



Universidade da Madeira

Grupo de Astronomia

A Nossa Galáxia

Laurindo Sobrinho

01 de março de 2014

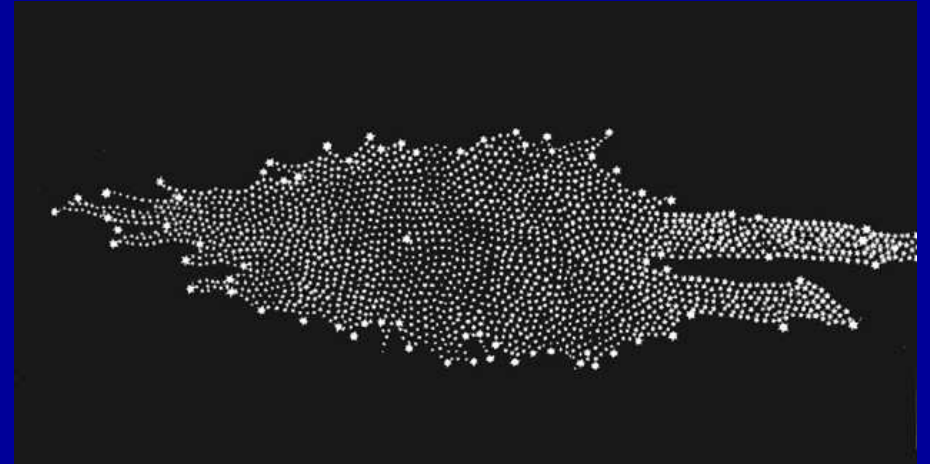
Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





A nossa posição na galáxia

William Herschel determinou a densidade estelar à nossa volta em todas as direções. De acordo com os seus resultados a densidade estelar não dependia da direção considerada pelo que deveríamos estar muito próximo do centro da galáxia.



Estrutura da nossa galáxia - Herschel (1784-85)
<http://user.physics.unc.edu/~evans/pub/A31/Lecture21-Milky-Way/>

Em 1930 Robert Trumpler mostrou que o Sol não estava no centro da galáxia. O disco da galáxia é rico em estrelas mas também em nuvens de gás e poeiras que absorvem muita da radiação das estrelas (extinção interestelar) e por isso não é uma boa referência para determinar a nossa localização na galáxia.

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região

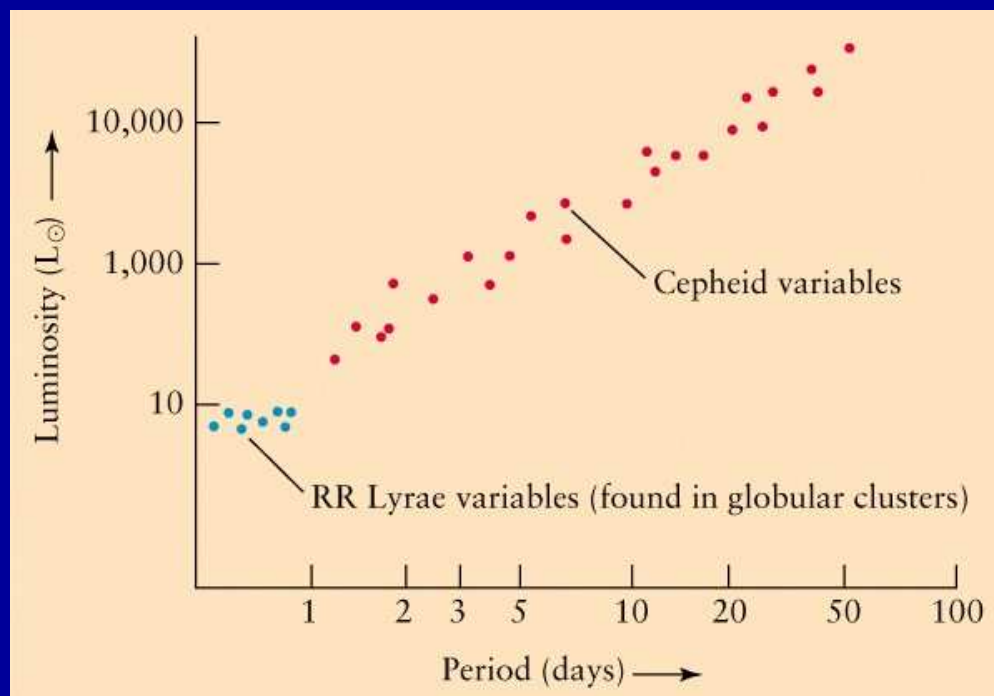




Universidade da Madeira

Em 1912 Henrietta Leavitt descobriu que existia uma relação entre o período e a luminosidade das estrelas variáveis do tipo Cefeide.

Medindo o brilho aparente de uma Cefeide e seu período sabemos a sua luminosidade. Sabendo a luminosidade podemos determinar a distância. Pouco tempo depois Harlow Shapley ao estudar as variáveis do tipo RR Lyra descobriu uma relação semelhante.



Distância utilizando como referência as estrelas Cefeide:

$$\log_{10} P + 0.394M_V = -0.657$$

P é o período em **dias** e M_V a magnitude absoluta (visual)

