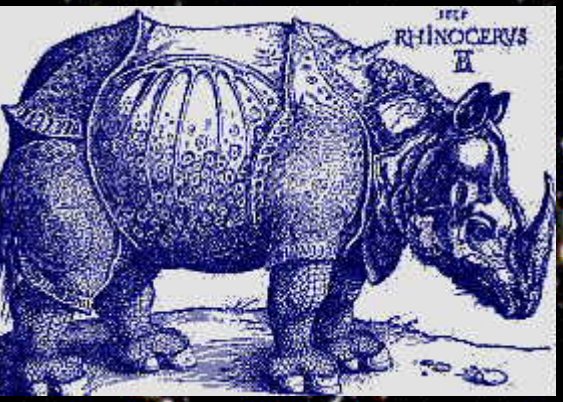
A estrutura do universo no início do século XX



Prof. Roberto de A. Martins

Grupo de História e Teoria da Ciência

Instituto de Física, Unicamp

http://www.ifi.unicamp.br/~ghtc/

Estrutura do universo

O que será tratado nesta palestra

- como a matéria está distribuída no universo
- que tipos de objetos existem nos céus

Não será discutida a questão da origem do universo.

Estrutura do universo

Conteúdo básico:

número especial da série *Scientific American História* sobre “Os grandes erros da ciência” (outubro de 2006)

www.sciam.com.br

Cosmologia

Cosmo = universo

Cosmologia = estudo sobre o universo

Qual é a constituição do universo?

- Estruturas (planetas, estrelas, galáxias...)
- Matéria

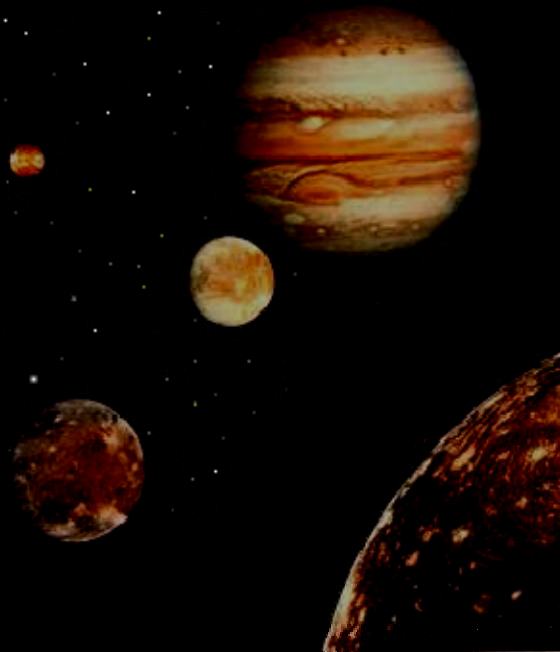
Objetos do universo

O nosso universo astronômico contém:

- Planetas, como a Terra e Saturno

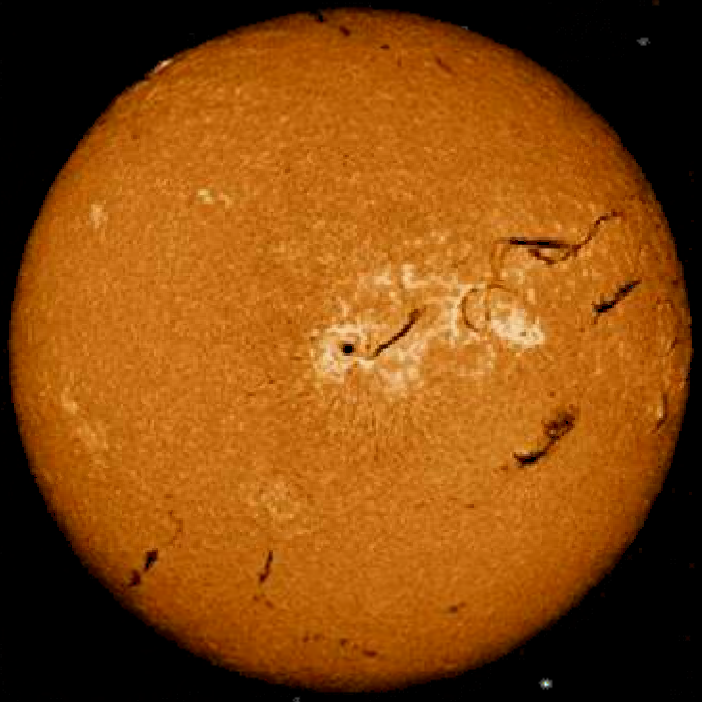
Objetos do universo

- Satélites, como os de Júpiter e nossa Lua



Estrelas

- Estrelas, como o Sol e todas as que vemos no céu



Objetos do universo

- Cometas e asteróides que passam entre os planetas

Meteoritos

Existem pedras viajando pelo espaço, que às vezes atingem a Terra (meteoritos) e que são vistos como “estrelas cadentes”

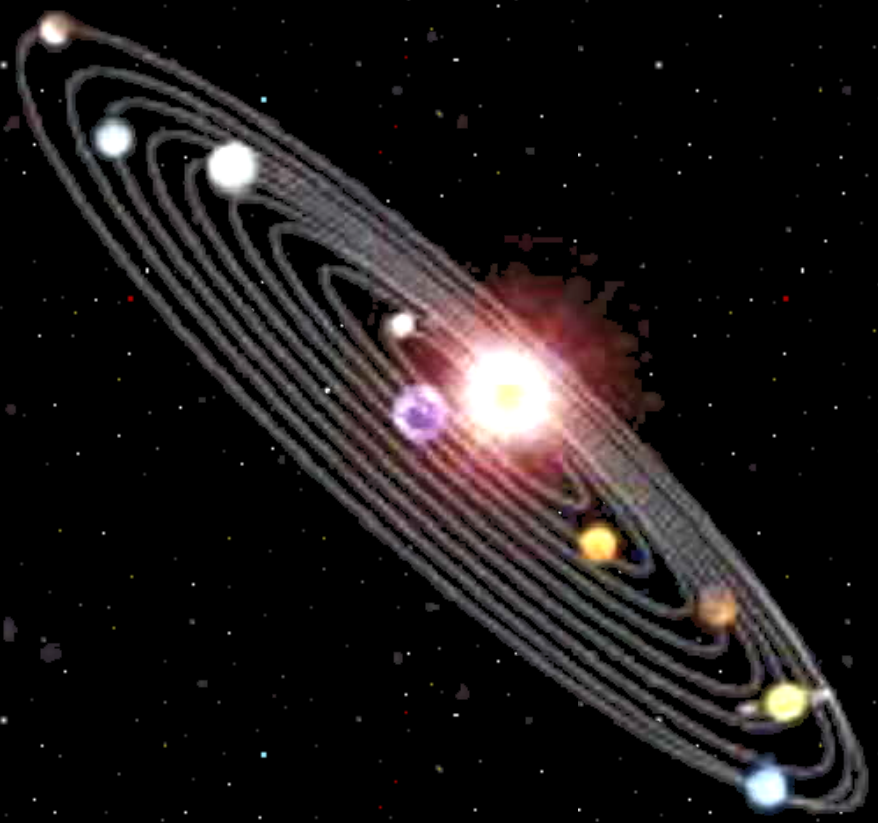
Meteoritos

Os pequenos meteoritos se queimam antes de chegar à superfície da Terra, os grandes podem atingir o solo.

Meteoritos

- As grandes “chuvas de meteoritos” costumam acontecer no mês de Agosto.

Sistema solar



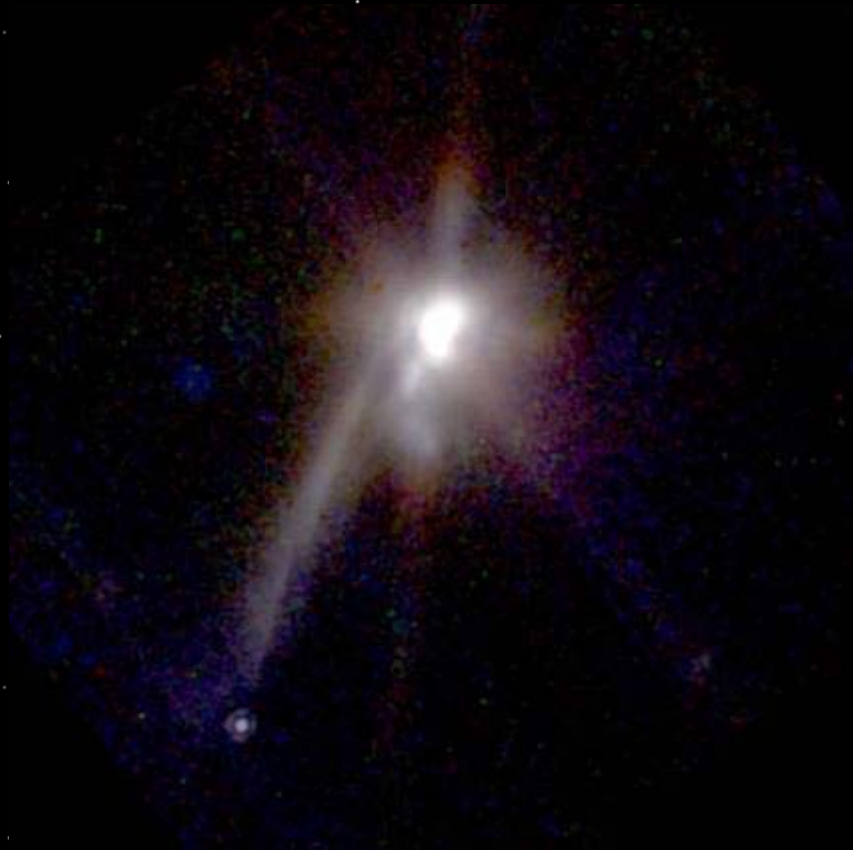
- Os planetas e seus satélites se movem de forma regular em torno do Sol

Estrelas especiais

- Há grupos de estrelas reunidas em certos sistemas de forma esférica (agrupamentos globulares)

Estrelas especiais

- Algumas estrelas da Via Láctea possuem planetas, como o Sol



Estrelas especiais

Modelo de uma estrela com planeta

Estrelas especiais

- Há estrelas de muitos tipos, como os pulsares (estrelas de nêutrons)

Objetos do universo

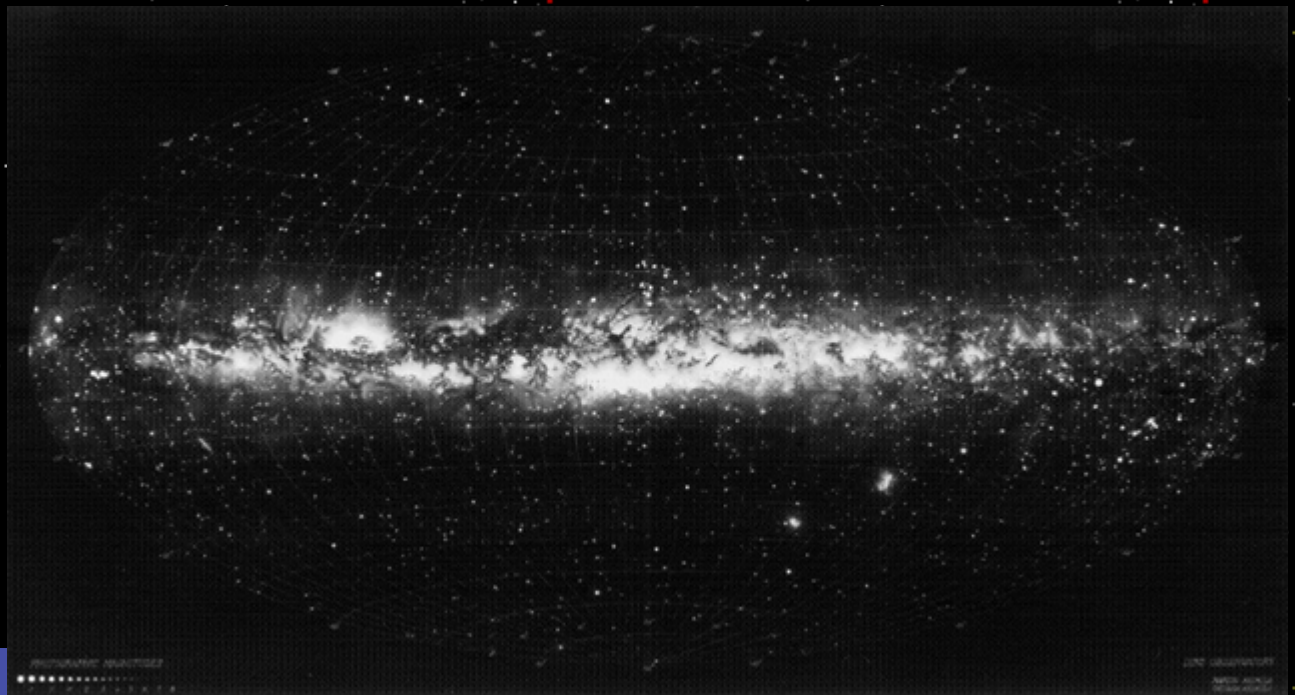
- Há estrelas cercadas por uma nuvem brilhante de matéria (nebulosas planetárias)

