

# Galáxias

Roberto Ortiz  
EACH/USP

# Definição

- Galáxias são sistemas estelares gravitacionalmente ligados contendo um número entre  $10^7$  e  $10^{12}$  estrelas, incluindo sistemas estelares binários ou múltiplos, aglomerados de estrelas e matéria interestelar (gás e poeira).



NGC 4414

- O protótipo de galáxia é a *Via-Láctea* (ou Galáxia).
- O Sol situa-se próximo ao plano da Galáxia e à distância de 8 kpc de seu centro.
- A *Via-Láctea* é vista no céu sob a forma de uma faixa difusa de estrelas e gás.

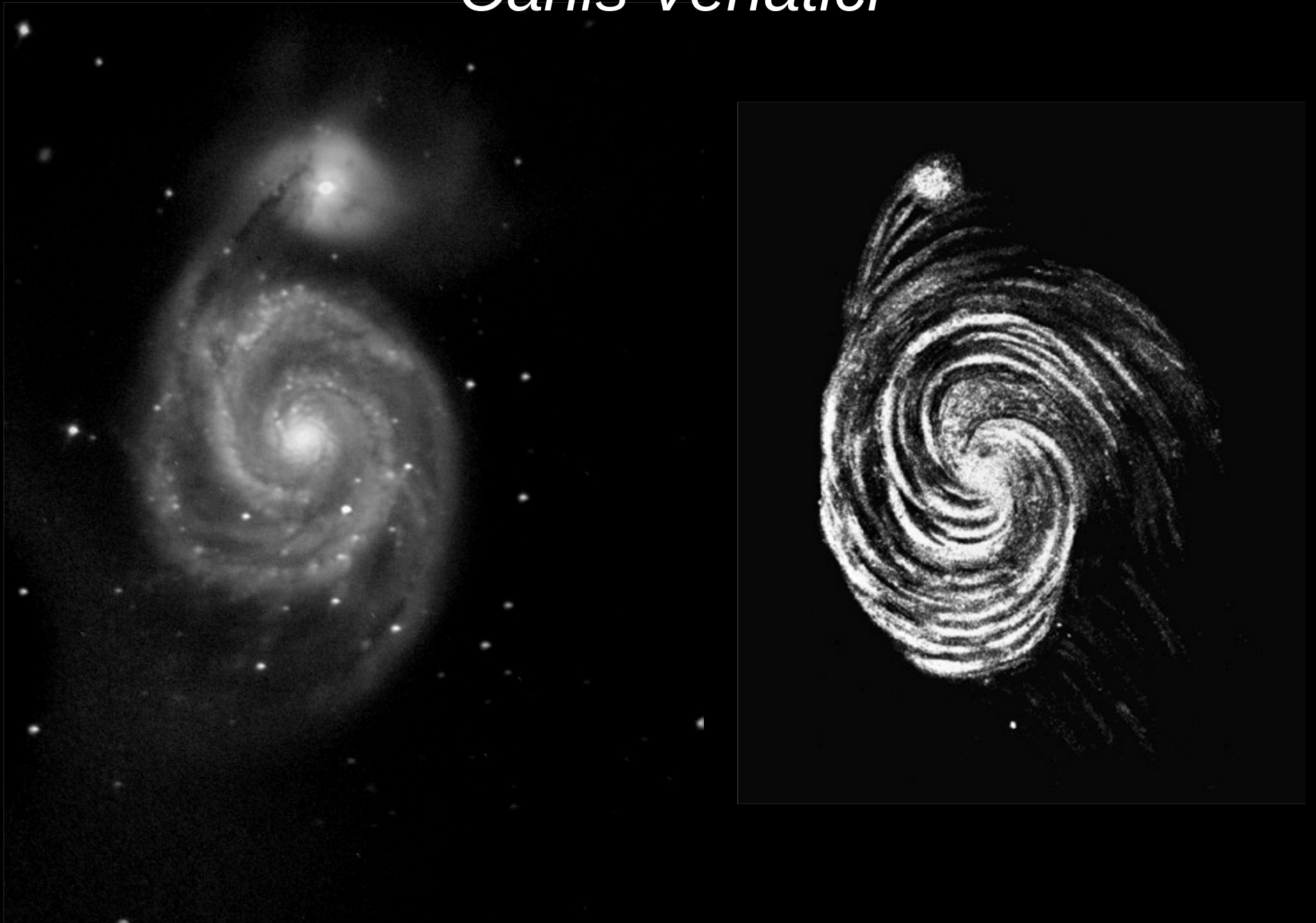


- No século XIX, William Parsons, o III Conde de Rosse construiu em sua propriedade, na Irlanda, o maior telescópio de sua época, com 1,8m de diâmetro.
- Em 1845 ele apontou seu telescópio para a “nebulosa” conhecida como M51 e discerniu nela uma estrutura espiral.



William Parsons, o  
III Conde de Rosse

# Galáxia M 51, na constelação de *Canis Venatici*



# O “*grande debate*”

- Em 1917, Heber Curtis observou que as estrelas na “nebulosa M31” eram, em média, cerca de 10 magnitudes mais fracas do que estrelas do mesmo tipo, situadas em diversas direções da Via-Lactea.
- Curtis estimou a distância de M31 em 150 kpc, muito distante para que ela fizesse parte da Via-Lactea.
- Portanto, segundo Curtis, M31 deveria ser uma “nebulosa” externa à Via-Láctea.



