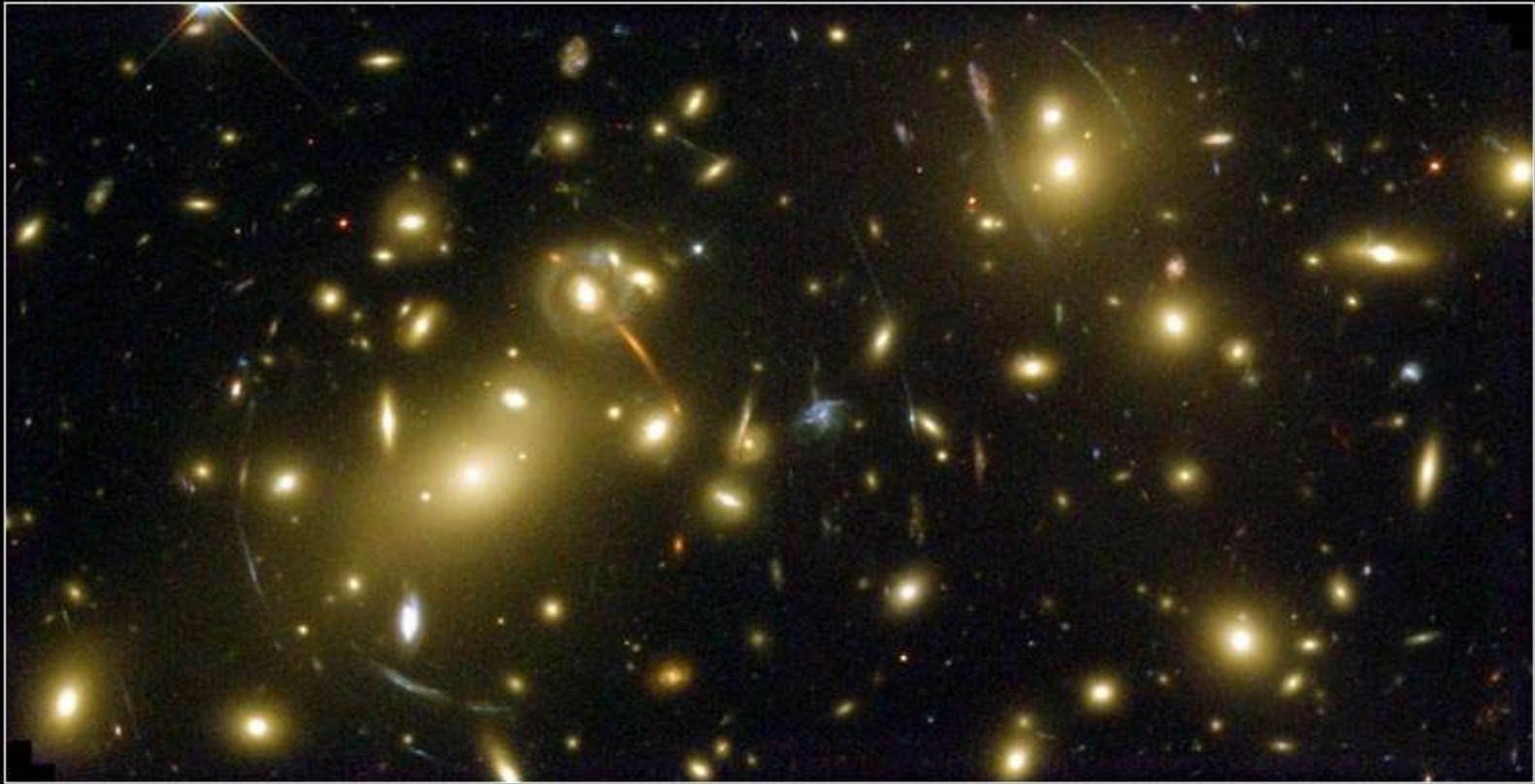


Matéria Escura: evidência observacional (2) – movimento das galáxias em aglomerados



Ex.: Aglomerado de Coma. Velocidade orbital das galáxias é maior do que a esperada se a massa fosse só devido às galáxias observadas + gás -> é necessário 6 vezes mais matéria, que não é visível