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região



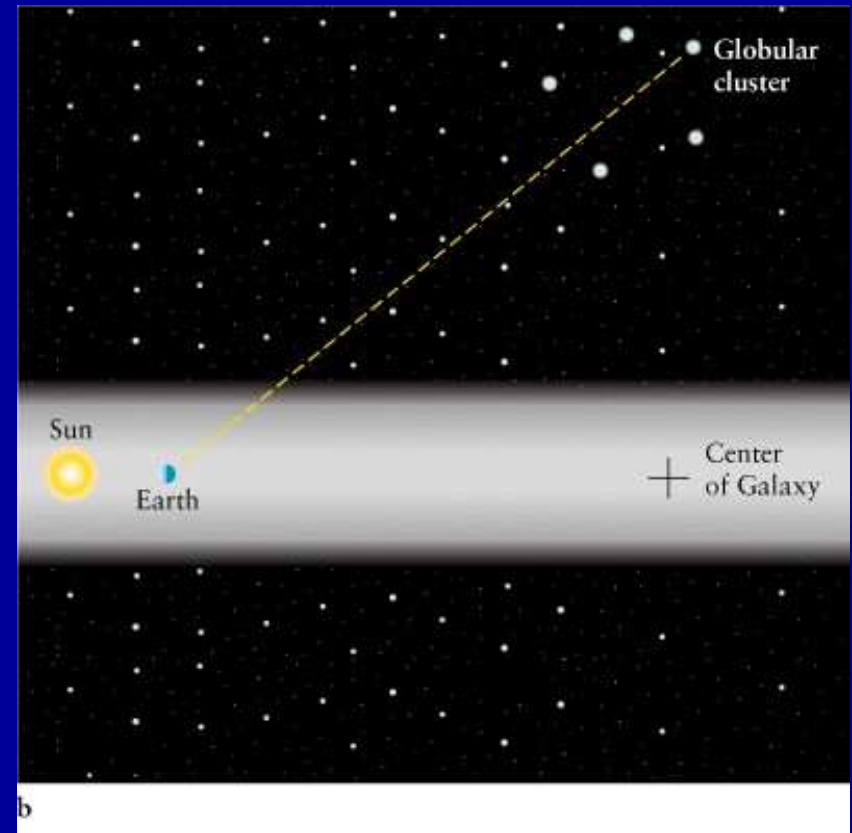


Universidade da Madeira

Os enxames fechados orbitam em torno do centro galáctico mas fora do disco sendo a sua luz pouco afetada pela extinção interestelar.

Era necessário, no entanto, determinar a distância a que estão os enxames fechados.

As RR Lyra encontram-se abundantemente nos enxames fechados. Shapley determinou a distância a 93 enxames tendo chegado à conclusão que alguns deles estavam a distâncias da ordem dos 100 000 anos luz (a galáxia é muito maior do que era suposto antes).



<http://user.physics.unc.edu/~evans/pub/A31/Lecture21-Milky-Way/>

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região



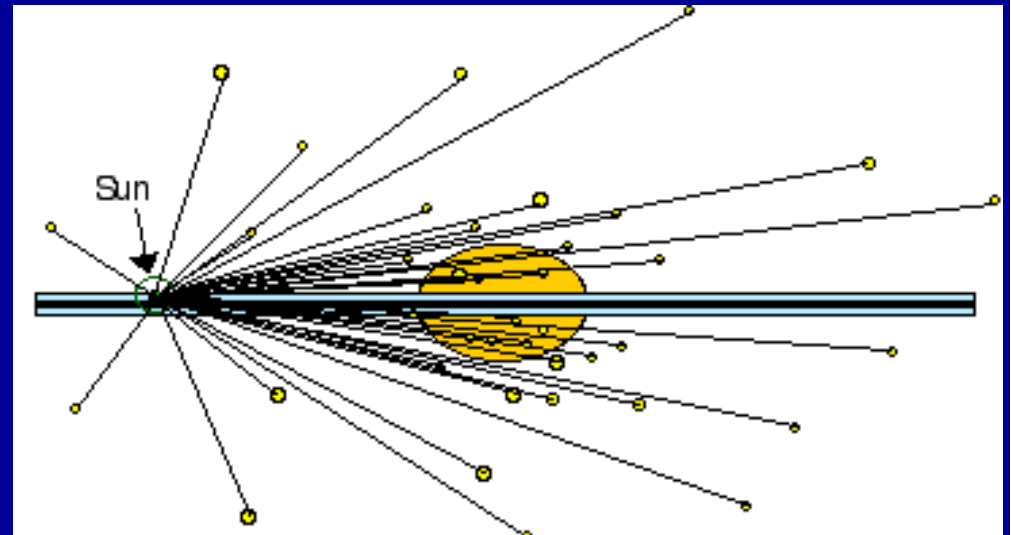


Universidade da Madeira

Com os dados que obteve das suas observações Shapley chegou à conclusão que os enxames fechados respeitam uma distribuição esférica cujo centro não coincide com a posição do Sol mas sim com um **ponto situado na direção da constelação do Sagitário**.

Em 1920 tínhamos identificado o centro da nossa galáxia e a nossa posição relativamente a esse ponto.

Atualmente a distância ao centro da galáxia está avaliada em cerca de 28000 anos luz.



<http://www.astronomynotes.com/ismnotes/s6.htm>

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





A estrutura da galáxia

A região central da galáxia não está acessível na banda do visível. Existem muitas nuvens de gás e poeira no caminho que causam uma grande extinção estelar. Apenas as radiações de maior comprimento de onda conseguem atravessar essas nebulosas. Assim o centro da galáxia pode ser observado na banda do rádio e do IV. A luz das estrelas (dos mais variados comprimentos de onda) aquece o gás e poeira que depois reemitem essa radiação de volta para o espaço essencialmente na banda do IV distante.



Em 1983 o **InfraRed Astronomical Satellite (IRAS)** permitiu fazer um mapa mostrando a localização da poeira sobre o disco da galáxia.

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





Universidade da Madeira

Em 1990 o **COsmic Background Explorer** (COBE) permitiu obter um mapa na banda do IV próximo. Nesta banda a poeira emite pouca radiação e deixa passar a radiação proveniente das estrelas mais distantes. Assim obtivemos um mapa composto pela luz de estrelas frias e distantes (gigantes vermelhas e outras estrelas com o pico de emissão entre o visível e o IV próximo).



Estes estudos revelaram que o diâmetro do disco é de cerca de 160 000 AL (50kpc) e que a sua espessura é de 2000 AL (0.6kpc). O bojo central da galáxia tem cerca de 6000 AL (2kpc) de diâmetro. Os enxames fechados estão dispersos por uma região esférica designada por halo.