M31

- Em 26 de abril de 1920, astrônomos reuniram-se em Washington DC para um congresso sobre Astronomia.
- Compareceram ao evento, entre outros, Heber Curtis e Harlow Shapley, dois eminentes astrônomos da época.

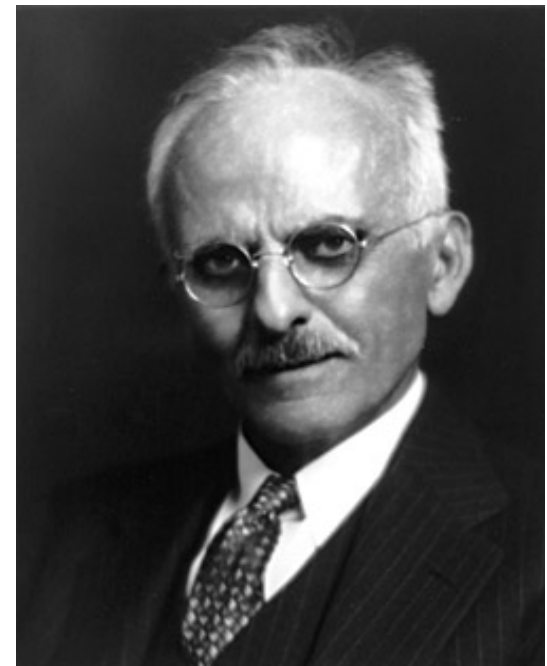


- H. Curtis apresentou seus resultados, que implicavam que M31 seria externa à Via-Láctea, isto é, M31 seria uma outra *galáxia*.
- Por outro lado, Harlow Shapley argumentava que M31 não poderia estar tão distante e o astrônomo holandês Adriaan van Maanen alegou que havia conseguido medir o movimento de rotação de M31. Portanto M31 deveria estar próxima, dentro da Via-Láctea.



Harlow Shapley

X



Heber Curtis



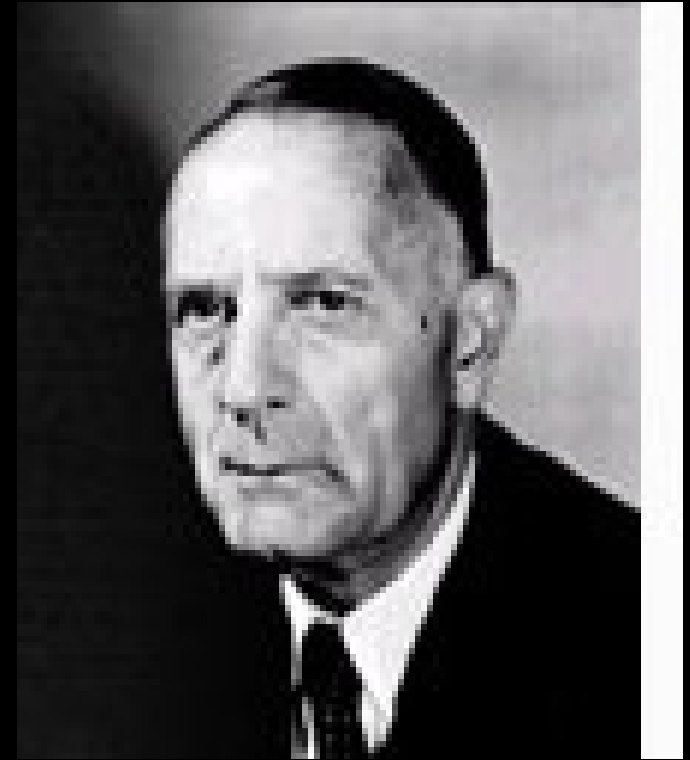
- A polêmica foi resolvida somente alguns anos depois, quando o astrônomo Edwin Hubble, utilizando um novo telescópio, confirmou o ponto de vista de Curtis, ao notar que estrelas do tipo *cefeida*, apareciam anormalmente fracas na direção de M31. Hubble atribuiu esse efeito à distância.
- Assim, ficou estabelecido que M31, assim como muitas outras “nebulosas”, era externa à Via-Lactea. Um “universo-ilha”, ou “galáxia”, como havia proposto Kant no século XVIII.



- Os espectros de galáxias revelaram-se ser predominantemente de absorção, como os espectros estelares. Isso prova que as galáxias são constituídas predominantemente por estrelas.
- No entanto, havia uma enorme variedade de formas e aspectos de galáxias.