Matéria Escura: evidência observacional (3) – lentes gravitacionais



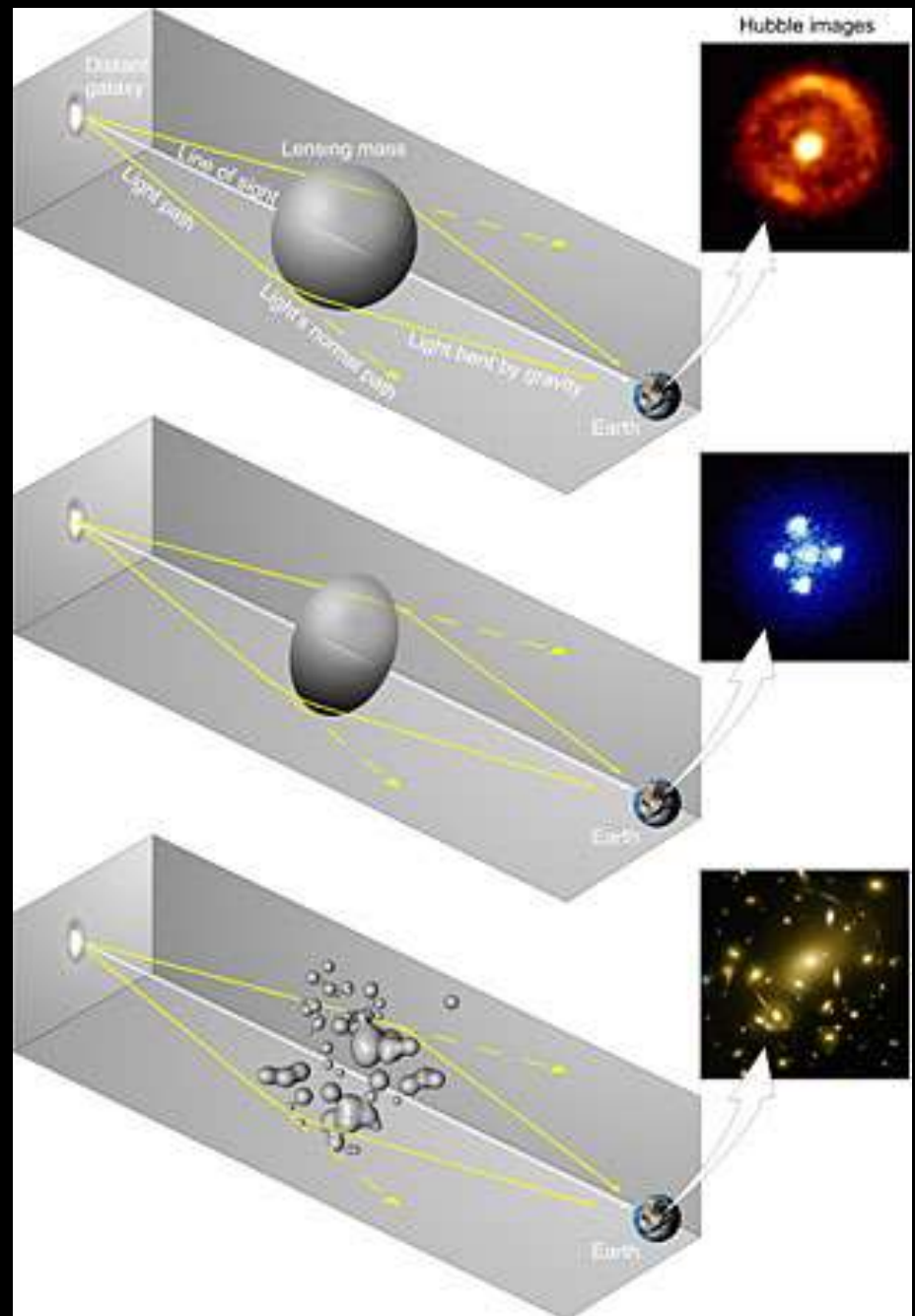
Galaxy Cluster Abell 2218

HST • WFPC2

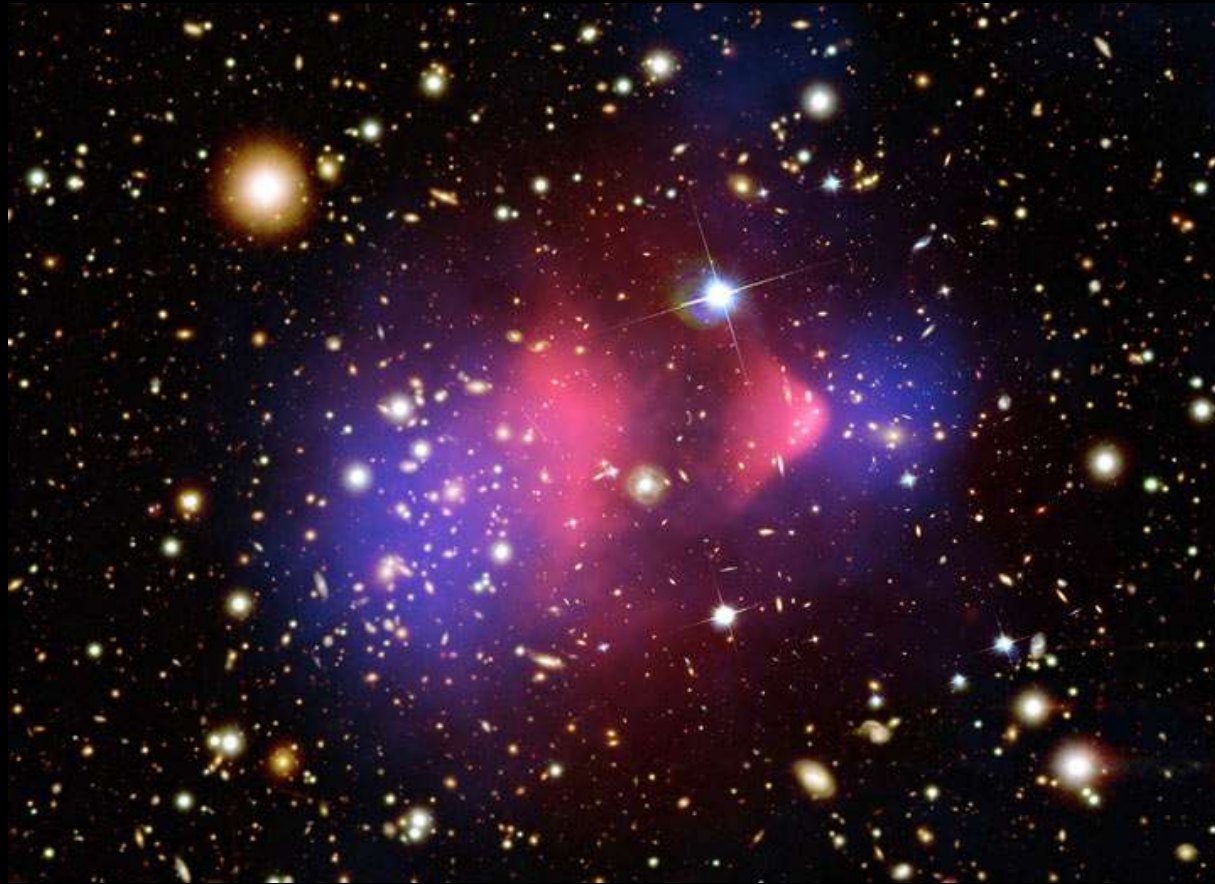
NASA, A. Fruchter and the ERO Team (STScI) • STScI-PRC00-08