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região



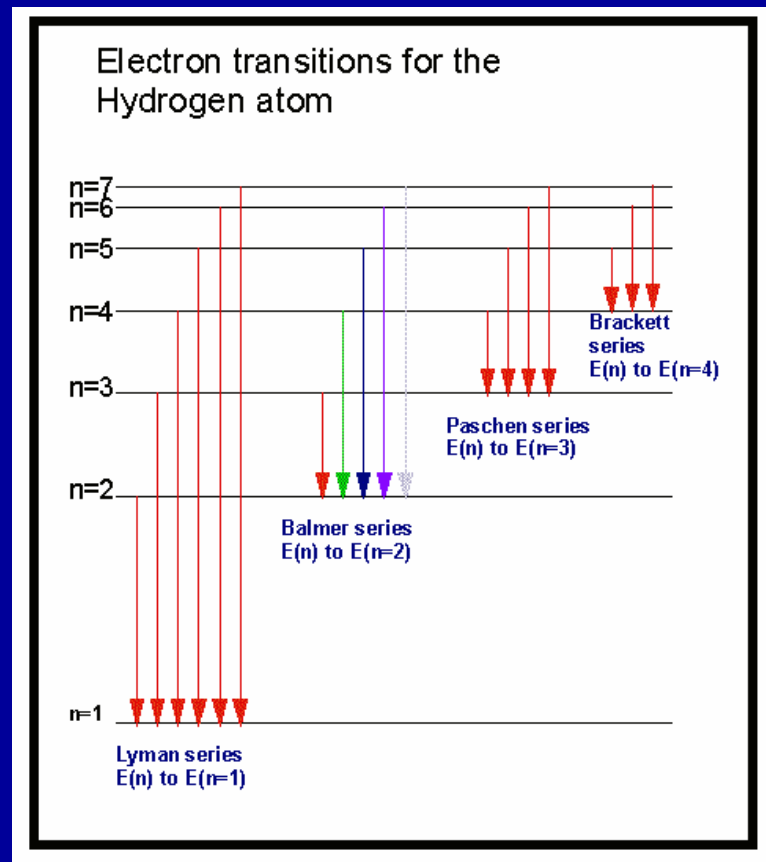


Universidade da Madeira

Com os comprimentos de onda longos da banda do rádio conseguimos penetrar no meio interestelar. De facto as ondas de rádio deslocam-se praticamente sem serem absorvidas ou desviadas.

O hidrogénio é o elemento mais abundante no Universo. O estudo da concentração do hidrogénio na galáxia permite identificar a estrutura da mesma.

O hidrogénio só emite luz visível se os seus eletrões forem excitados para níveis de energia elevados. Isso só é possível nas imediações das estrelas. Na vastidão do meio interestelar os átomos de hidrogénio permanecem no seu estado fundamental.



<http://www.files.chem.vt.edu/chem-ed/CHP/talks/acs-spring96/h-atom.gif>

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região

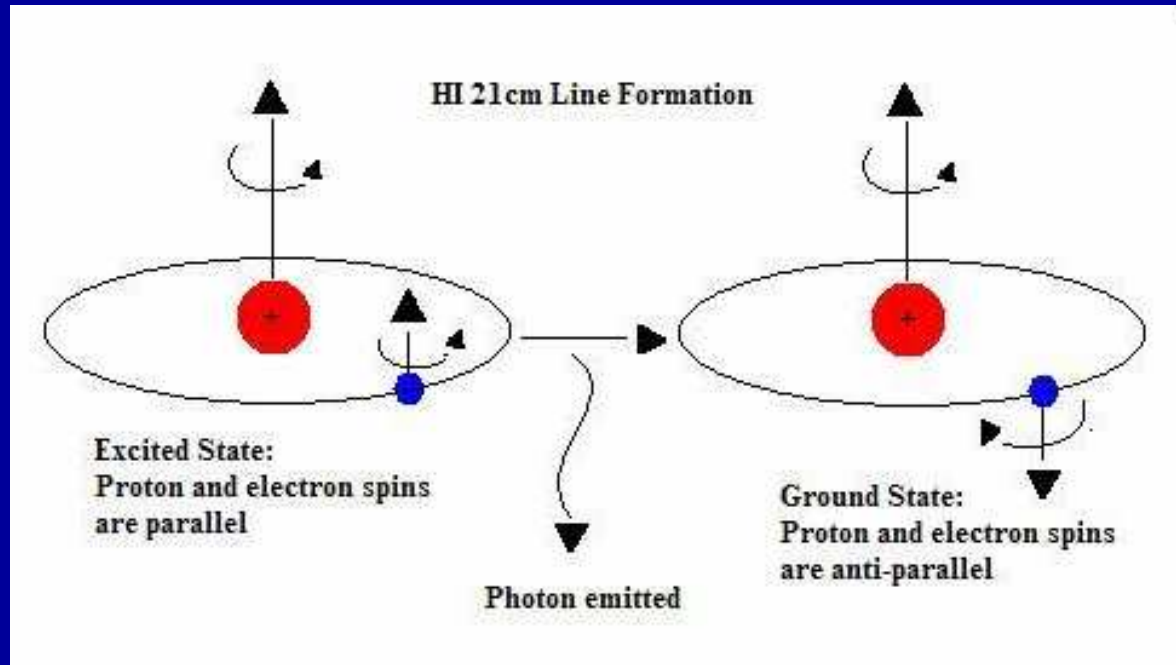




Universidade da Madeira

Existe, no entanto, uma forma de identificar o hidrogénio neutro no espaço. Num átomo de hidrogénio o electrão e o protão podem ter *spins* paralelos (estado de maior energia) ou spins anti-paralelos (estado de menor energia).

Quando um átomo de hidrogénio transita do estado de maior para o de menor energia é emitido um fotão de comprimento de onda **21cm** (banda do rádio).



Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região

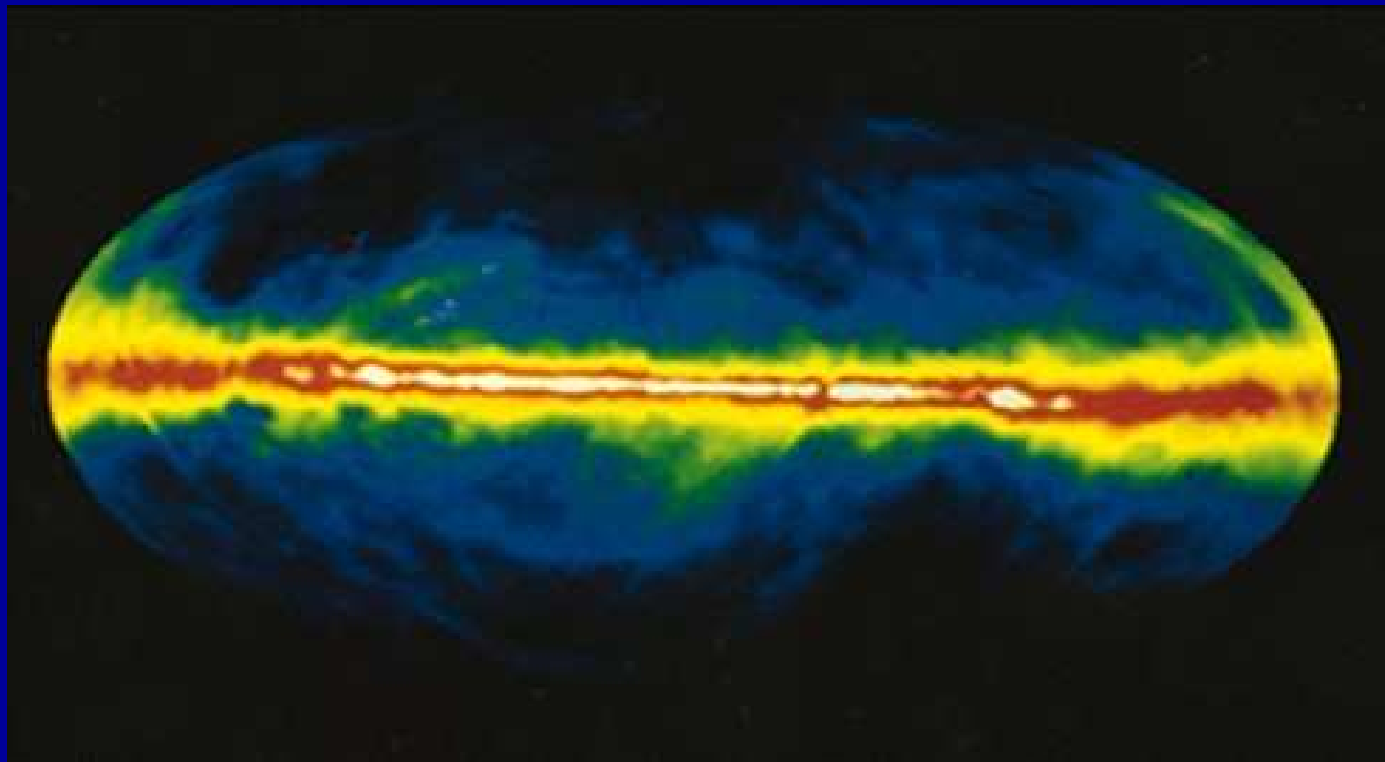




Universidade da Madeira

Grupo de Astronomia

A existência desta emissão foi prevista matematicamente em 1944 mas apenas foi detetada em 1951. Atualmente temos mapas detalhados da galáxia para os 21cm, correspondentes à distribuição de hidrogénio neutro (designado por **HI**):



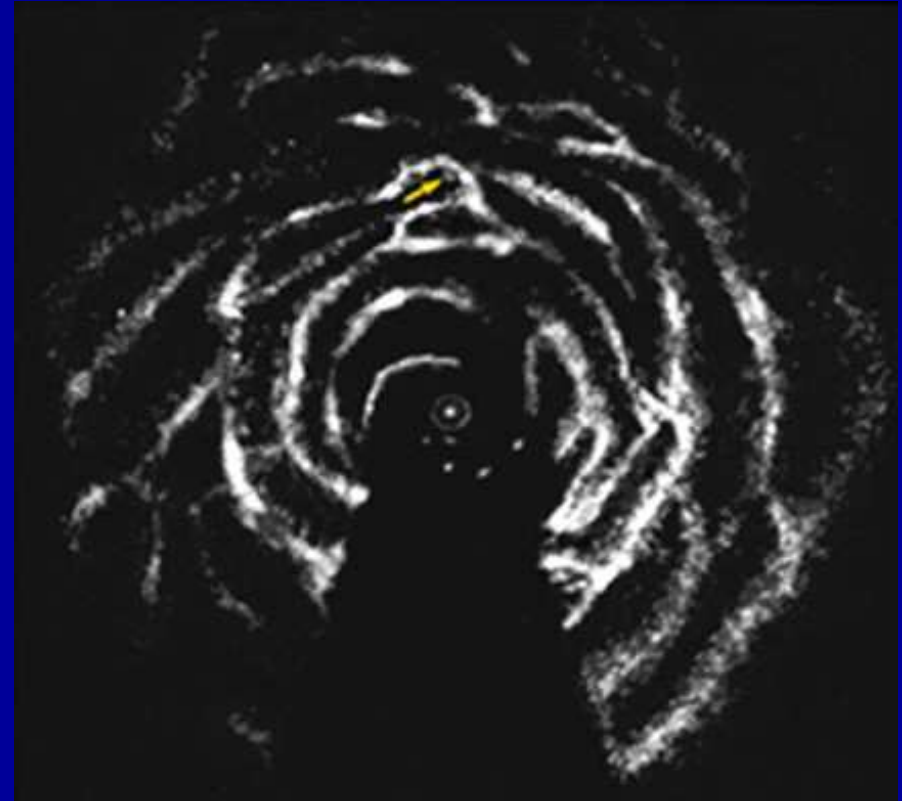
Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





Universidade da Madeira

Ao apontar um rádio telescópio numa dada direção vamos eventualmente captar a linha de 21 cm de nuvens de hidrogénio situadas a diferentes distâncias. Como o meio interestelar roda em torno do centro galáctico obtemos linhas de 21cm com diferentes desvios de Doppler. O seu estudo permitiu delinear o mapa da galáxia. Em particular permitiu identificar os braços em espiral.



Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





Universidade da Madeira

Juntando toda a informação concluímos que a nossa galáxia tem 4 braços espirais principais (Sagitário, Cisne, Perseu, Centauro) e algumas ramificações menos acentuadas. O Sol encontra-se perto de uma dessas ramificações designada por **braço de Oríon**.

Até uma distância de 10 000 AL podemos recorrer também a observações na banda do visível para melhor identificar os braços da galáxia. Fazemos isso mapeando estrelas das classes O e B , regiões HII (hidrogénio ionizado) e nuvens moleculares.



Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





Universidade da Madeira

Pode parecer que existem muitas mais estrelas sobre os braços da galáxia do que entre os mesmos. No entanto a concentração de estrelas nos braços é apenas cerca de 5% superior à existente entre os braços.

O que acontece é que é sobre os braços que se encontram mais estrelas das classes O e B que são muito mais luminosas do que as outras e, por isso, dominam a aparência visual da galáxia.

A galáxia M83 (semelhante à nossa galáxia):



Visível



rádio (21 cm)



IV

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região

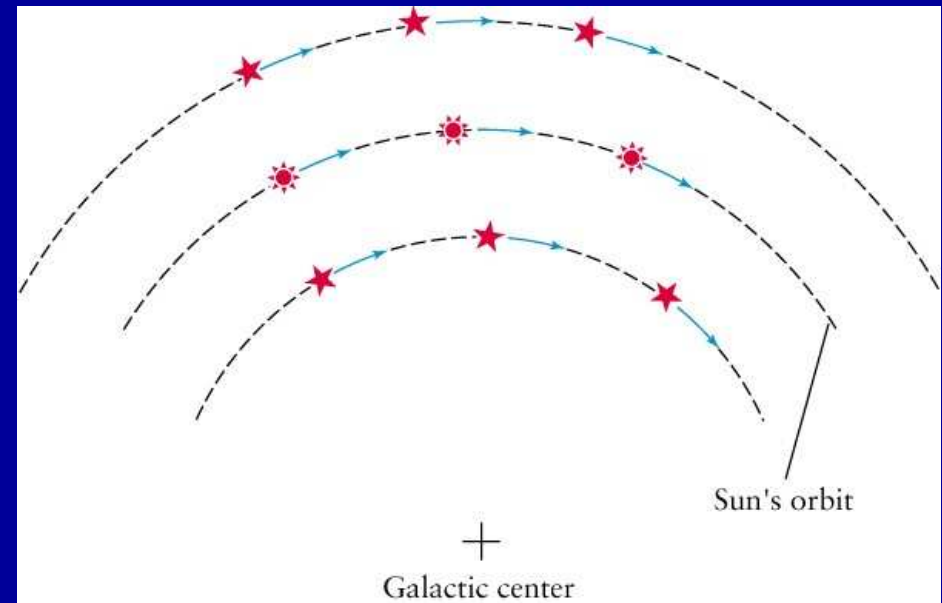




A rotação da galáxia

Tudo na galáxia roda em torno do centro. Se assim não fosse a gravidade faria com que tudo caísse para o centro. Verifica-se que as estrelas rodam em torno do centro praticamente todas à mesma velocidade (ao contrário do que acontece, por exemplo, com os planetas do Sistema Solar).

As estrelas mais distantes do centro não se deslocam mais lentamente embora demorem mais tempo a completar uma volta pois o seu percurso é mais longo. Em particular o Sol descreve uma órbita circular em torno do centro da galáxia a 220 km/s.



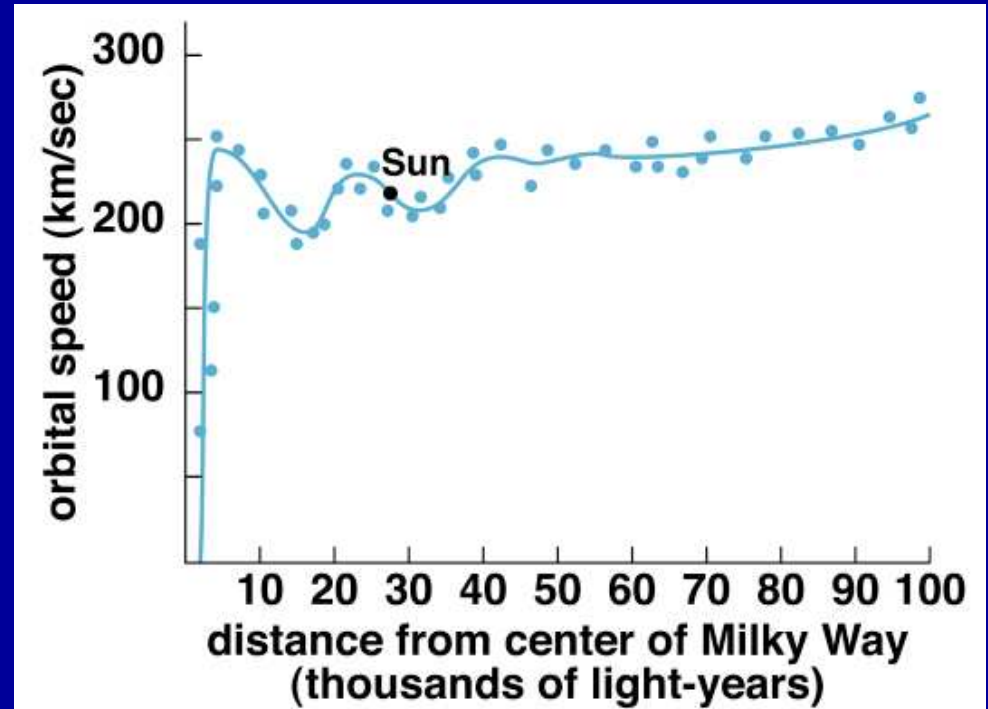
Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





Universidade da Madeira

O mapeamento recente do hidrogénio nas regiões mais exteriores da galáxia revelou que a velocidade de rotação se mantém mesmo para lá dos limites visíveis do disco. Isto significa que deve existir muita massa mesmo nas regiões mais exteriores da galáxia. A massa da galáxia está estimada em 10^{12} massas solares.