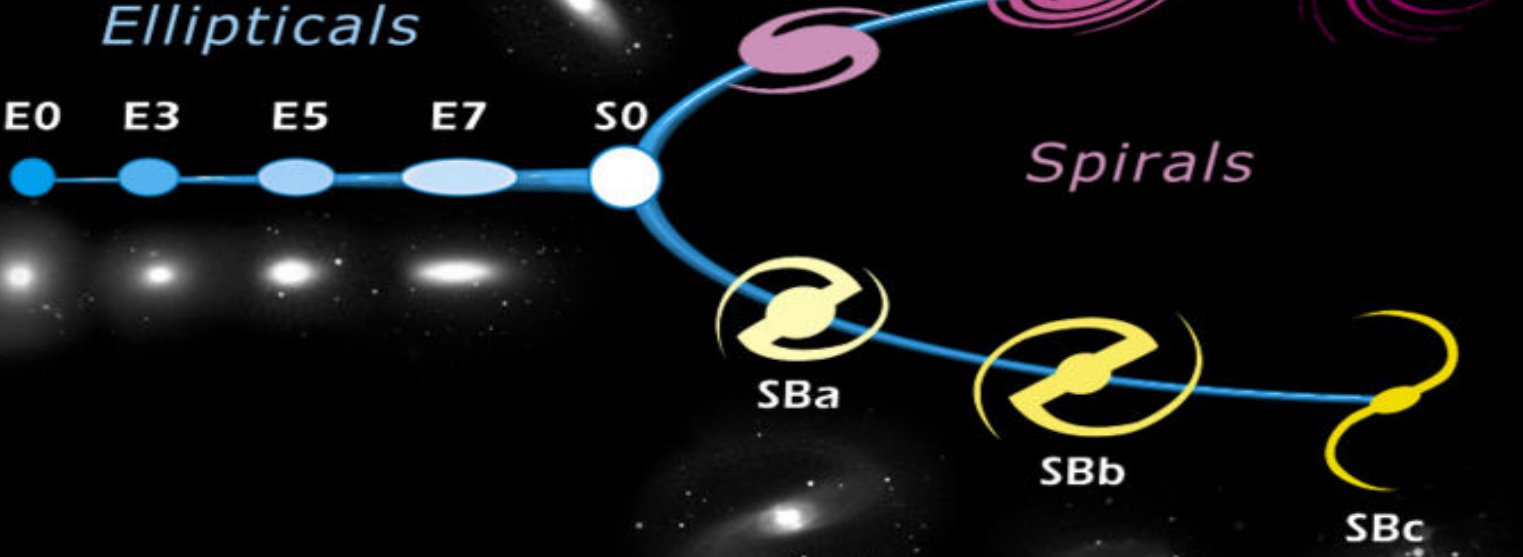


- Em 1936, o astrônomo americano Edwin Hubble propôs uma classificação morfológica para as galáxias.
- Hubble propôs também que essa sequência seria evolutiva, i.e. a galáxia evoluiria do tipo “recente” para “tardio”.
- Essa classificação perdura até os dias de hoje, porém sabe-se que as galáxias não evoluem ao longo da “sequência de Hubble”.



Edwin Hubble

# Edwin Hubble's Classification Scheme



# Galáxias elípticas:

- Designadas como  $E_n$ , onde  $n$  é um número inteiro:  $n = 0$  para as galáxias elípticas de excentricidade zero e  $n = 7$  para as mais achatadas.
- Não possuem braços espirais.
- Sua cor é branco-amarelada, indicando a predominância de estrelas gigantes tipo K e M.
- São em geral pobres em gás, como os aglomerados globulares da Via-Láctea.



Galáxia elíptica, tipo E2

# *Galáxias espirais:*

- Possuem estrutura espiral ou “braços espirais”.
- Apresentam uma parte central brilhante: o bojo.
- São ricas em gás.
- Sub-dividem-se em espirais normais (S) e espirais barradas (SB).
- Possuem sub-classificação a,b ou c, conforme o grau de enrolamento dos braços espirais.

