

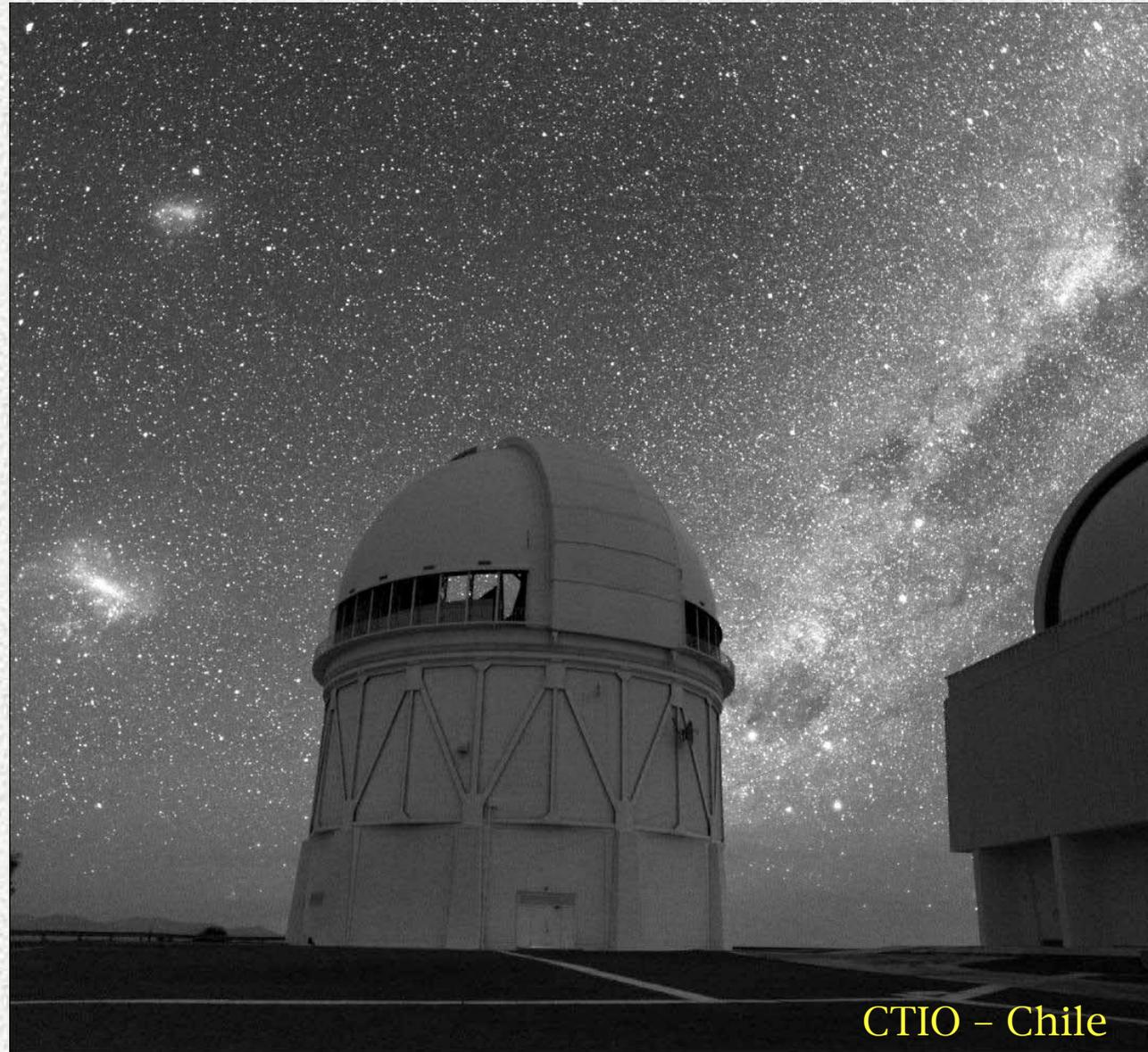
Colisões de galáxias



Gastão B. Lima Neto
IAG/USP

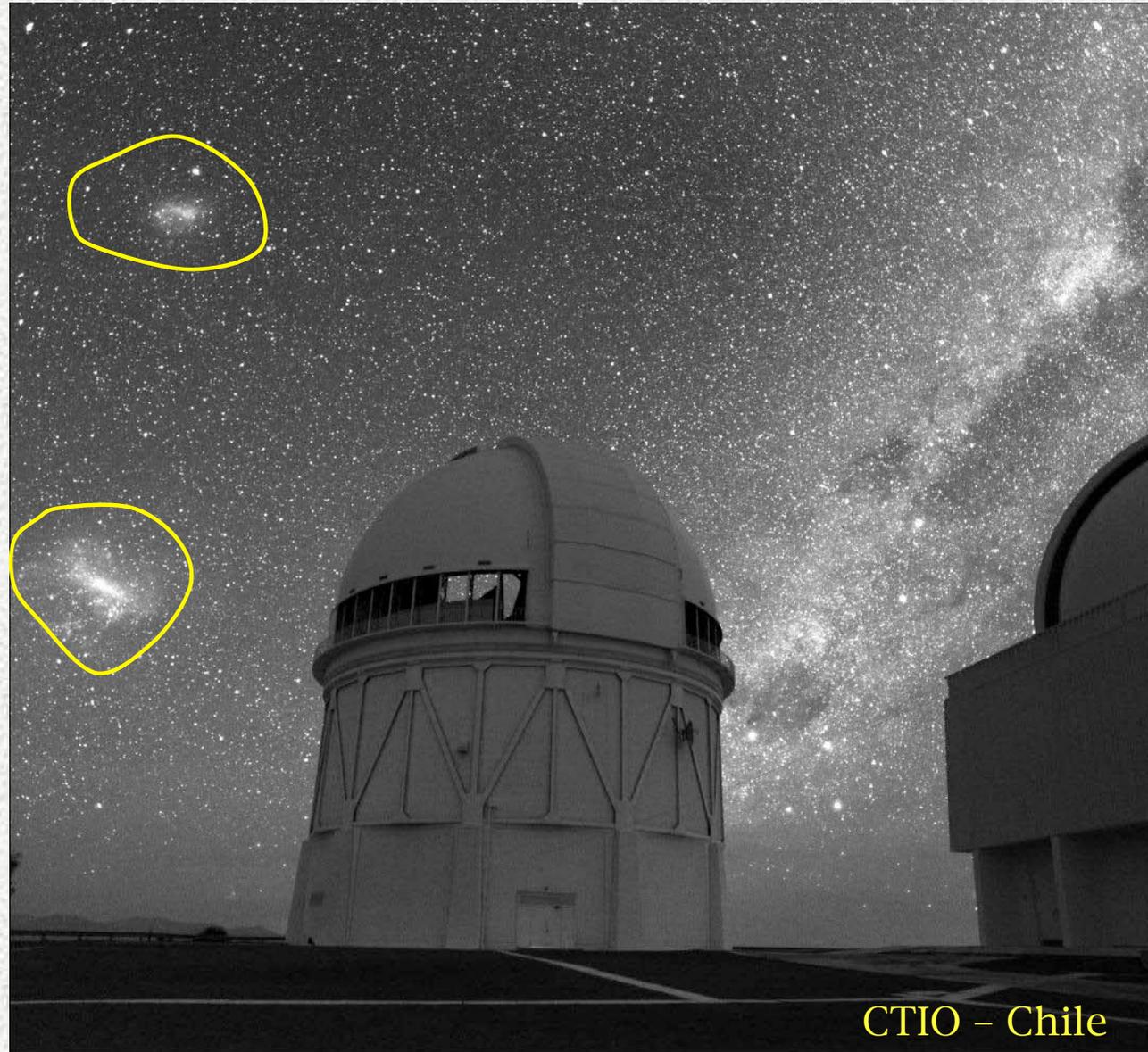
O que são galáxias?

- Do grego, **Galaxias** Kyklos = círculo leitoso ($\gamma\alpha\lambda\alpha\chi\acute{\iota}\alpha\varsigma = galaxias = leite$).
 - Segundo a mitologia grega, leite derramado pela deusa Hera.
- Via Láctea = caminho de leite (*lactea* = leite em latim).
- A olho nu, aparência faixa de aparência leitosa que atravessa o céu.



O que são galáxias?

- **Observações:**
- Antiguidade, Via Láctea.
- Antiguidade, Hemisfério Sul: Provável observação a olho nu das Nuvens de Magalhães;
- Registro histórico em 1519 por Fernando de Magalhães.



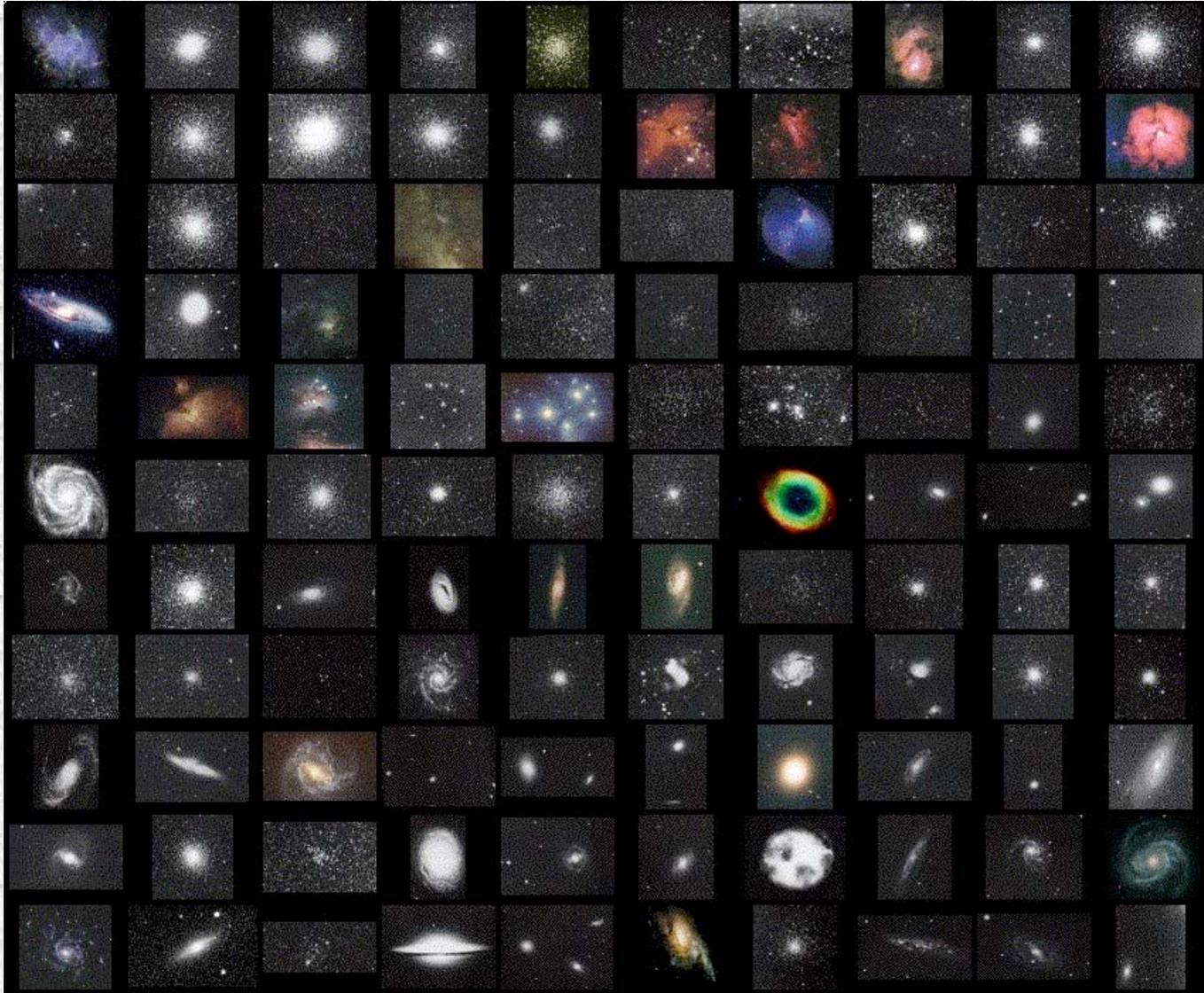
Descobrimdo a Galáxia

- Em 1609, Galileu descobre que a Via Láctea é feita de "uma multitude de estrelas fracas".