Objetos do universo

- Muitas estrelas, no céu, formam uma grande mancha branca – a Via Láctea, ou Galáxia

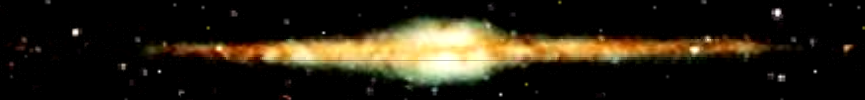
A Via Láctea

- A Via Láctea forma um tipo de anel à nossa volta, no céu



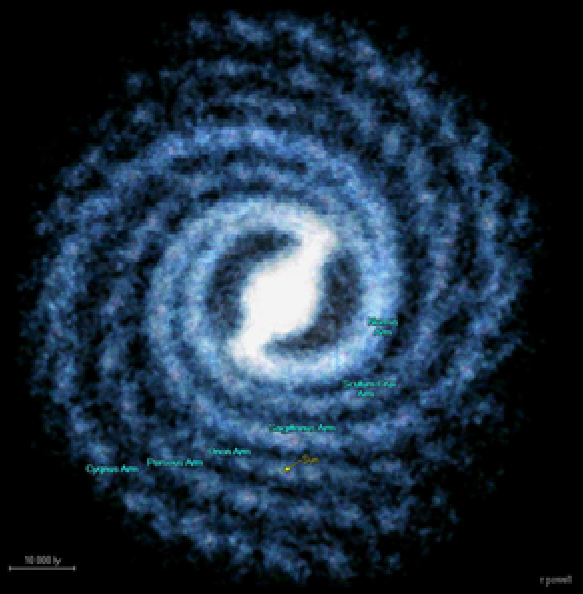
A Via Láctea

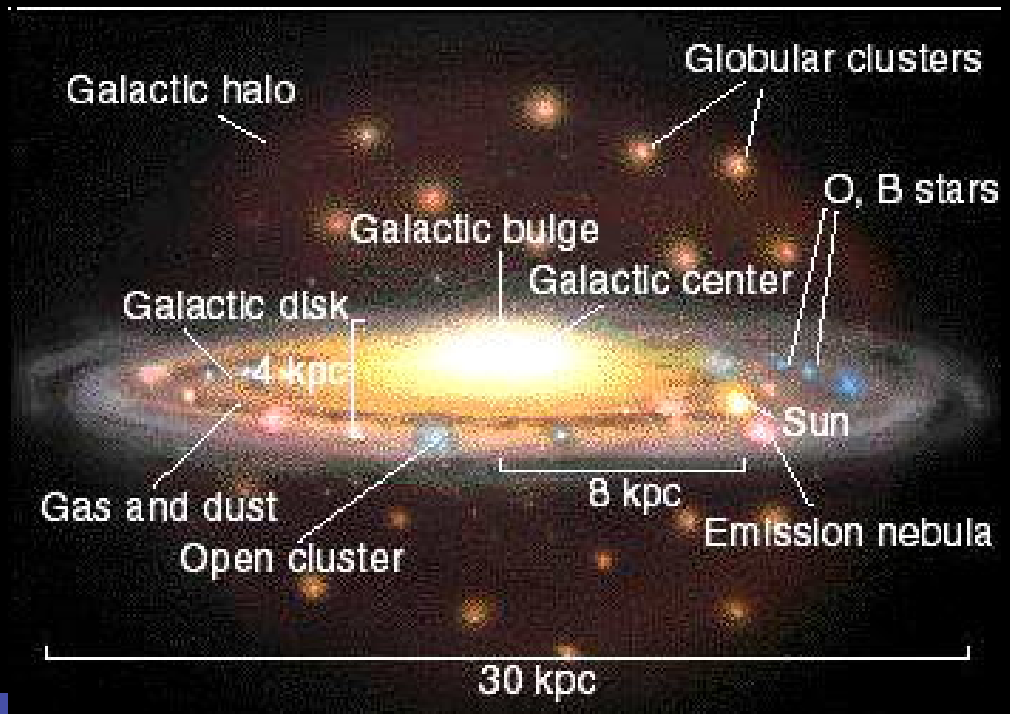
- Analisando a distribuição da Via Láctea em torno de nós, pode-se concluir que ela é um enorme agrupamento de estrelas, achatado



A Via Láctea

- Todas as estrelas que vemos no céu pertencem a uma enorme estrutura, com milhões de estrelas



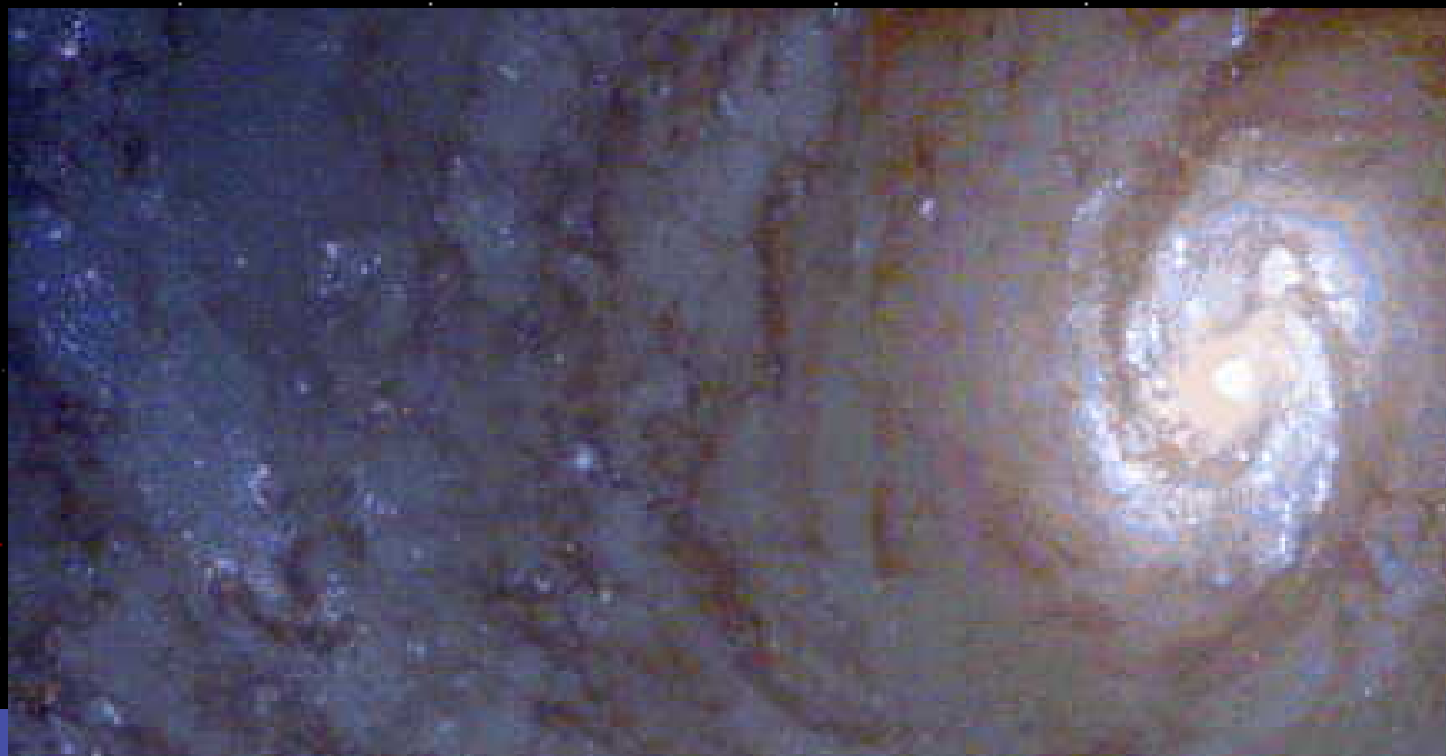


Galáxias

- Existem outros gigantescos grupos de estrelas, fora da nossa Galáxia, que formam outras galáxias

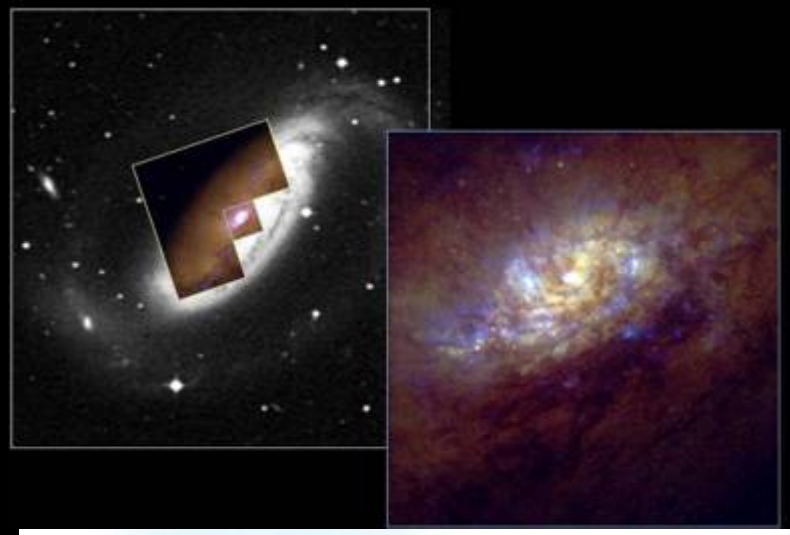
Galáxias

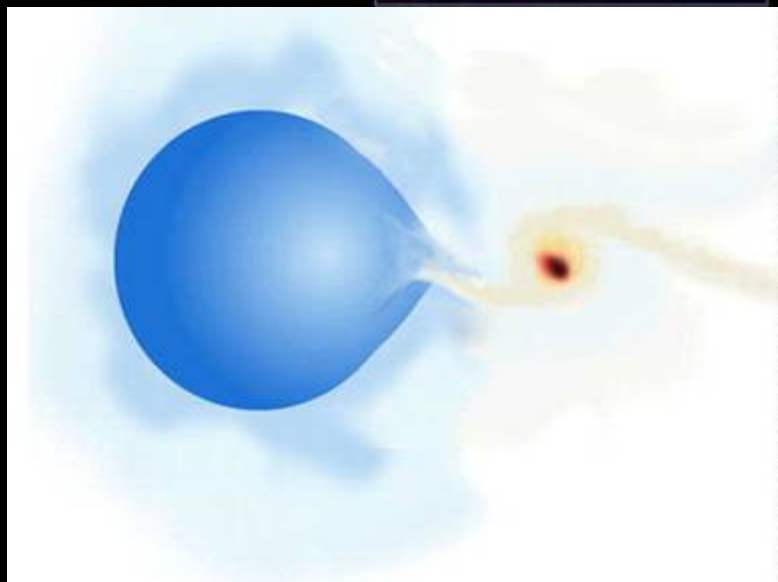
- As galáxias parecem gigantescos redemoinhos, girando no espaço