Massa do aglomerado distorce e amplifica imagens de galáxias mais distantes (arcos nas imagens). Geometria dos arcos permite calcular massa do aglomerado, que resulta 6 vezes maior do que a massa visível.

Exemplos de Lentes gravitacionais



Matéria Escura: natureza



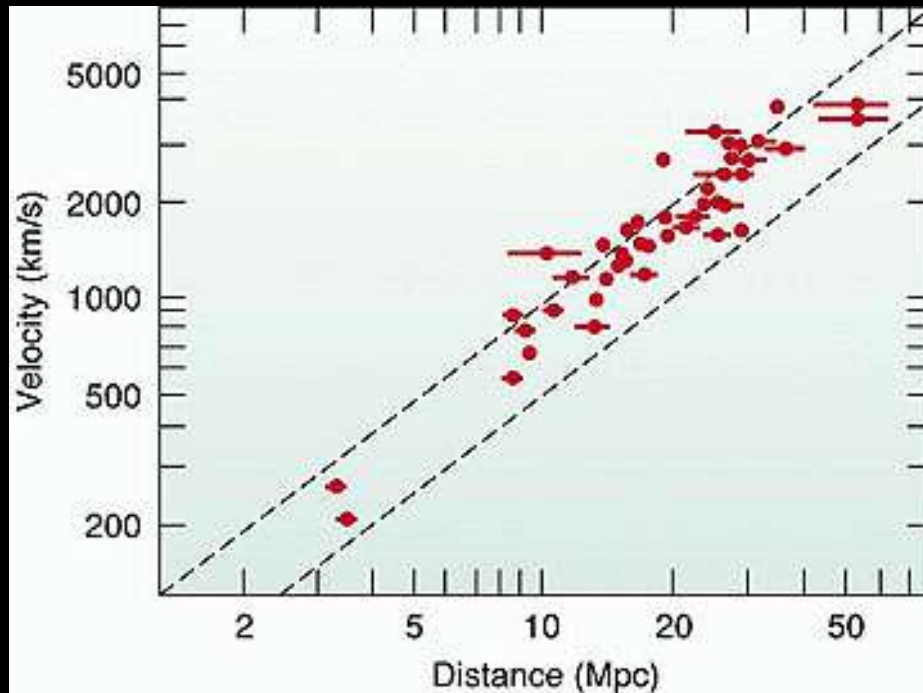
‘Bullet cluster’: colisão de dois aglomerados de galáxias

Luz vermelha: gás (que emite raios-X)

Luz azul: distribuição de matéria escura obtida pelo método de lentes gravitacionais.

Enquanto o gás (matéria bariônica) se retarda pela interação, a matéria escura não interage sugerindo natureza diferente da matéria bariônica (WIMPS?)

Expansão do Universo: grande revolução na física e astronomia, Universo não é estático e imutável