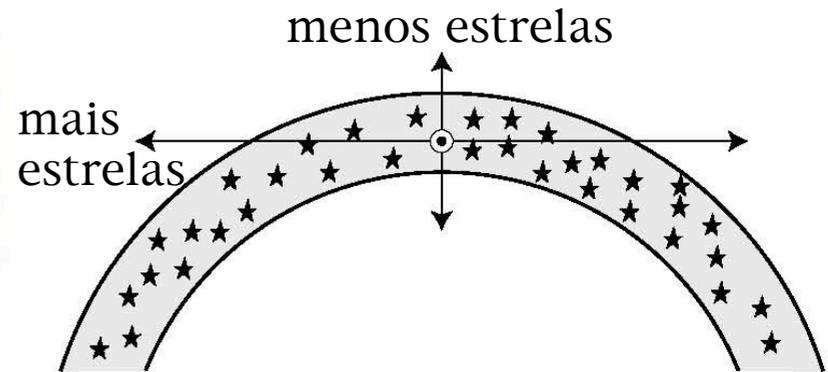
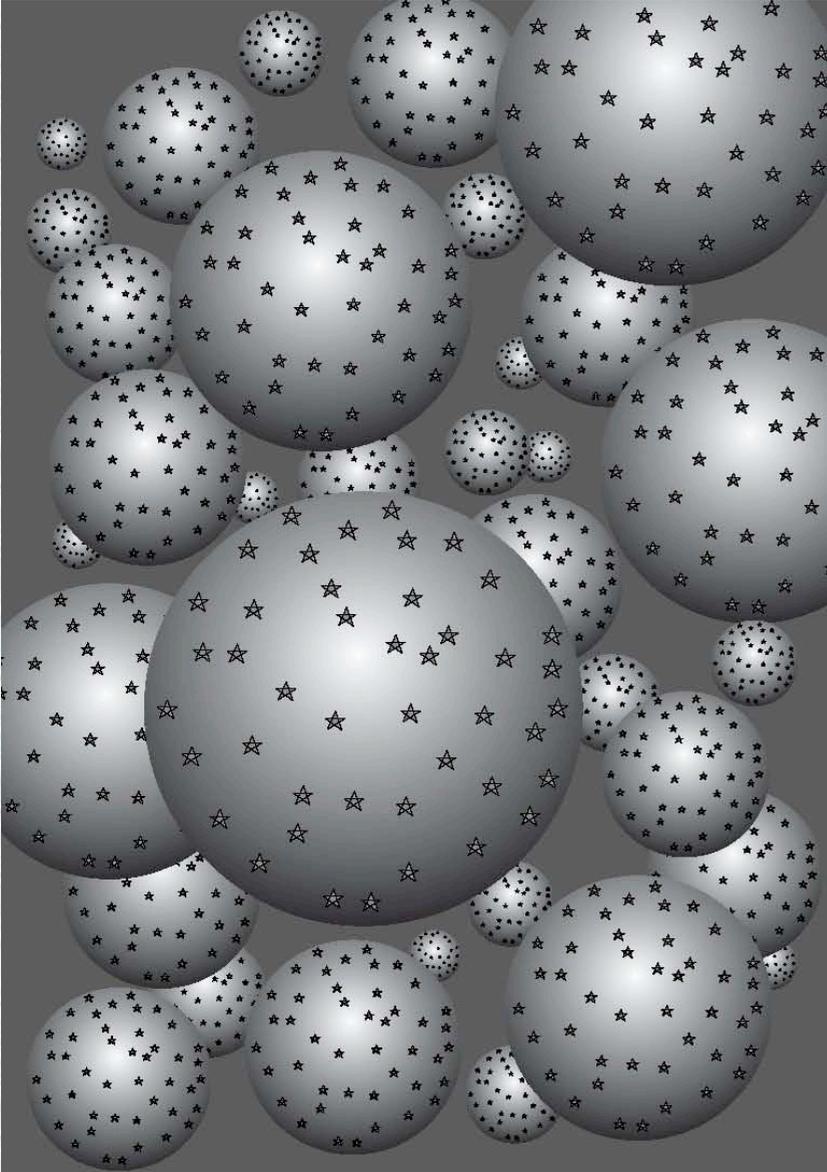


“*Estrelas Nebulosas*”

- Depois da luneta de Galileu, descoberta de nebulosas.
- Dezenas conhecidas no início do séc. XVIII.
- 1781: Catálogo de ~100 nebulosas de Charles Messier.



Universos-ilhas



~1750, T. Wright, E. Kant e J. Lambert propõem que as nebulosas sejam “*Universos-Ilhas*”

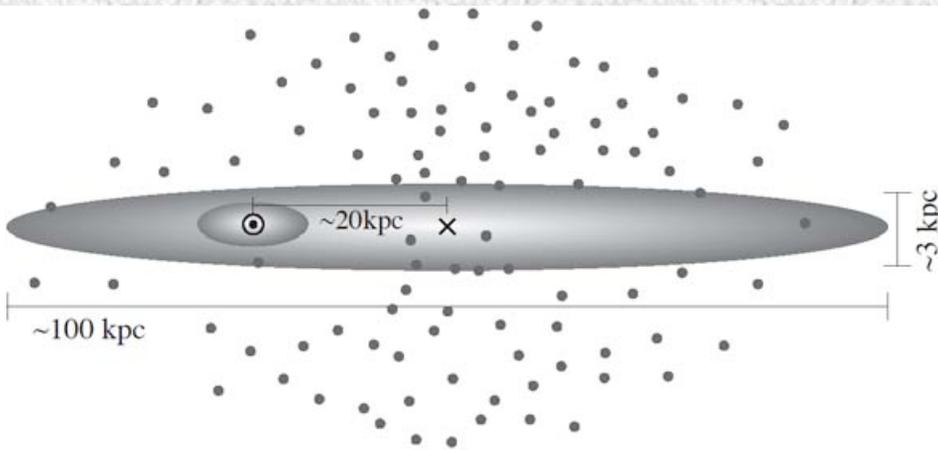
Descoberta da estrutura das galáxias



- 1786/1802: Catálogo de William Herschel e família.
- 1845: Lord Rosse descobre a estrutura espiral de algumas “nebulosas”.

“Grande debate de 1920”: *universo de estrelas x universo de galáxias*

Harlow Shapley	Heber D. Curtis
Via Láctea muito grande Sol a 15 kpc do centro Nebulosas fazem parte da galáxia	Via Láctea pequena Sol está no centro Nebulosas são “universos ilhas”



- O grande problema era a determinação de distâncias das nebulosas.

Universo de galáxias



- Em 1926, Edwin Hubble mostra que as “nebulosas” espirais estão muito além da Via Láctea.
- Hubble utilizou a relação Período-Luminosidade das estrelas Cefeidas (Henrietta Leavitt) como indicador de distância.

N.G.C. 6822, A REMOTE STELLAR SYSTEM¹

By EDWIN HUBBLE

ABSTRACT

A study of N.G.C. 6822.—The object is a very faint cluster of stars and nebulae, about $20' \times 10'$, resembling the Magellanic Clouds. Detailed investigations confirm the similarity and show that it extends to many structural features of these systems. Familiar relations such as those connecting periods and luminosities of Cepheids, luminosities of brightest stars involved in diffuse nebulae, and frequencies of the most luminous stars in the systems are consistent when applied to N.G.C. 6822, the first object definitely assigned to a region outside the galactic system.

EXTRA-GALACTIC NEBULAE¹

By EDWIN HUBBLE

ABSTRACT

This contribution gives the results of a statistical investigation of 400 extra-galactic nebulae for which Holetschek has determined total visual magnitudes. The list is complete for the brighter nebulae in the northern sky and is representative to 12.5 mag. or fainter.

A SPIRAL NEBULA AS A STELLAR SYSTEM

MESSIER 33¹

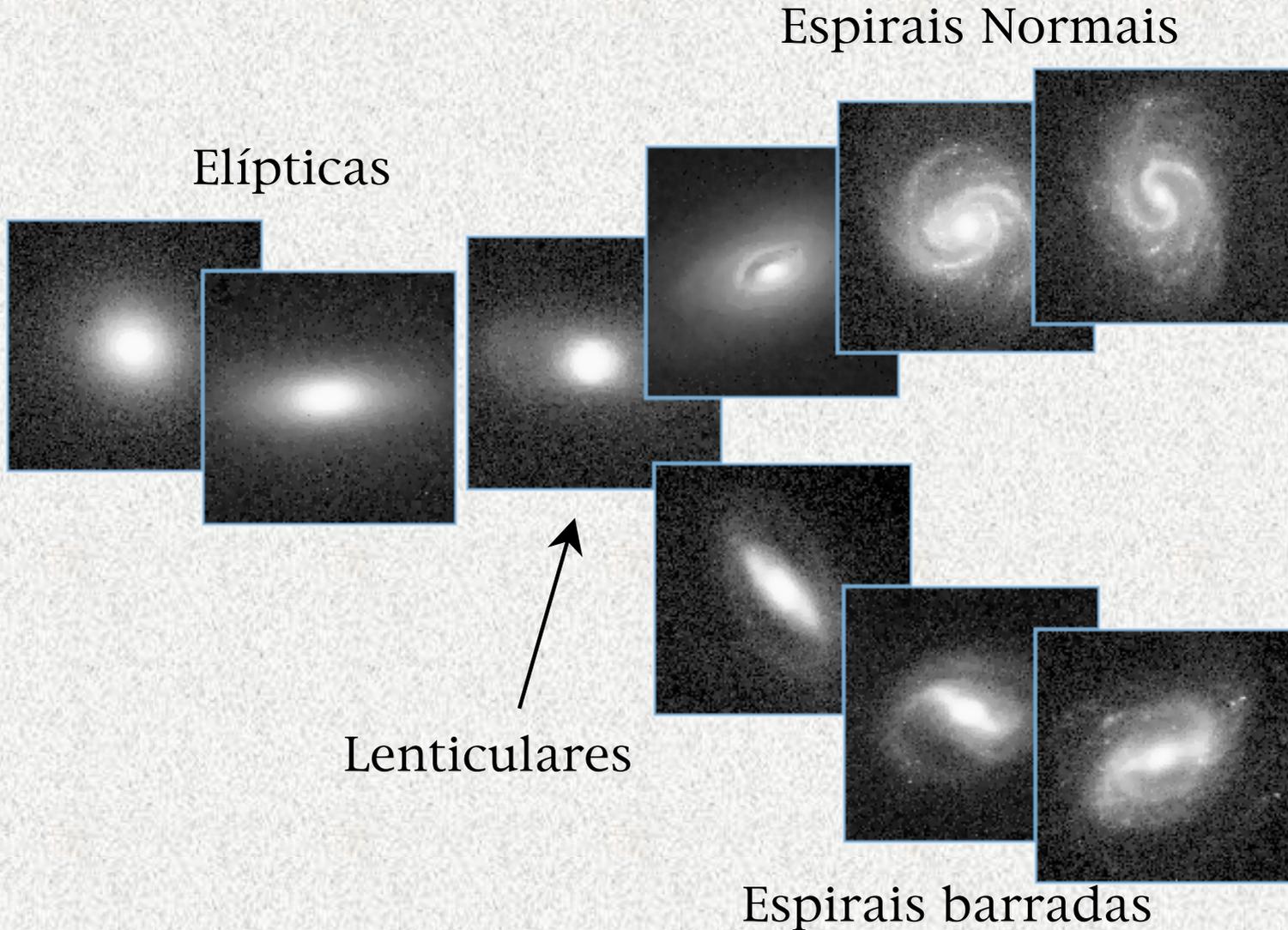
By EDWIN HUBBLE

ABSTRACT

The spiral nebula Messier 33.—This object is the fainter of the two naked-eye spirals. Its great angular diameter and high degree of resolution, suggesting that it is one of the nearest objects of its kind, offer exceptional opportunities for detailed investigation.