Galáxias

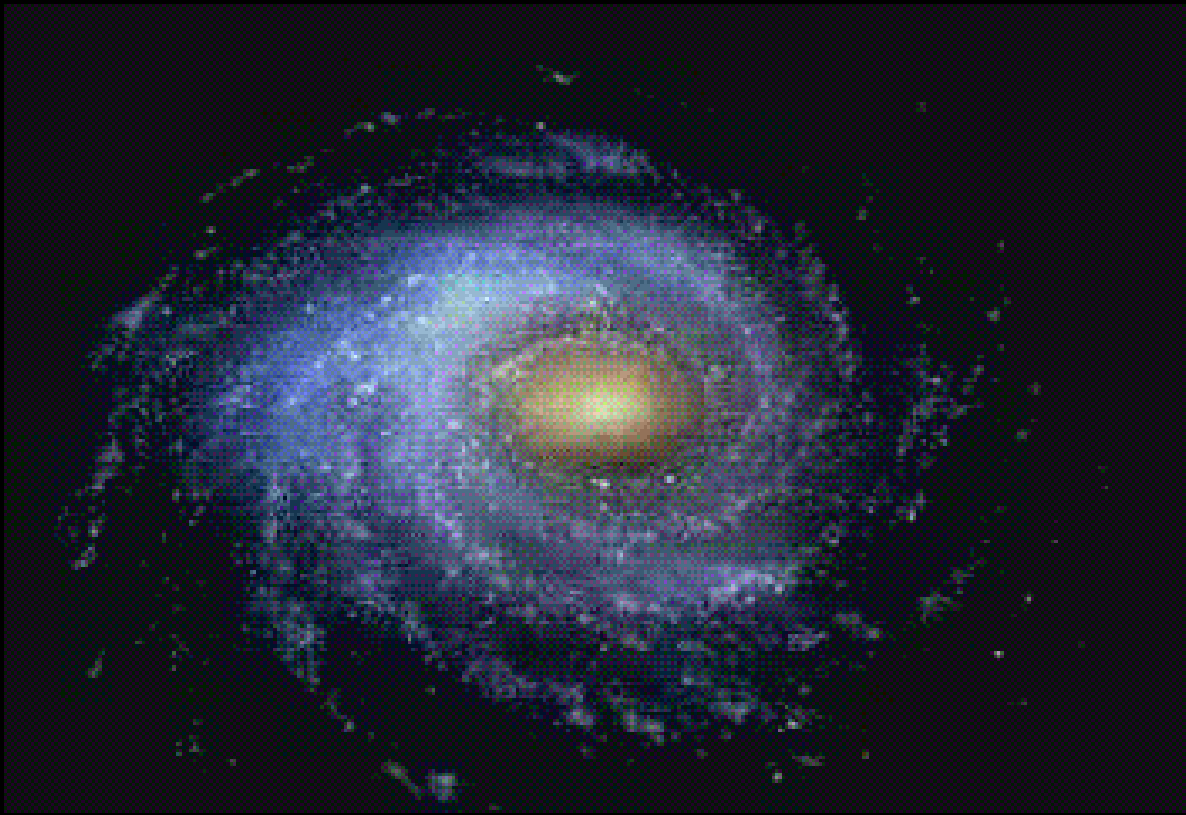
No centro das galáxias há grandes fontes de energia, que podem ser buracos negros





