

**A Via Láctea e o Meio
Interestelar**

Rogemar A. Riffel

Um pouco sobre outras galáxias

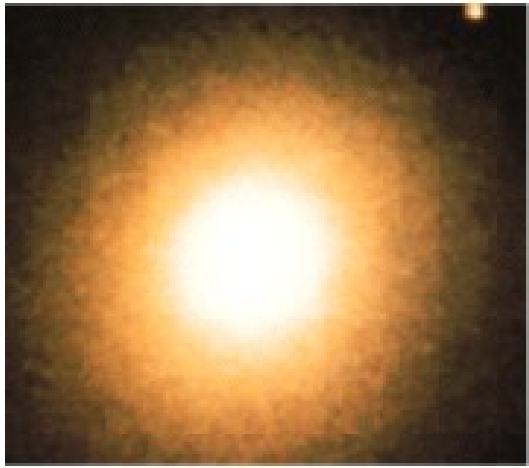
3 tipos básicos: elípticas, espirais e irregulares:

Elípticas: formato de elipse

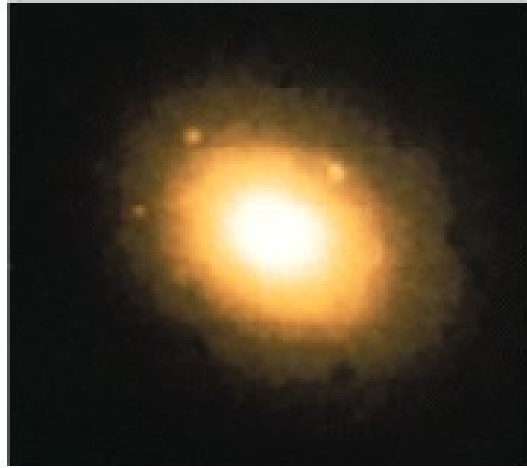
Espirais ou disco: forma planar (disco), contendo braços em espiral

Irregular: não têm forma bem definida

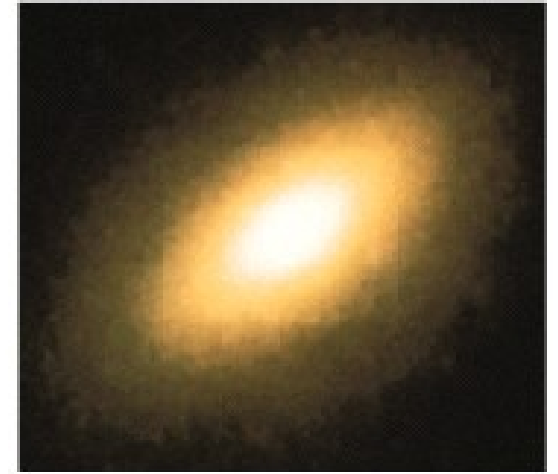
Elípticas (E)



E0

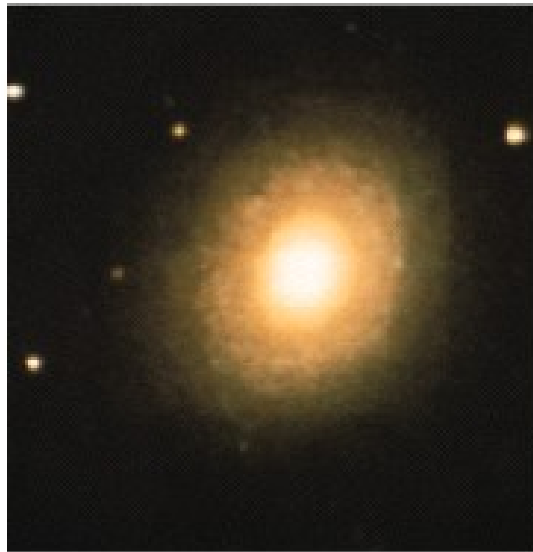


E3



E6

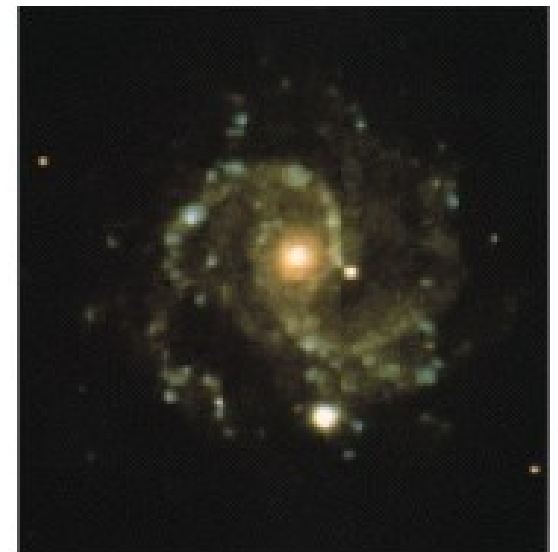
Espirais (S)