Lei de Hubble: Velocidade das galáxias é proporcional à sua distância

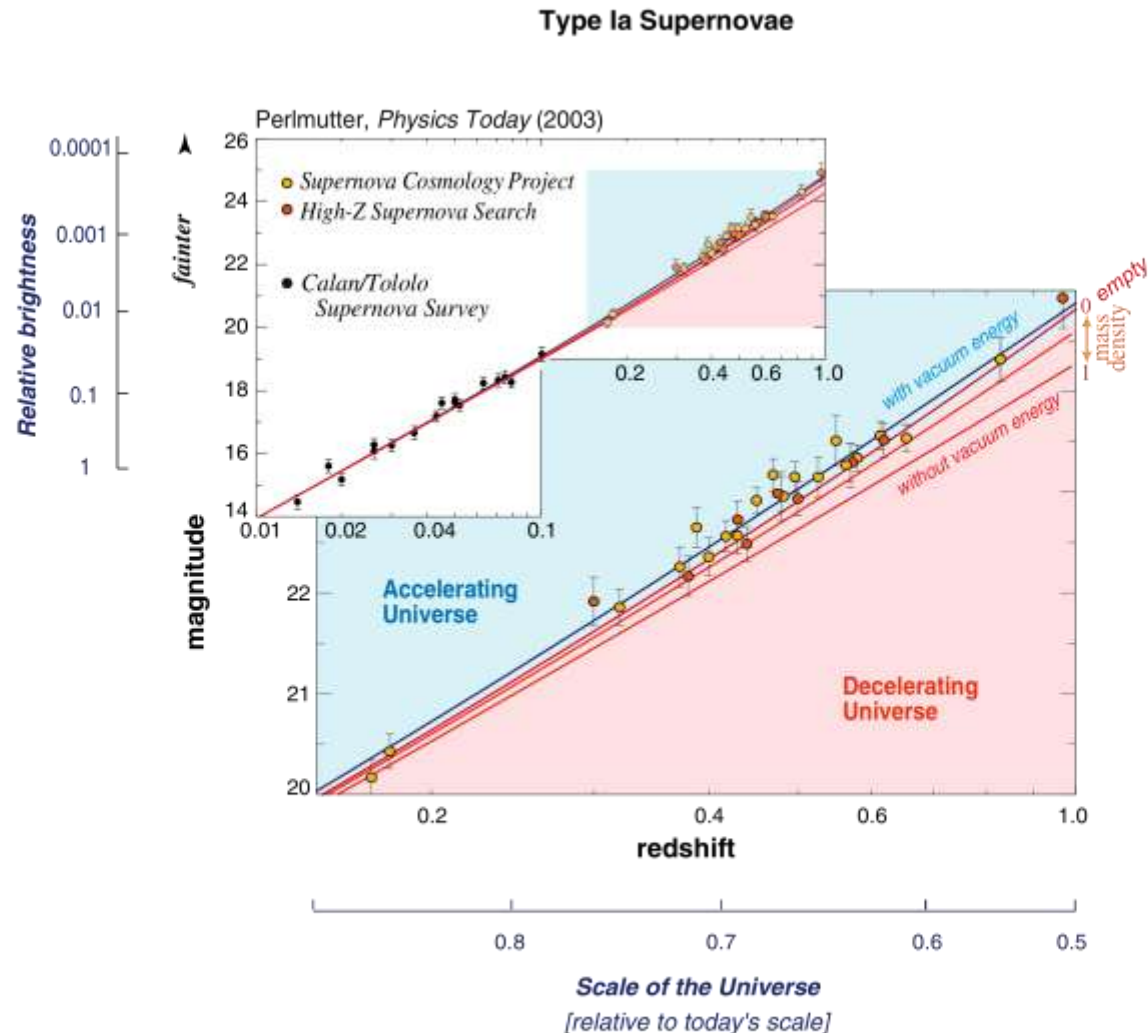


Interpretação: Universo está em expansão -> teoria do Big Bang

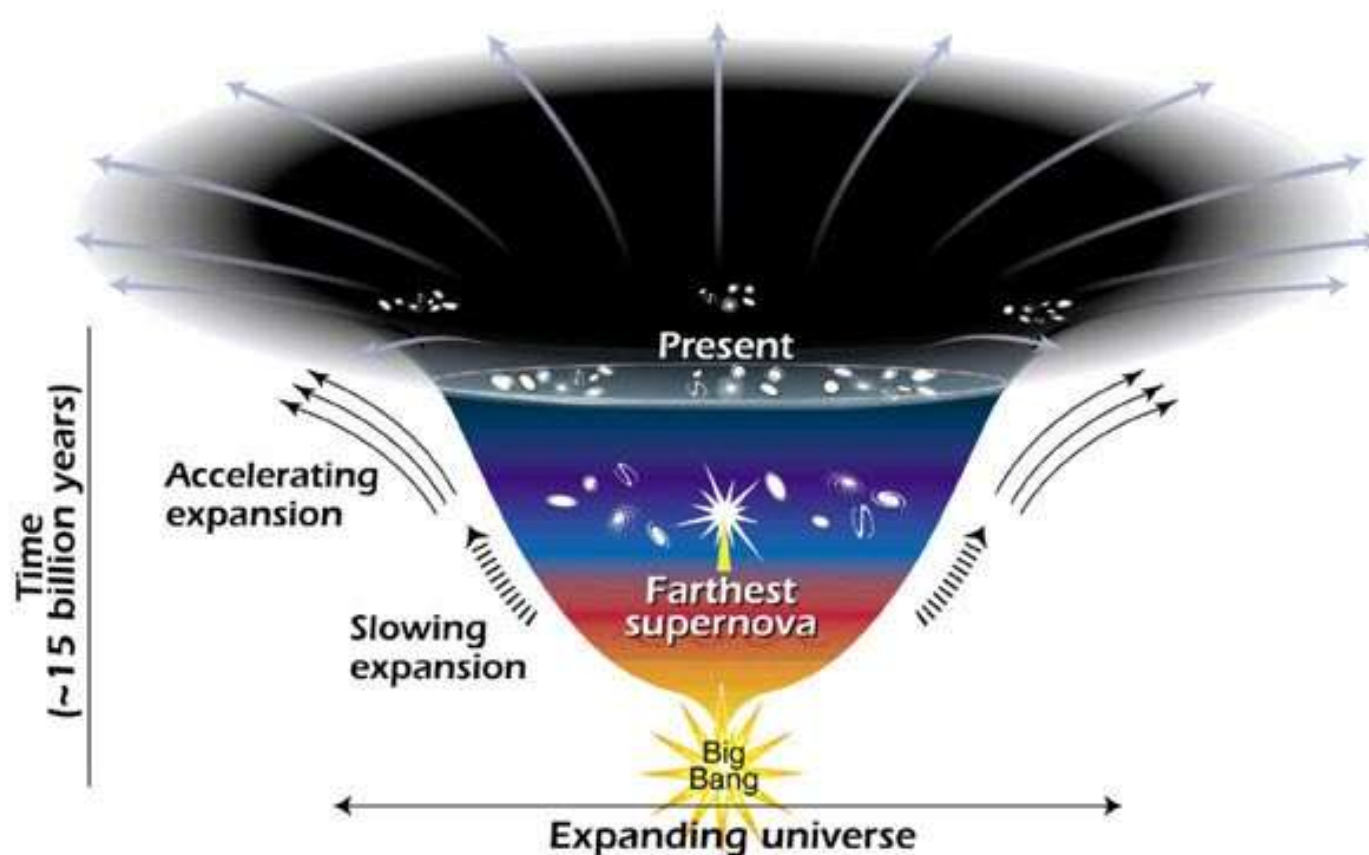
Até 1998 acreditávamos que a expansão estivesse se desacelerando..