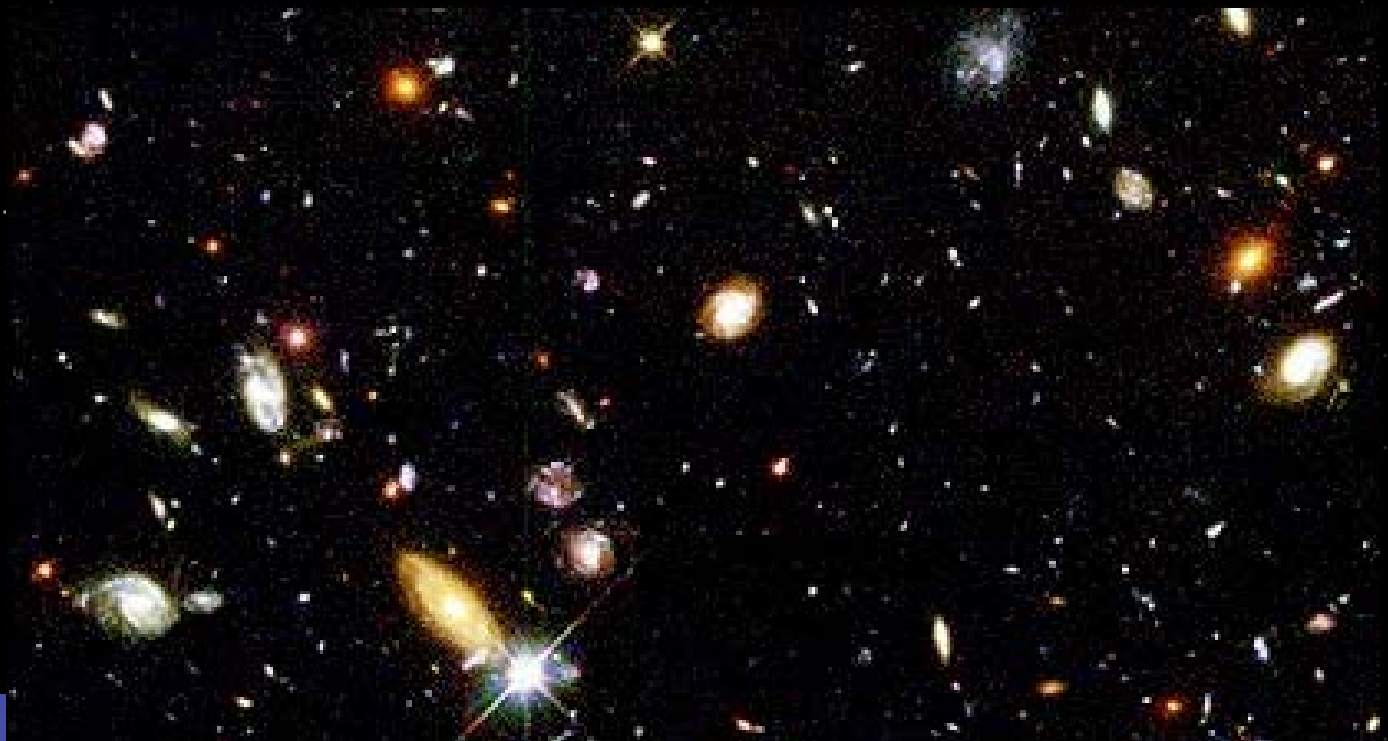
Galáxias

Modelo de estrutura de uma galáxia, com buraco negro no seu centro



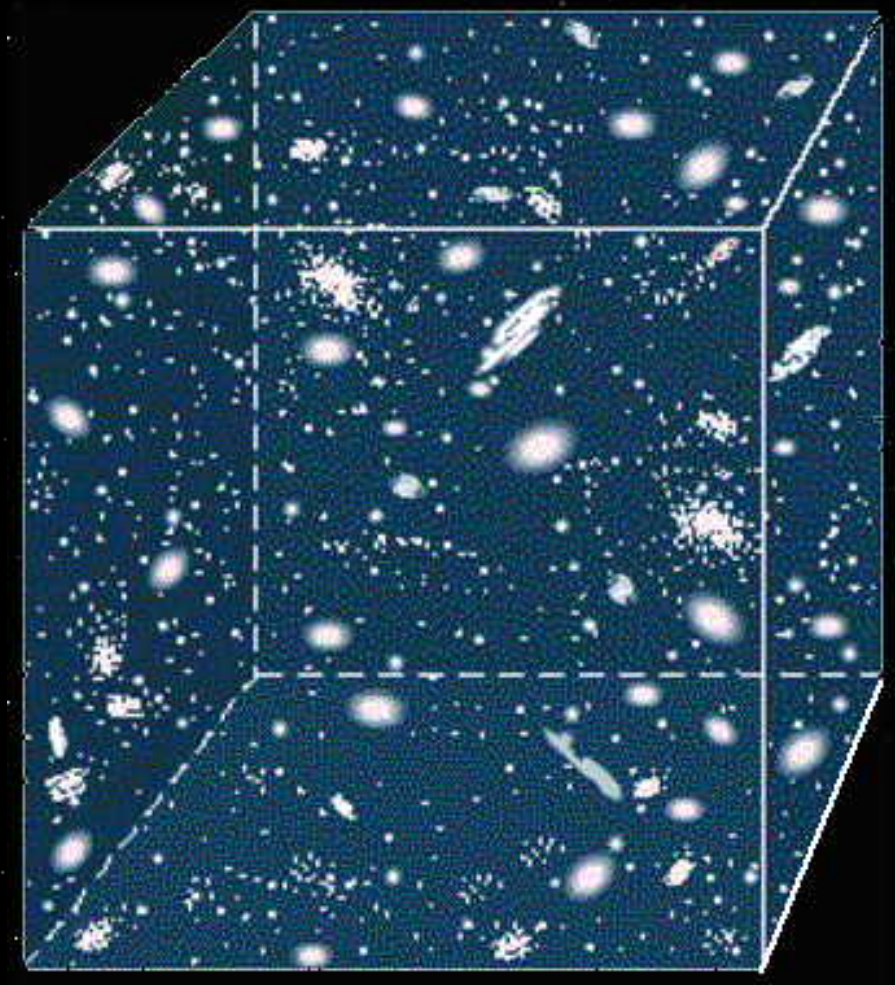
Galáxias

Vistas da Terra, ela são minúsculas, mas possuem milhões ou bilhões de estrelas

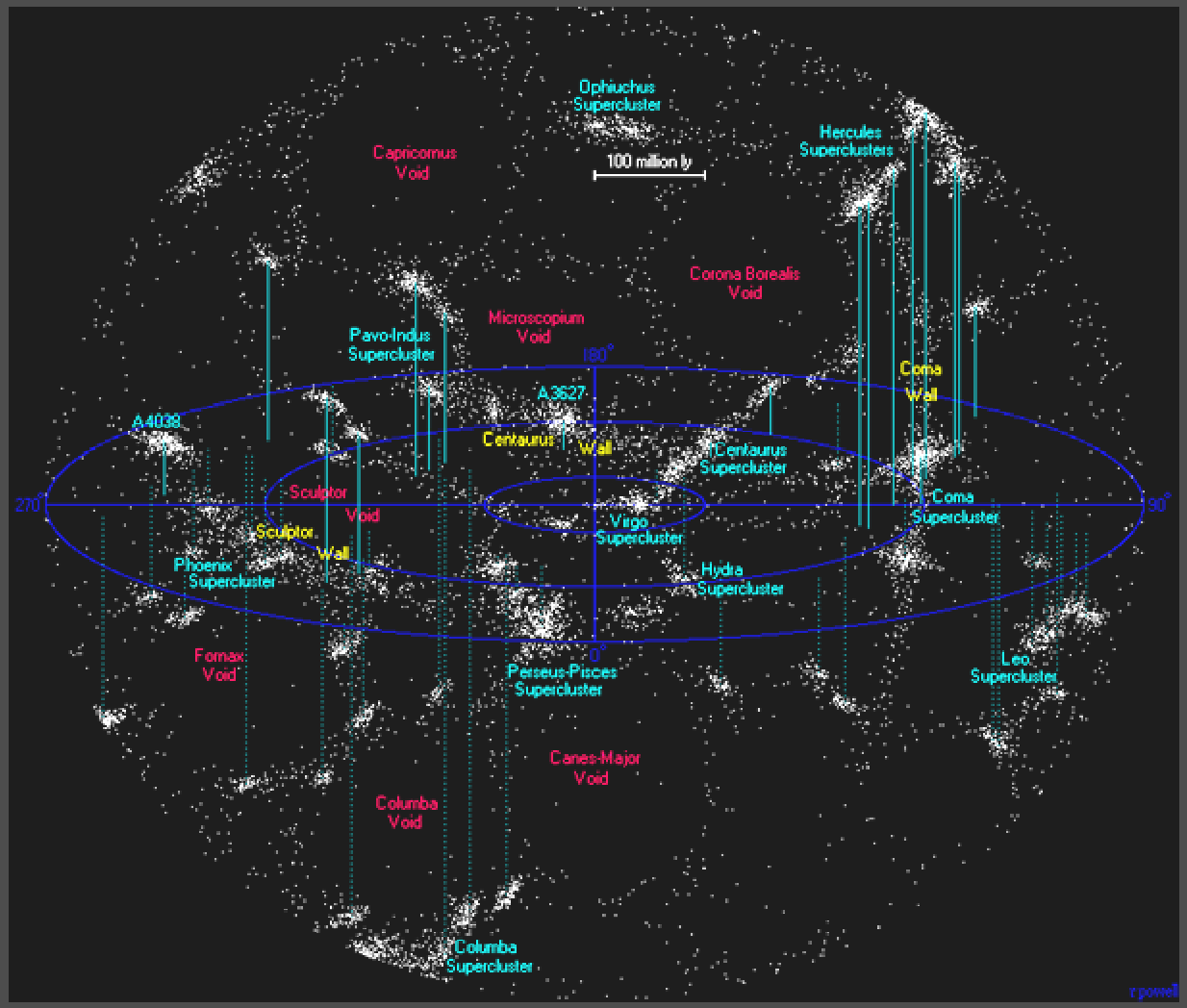


Grupos de galáxias

As galáxias não estão distribuídas ao acaso pelo espaço, mas agrupadas



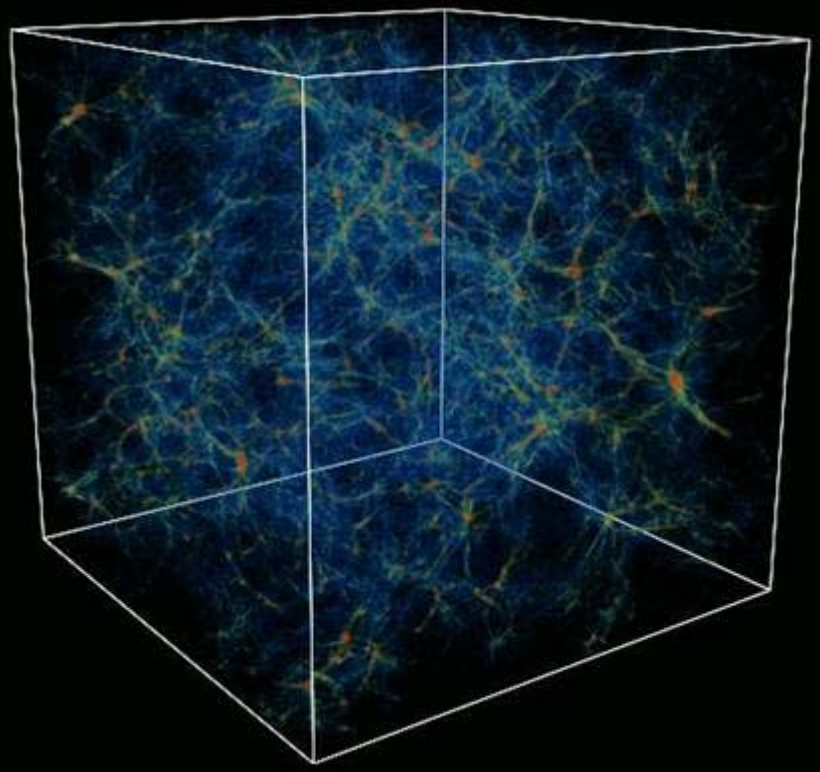
Grupos de galáxias



Distribuição dos aglomerados mais próximos de nós

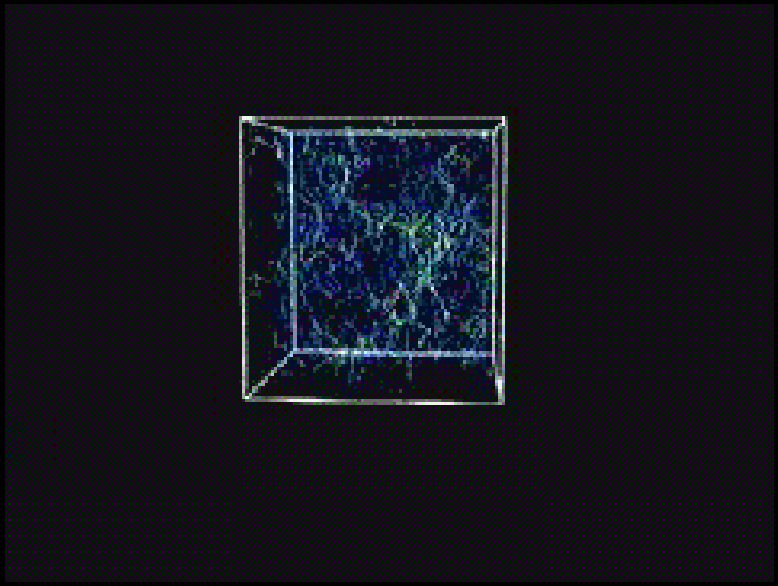
Superaglomerados

Estudando o espaço à nossa volta, foi possível descobrir que as galáxias formam uma enorme estrutura



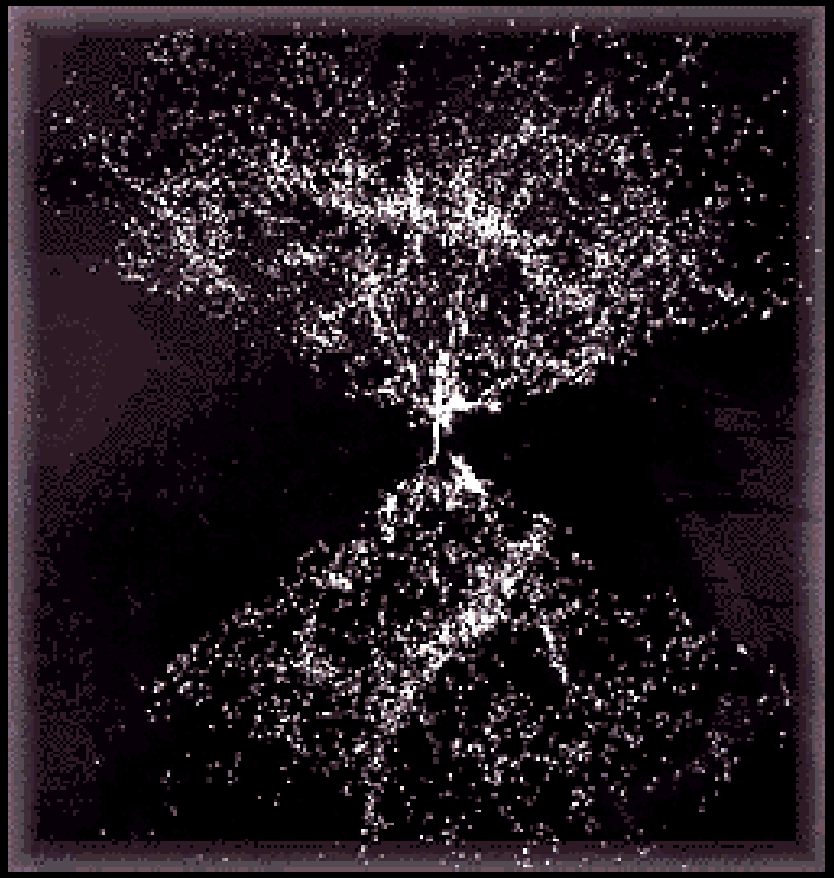
Superaglomerados

Há grandes vazios e regiões onde as galáxias estão muito concentradas formando filamentos e paredes



Superaglomerados

Há regiões quase sem galáxias, e outras regiões onde há muitas, com uma estrutura parecida com uma esponja

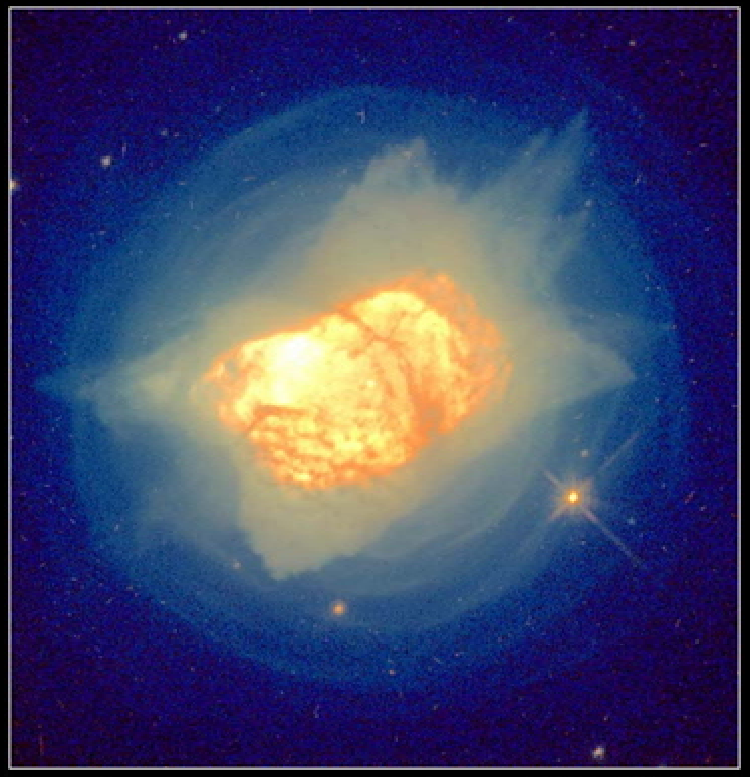


Galáxias

Sabemos atualmente que as galáxias são os principais corpos celestes, onde está concentrada a matéria do universo

Nebulosas planetárias

Há outros tipos de objetos celestes que eram antigamente confundidos com as galáxias: aquilo que chamamos atualmente de nebulosas planetárias



Planetary Nebula NGC 7027 HST · WFPC2

PRC96-05 · ST ScI OPO · January 16, 1996 · H. Bond (ST ScI) and NASA

Nebulosa do Caranguejo

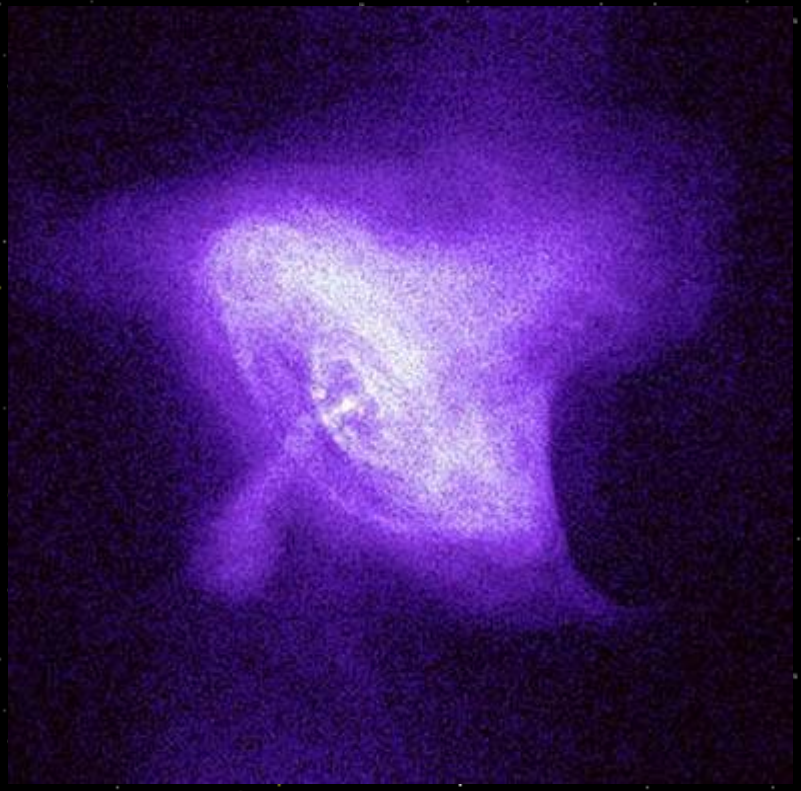
As nebulosas planetárias, como a do Caranguejo, são nuvens produzidas pela explosão de uma supernova

Nebulosa do Caranguejo

A nebulosa do Caranguejo tem diferentes aparências vista com luz visível, infravermelho...