<http://ircamera.as.arizona.edu/NatSci102/NatSci102/lectures/darkmatter.htm>

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





Universidade da Madeira

10% da massa da galáxia são estrelas, gás e poeiras. Existem cerca de 200 000 milhões de estrelas.

Os restantes 90% da massa manifestam a sua presença apenas a nível gravítico. Não emitindo luz em qualquer comprimento de onda. Essa matéria desconhecida designa-se por matéria escura.

A matéria escura envolve a galáxia toda num halo esférico com um raio cerca de 2 a 4 vezes superior ao halo visível onde estão os enxames fechados.



Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região

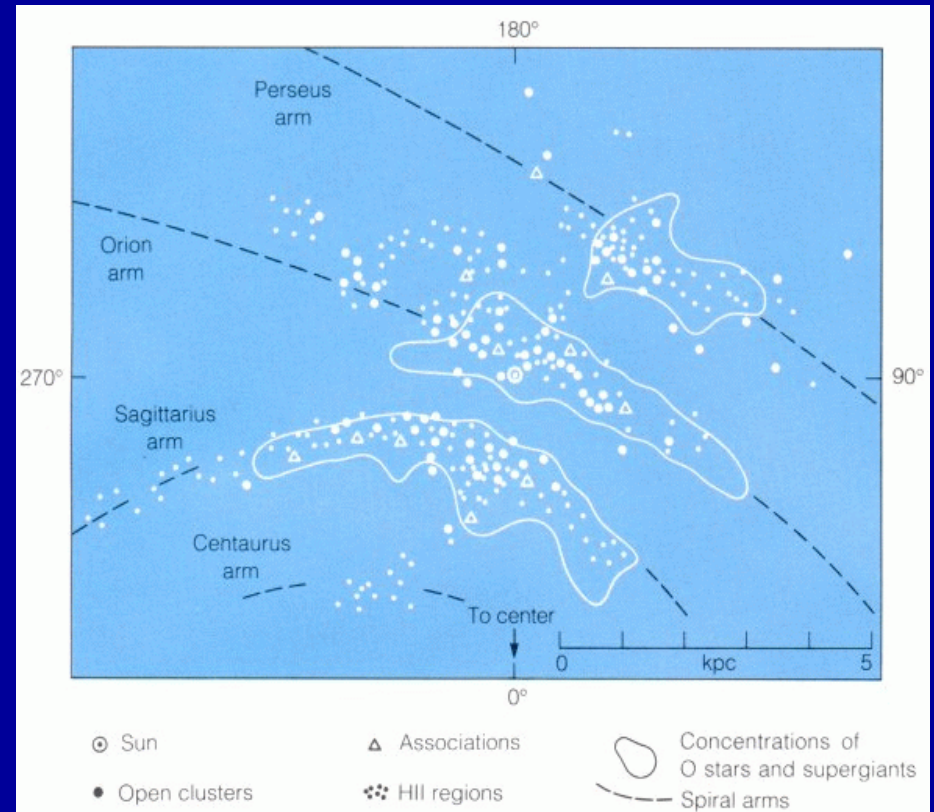


Credit: Jose Wudka



Duas populações de estrelas

População I – são estrelas ricas em metais no sentido em que o espectro apresenta bastantes riscas de metais (a estrela continua a ser essencialmente H e He). É o caso do Sol. Localizam-se sobretudo no disco da galáxia. A cor azulada de algumas regiões do disco deve-se à presença de estrelas quentes das classes O e B. Como estas têm vidas muito curtas conclui-se que o disco da galáxia é palco de formação de novas estrelas.



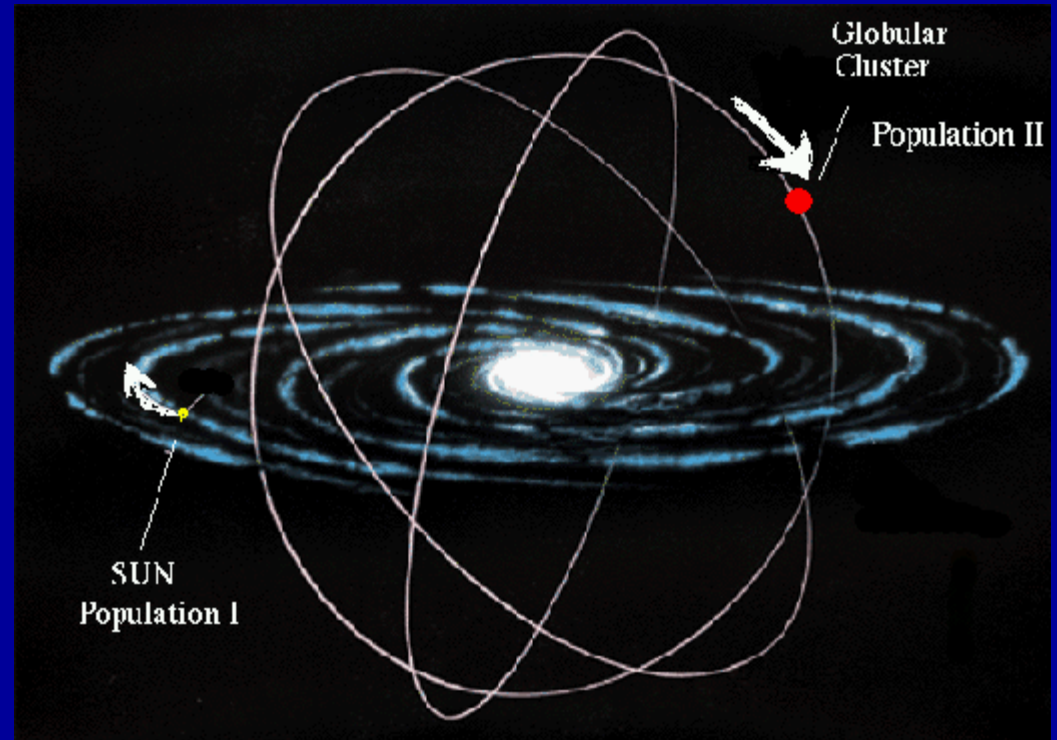
<http://abyss.uoregon.edu/~js/ast122/lectures/lec26.html>

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





População II – são estrelas pobres em metais. São as estrelas mais velhas. Localizam-se sobretudo no halo da galáxia. Cerca de 1% pertencem a enxames fechados. Os restantes 99% das estrelas do halo são estrelas isoladas designadas por estrelas de alta velocidade as quais descrevem órbitas com as mais diversas inclinações em relação ao plano do disco galáctico.