- ◆ Analogia: objeto lançado desde a superfície da Terra: se desacelera devido à atração gravitacional da Terra
- ◆ Expansão deveria se desacelerar pela atração gravitacional da massa do Universo.
- ◆ Destino do Universo dependeria da quantidade de massa: se muito grande -> recolapso; se muito pequena -> expansão para sempre, mas sempre desacelerada
- ◆ Mas...

Em 1998, uma nova revolução: supernovas distante mais débeis do que esperado pela sua distância → aceleração da expansão do Universo

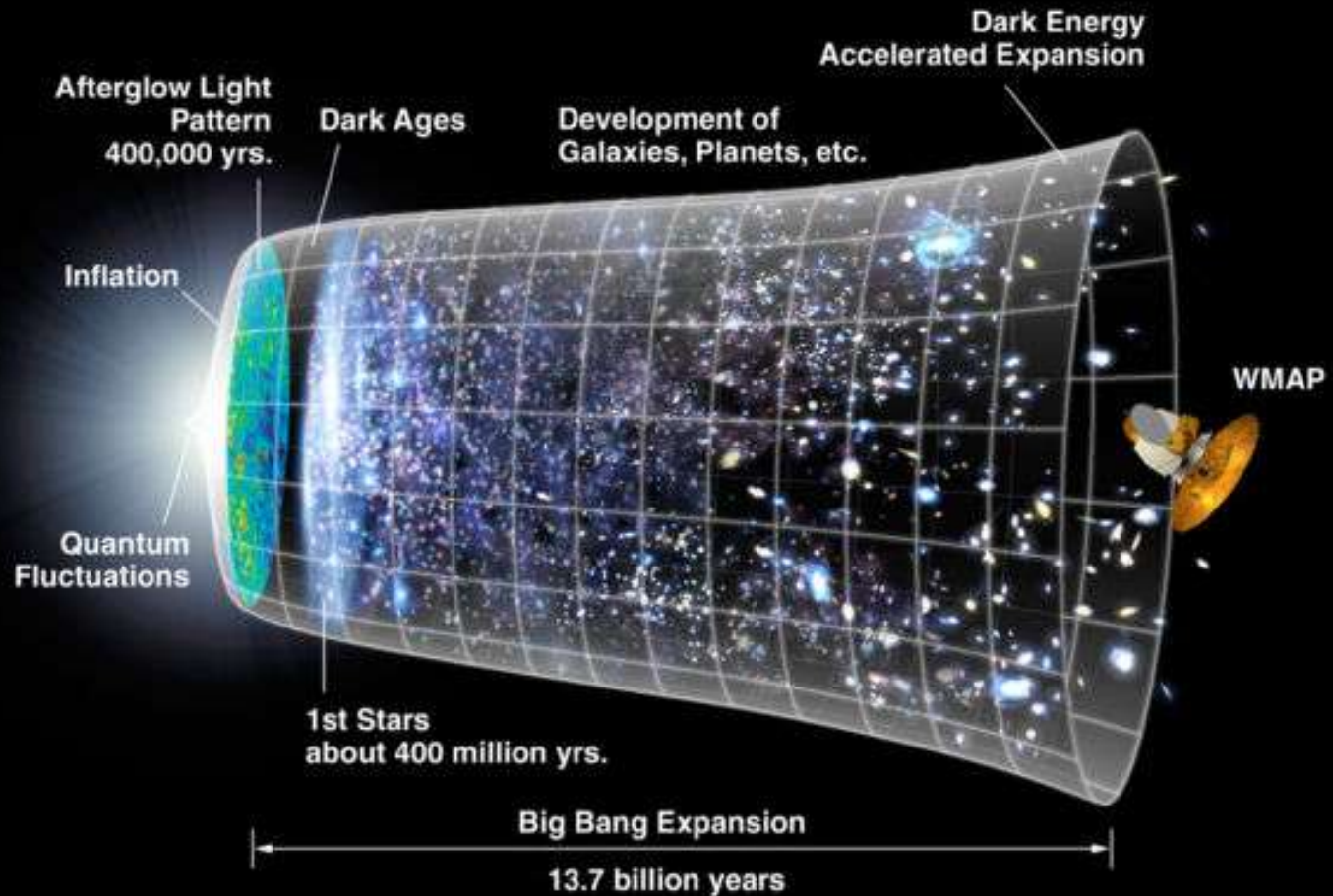


Expansão acelerada: é preciso uma energia que aja contra a gravidade para acelerar a expansão: a Energia Escura



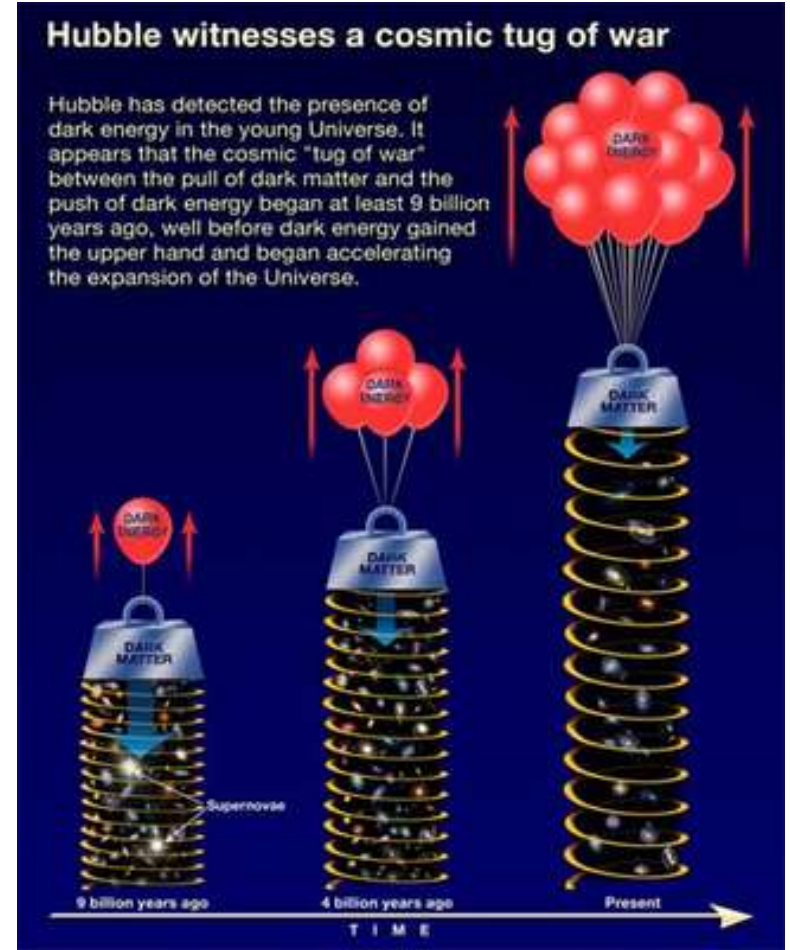
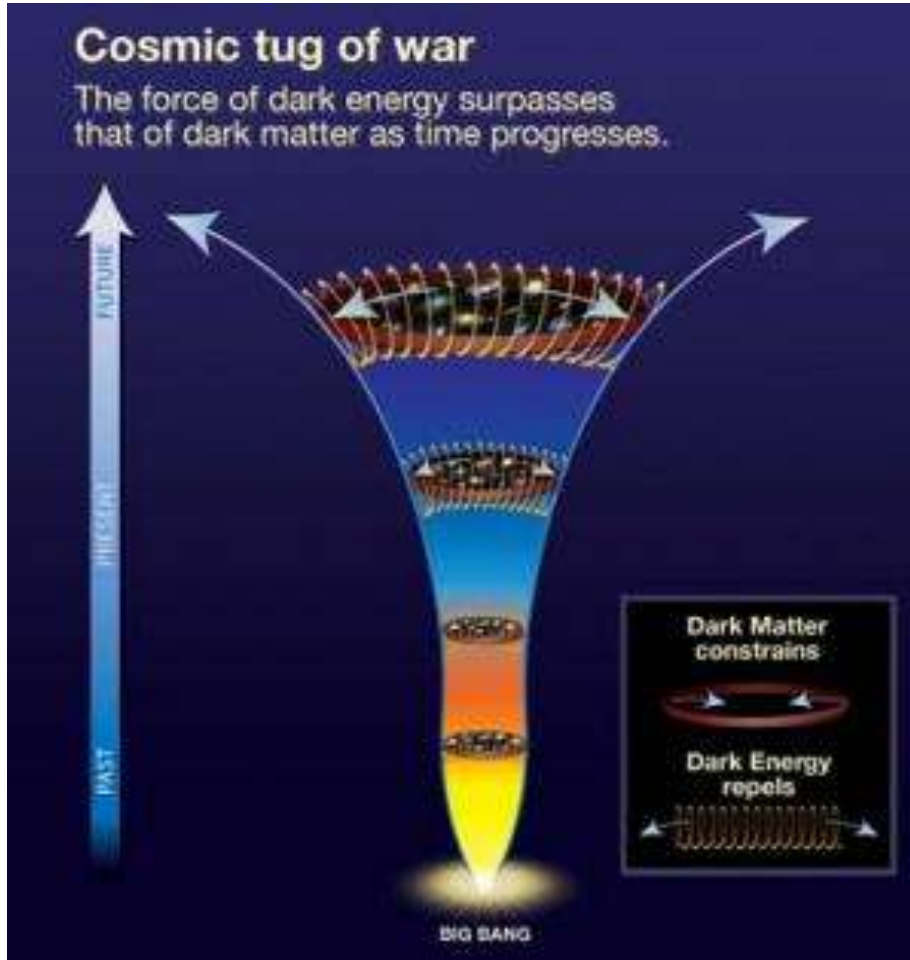
Natureza da energia escura ainda não é conhecida. Proposta: energia do vácuo; à medida que o Universo expande, vai aumentando sua contribuição.