Nebulosa do Caranguejo

... ou vista através de um telescópio espacial que capta raios X (Chandra)



Nebulosas

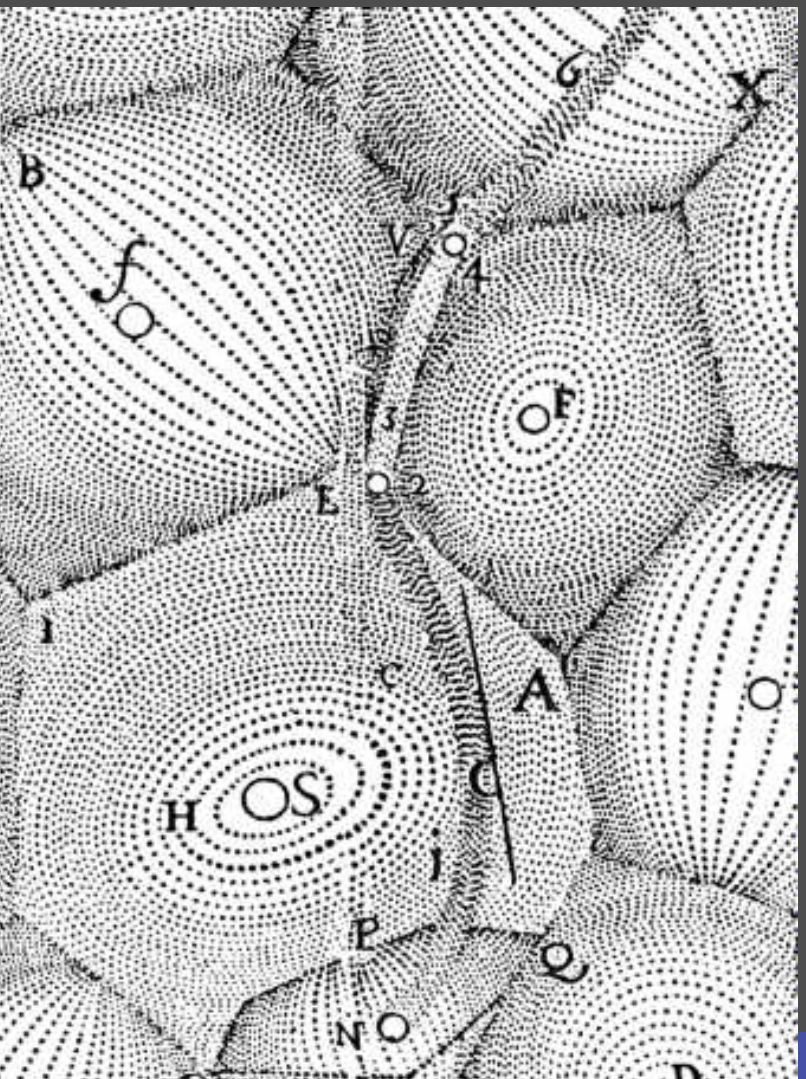
No entanto, todo esse conhecimento foi adquirido lentamente.

Até o século XIX chamava-se de “nebulosa” qualquer corpo celeste semelhante a uma pequena nuvem, como as Nuvens de Magalhães.

Estrutura do universo

Alguns pensadores dos séculos XVII e XVIII, como René Descartes, procuraram compreender como havia se formado e qual era a estrutura do universo.

Estrutura do universo

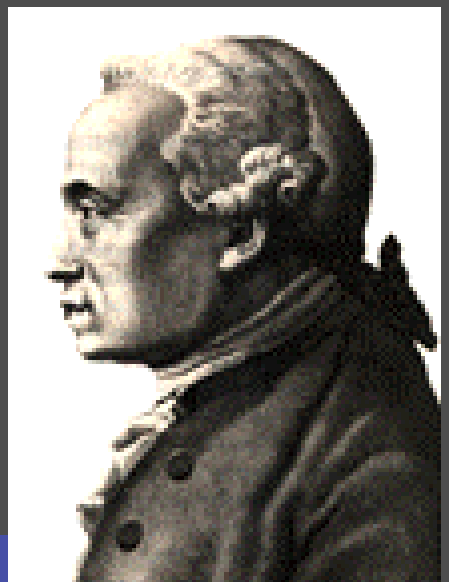


Descartes acreditava que todo o espaço celeste era formado por um conjunto de turbilhões, com estrelas nos seus centros e planetas girando em torno delas.

Origem do sistema solar

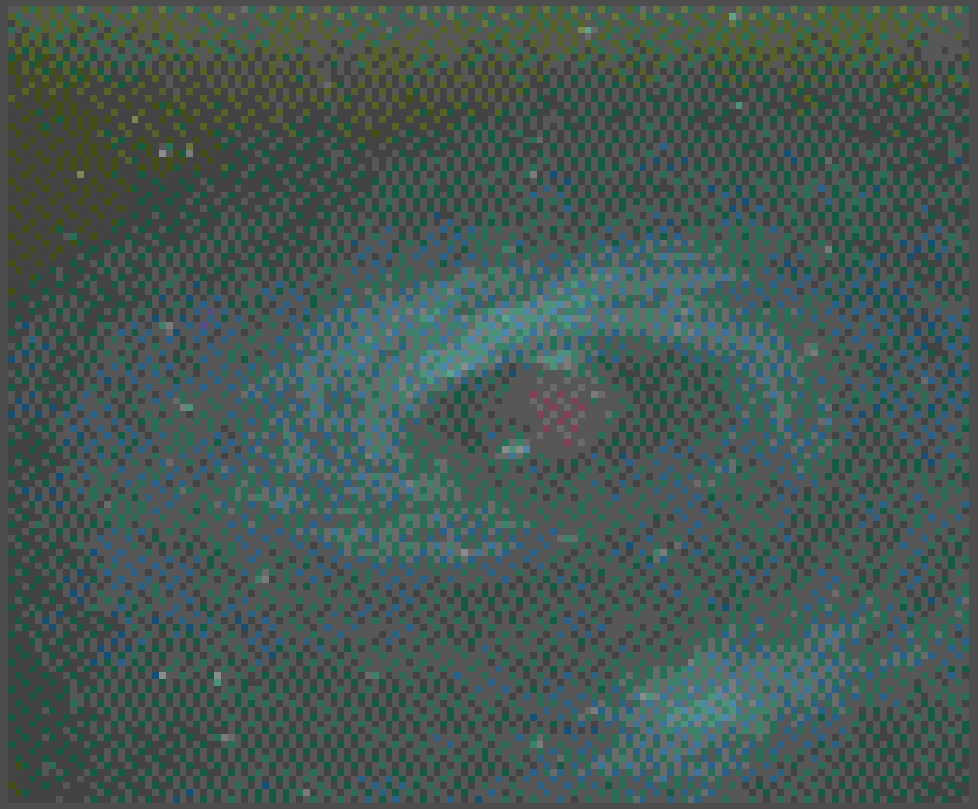
Século XVIII: Immanuel Kant – teoria da nuvem, para explicar origem do Sol e dos planetas

Laplace: teoria semelhante



Origem do sistema solar

- Tudo começou com uma nuvem de partículas em rotação
- Centro: Sol
- Fora: planetas



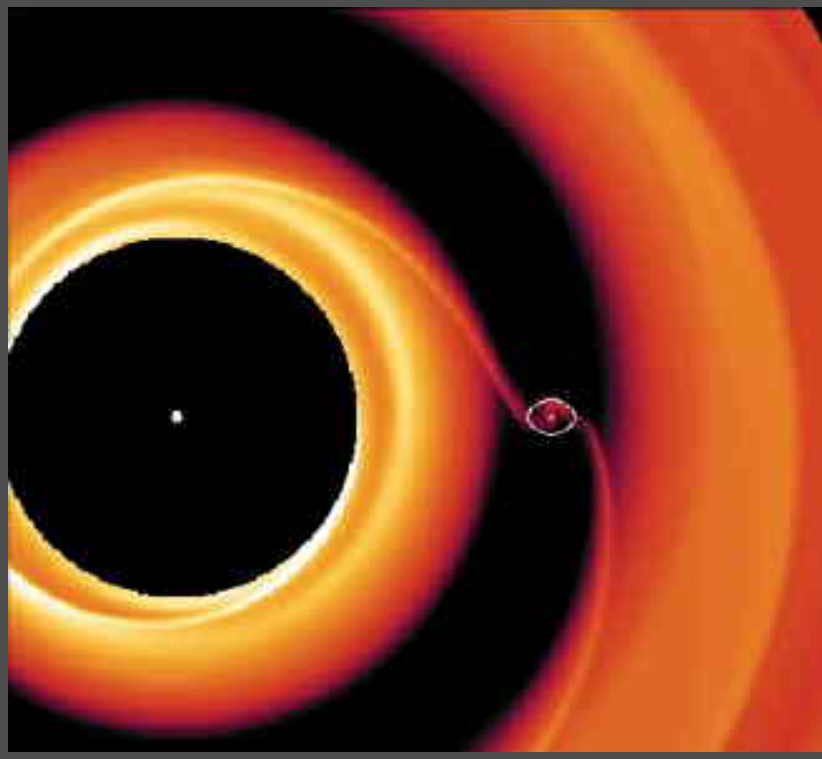
Origem do sistema solar

A nuvem gira e se achata

No centro forma-se uma grande concentração de matéria, que se aquece e forma uma estrela