Classificação morfológica de galáxias

- Seqüência de “diapasão” de Hubble (1936)



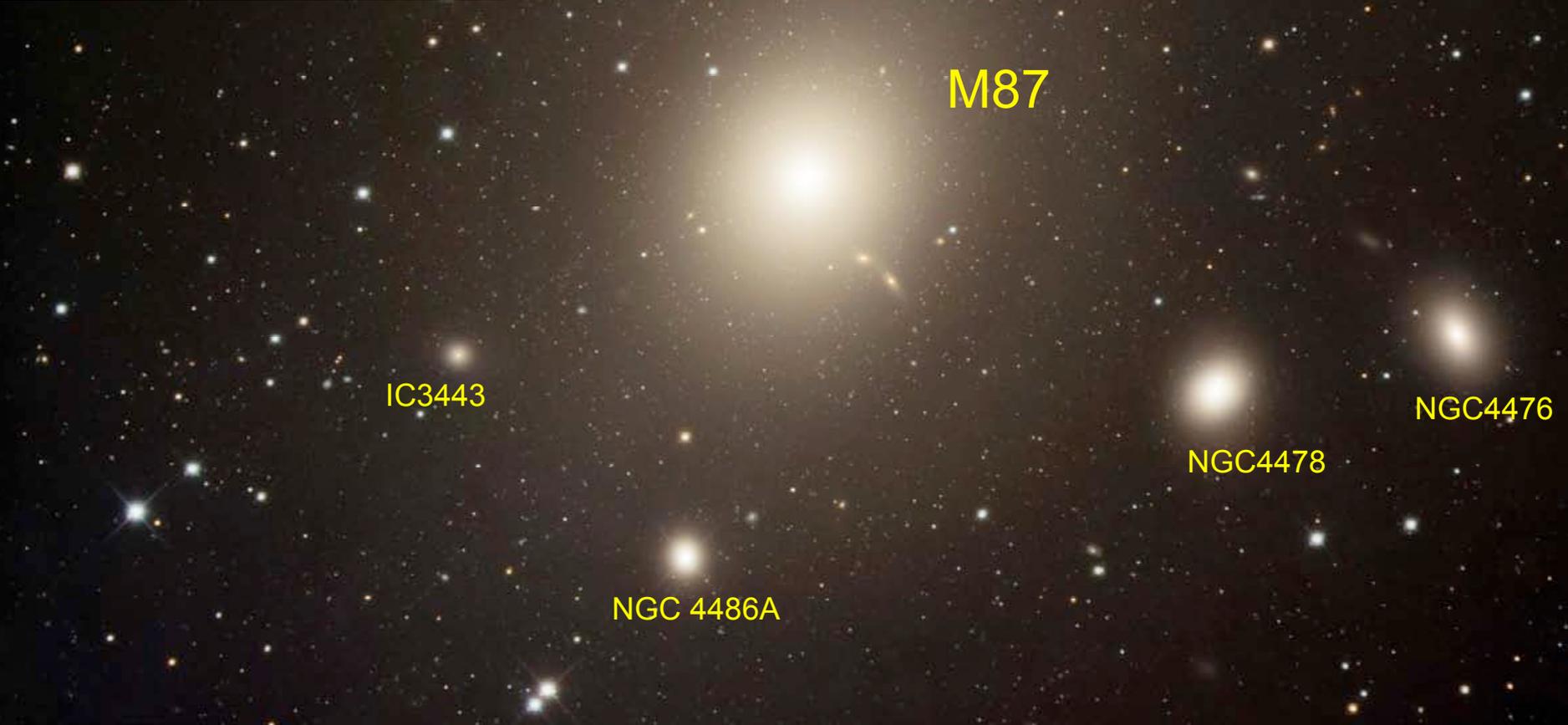
Galáxias Elípticas



NGC147



NGC185



M87

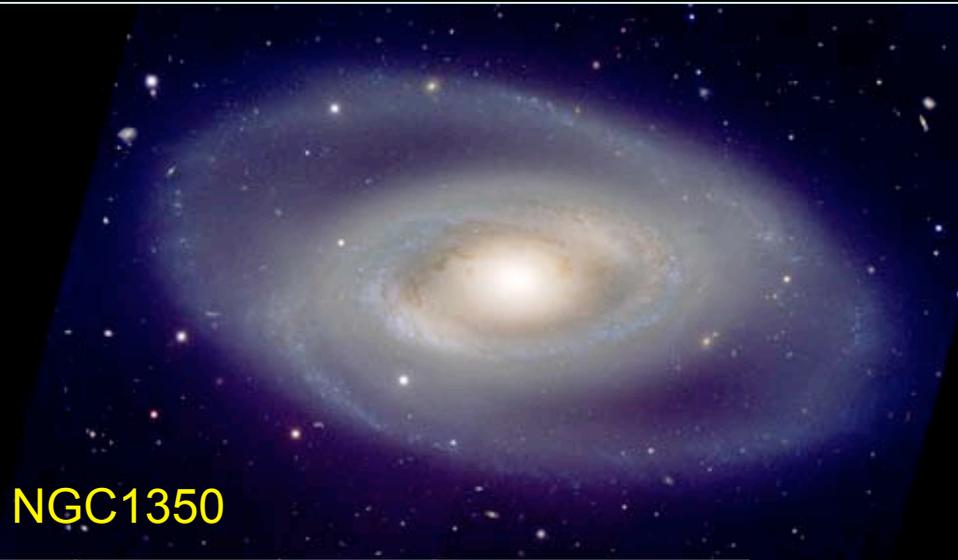
IC3443

NGC4476

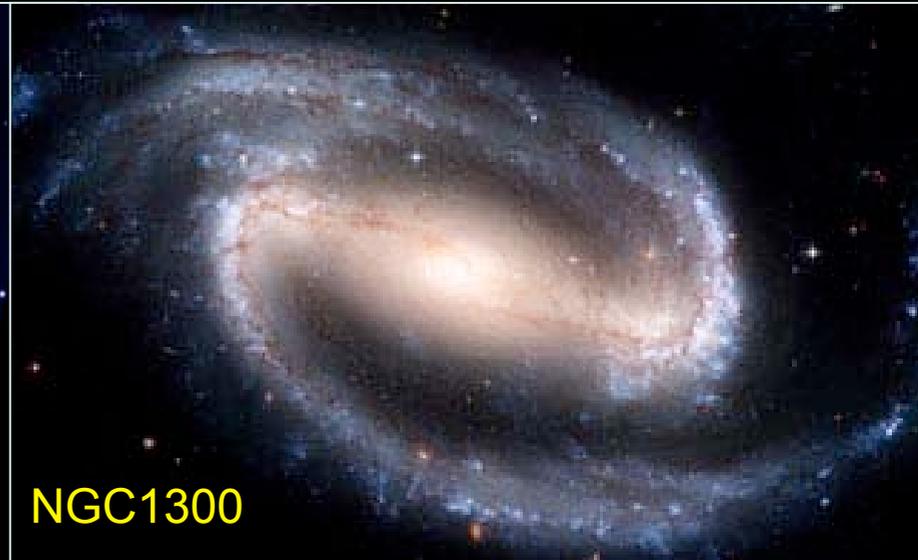
NGC4478

NGC 4486A

Galáxias Espirais



NGC1350



NGC1300

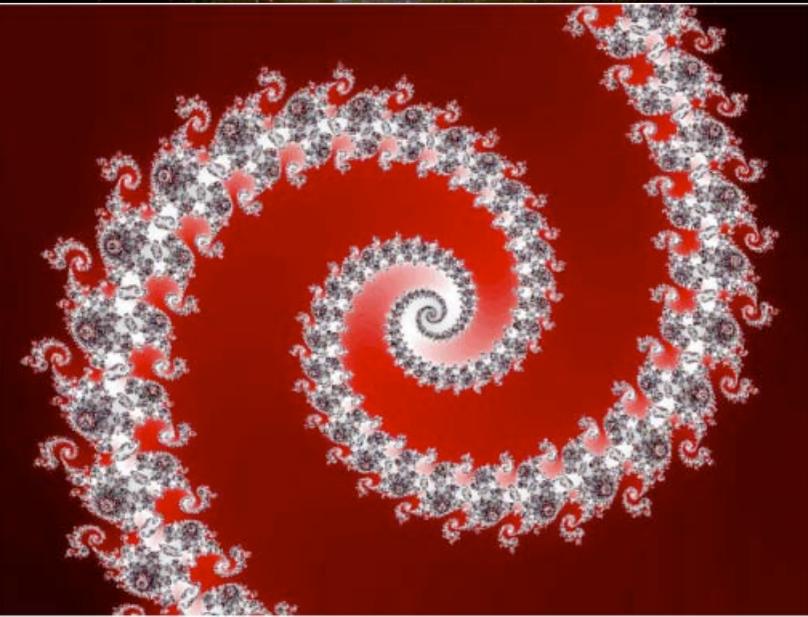
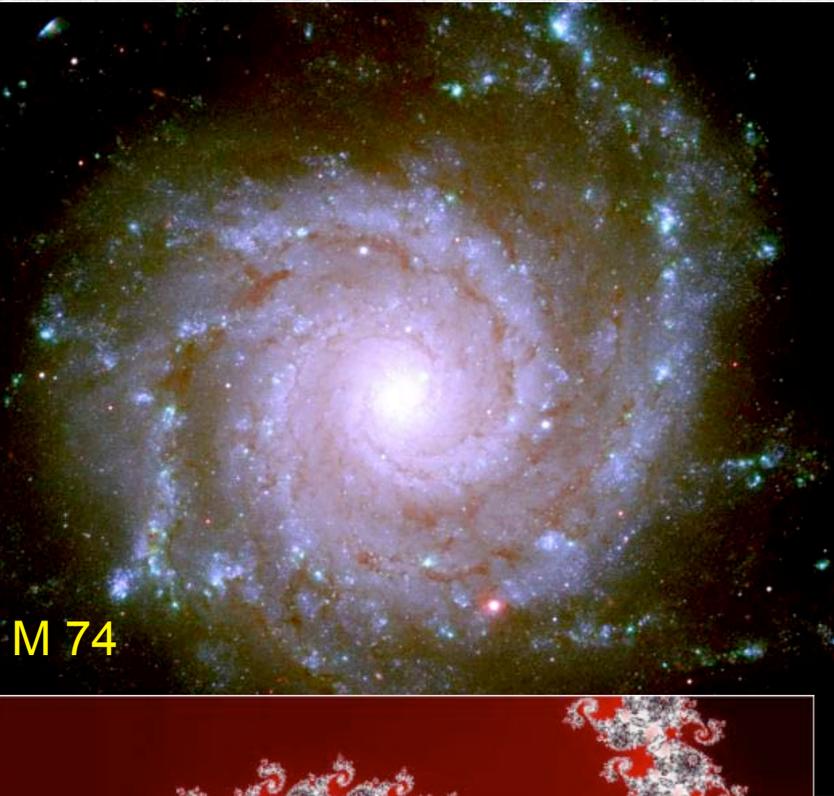


NGC1532



M31
galáxia de Andrômeda

Galáxias espirais: braços espirais



Espirais
logarítmicas
na natureza

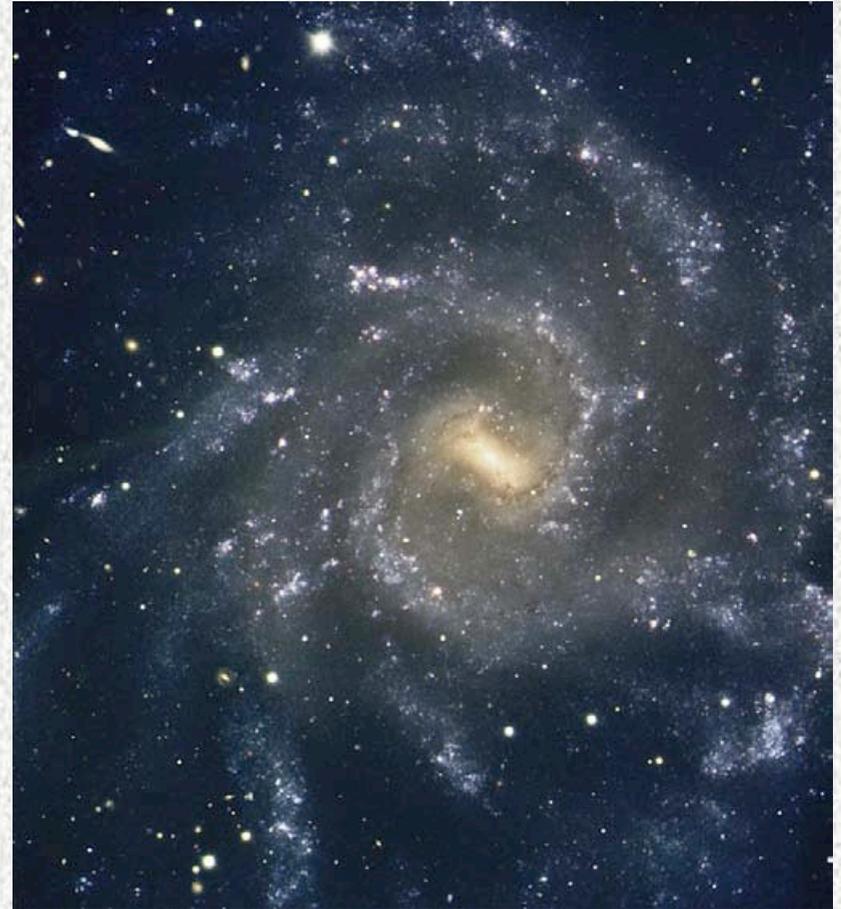


Galáxias Espirais

- Grand design & Floculentas.