<http://www.physics.uc.edu/~hanson/ASTRO/LECTURENOTES/W03/Lec15/Page6.html>

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região

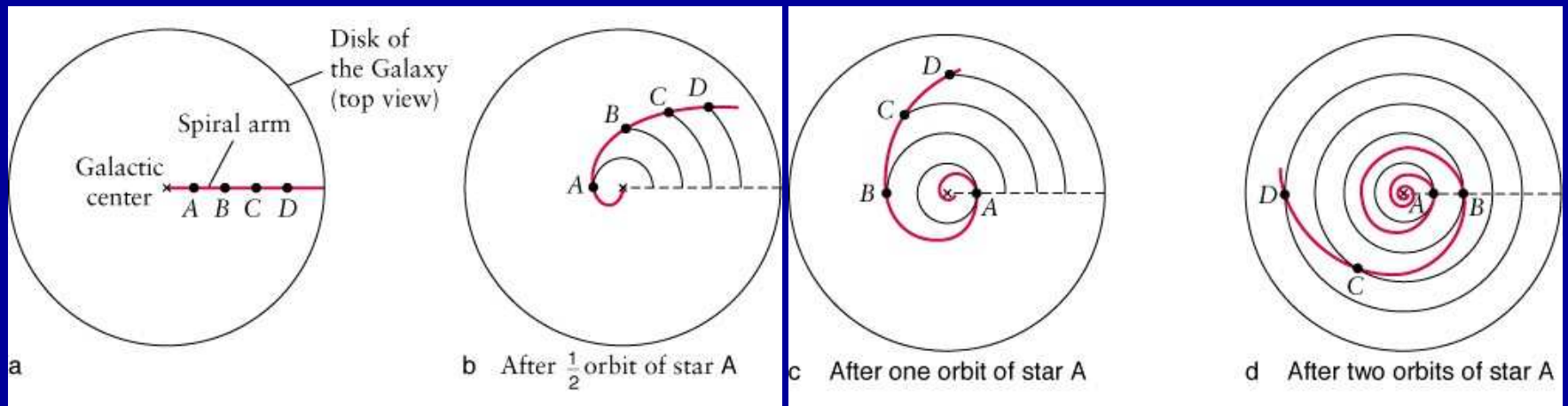




A origem dos braços

As estrelas, gases e poeiras orbitam em torno do centro da galáxia aproximadamente à mesma velocidade. Isto implica que a estrutura dos braços espirais não pode ser rígida. Os braços espirais não são conjuntos de gases, poeiras e estrelas que viajam juntos em torno do centro da galáxia. Se assim fosse com o passar do tempo formariam espirais cada vez mais apertadas até que desapareceriam (o que não é o caso).

Grupo de Astronomia



Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região



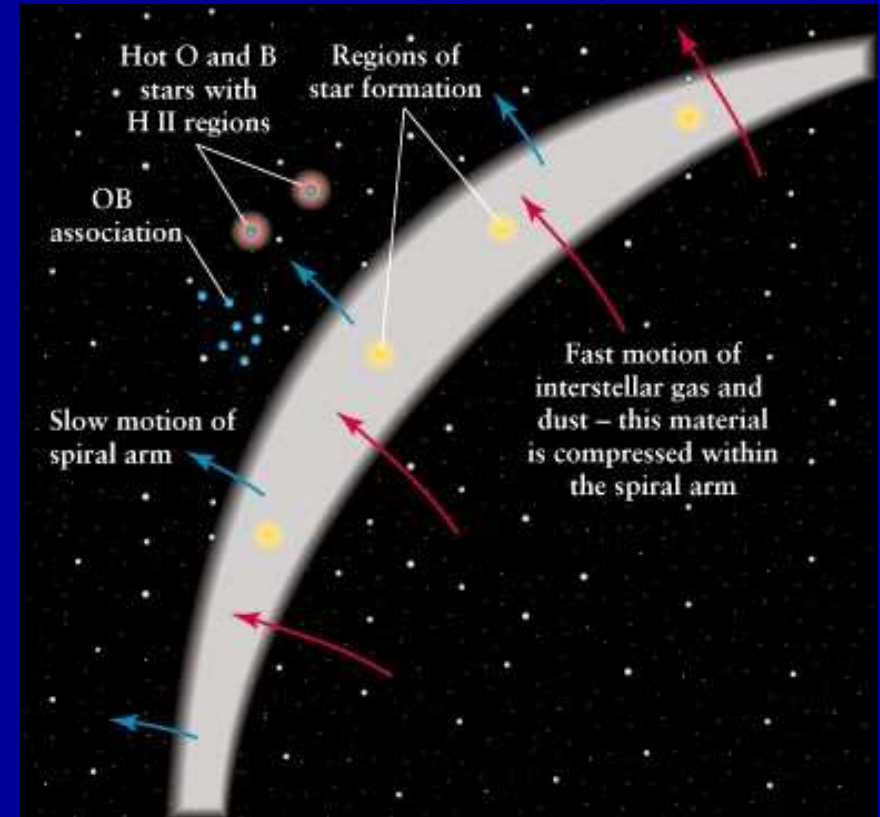


Universidade da Madeira

Os braços espirais são interpretados como ondas de densidade que se deslocam sobre o disco da galáxia. Os braços são as cristas dessas ondas. As ondas deslocam-se com velocidade inferior à do material em torno do centro da galáxia.

Quando o material apanha um dos braços é comprimido pela onda de densidade o que acaba por proporcionar as condições para a formação de novas estrelas.

As estrelas do tipo O e B têm vidas curtas pelo que praticamente não chegam a abandonar o braço onde nasceram. As estrelas de menor massa acabam por se dispersar por todo o disco (sobre os braços e fora deles).