Sa



Sb



Sc

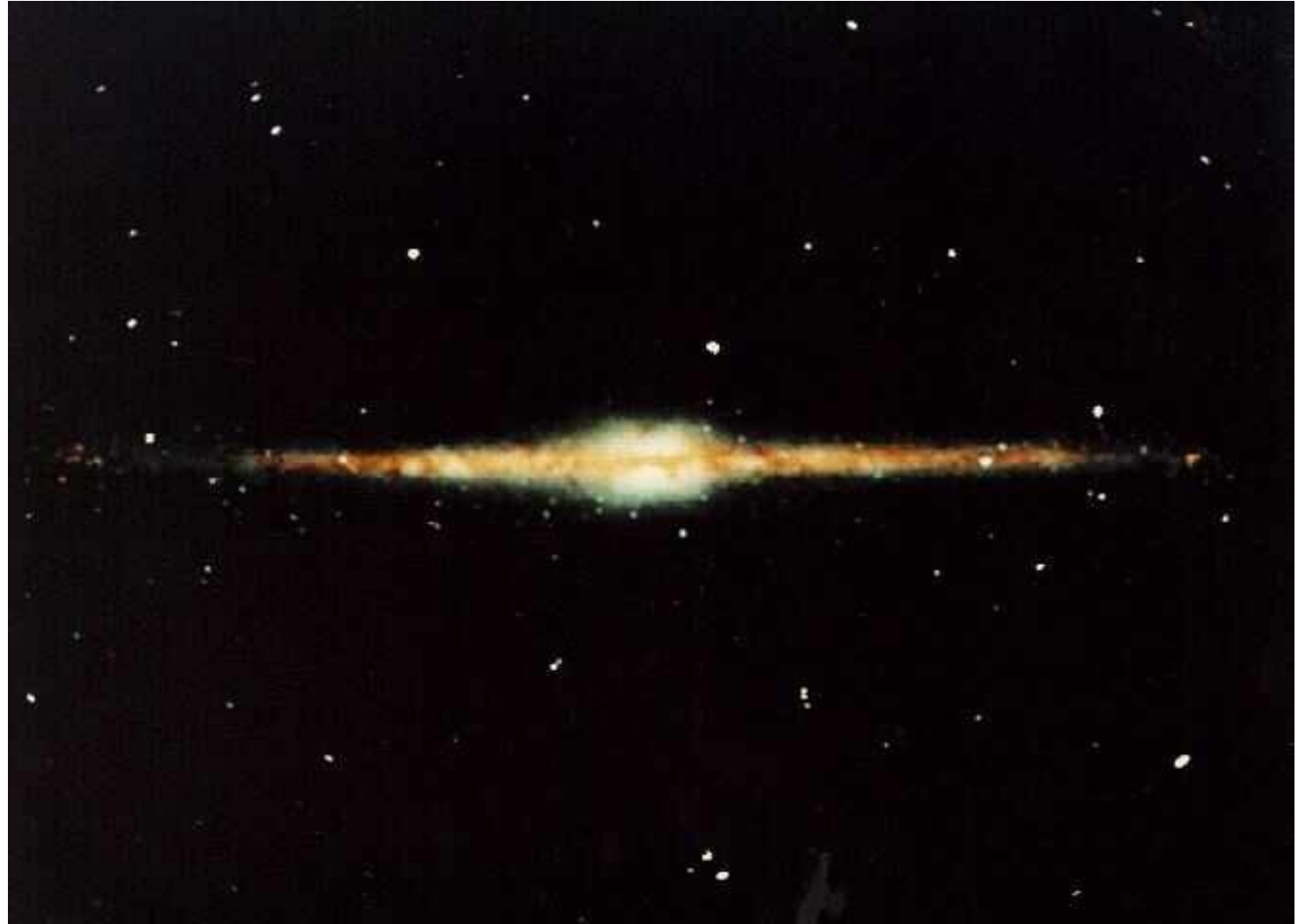
Irregulares (I)



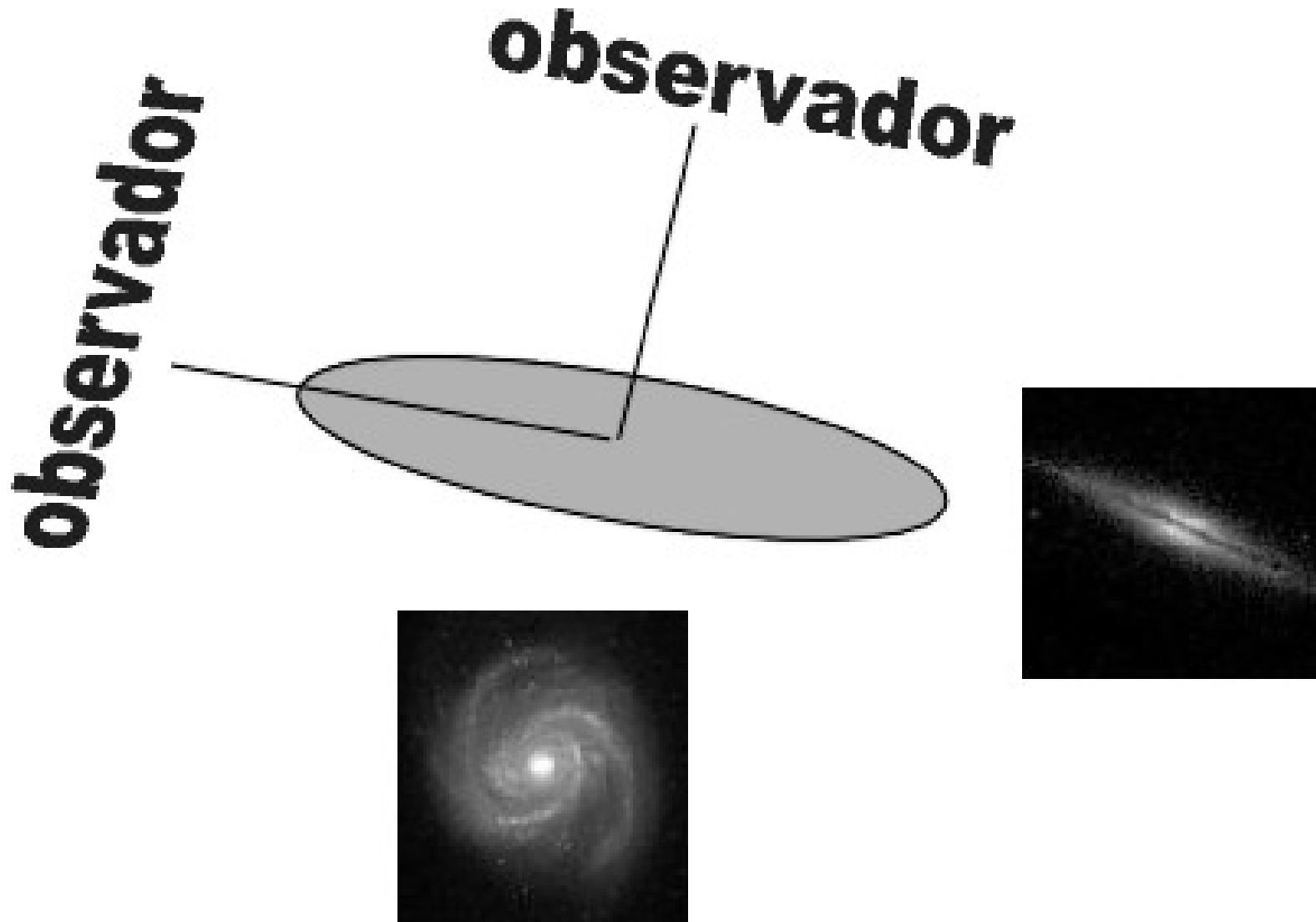
Qual o tipo da nossa Galáxia?