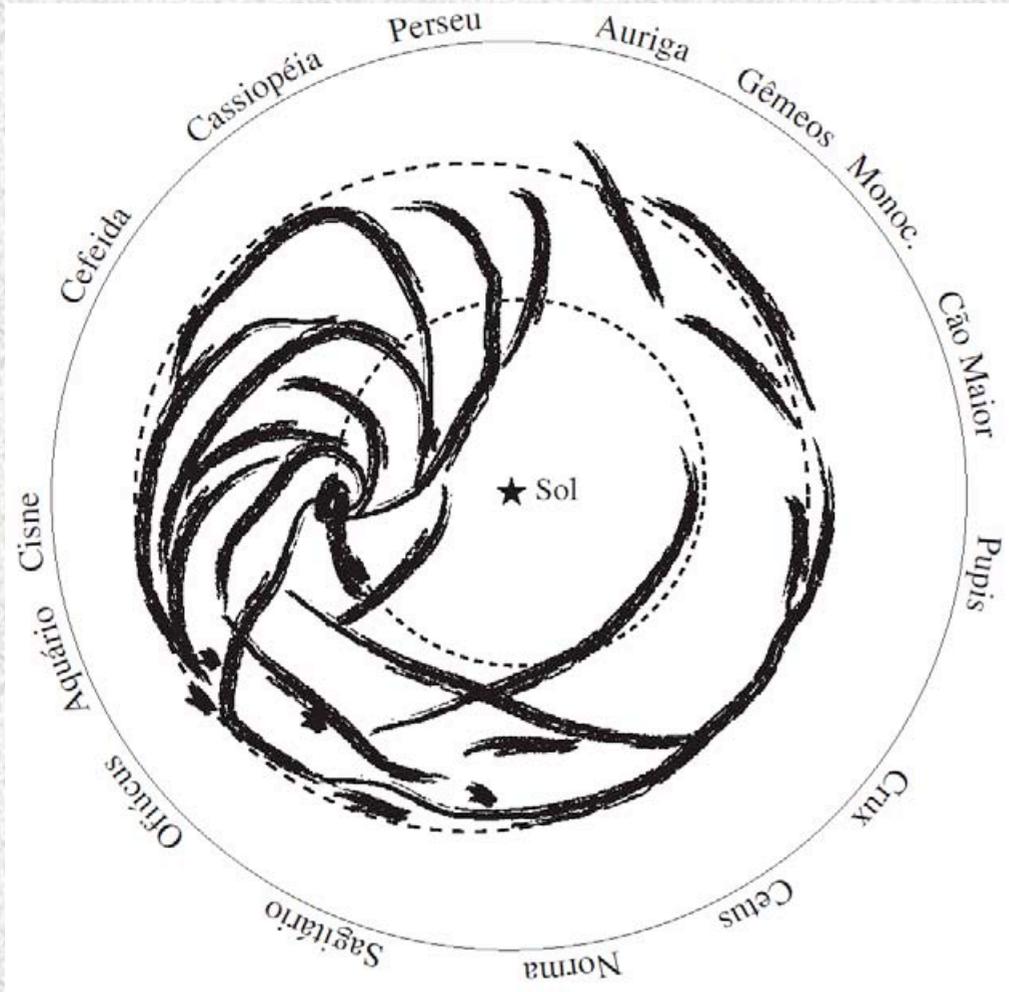
M51 (HST)



NGC 7424 (ESO)

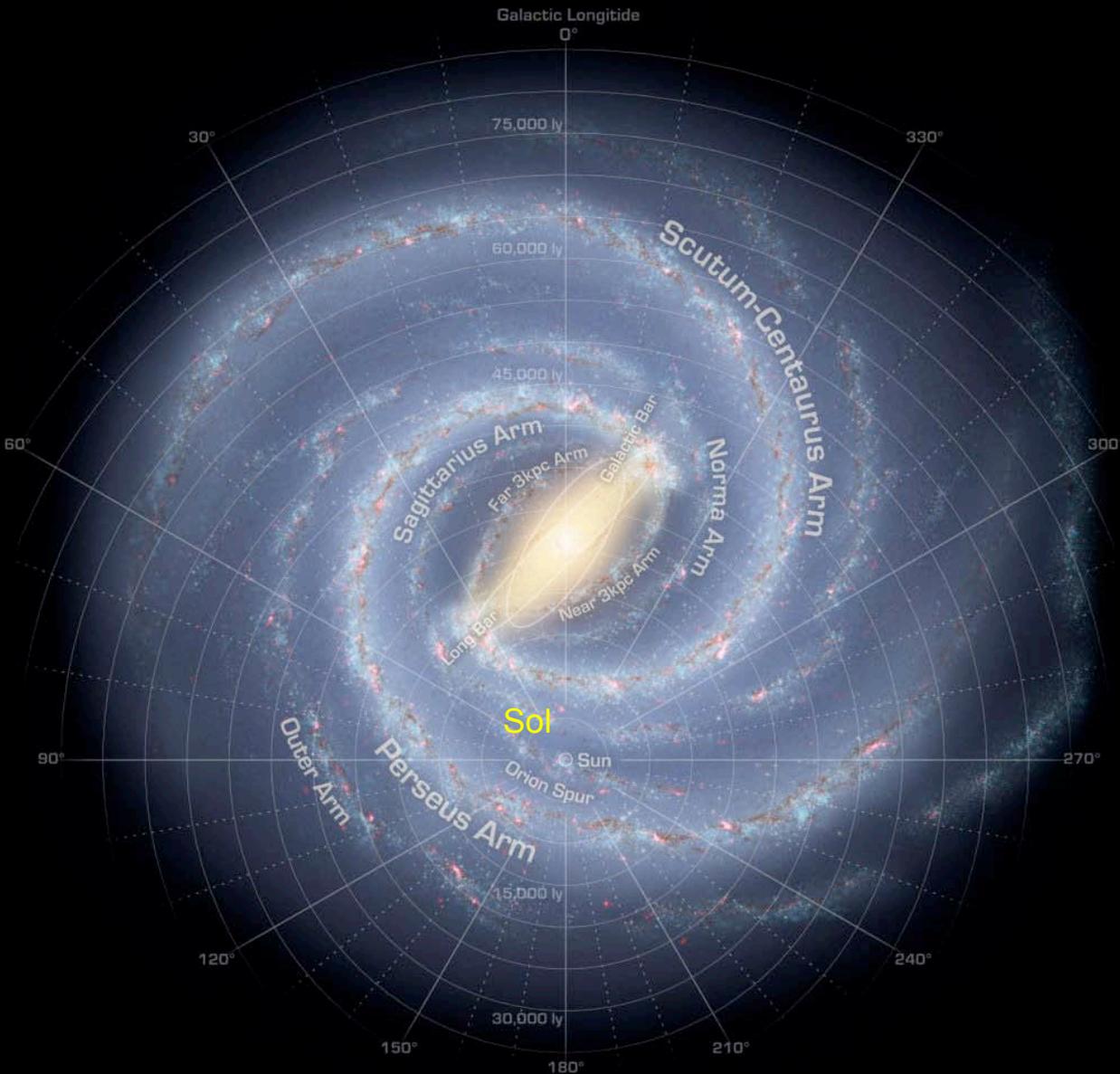
- Galáxias grand design se encontram frequentemente em pares:
 - efeitos gravitacionais da galáxia companheira.

Via Láctea: uma galáxia espiral



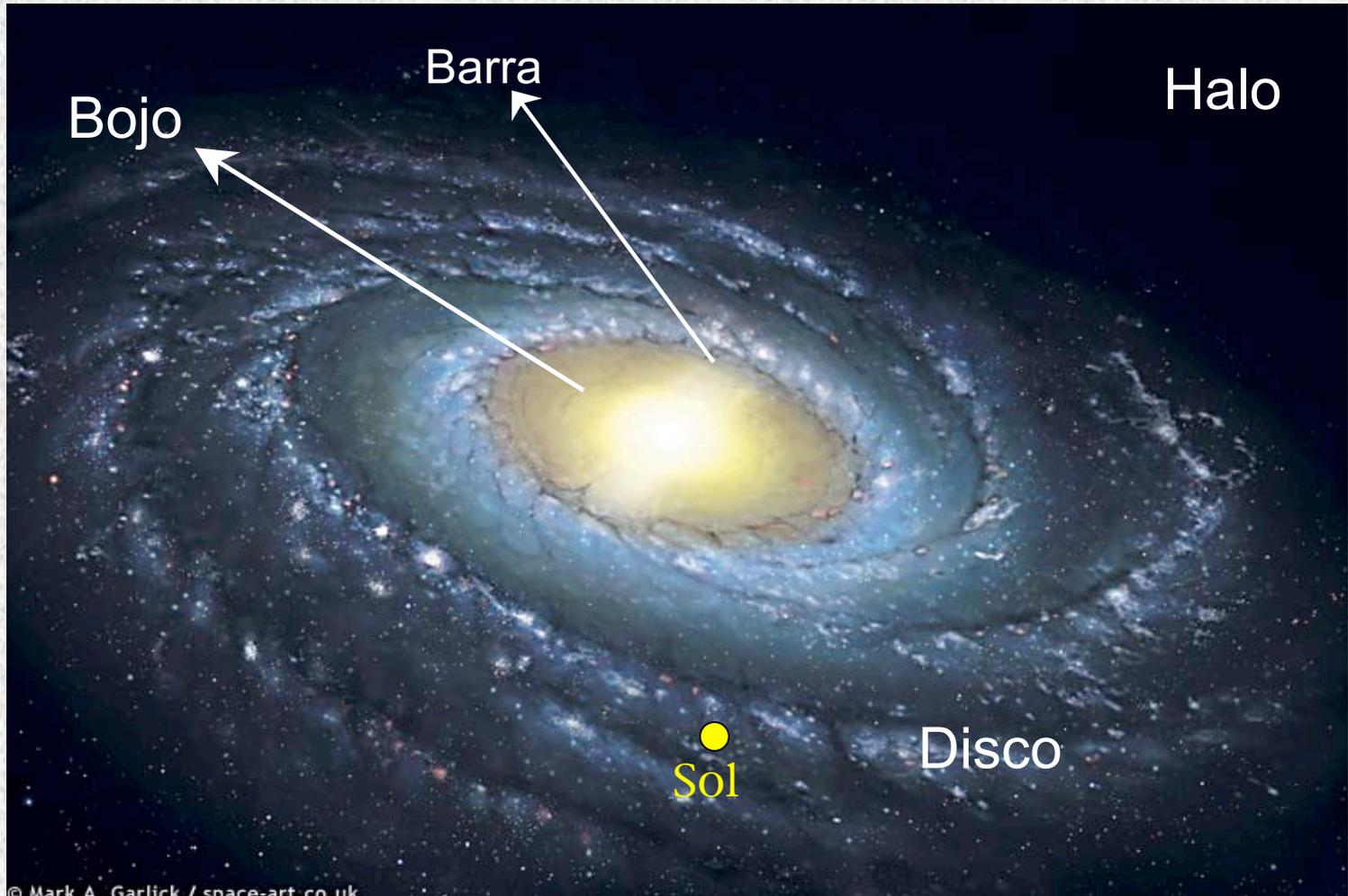
- Primeiro modelo dos braços da Via Láctea, Cornelius Easton (1900)

A Via Láctea hoje



- Modelo baseado em observações com o satélite Spitzer (junho / 2008)