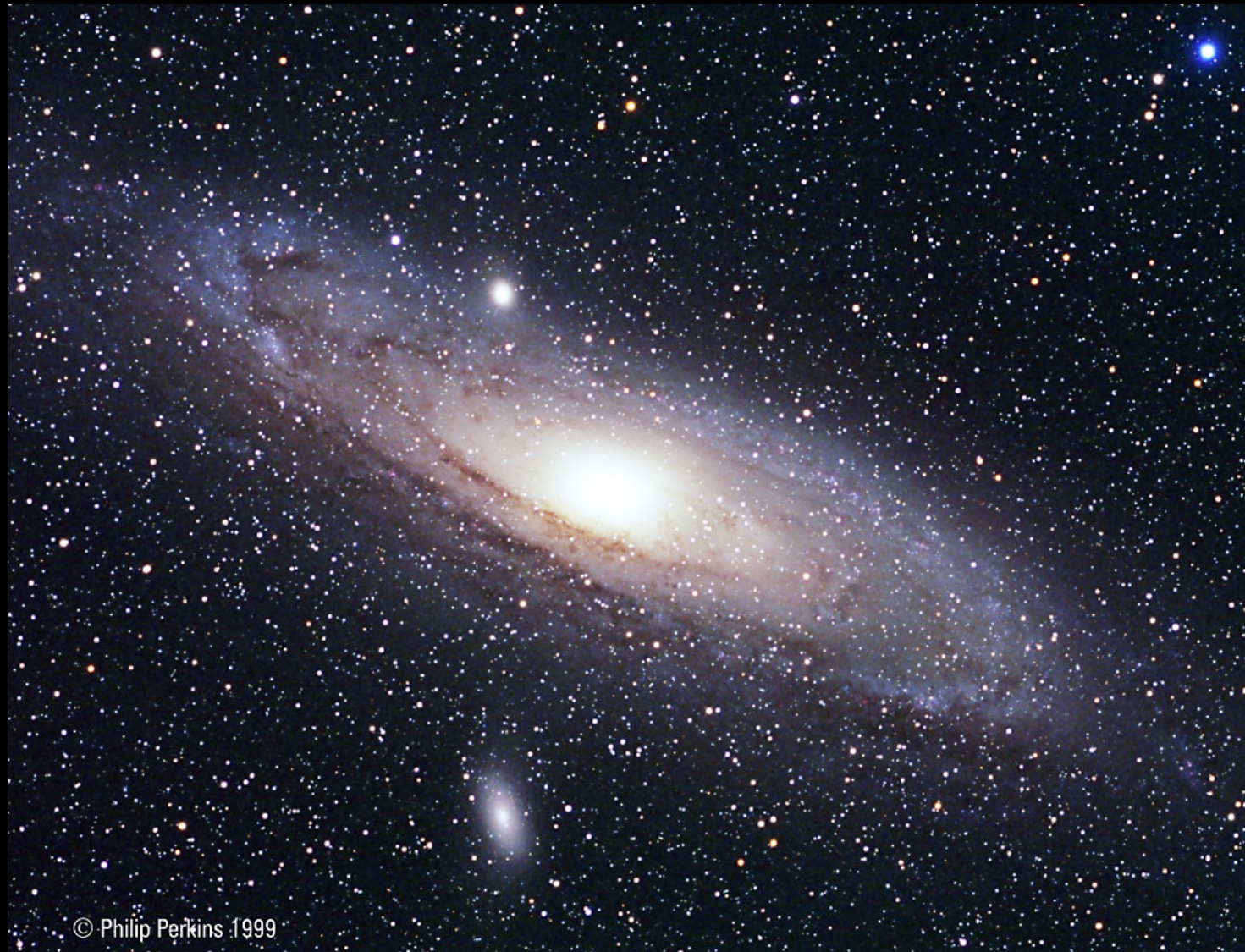


Galáxia espiral, tipo Sc

Galáxia M33, tipo Sc  
(constelação do Triângulo)



# Galáxia M31, tipo Sb (constelação de Andrômeda)





Galáxia M104 (NGC4594), tipo Sa  
“Sombrero”, constelação de Virgo



## *Espirais barradas*

- Designadas como SB, possuem uma estrutura sob a forma de uma “barra”, incorporando o bojo.
- As demais características assemelham-se às de galáxias espirais normais.



NGC1300, tipo SBb

Galáxia NGC253, tipo SBc  
(constelação de Sculptor)



# *Galáxias Lenticulares*

- E. Hubble propôs uma categoria intermediária entre as espirais e elípticas.
- Galáxias lenticulares reúnem algumas características dos tipos E e S.
- Elas possuem disco, mas não uma estrutura espiral.
- São ricas em gás.



# Galáxias Irregulares



- Existem galáxias que não possuem um padrão regular. São chamadas de “irregulares”, tipo I ou Irr.
- Muitas delas são o resultado de interações gravitacionais com galáxias vizinhas que as deformam devido à força gravitacional.