Telescópio COBE
(micro-ondas)

Mosaico



Resposta: uma espiral, com o Sol
no plano do disco



Exemplo de espiral de perfil

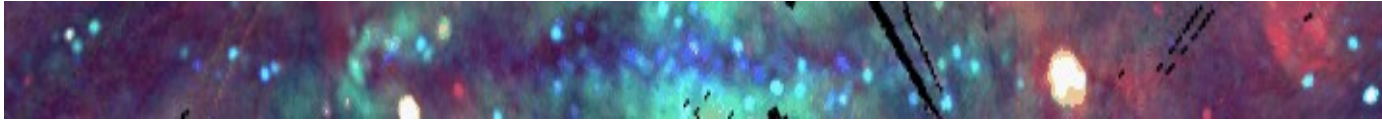


NGC 891



Mosaico da
Galáxia (COBE)

Mas cuidado: a aparência de uma galáxia muda com a forma como a observamos.



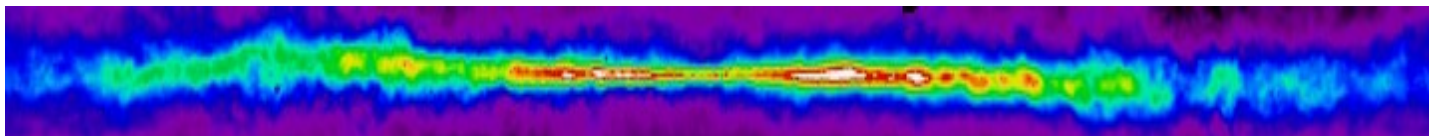
Raios X



Óptico



Infra-vermelho

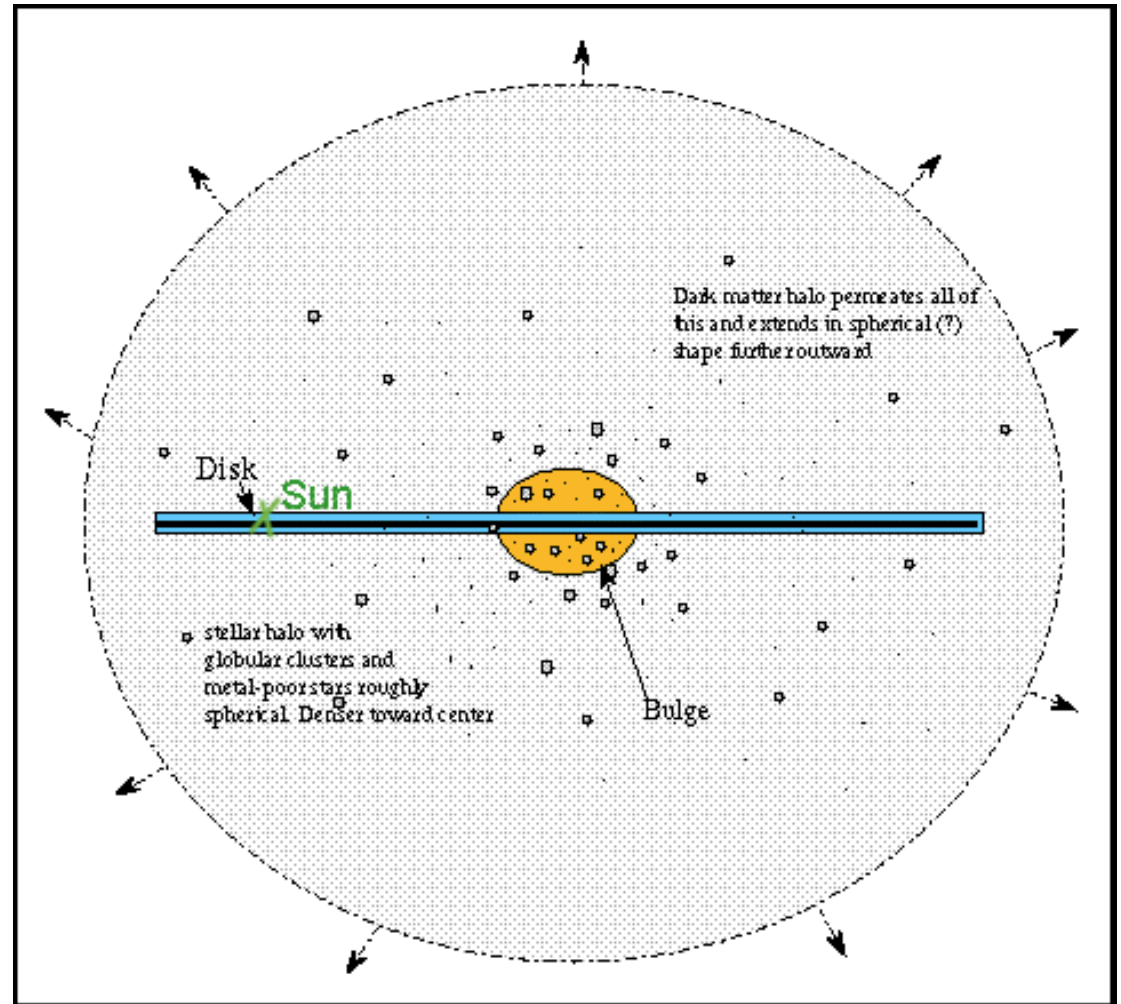


Rádio

Estrutura da Galáxia

- Bojo esferoidal
- Disco
- Halo esferoidal (muito rarefeito)