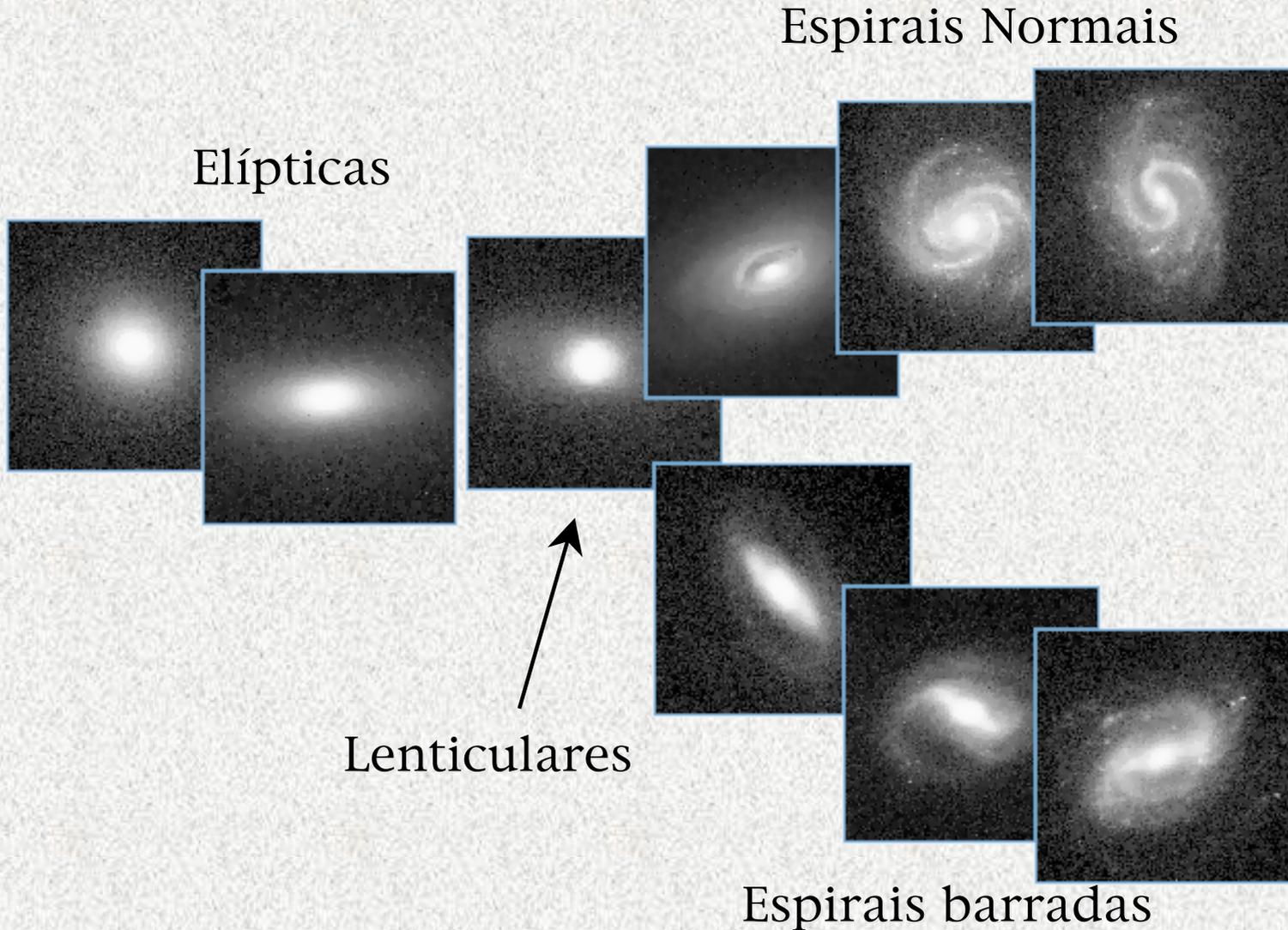
A Galáxia



- Hoje, como imaginamos que seja a Galáxia.
- Sol está a cerca de 8 mil parsecs do centro

Forma das galáxias

- Nem todas as galáxias tem uma aparência “bem comportada”



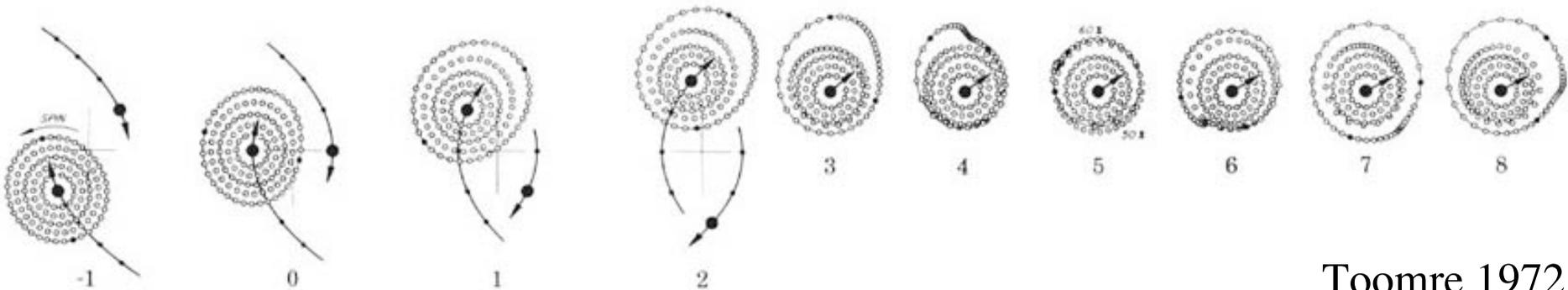
Galáxias normais e peculiares



- peculiaridade morfológica: galáxias irregulares.

Galáxias não são “universos-ilhas”

- ~60% das galáxias se encontram em algum tipo de associação: pares, grupos, aglomerados.
- Anos 1970: Galáxias irregulares (peculiares) são resultado de interações gravitacionais.

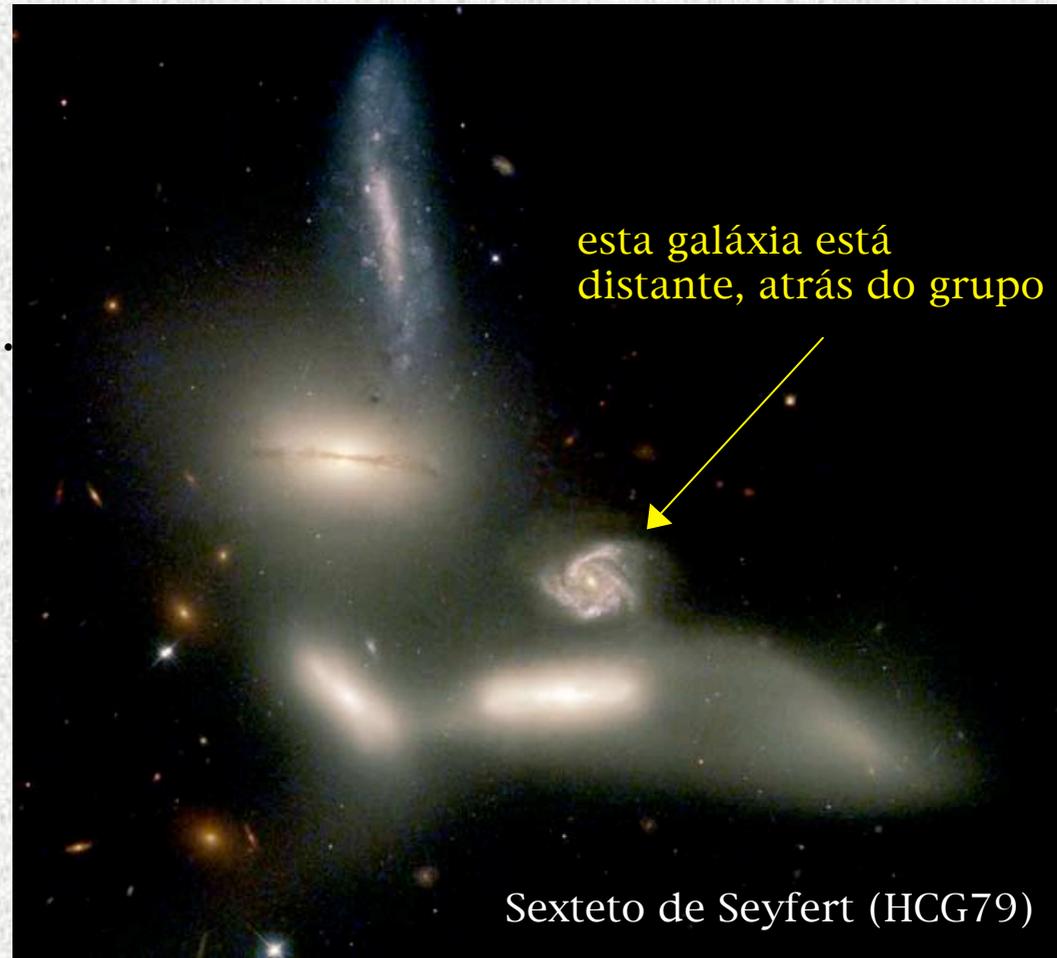


Toomre 1972

- Simulação da passagem de uma galáxia anã esférica próxima de um disco (galáxia espiral).

Dificuldades observacionais

- Observa-se um “instantâneo” das interações;
- Observa-se apenas uma projeção;
- Qualidade da observação: (resolução, sensibilidade).



Dificuldades teóricas

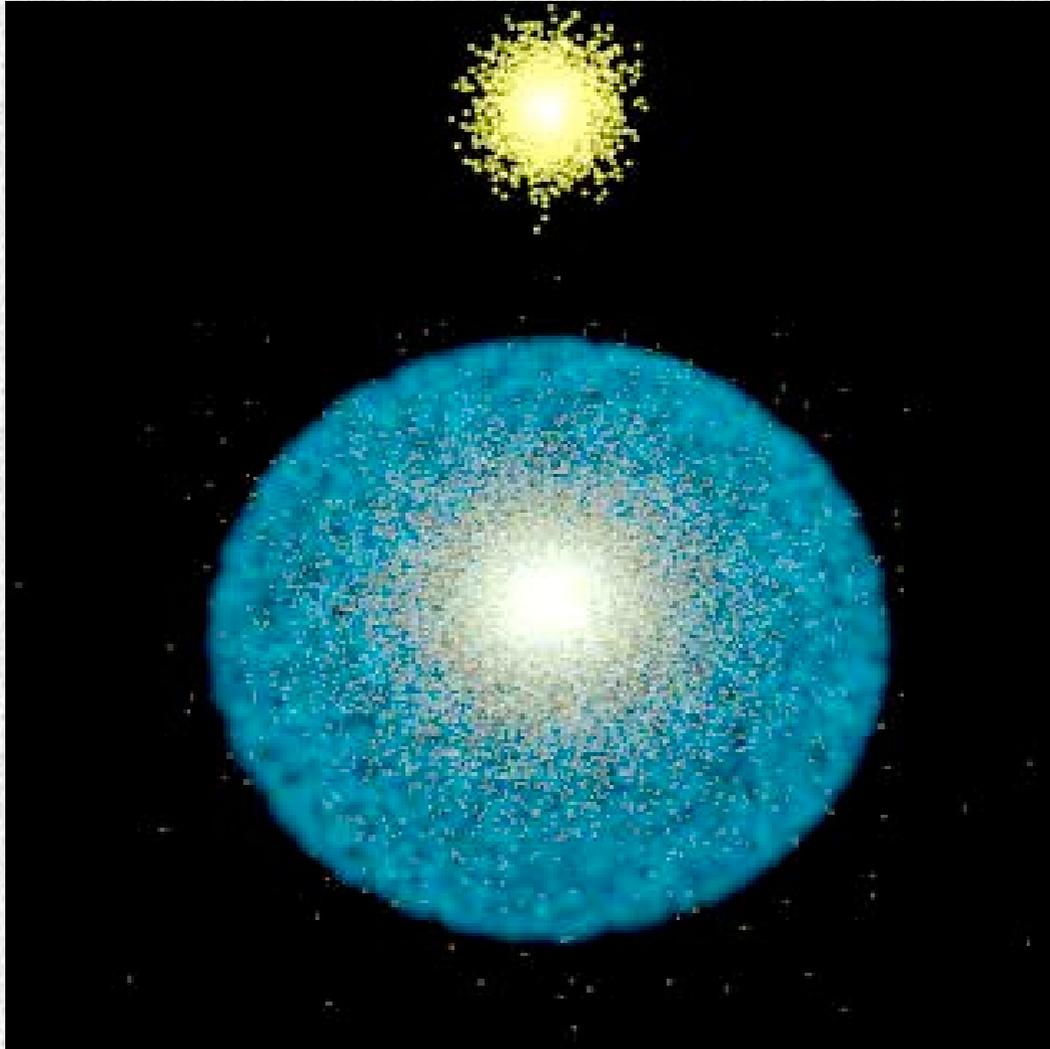
- Sistema gravitacional de muitos corpos.
- Tratamento do gás (hidrodinâmica)
- Formação estelar e explosões de Supernovas