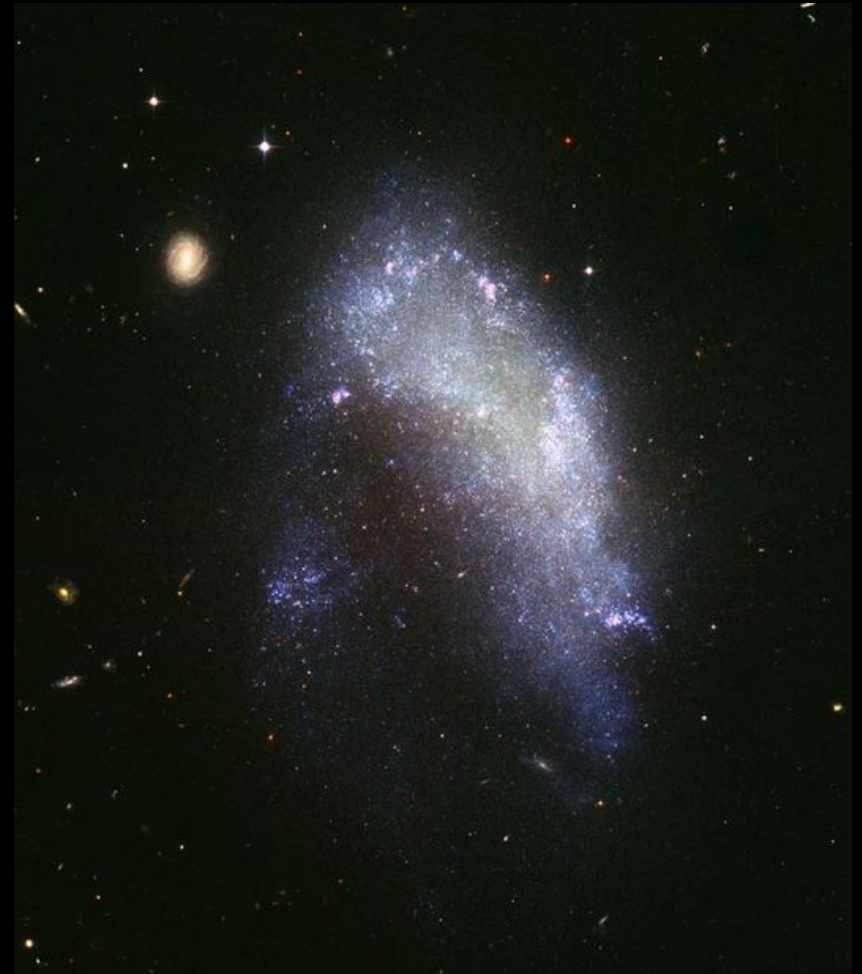
# *Galáxias Irregulares*

- Dentro dessa categoria existem as galáxias “canibais”, que “engolem” galáxias menores por meio da força gravitacional.
- Ao lado, o par de galáxias “Antena”, um exemplo de galáxia irregular devido à interação gravitacional.
- Em geral, as galáxias irregulares são ricas em gás.



## *Galáxias Irregulares: sub-tipos*

- Hubble subdividiu as galáxias irregulares em dois sub-tipos: Irr-I e Irr-II
- As de tipo Irr-I apresentam uma estrutura definida de algum tipo. Também são chamadas de tipo “magelânico”. São ricas em gás.
- As de tipo Irr-II são completamente amorfas, não apresentando nenhuma estrutura morfológica proeminente.



NGC1427: galáxia tipo Irr-II

*Grande Nuvem de Magalhães:  
galáxia tipo Irr-I*





*Galáxia IC10*  
(tipo Irr-II, constelação de Cassiopeia)



# ***Dinâmica de galáxias e a matéria escura***

- O estudo da dinâmica de galáxias fornece informações sobre o conteúdo das mesmas.
- Analisando como as galáxias giram é possível calcular a distribuição de massa e compará-la com a distribuição de estrelas, obtida a partir do perfil de brilho.
- Dá-se o nome de *curva de rotação* ao gráfico da velocidade de rotação de uma galáxia (em km/s) como função de sua distância galactocêntrica.

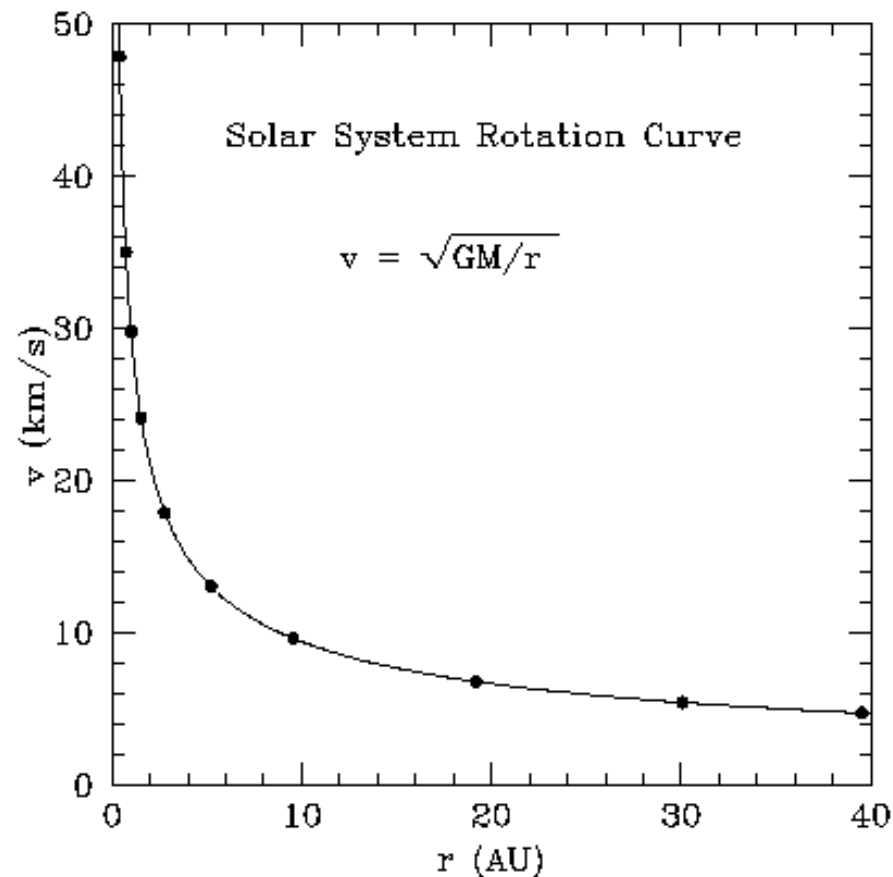
# *Dinâmica de galáxias e a matéria escura*

- Por exemplo: no sistema solar, quase toda a massa está acumulada em seu centro, isto é, no Sol.
- Podemos calcular a “curva de rotação” do Sistema Solar, utilizando Mecânica Clássica: igualamos a força gravitacional à força centrípeta e isolamos a velocidade.