+ Braços espirais e barra



Populações Estelares

Bojo: predominam estrelas amarelas e vermelhas → frias

Disco: predominam estrelas azuis → quentes

Estrelas de baixa massa: duram muito e são frias

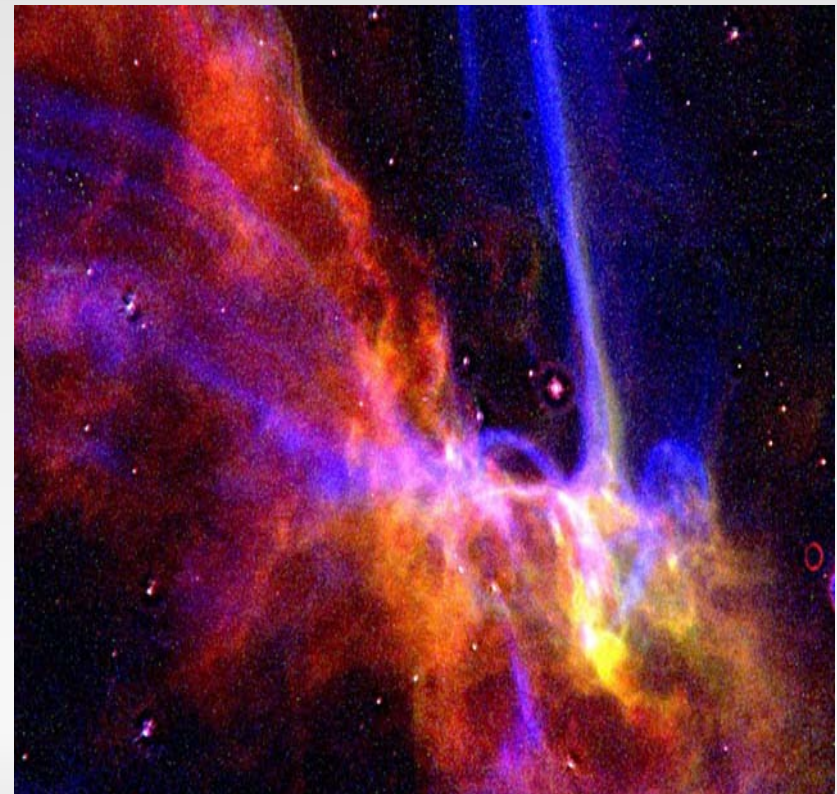
Estrelas de alta massa: duram pouco e são quentes.



Meio Interestelar

O meio entre as estrelas não é completamente vazio.

- Tem gás: principalmente hidrogênio atômico, molecular e ionizado
- Tem poeira: principalmente de grafite, silicatos e gelo de água.

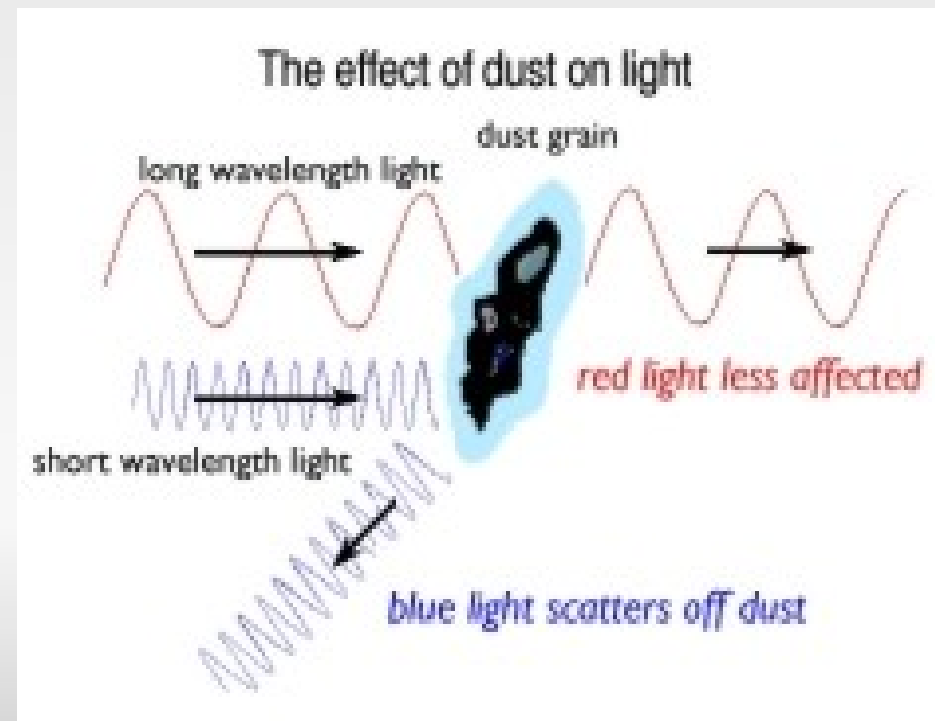
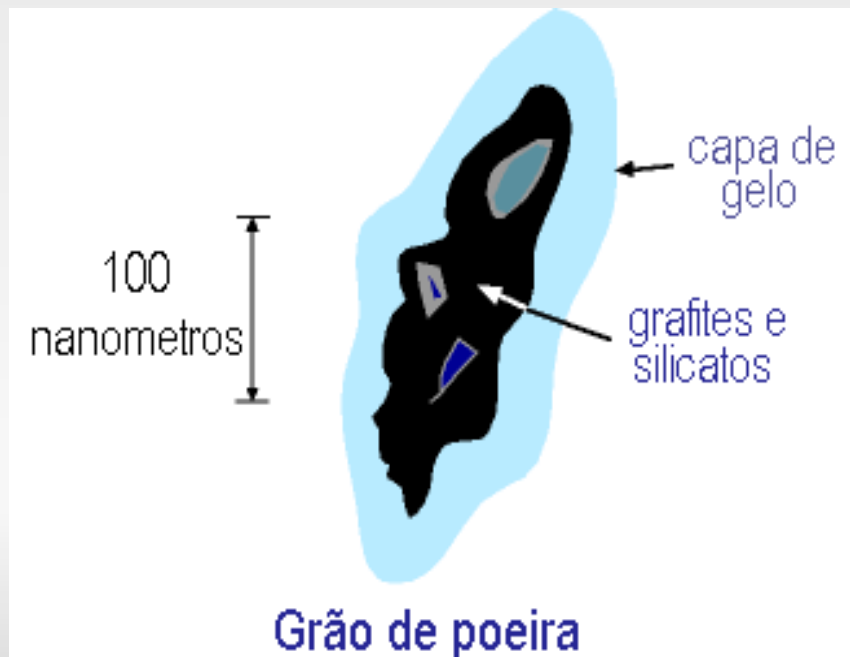


Meio Interestelar

Densidades

gás: tipicamente 1 átomo de hidrogênio por centímetro cúbico (para comparação: o ar que respiramos tem 10^{19} átomos de gás por cm^3)

poeira: 100 grãos de poeira por quilômetro cúbico (1 trilhão de vezes menos densa do que o gás)



Meio Interestelar- Poeira no Centro Galático.



2MASS Showcase

The Galactic Center Infrared view penetrating to the central star cluster of the Galaxy

Centro da VL no IR ($10^0 \times 8^0$)

- identificadas quase **10 milhões de estrelas.**
- As bandas escuras são regiões onde a poeira é mais densa.
- O núcleo da Galáxia é a região mais rosada na parte superior da figura.