Simulações numéricas

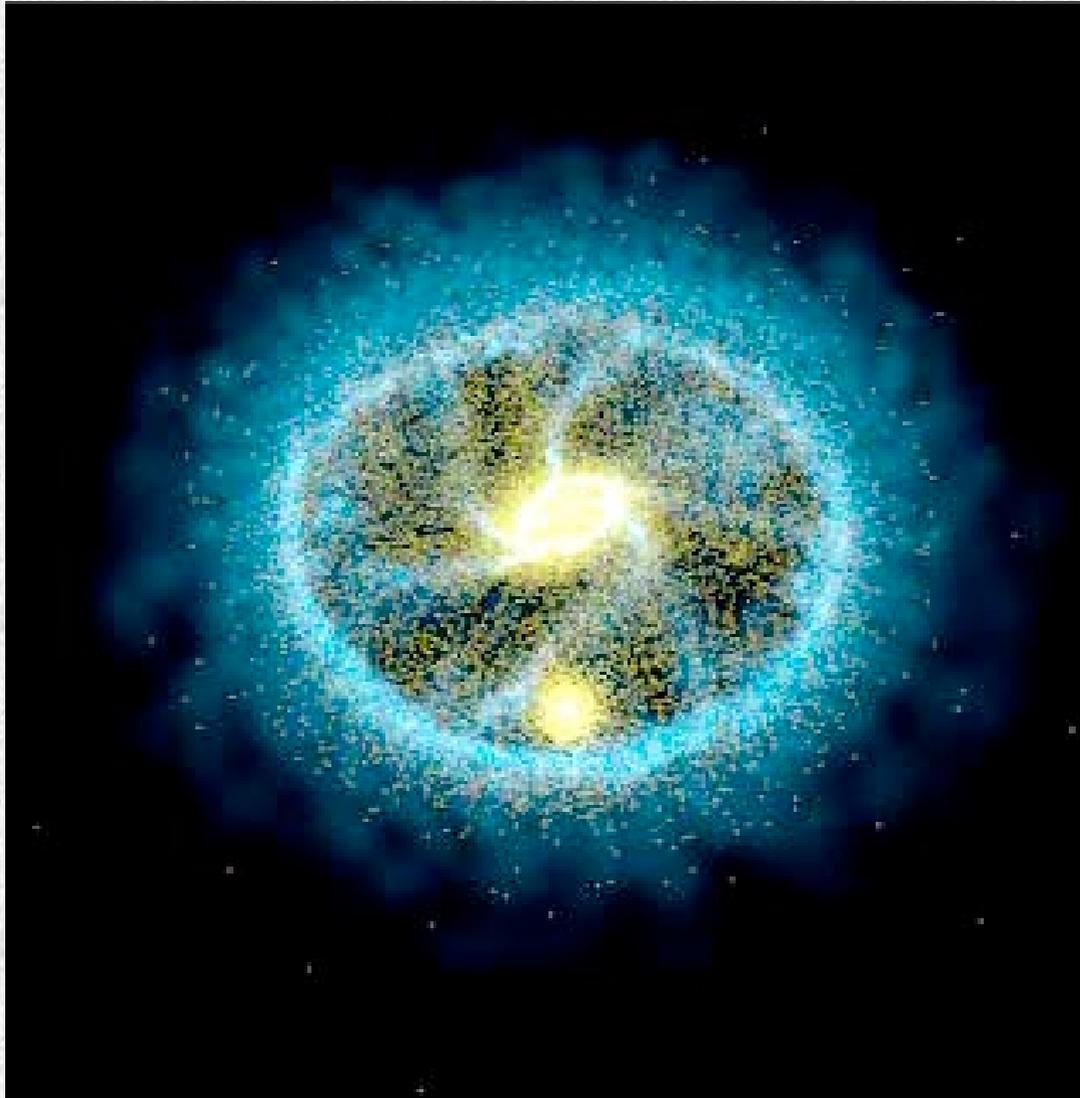
- Fazemos um modelo com N -corpos (pontos).
- Cada “ponto” tem massa, posição e velocidade conhecida.
- A posição e a velocidade são avançadas passo a passo.

Simulação de uma colisão



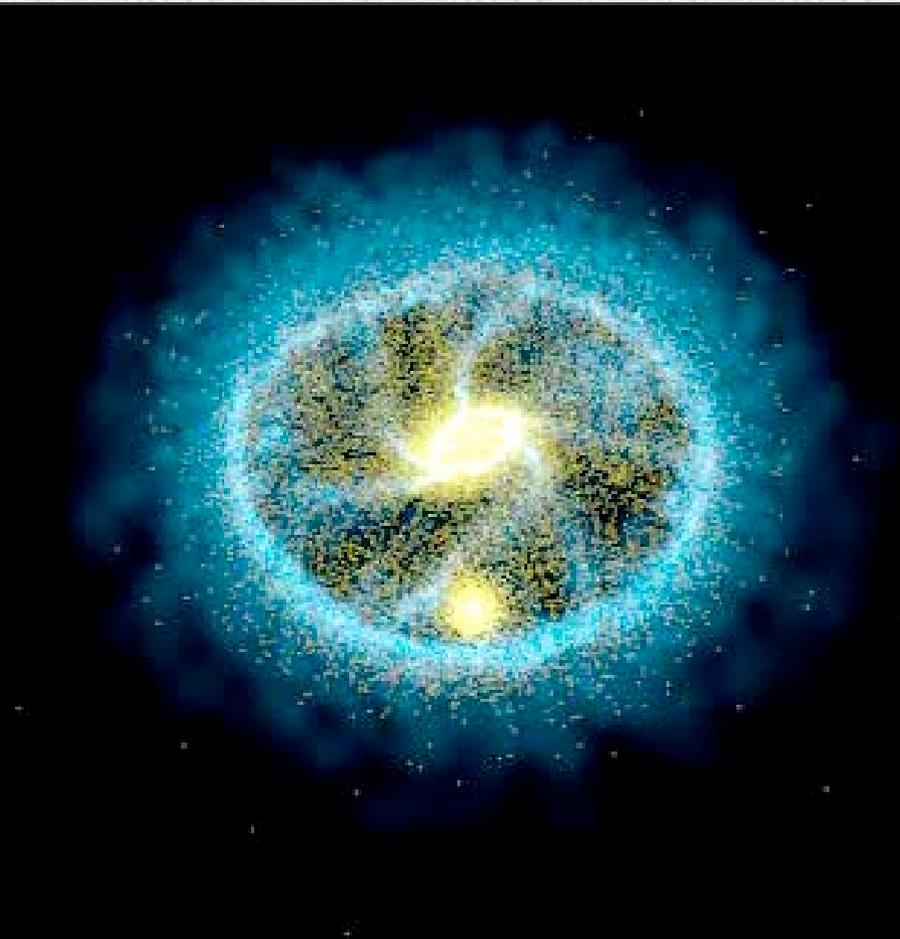
- Galáxia anã atravessa uma espiral.

Simulação de uma colisão



- Galáxia anã atravessa uma espiral.

Simulação de uma colisão



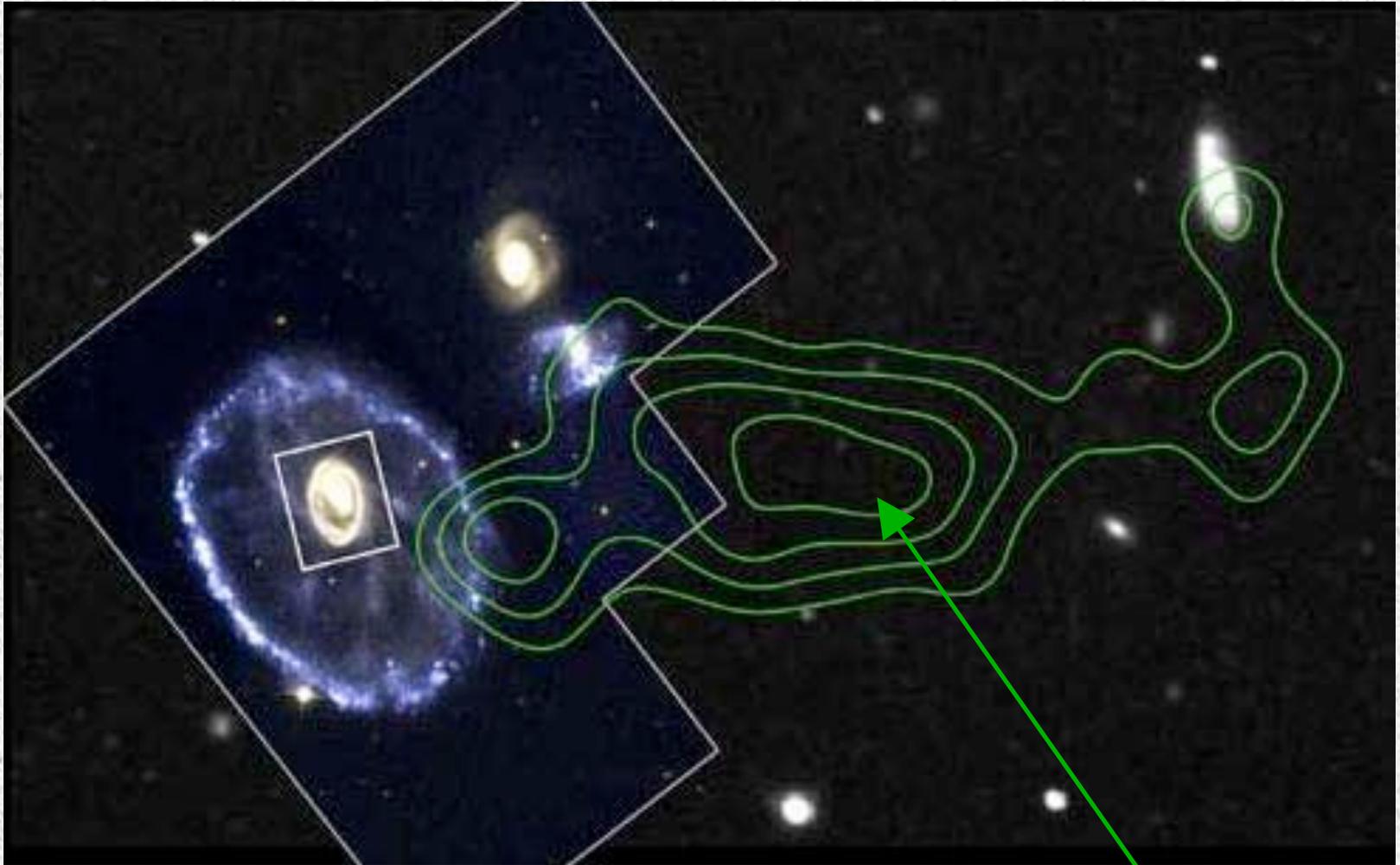
- Galáxia “Roda de carruagem”.

Galáxia “Roda de carruagem”



Qual destas galáxias é a “culpada”?

Galáxia “Roda de carruagem”



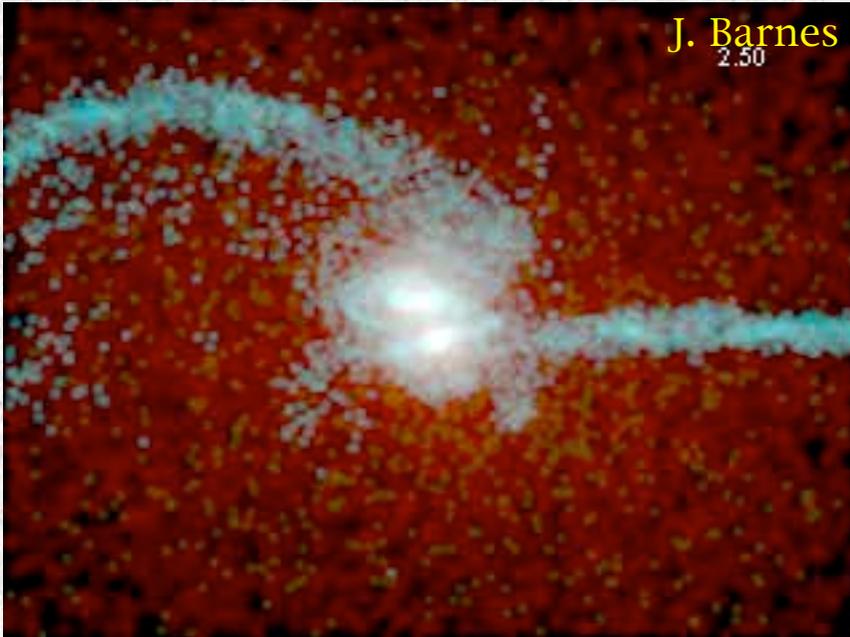
Contornos da emissão de hidrogênio.