$$\frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

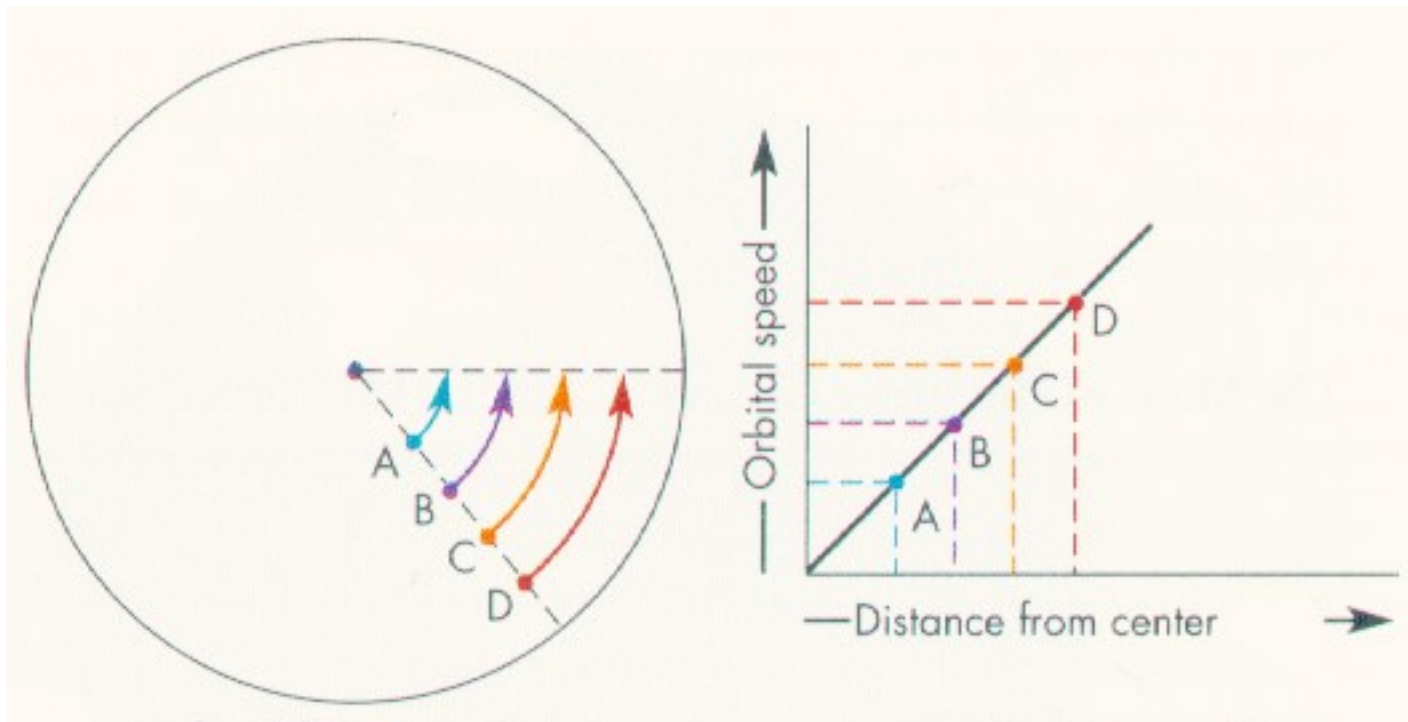
# *Dinâmica de galáxias e a matéria escura*