Meio Interestelar

Como se encontra a poeira?

nebulosas escuras

nebulosas de reflexão

nuvens moleculares (misturada com poeira)

Como se encontra o gás ?

nebulosas brilhantes: regiões HII, nebulosas planetárias, restos de supernova

hidrogênio atômico

nuvens moleculares (misturado com poeira)

Meio Interestelar

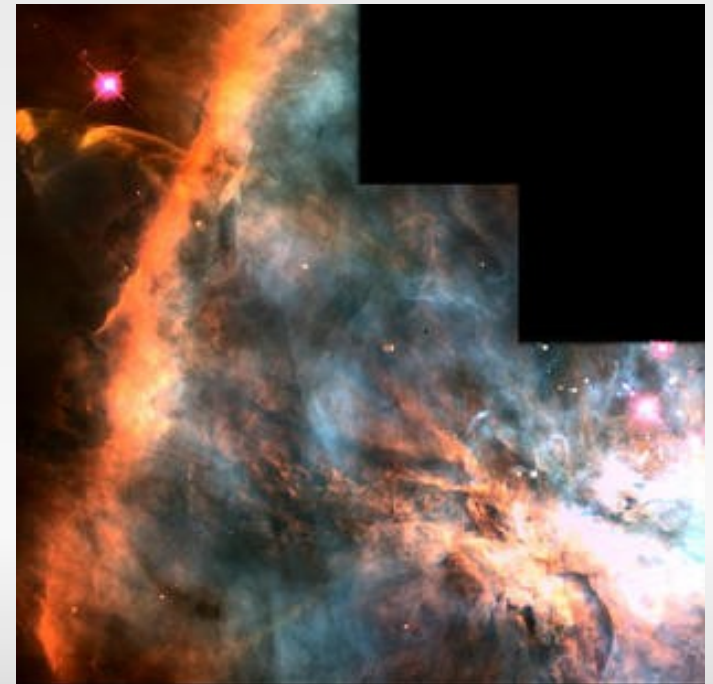
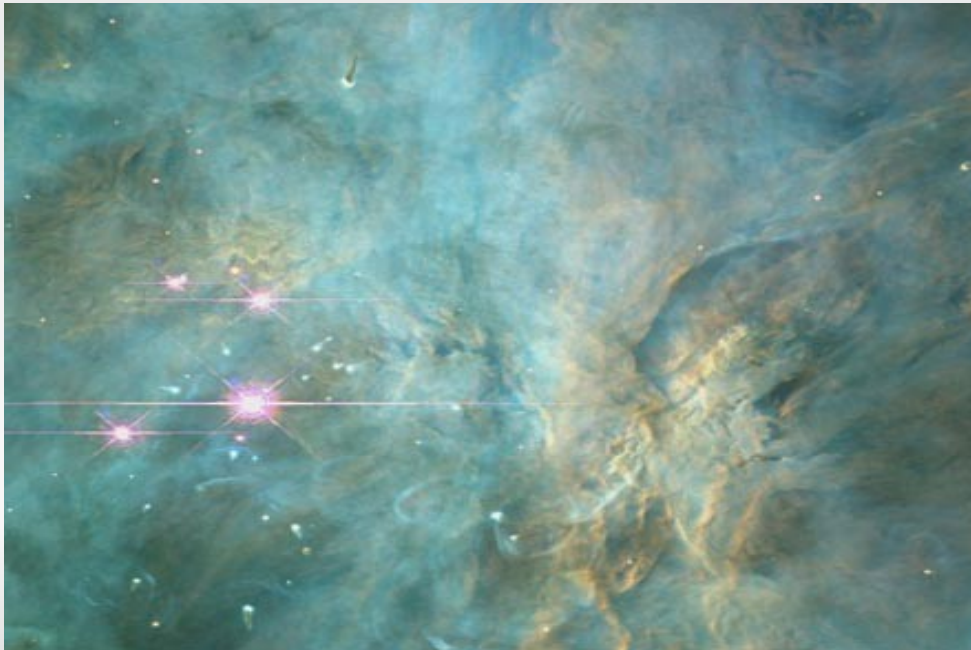
Regiões HII

Compostas por gás hidrogênio ionizado

Encontradas junto a estrelas O e B

Principal linha de emissão: $\lambda=6563$ Angstroms (óptico)