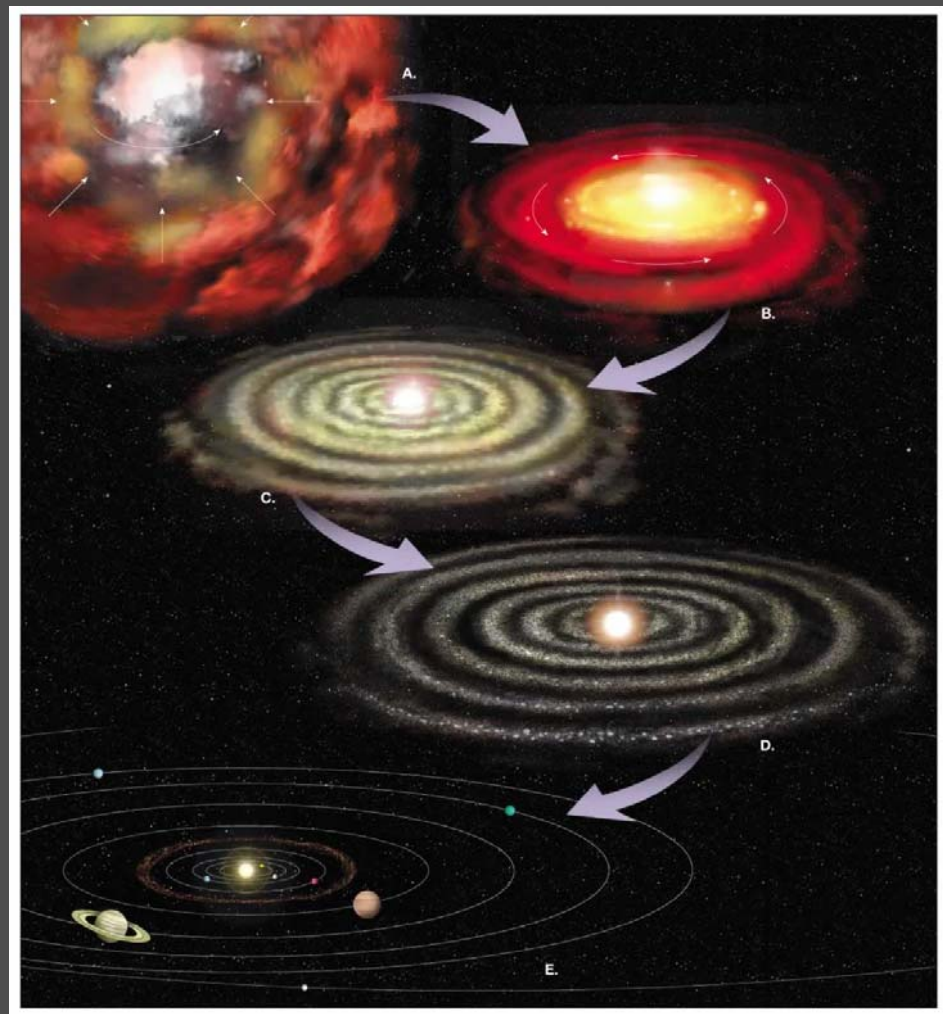
Origem do sistema solar

Na nuvem em volta da estrela, uma concentração de matéria vai atraindo mais partículas, formando um planeta e criando um anel sem matéria



Origem do sistema solar

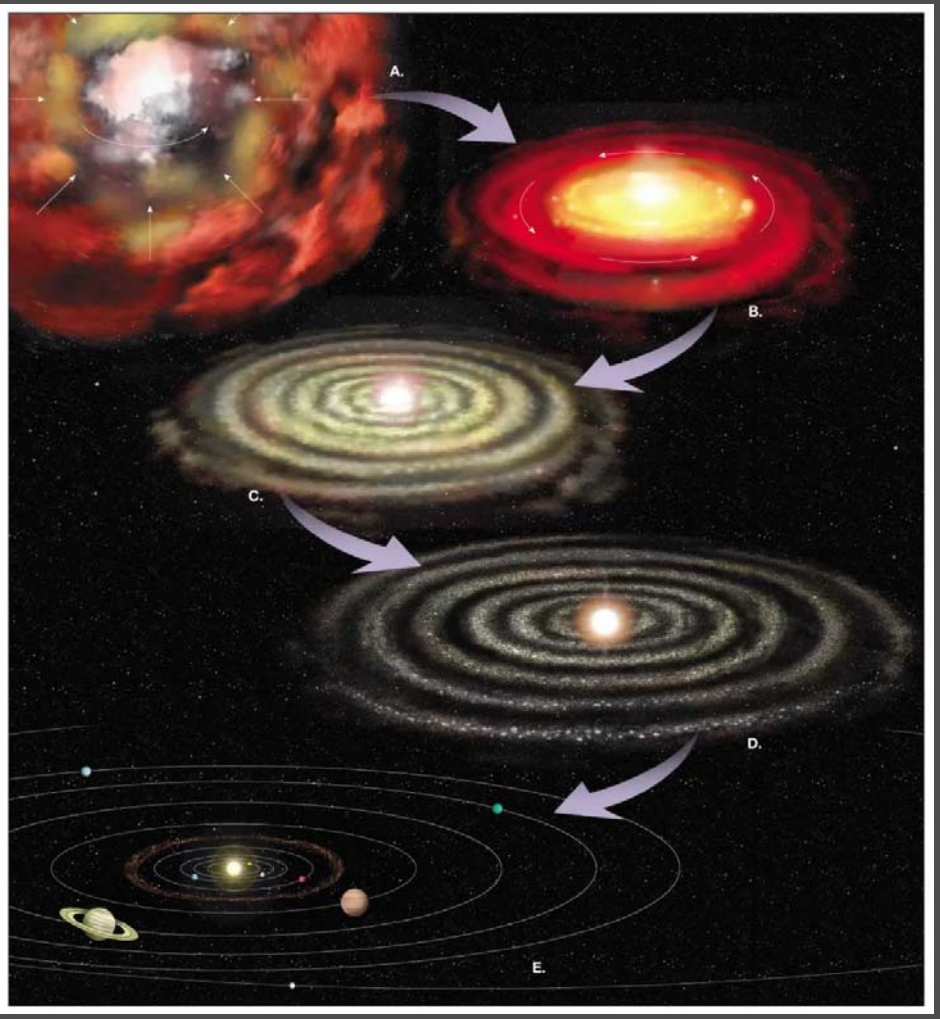
Esta seqüência de etapas da teoria de Kant e Laplace explicava vários aspectos conhecidos do sistema solar, e foi aceita rapidamente.



Origem do sistema solar

A teoria de Kant e Laplace explicava por que todos os planetas giram no mesmo sentido em torno do Sol, e suas órbitas são quase no mesmo plano

Nebulosas

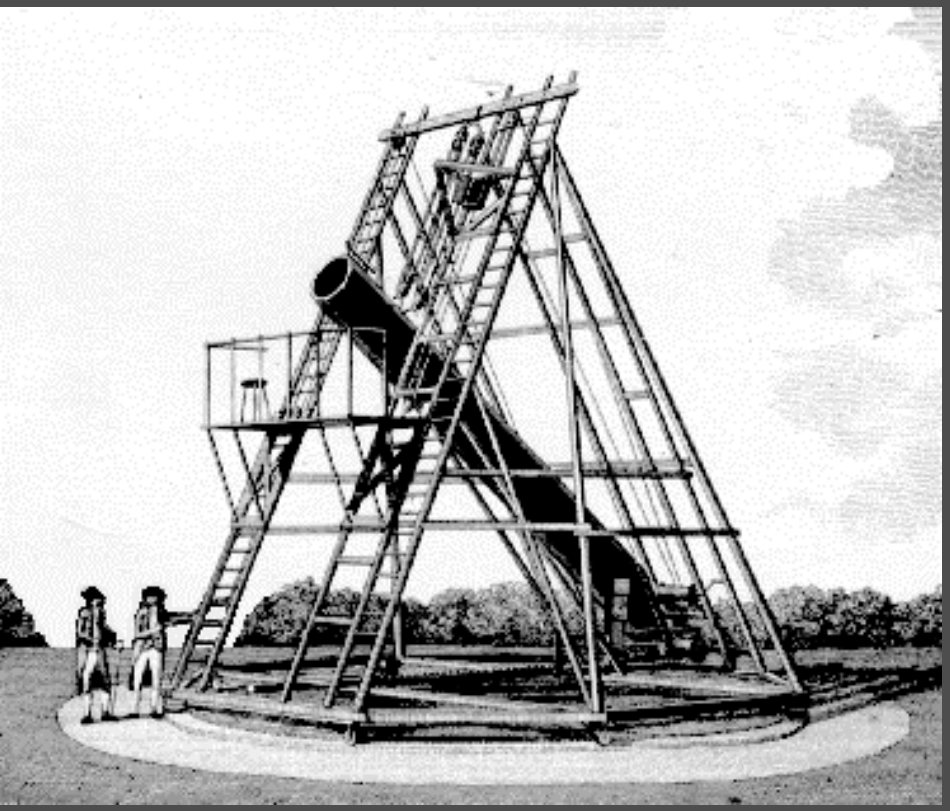


Como a teoria começava a partir de uma nuvem de gases e poeira, parecia que as nebulosas poderiam ser exatamente isso: a origem de estrelas

Nebulosas

No final do século XVIII e início do XIX, William Herschel foi um dos principais “caçadores” de nebulosas, tendo catalogado 2.000.

Nebulosas



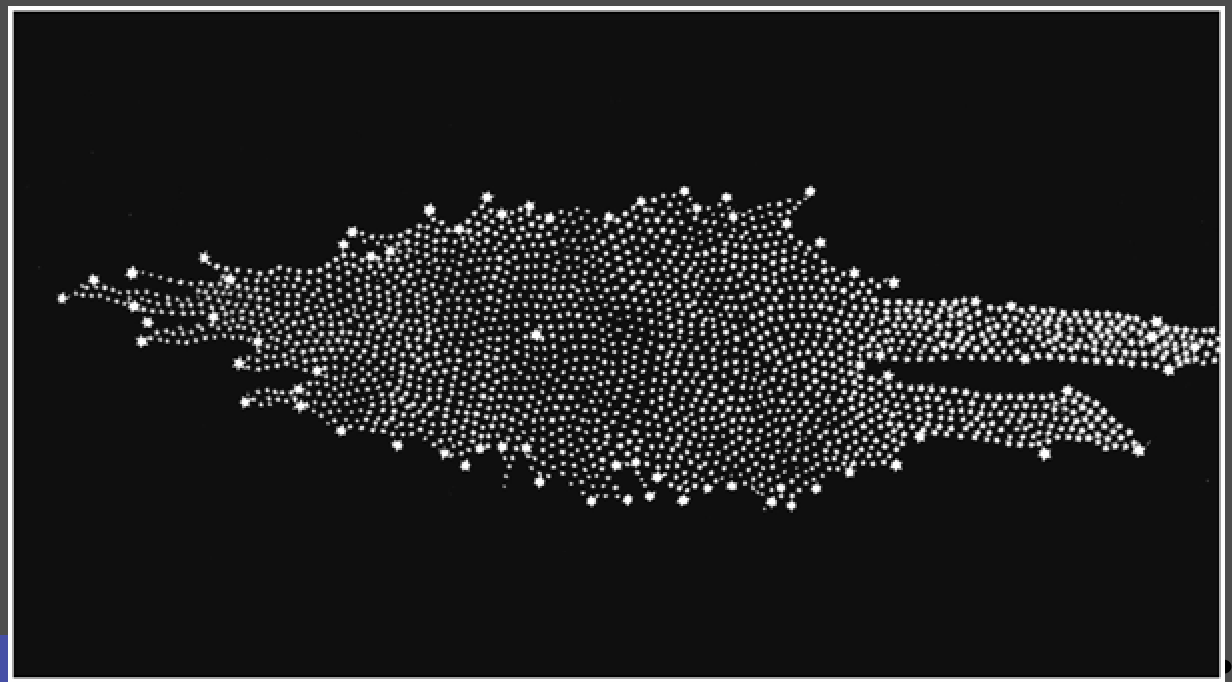
Com os grandes telescópios construídos por Herschel era possível perceber que algumas nebulosas eram grupos de estrelas.

Nebulosas

As nebulosas que podiam ser resolvidas em estrelas, na época, eram os aglomerados globulares, que são sistemas muito menores do que galáxias, e próximos.

Via Láctea

Herschel também estudou a distribuição das estrelas no céu e concluiu que todas formam parte de um único sistema – a Via Láctea.