- Como resultado, obtemos:  $v(r) \sim r^{-1/2}$

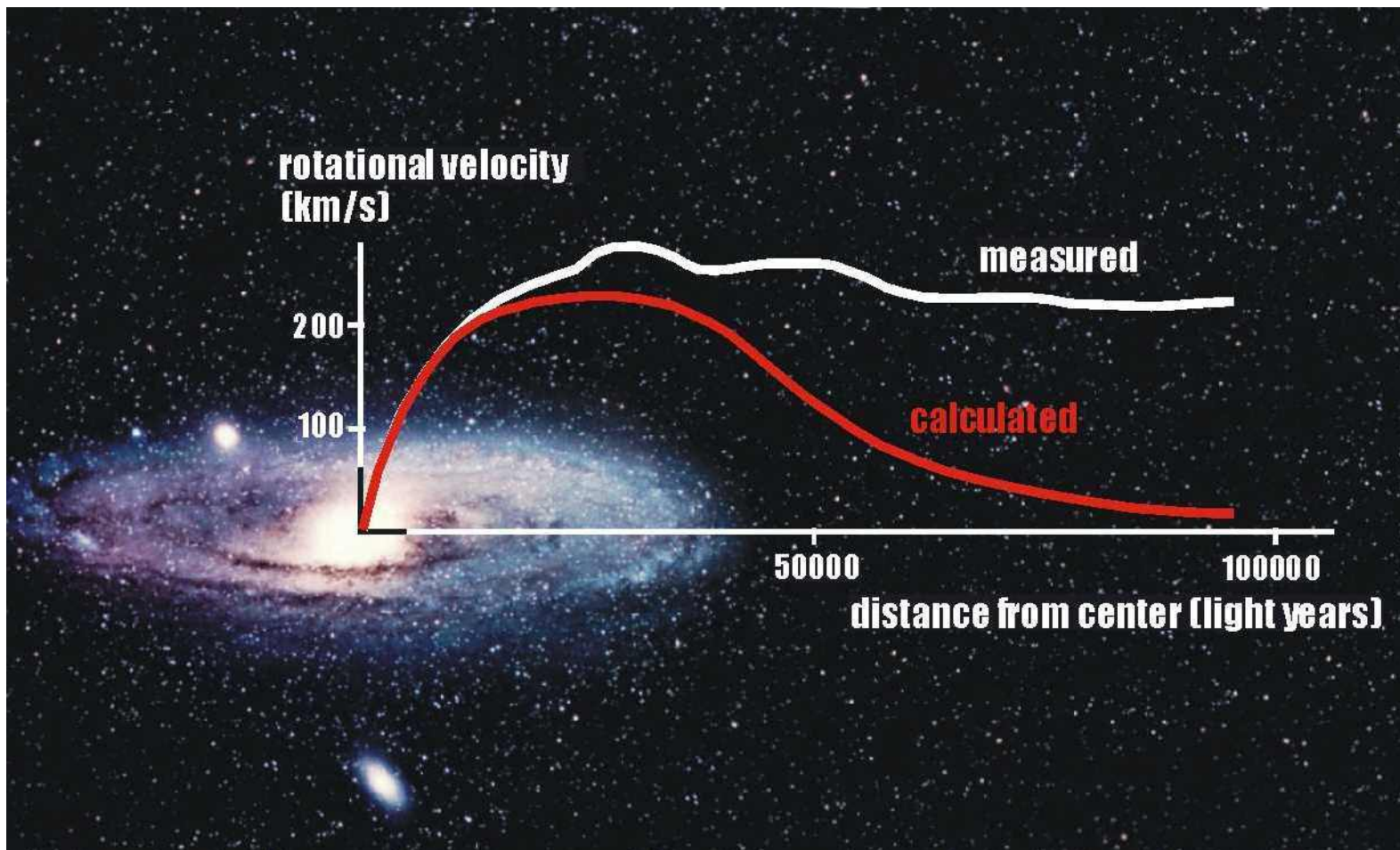


# *Dinâmica de galáxias e a matéria escura*

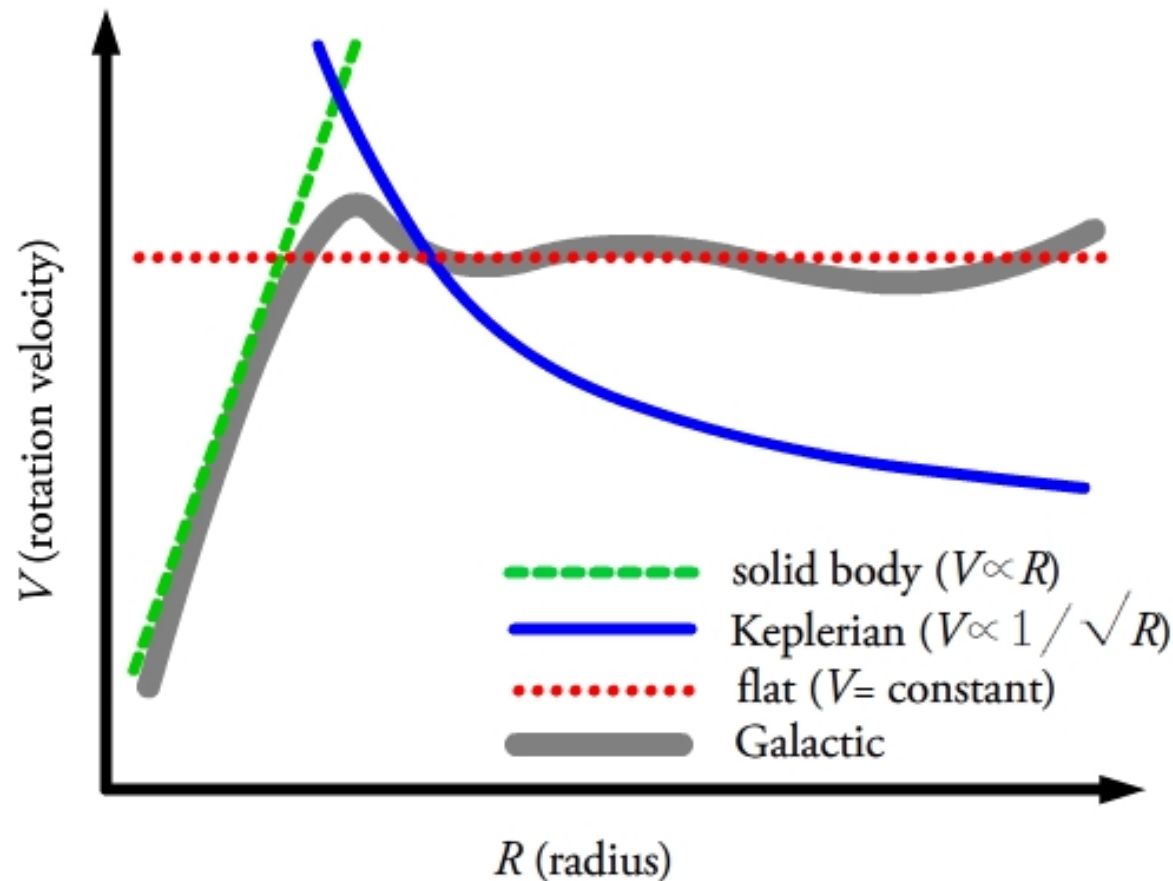
- Em um corpo rígido a velocidade aumenta diretamente proporcional ao raio:  $v = \omega r$
- A parte central das galáxias gira de maneira semelhante a um corpo rígido.