Associado a zonas de formação estelar

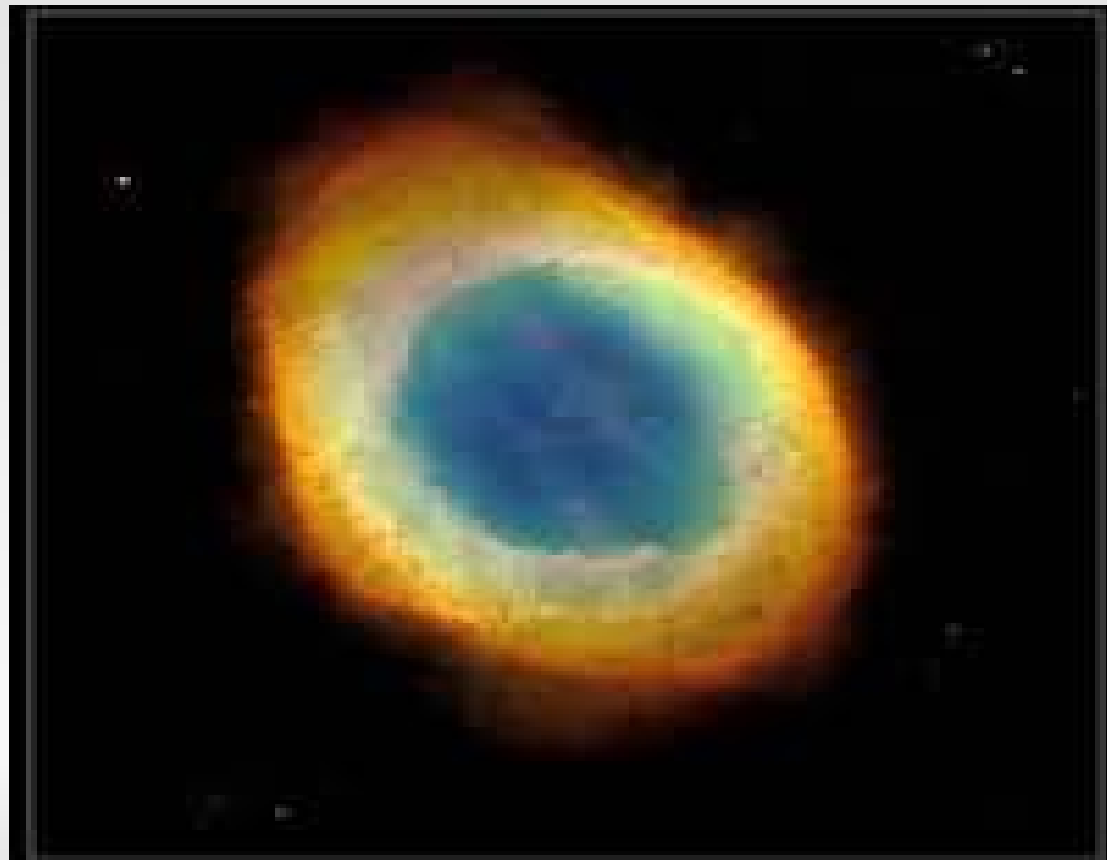


Meio Interestelar

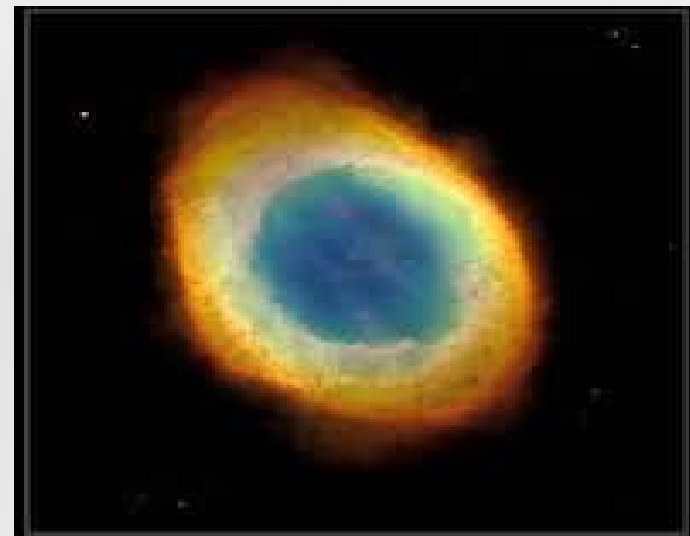
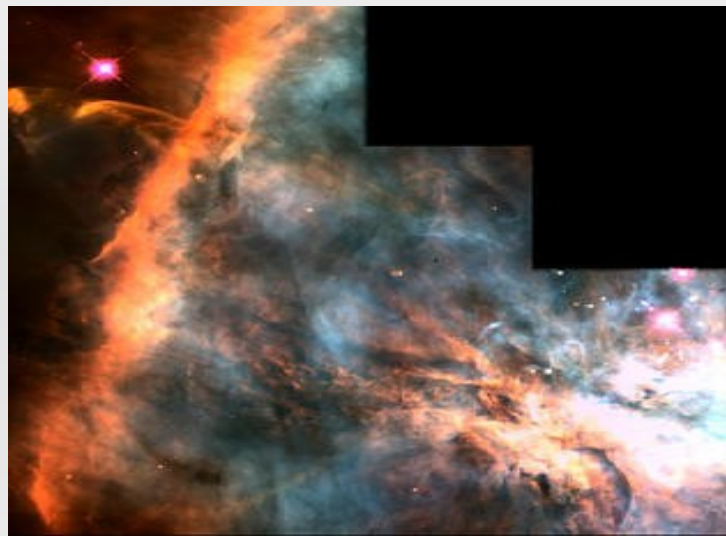
Nebulosas Planetárias

Final da vida evolutiva de estrelas com menos de 10 massas solares

Propriedades similares as Regiões H II, porém muito menores



Meio Interestelar



Regiões HII	Objeto	Nebulosas Planetárias
O, B	Estrelas	O, W
30.000-50.000 K	Temperatura efetiva	30.000-300.000K
I jovem	População	II velha
10.000 K	Temperatura eletrônica	10.000 K
$10 - 10^2 \text{ cm}^{-3}$	Densidade Eletrônica	$10^2 - 10^4 \text{ cm}^{-3}$
$10^2 - 10^4 M_{\text{Sol}}$	Massa	$0,01 - 1 M_{\text{Sol}}$
10 pc	Dimensão	< 0,5 pc
10 km/s (térmica)	Velocidade típica	25 km/s

Processos físicos

Fotoionização – É a absorção de um fóton por um átomo com a liberação de um elétron com energia cinética igual a diferença entre a energia do fóton incidente e o potencial de ionização do átomo.

Recombinação – É a recaptura de um elétron pelo íon. Geralmente a captura é feita em níveis excitados e o elétron decai radiativamente, emitindo radiação.

Excitação colisional – Elétrons livres colidem com átomos (e íons) transferindo energia cinética para estes e povoando estados de energia excitados. Se a densidade eletrônica é baixa o suficiente os elétrons decaem radiativamente.