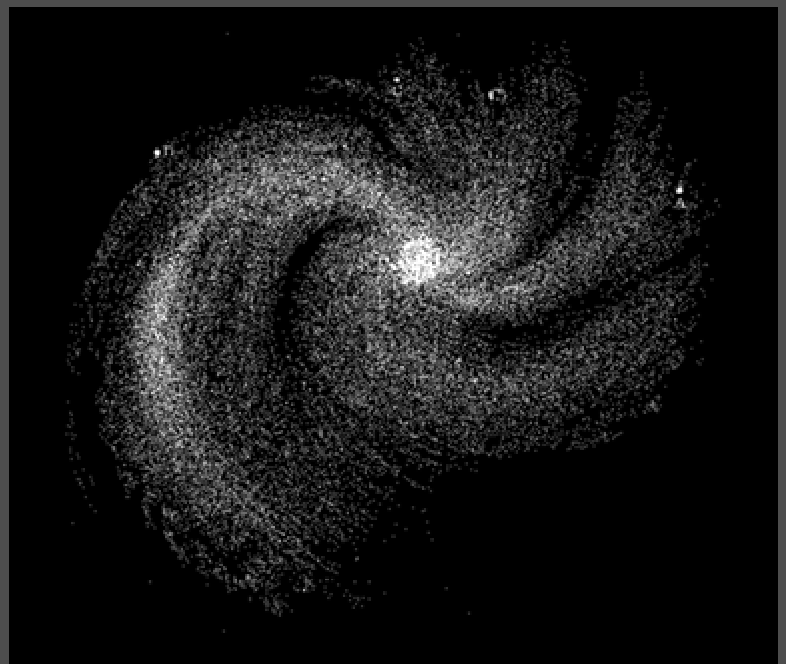


Nebulosas

Herschel aceitava a teoria de Laplace e acreditava que as nebulosas “leitosas” eram nuvens onde estavam sendo formadas estrelas.

Nebulosas

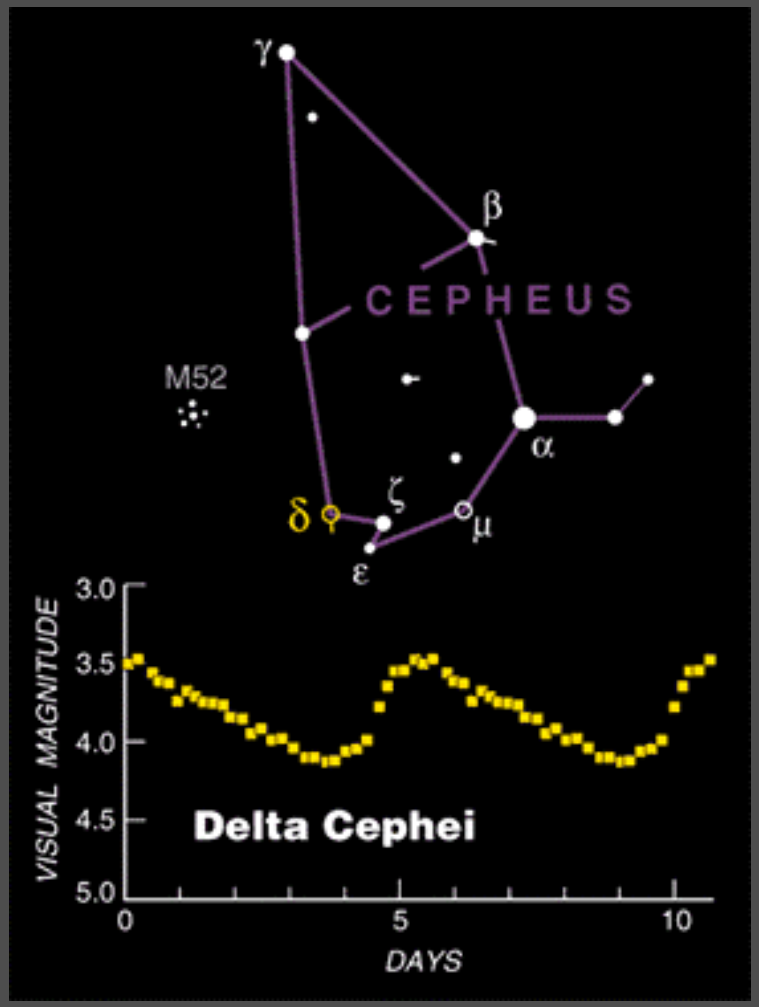
Mesmo com os melhores telescópios do século XIX, como os de Rosse, não foi possível observar estrelas nessas nebulosas, mas o núcleo brilhante parecia
uma protoestrela.



Henrietta Leavitt

Foram os estudos de Henrietta Leavitt sobre cefeidas, na década de 1910, que permitiram determinar que as “nebulosas” eram imensos sistemas de estrelas, como a Via Láctea.

Cefeidas



As cefeidas são estrelas cujo brilho varia periodicamente, ao longo dos dias ou meses.

São interpretadas atualmente como estrelas pulsantes.

Cefeidas

Henrietta Leavitt estudou as cefeidas das Nuvens de Magalhães e descobriu que havia uma relação entre seu brilho médio e o seu período.

Cefeidas

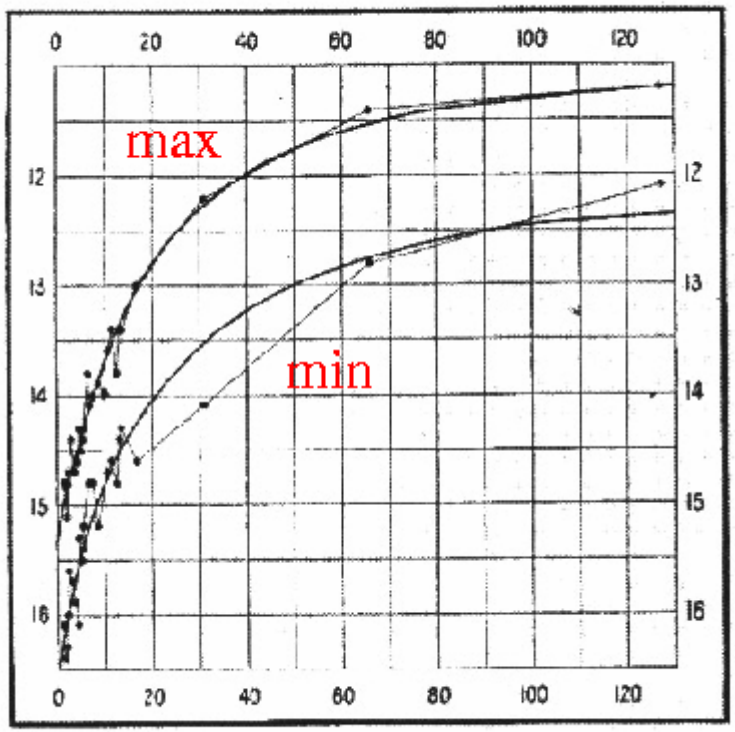


Fig. 1.

Como todas as cefeidas que ela estudou estavam à mesma distância (Nuvem de Magalhães), tornou-se possível usar as cefeidas como padrões de distância.

Cefeidas

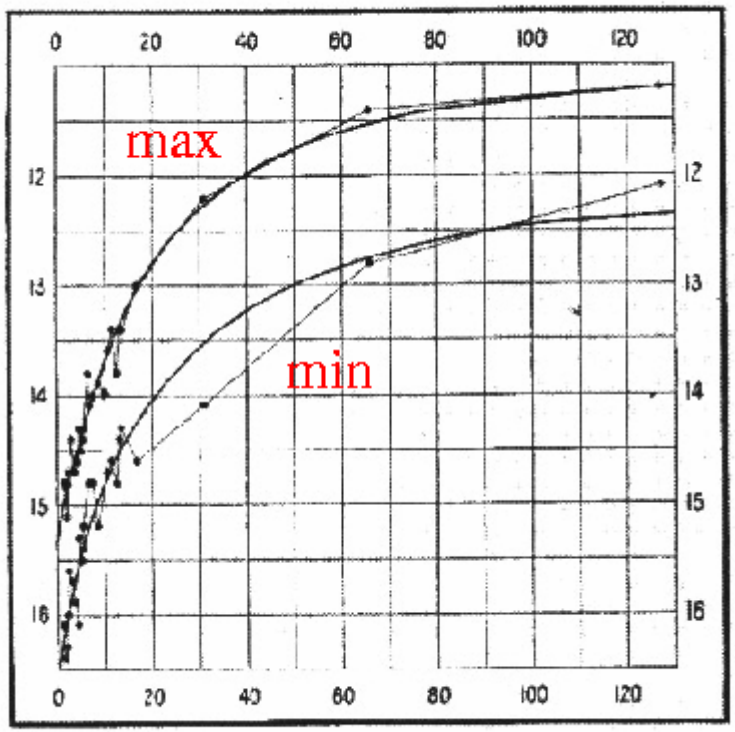


Fig. 1.

Como todas as cefeidas que ela estudou estavam à mesma distância (Nuvem de Magalhães), tornou-se possível usar as cefeidas como padrões de distância.

Hubble

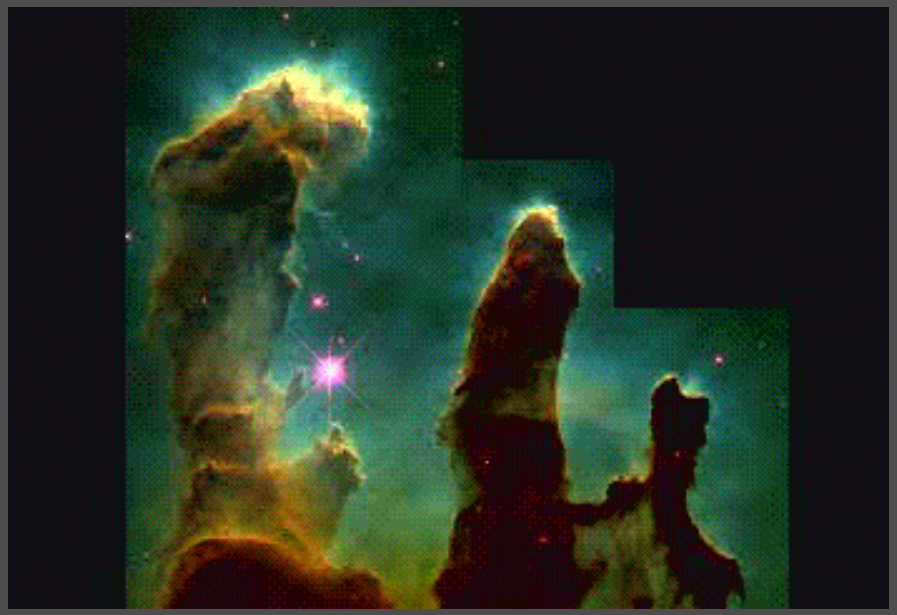
Em 1922 Edwin Hubble descobriu uma cefeida em uma nebulosa.

Como o período dessa cefeida era muito grande, ela era muito luminosa, mas parecia minúscula.

Hubble

Estudando as cefeidas da nebulosa de Andrômeda, Hubble aplicou os estudos de Henrietta Leavitt e concluiu que ela estava muito distante e que era constituída por milhões de estrelas.