Colisão de galáxias de mesma massa



- Colisão de duas galáxias espirais

Colisão de galáxias de mesma massa

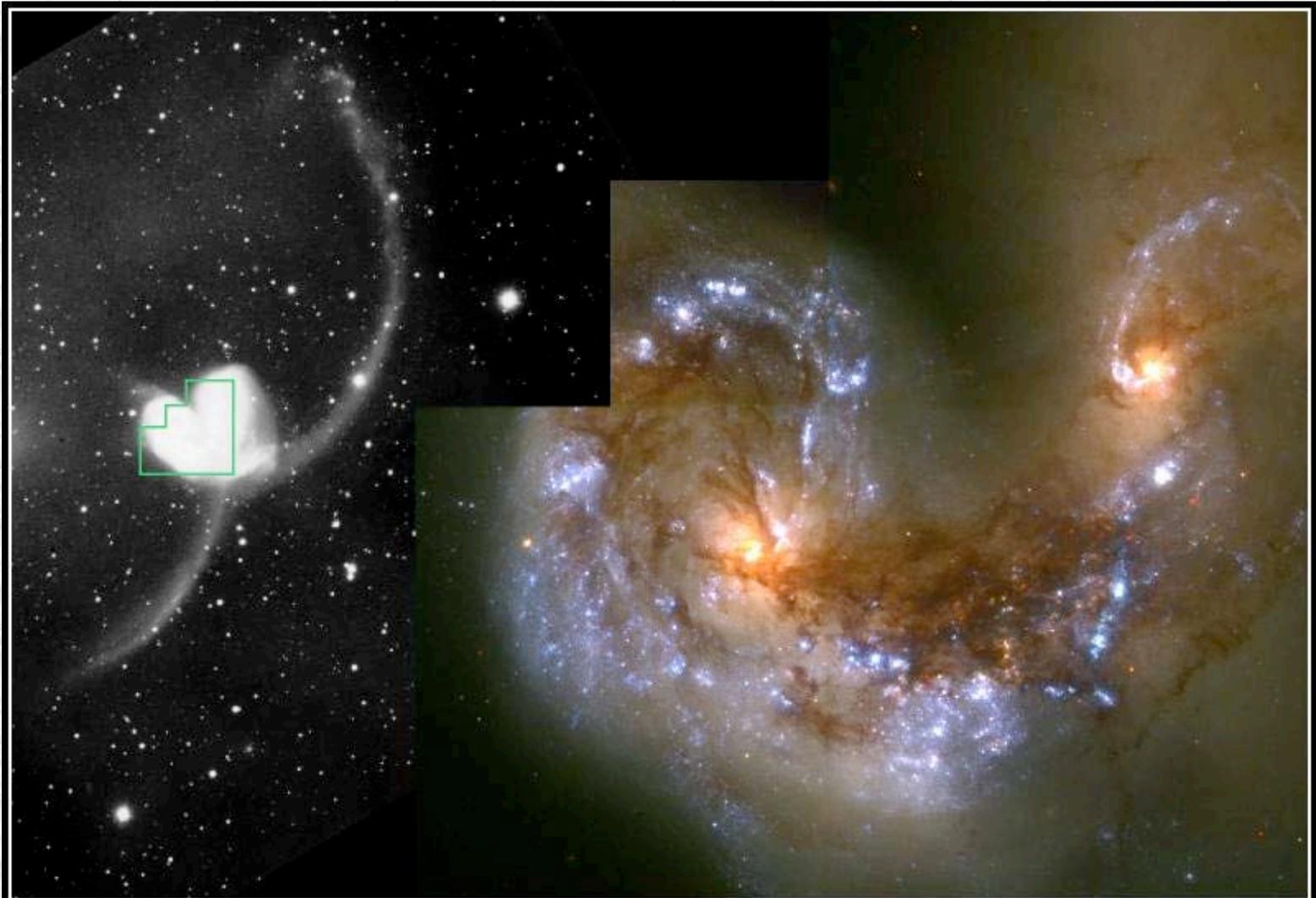


- Colisão de duas galáxias espirais de massas aproximadamente iguais.



Colisão de galáxias de massas iguais

- Galáxia “Antena”.

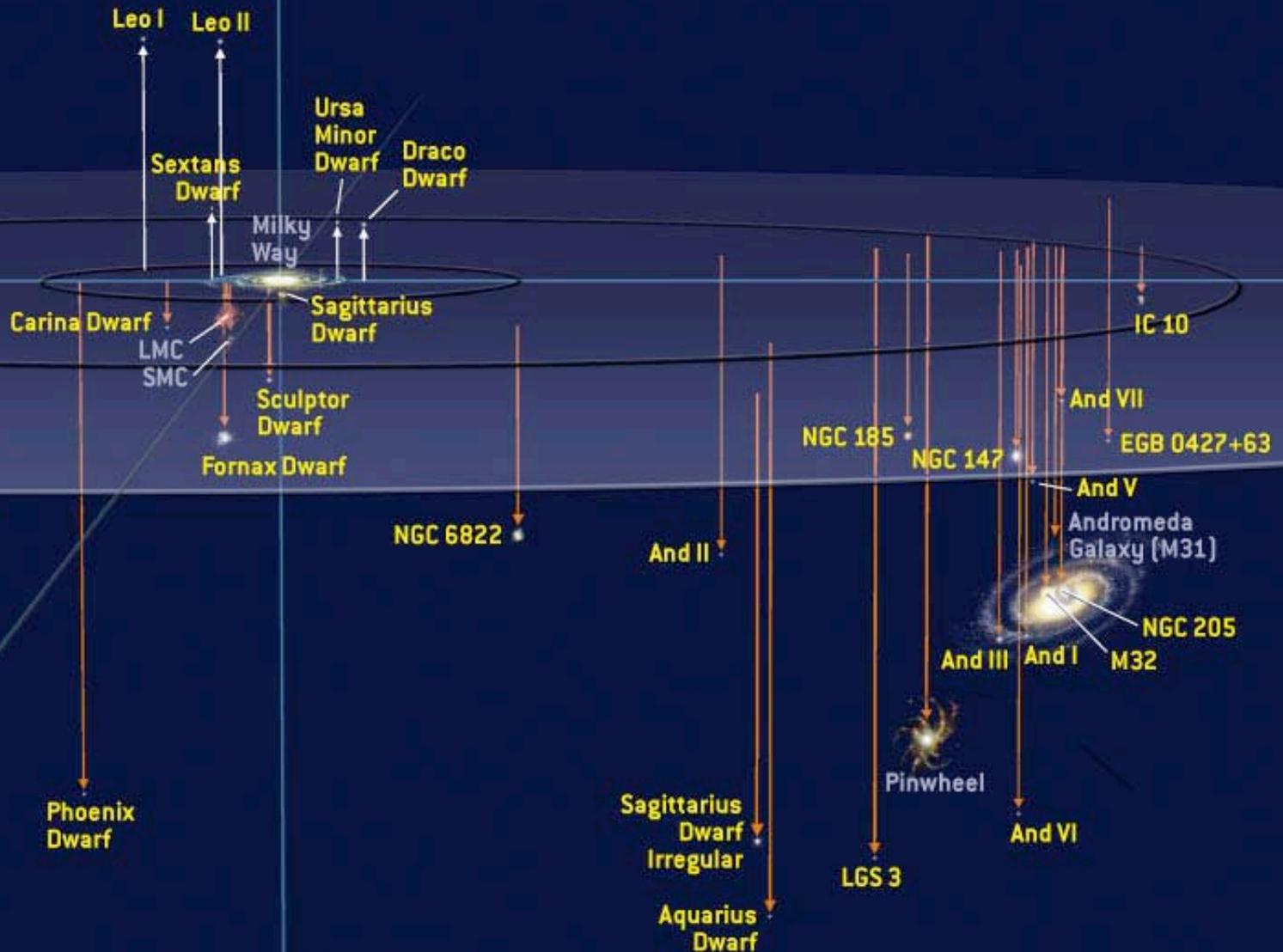


Colliding Galaxies NGC 4038 and NGC 4039

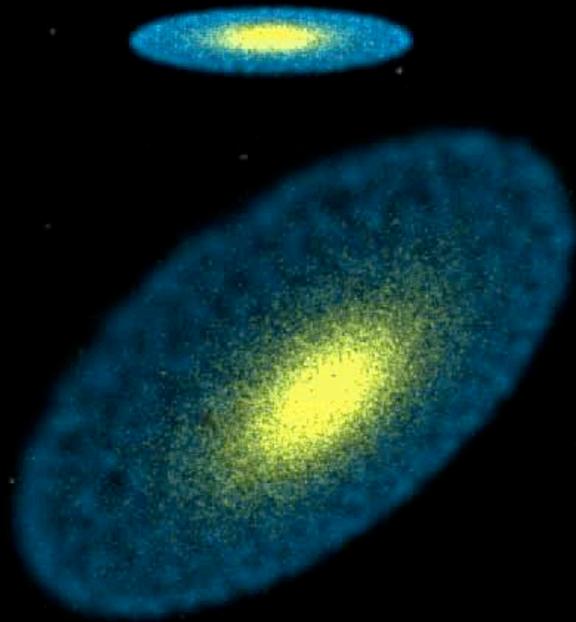
HST • WFPC2

PRC97-34a • ST Scl OPO • October 21, 1997 • B, Whitmore (ST Scl) and NASA

Grupo Local

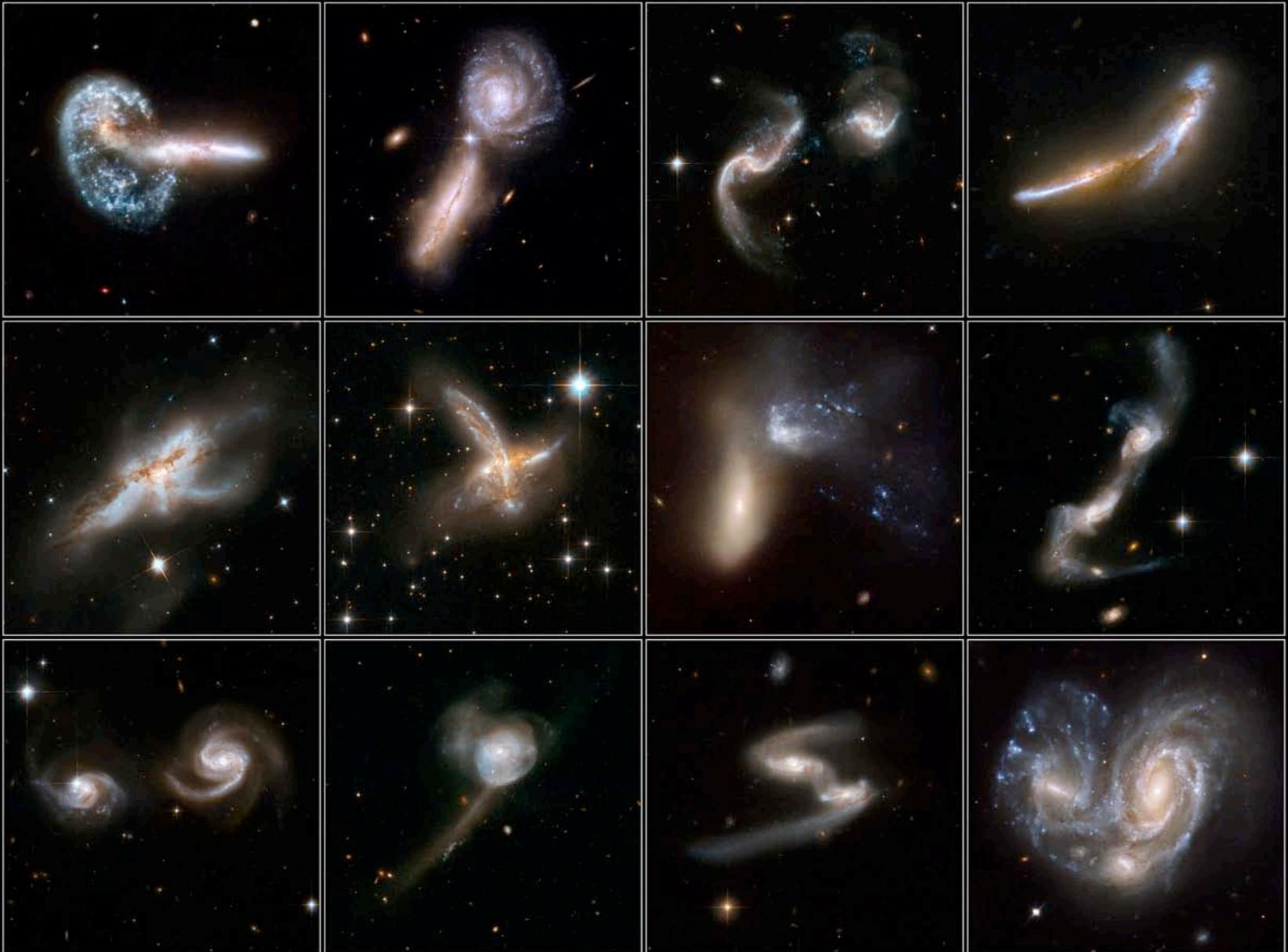


Via Láctea e M31: uma colisão no futuro?