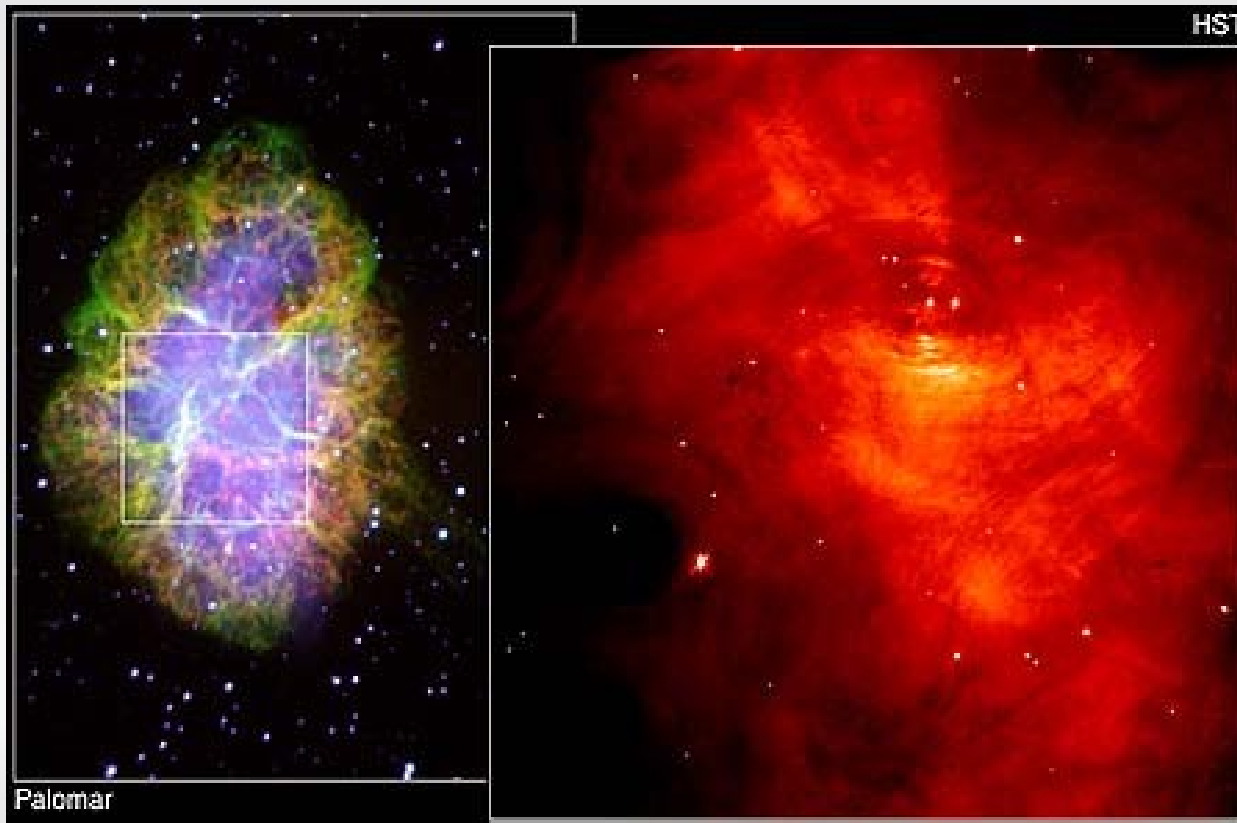
Emissão livre-livre – Colisões entre elétrons livres distribuem suas energias estabelecendo uma distribuição Maxweliana de velocidades, correspondente a uma temperatura de 5.000 a 20.000 K.

Meio Interestelar

Restos de Supernova

Final da vida de estrela com massas entre 10 e 25 massas solares

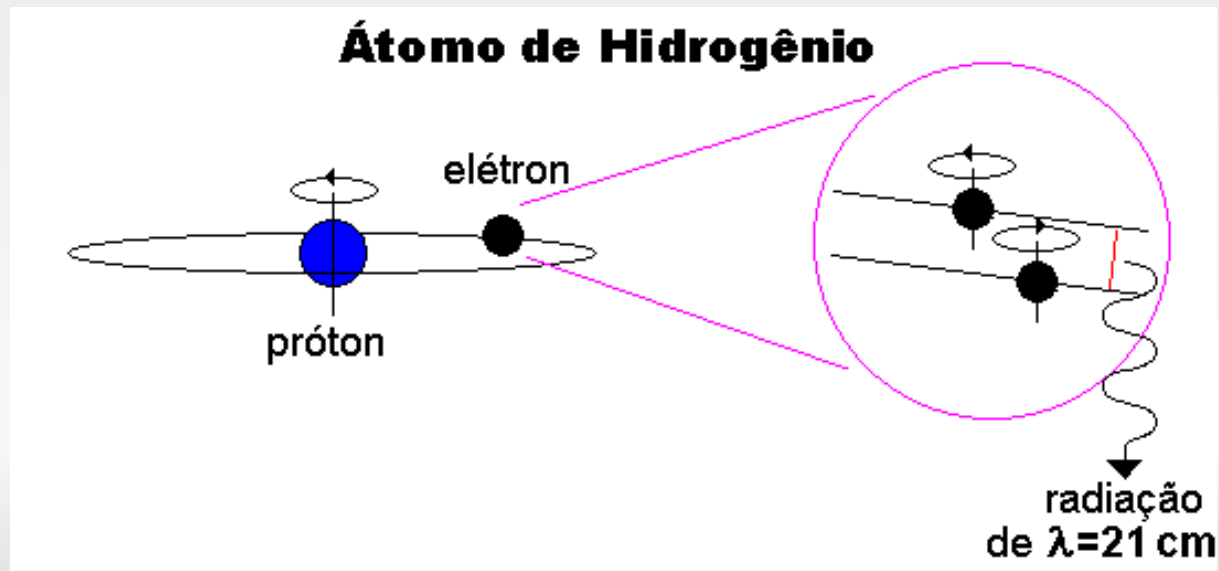
- gás ionizado por colisões
- emitem em raios-X e em rádio



Meio Interestelar

Hidrogênio atômico => 21 cm (1420 Mhz)

- Como o elétron e o próton são cargas elétricas girando, eles criam campos magnéticos locais que interagem, de forma que o estado de menor energia é com spins anti-paralelos.
- De vez em quando (1 vez a cada 500 anos) um átomo colide com outro, ganhando energia e ficando num estado excitado de spins paralelos.
- Quando volta ao estado fundamental (o que pode levar milhões de anos) emite a radiação de 21 cm.



Meio Interestelar

Nuvens moleculares

Contém moléculas de H_2 , CH, CO, e outras.

Dão origem a novas estrelas

Geralmente encontram-se imersas em regiões HII.



Meio Interestelar

Nebulosas escuras

Melhor observáveis no infravermelho

Aparência como regiões com deficiência de estrelas

Nebulosas de reflexão

Nuvens de poeira junto a estrelas quentes,

Brilham porque refletem a luz azul das estrelas



Então, de que é feita a Galáxia?

- Estrelas: solitas como o Sol, binárias (a maioria) ou em aglomerados.
- Meio interestelar: gás (H e He) e poeira (grãos)
- Matéria escura (evidência da curva de rotação)

Massa da Galáxia

- Total: $M \approx 10^{12} M_{\text{sol}}$
- Estrelas: $M \approx 10^{11} M_{\text{sol}}$
maior parte no disco
- Gás e poeira: $M \approx 10^{10} M_{\text{sol}}$

Receita para fazer a Galáxia

- Pegue 90% de matéria escura, cuja natureza você não conhece.
- Adicione 10% de estrelas, gás e poeira, na seguinte proporção: estrelas - uns 80%, gás – uns 15-20%, poeira – 1 ou 2%.