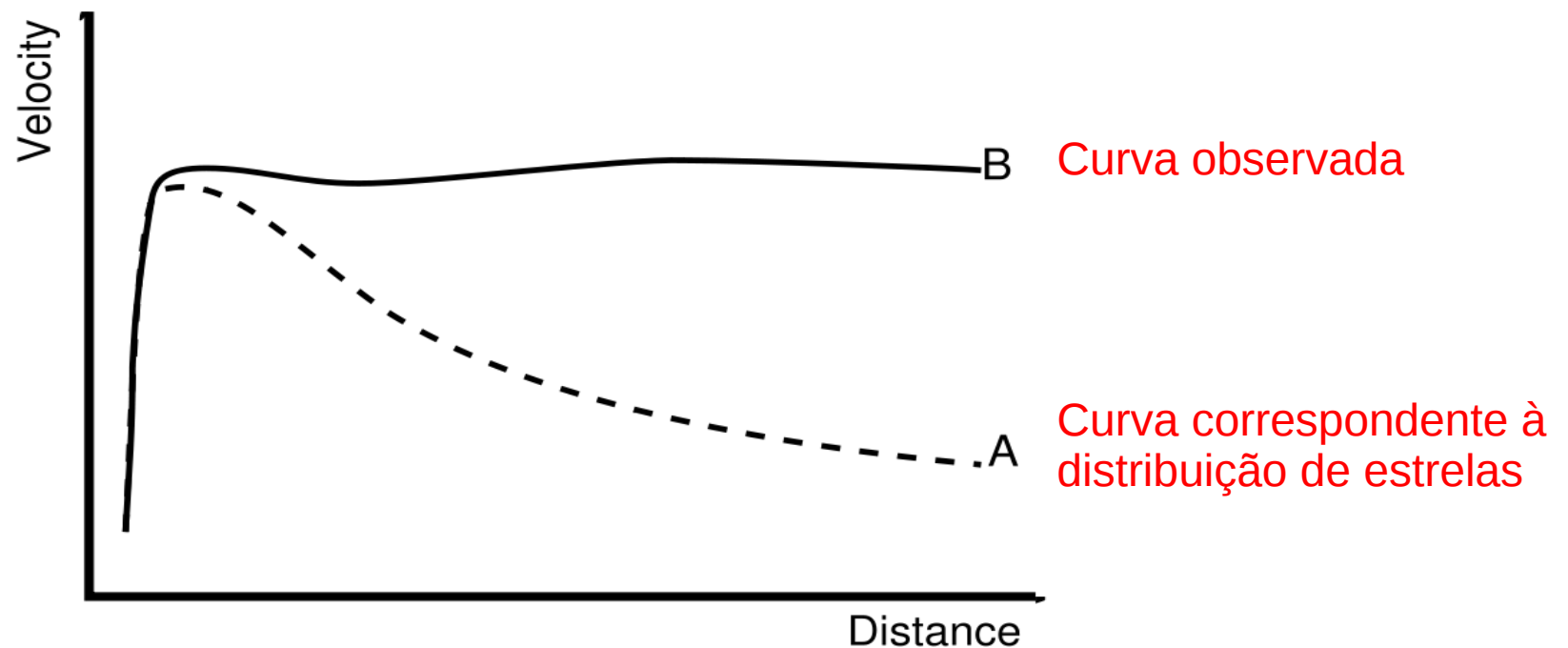
- Se tomarmos a distribuição das estrelas obtida a partir do brilho das galáxias, a curva de rotação deveria ser descendente. No entanto, observa-se que a velocidade de rotação permanece aproximadamente constante.



- Na figura abaixo observamos que:
  - Na parte central, as galáxias giram como um corpo rígido
  - A partir de um determinado raio a velocidade de rotação começa a diminuir
  - Um pouco além, a velocidade de rotação para de diminuir e permanece constante além desse raio (ou mesmo aumenta em alguns casos)



- Essa “matéria escura”, que não emite nenhum tipo de radiação, é a responsável por manter a curva de rotação das galáxias em um nível constante na parte mais externa das galáxias.
- Ainda não se sabe de que é feita a matéria escura.
- A matéria escura é observada somente em estrutura de grande escala no Universo, tais como galáxias, aglomerados de galáxias, etc.





# Bibliografia

- Astronomia & Astrofísica (Kepler & Saraiva); p.p. 439 – 444
- Descobrindo o Universo (Sueli Viegas & Fabíola de Oliveira, orgs.); cap. 10