- M31 tem uma velocidade radial de 120 km/s na direção da Via Láctea, mas não conhecemos a velocidade transversal de M31.

Galáxias em interação observadas pelo telescópio espacial Hubble



NASA, ESA, the Hubble Heritage (AURA/STScI)-ESA/Hubble Collaboration, and
A. Evans (University of Virginia, Charlottesville/NRAO/Stony Brook University)

STScI-PRC08-16a

Conseqüência das colisões

- Transformação morfológica:
 - Espiral + Espiral ou Elíptica => Elíptica gigante
 - Elíptica + anã => Espiral?
- Aumento da taxa de formação estelar:
 - galáxias mais brilhantes e azuis.
- Aumento da atividade nuclear:
 - quasares e radiogaláxias.

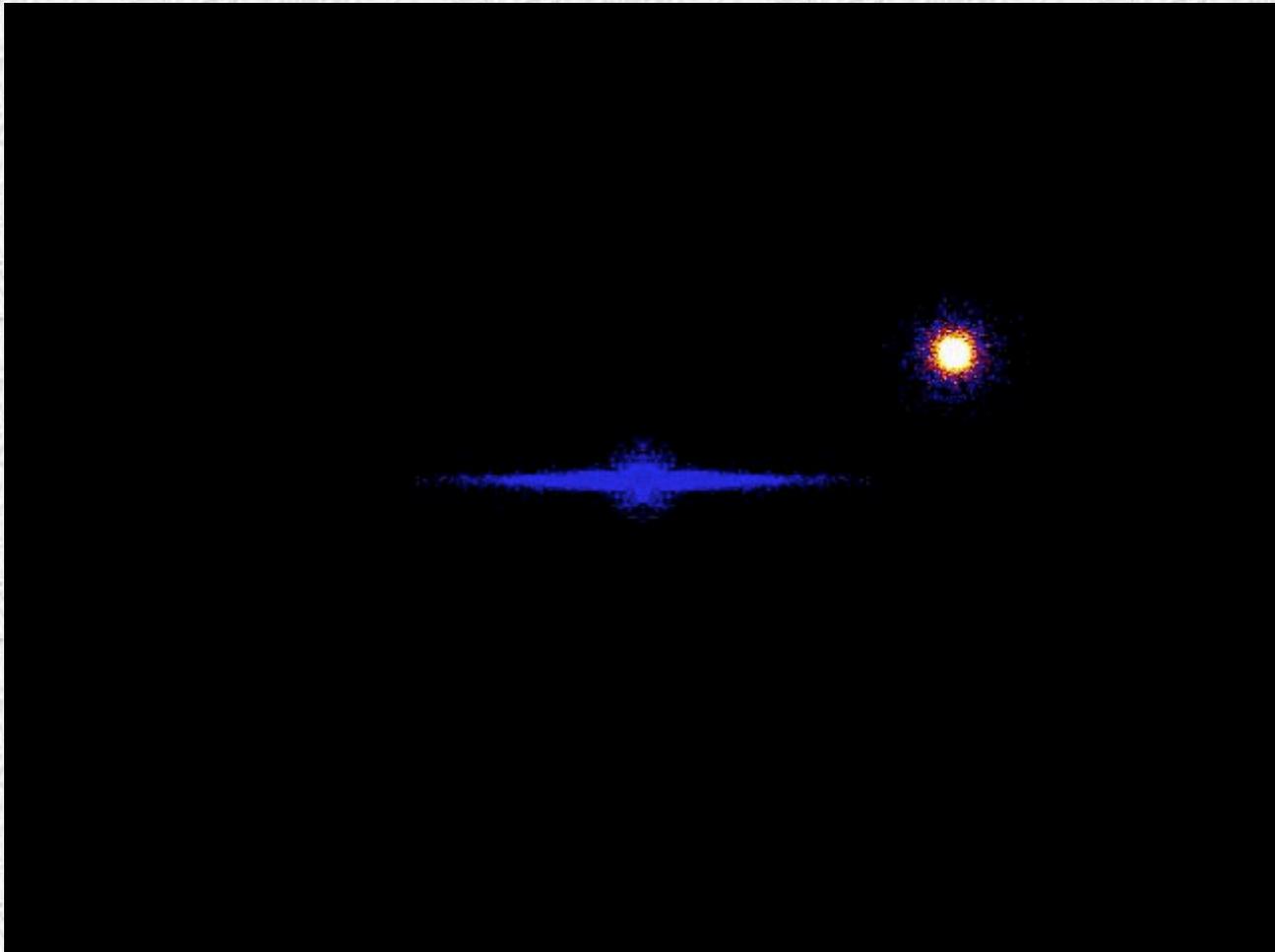


Consequência das colisões

- Colisões lentas ($v_{\text{orbital}} < v_{\text{interna}}$)
 - Fusão das galáxias
- Colisões rápidas ($v_{\text{orbital}} > v_{\text{interna}}$)
 - Massas comparáveis:
 - Grande perturbação da morfologia
 - Massas muito diferentes (anã + galáxia gigante)
 - Pequena ou nenhuma transformação morfológica

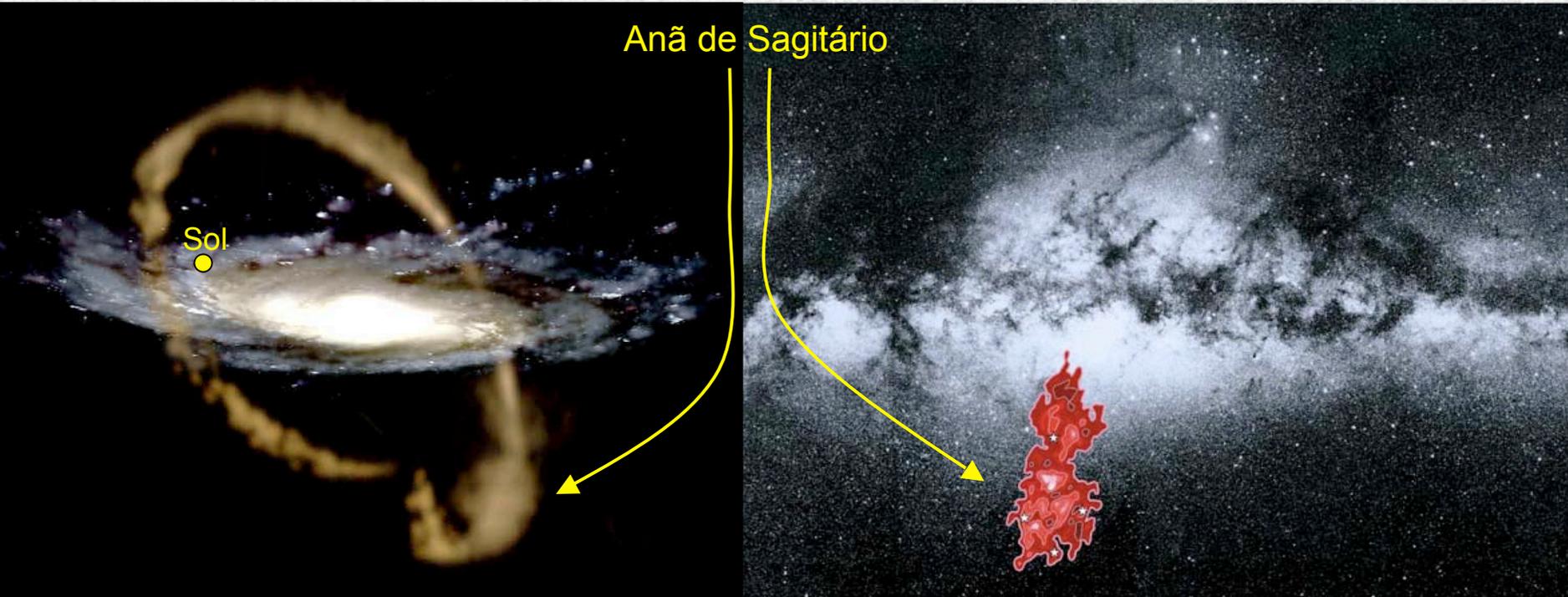
Consequência das colisões

- Colisões lentas de uma galáxia anã com a Via Láctea



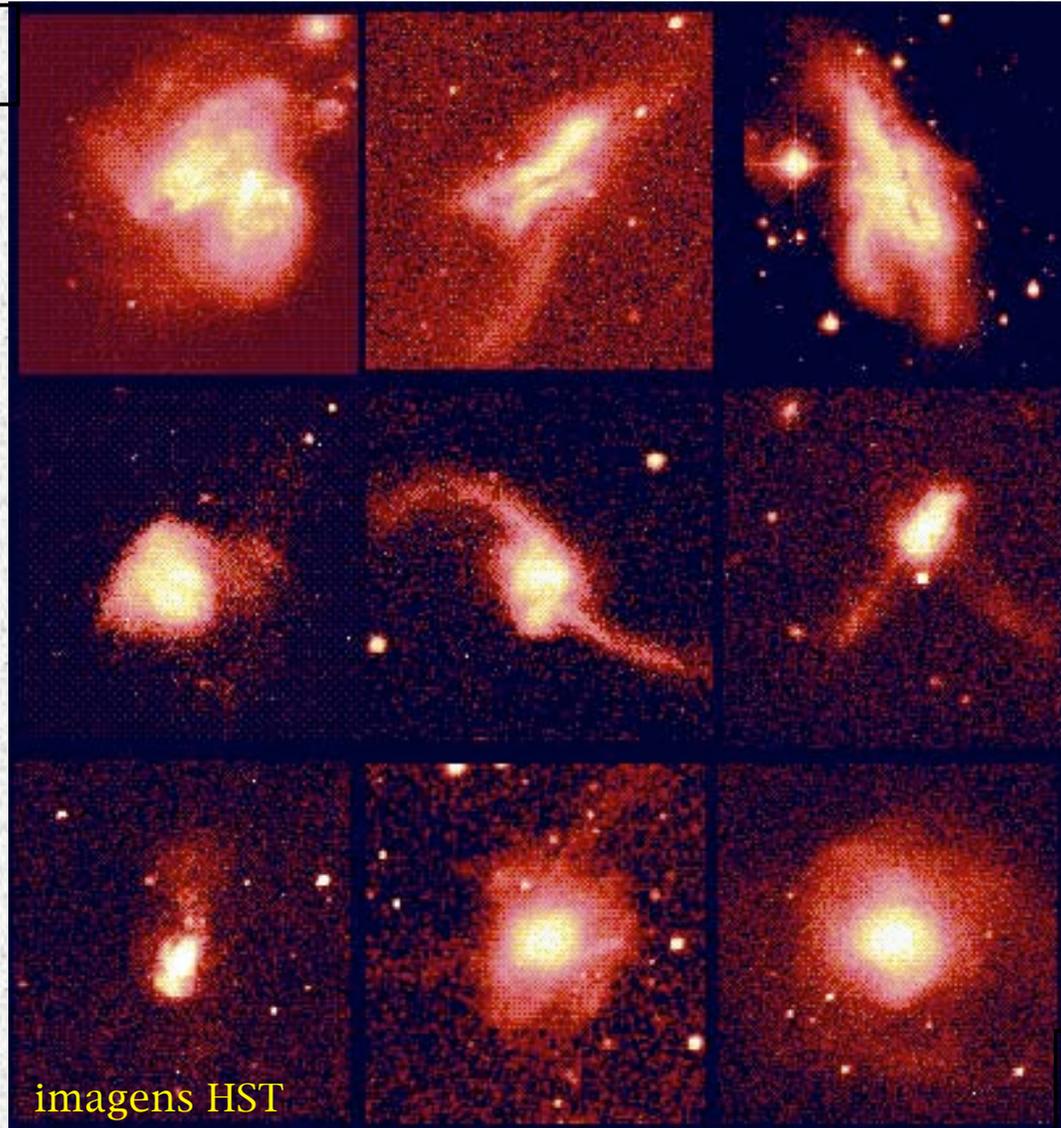
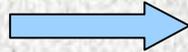
Conseqüência das colisões

- Colisões lentas ($v_{\text{orbital}} < v_{\text{interna}}$)
 - Fusão das galáxias
- Colisões rápidas ($v_{\text{orbital}} > v_{\text{interna}}$)
 - Massas comparáveis:
 - Grande perturbação da morfologia
 - Massas muito diferentes (anã + galáxia gigante)
 - Pequena ou nenhuma transformação morfológica



Colisões de galáxias ao longo do tempo

início



- Observamos fusões de galáxias em vários estágios.

imagens HST

final