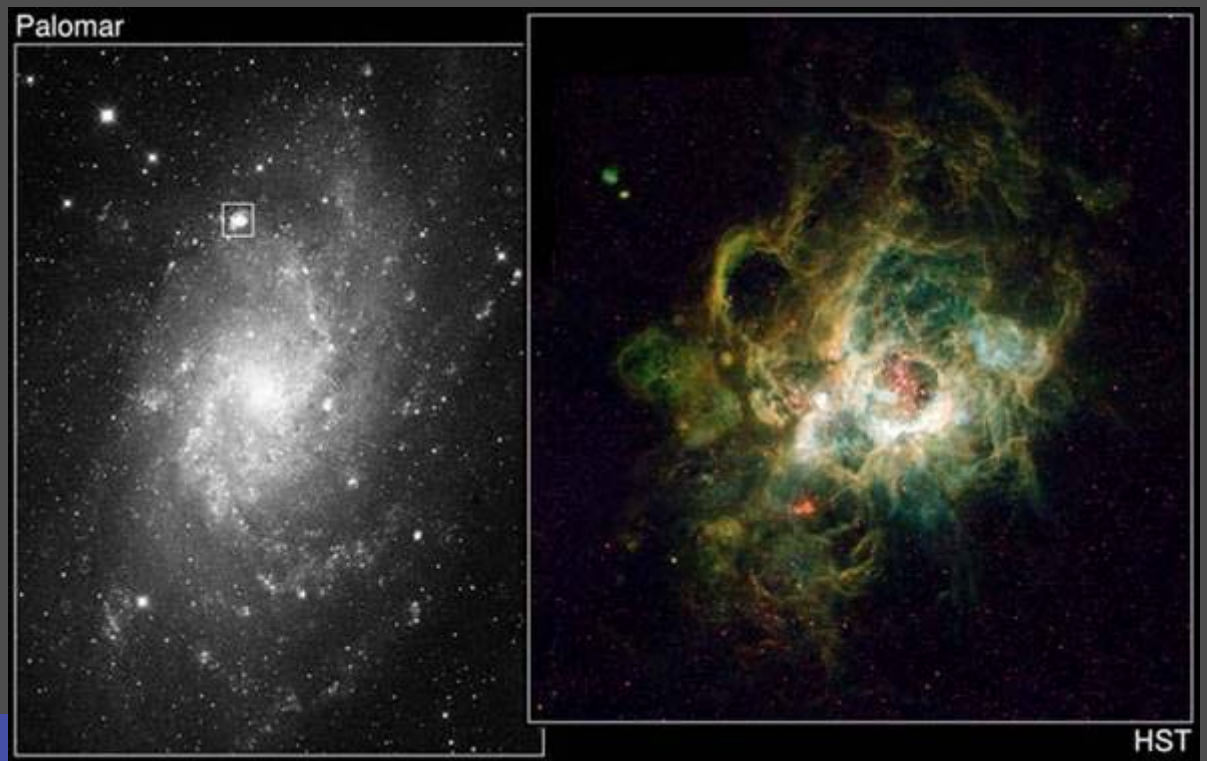
Origem das estrelas e planetas



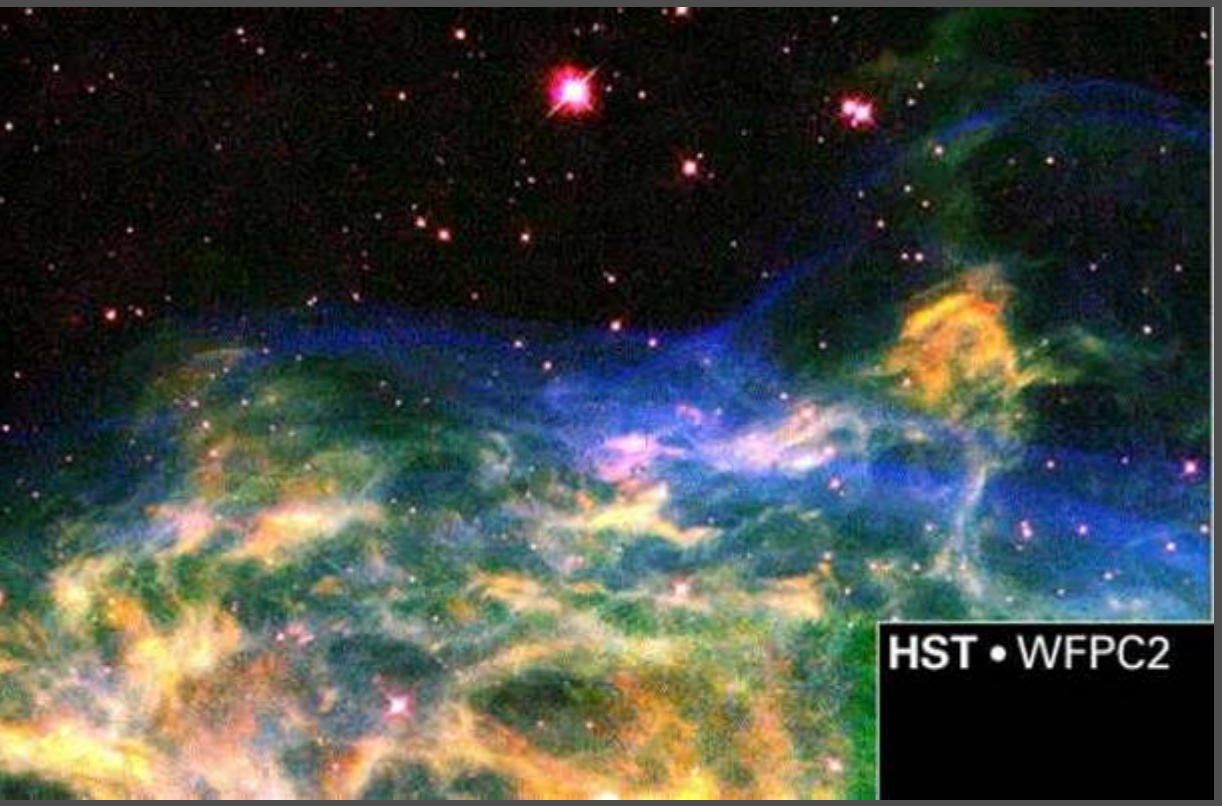
A teoria de Kant e Laplace, refinada matematicamente, ainda é a base para se compreender a origem das estrelas e dos planetas em grandes nuvens de pó e gases

Formação das estrelas

Atualmente é possível ver regiões onde estão se formando estrelas

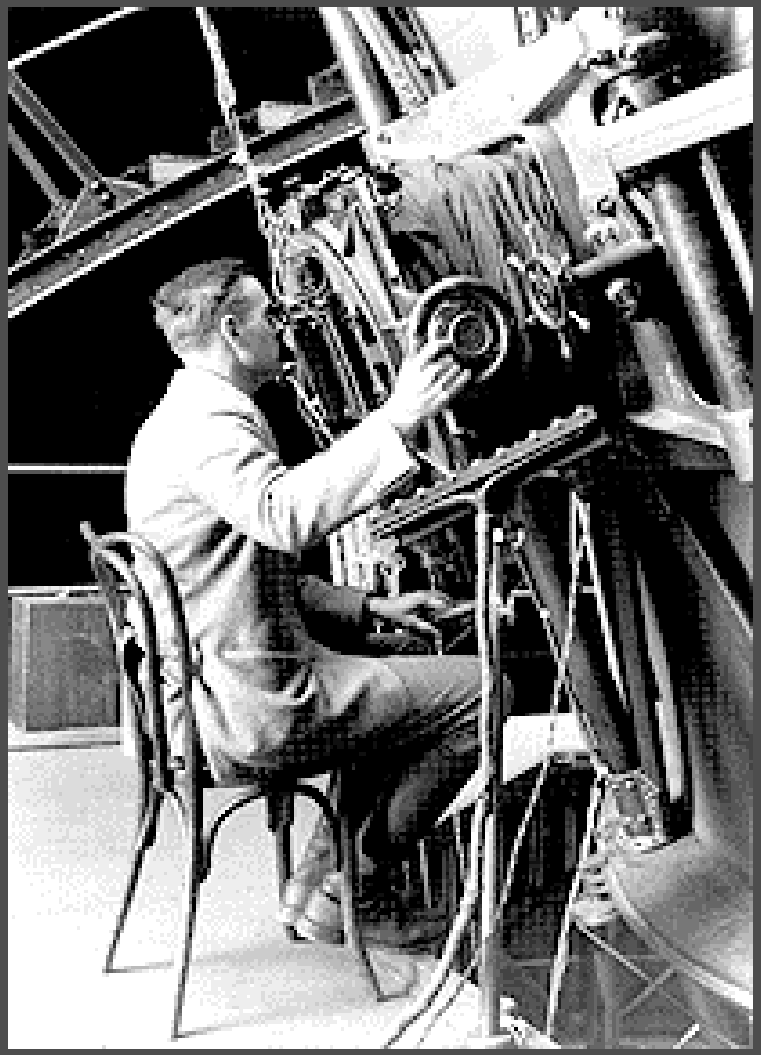


Evolução das estrelas



Depois de formadas em uma nuvem de partículas e gases, as estrelas passam por diversas fases

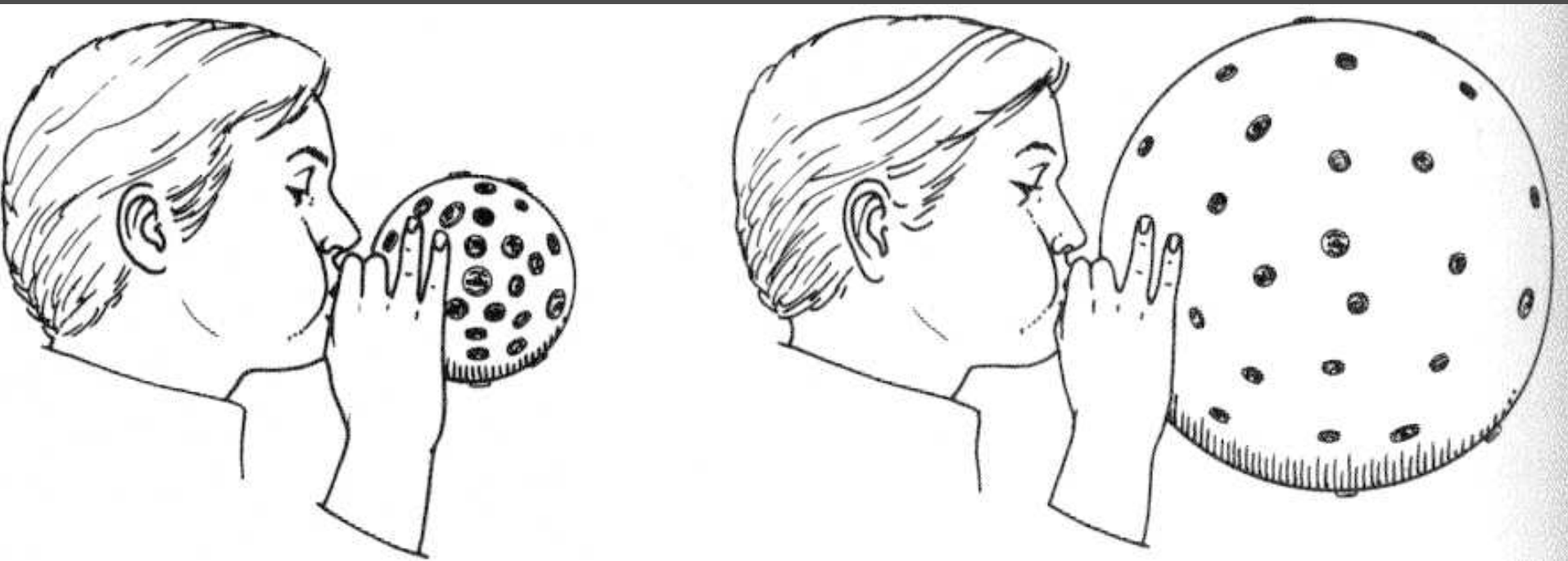
Movimento das galáxias



Hubble mediu depois as distâncias e velocidades de muitas galáxias e notou que elas estavam geralmente se afastando de nós, e umas das outras.

Movimento das galáxias

A partir daí surgiu a idéia de que o universo não era estático, estava se expandindo.



Estrutura do universo

Foi só a partir da compreensão de que as “nebulosas” eram imensos sistemas com milhões de estrelas que começou a cosmologia moderna – e uma mulher teve um papel central nessa descoberta.

FIM

http://www.ifi.unicamp.br/~ghtc

Atenção!

As imagens e animações mostradas nesta apresentação foram obtidas através da Internet.

Muitas delas são da NASA, e podem ser utilizadas sem restrições.

Algumas, no entanto, podem ter restrições de uso (direitos autorais).