Evolução do Universo a partir dos dados do WMAP



Além das supernovas, radiação cósmica de fundo também indica a presença de energia escura

O “Cabo de Guerra” entre a matéria (escura+bariônica) e a energia escura



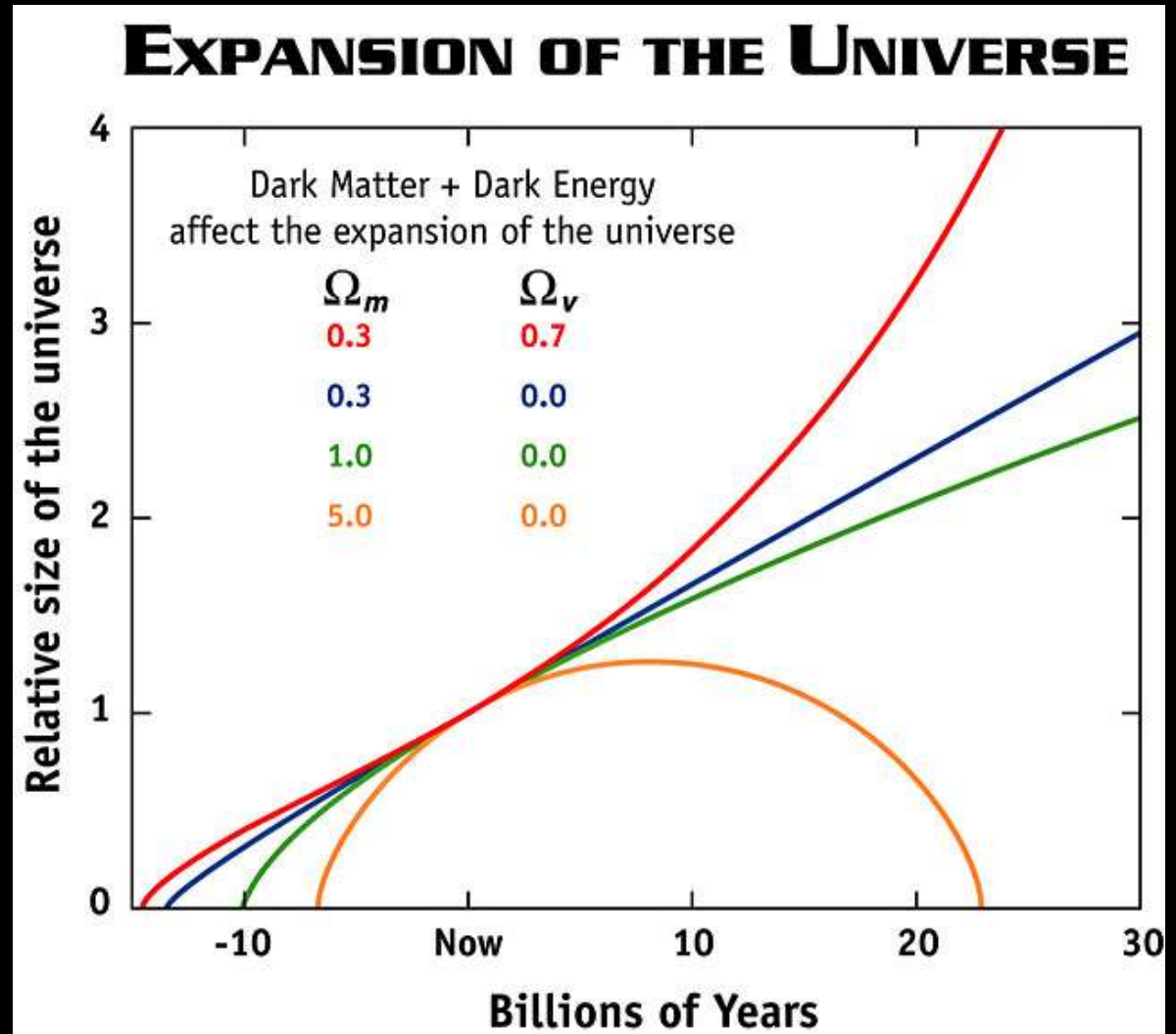
O Futuro do Universo depende dos seus componentes