Mas como encaixar neste esquema:

- A Terra e os planetas que orbitam o Sol?
- Os planetas extra-solares (já conhecemos uns 350)?
- Os cometas, asteróides, etc?
- Os buracos negros e estrelas de neutrons?

Resposta: Poeira!

- Exceto pelos buracos negros, estrelas de neutrons e anãs brancas, que são resultado da evolução das estrelas (remanescentes estelares).

O que resta saber sobre nossa Galáxia?

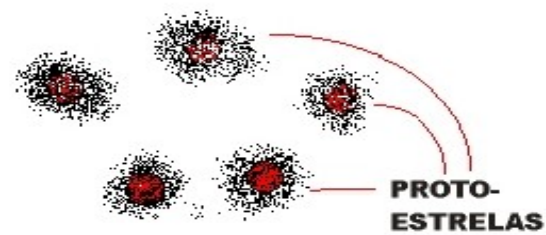
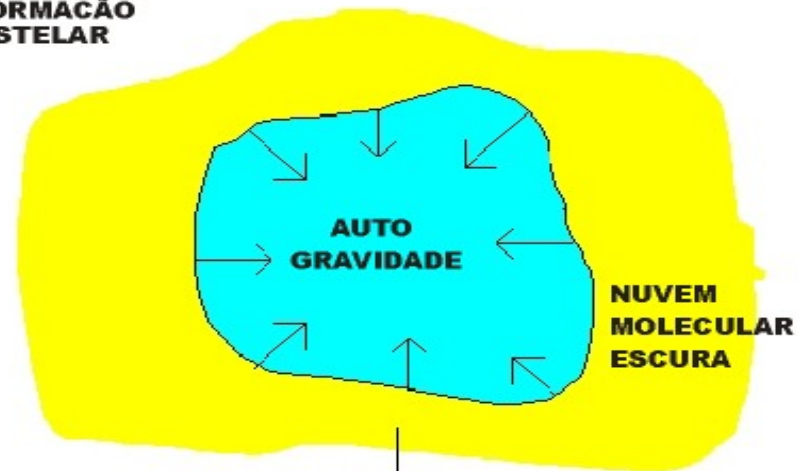
- Qual a natureza da matéria escura?
- Quando e como se formou a Galáxia?
- Como e a que passo o gás foi convertido em estrelas (histórico de formação estelar)
- Como o meio interestelar é transformado em estrelas?

Matéria escura: tem que ser algo difícil de observar

- Estrelas de baixa massa?
- Gás frio?
- Buracos negros ou anãs brancas muito tênues?
- Partículas exóticas (fotinos, gravitinos, axions, etc)?

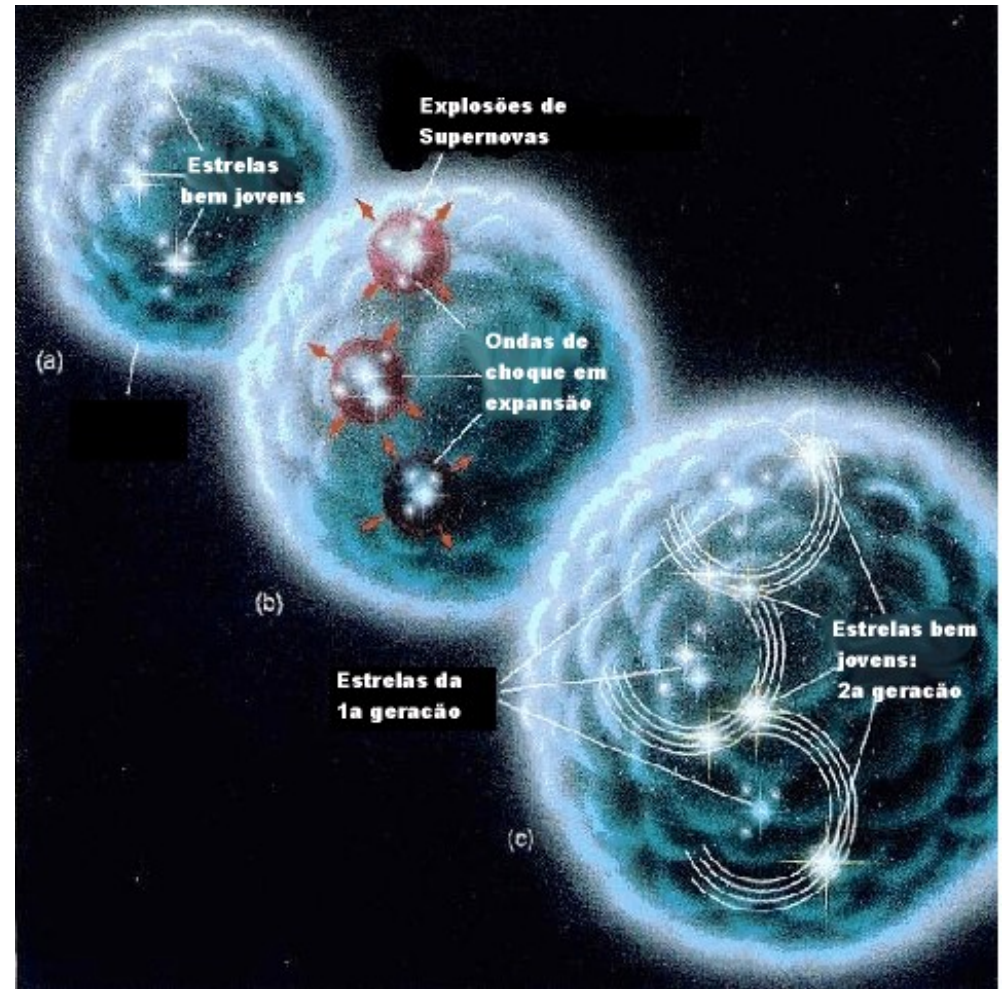
Formação estelar

**FORMAÇÃO
ESTELAR**



Mas o que leva à formação de nuvens mais densas?

- Efeitos dinâmicos:
explosões de supernovas?
choques entre nuvens?
jatos de núcleos ativos?



Idade da Galáxia

- Sistemas estelares mais velhos são os aglomerados globulares: $t \geq 10^{10}$ anos.
- Idade estimada do universo: 1.4×10^{10} anos.