Observações atuais :

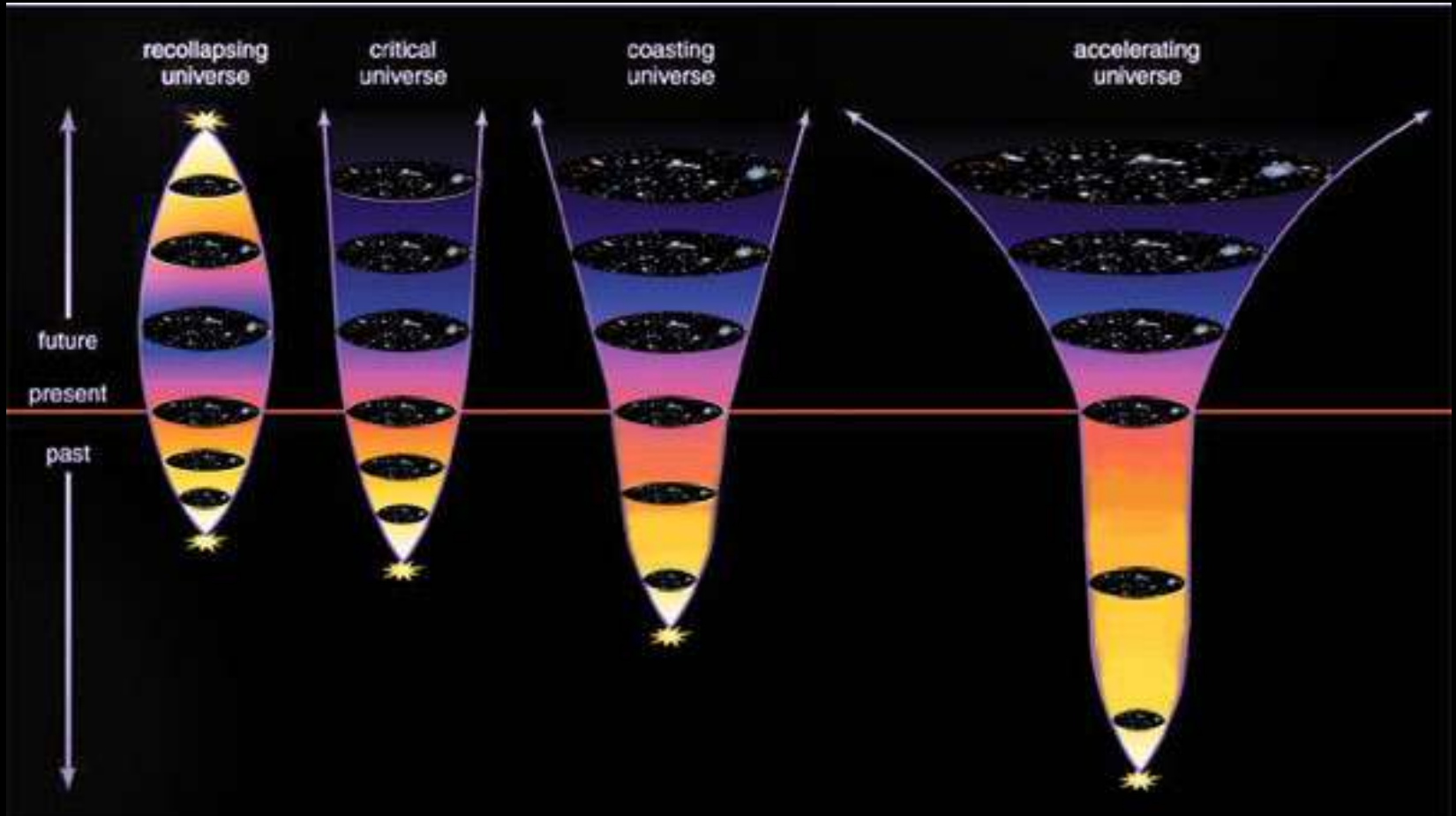
◆ matéria bariônica
mais escura: $\Omega_m=0.3$

◆ energia escura
 $\Omega_v=0.7$

→ expansão cada
vez mais rápida



Possíveis futuros para o Universo:



Mais observações sendo propostas para mapear a evolução da contribuição da energia escura na expansão do Universo

Atividades do Ano Internacional da Astronomia

- ◆ Observações noturnas no pátio da Usina do Gasômetro 28-29 de Março, 18:30 hs. Luzes de monumentos apagadas.
- ◆ 100 horas de astronomia: 2-5 de Abril (semana de Porto Alegre): observações na Usina Gasômetro e Planetário/UFRGS
- ◆ Exposição no Museu da UFRGS: Julho 2009
- ◆ Observações no Observatório Central da UFRGS: 3as. e 5as. à noite, agendar no telefone: 3308 3352
- ◆ Reunião da União Astronômica Internacional no Rio de Janeiro: 3-14 de Agosto
- ◆ Endereço eletrônico RS:
<http://www.ufpel.edu.br/aia2009/index.html>