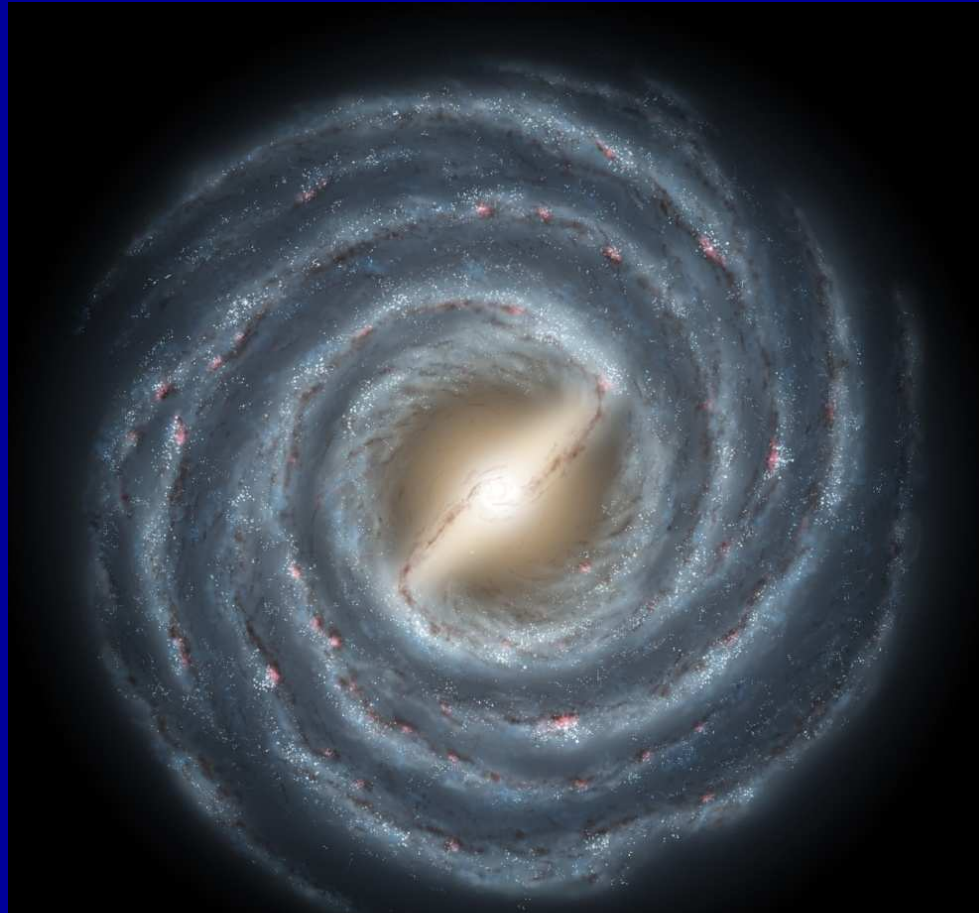


Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





Universidade da Madeira



<http://apod.nasa.gov/apod/ap050825.html>

Uma das questões em aberto relaciona-se com a fonte responsável pela origem e manutenção da onda de densidade.

A nossa galáxia é uma espiral barrada. O seu bolbo é atravessado por uma barra de material o que causa uma assimetria no campo gravítico.

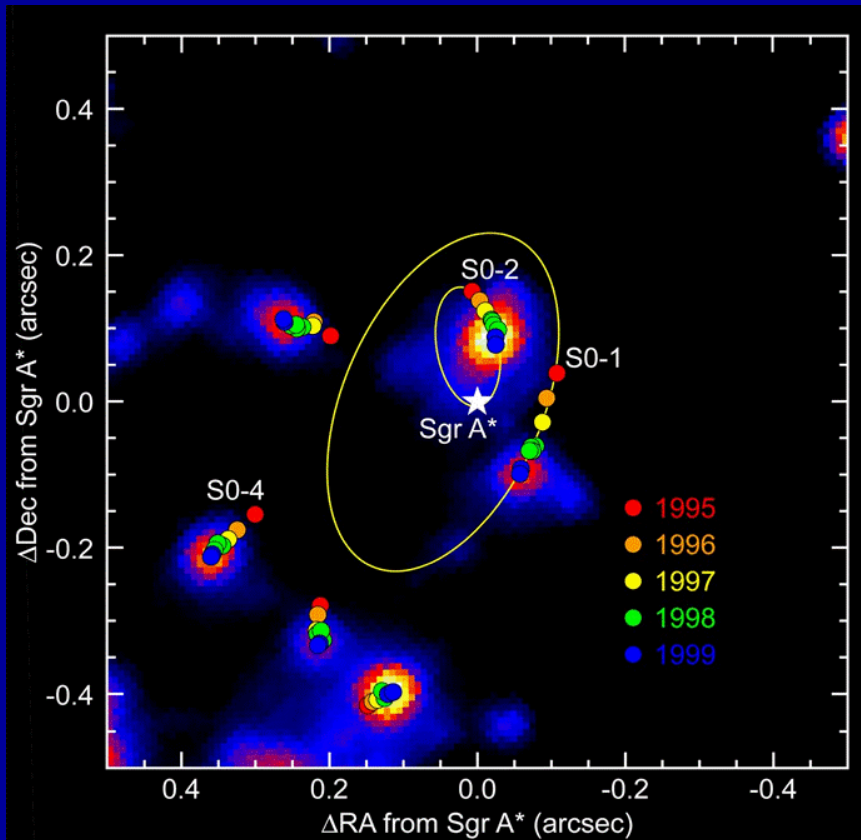
Pode ser esta anomalia a responsável pelas ondas de densidade. Outra hipótese prende-se com os processos de colisão de galáxias ou mesmo com as ondas de choque provocadas pela explosão de supernovas.

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





O centro da galáxia



Devido à extinção interestelar o estudo da região central da galáxia faz-se nas bandas do rádio e do IV.

As observações revelam uma fonte de rádio intensa, designada por **Sagitário A***, bem no centro. À sua volta num raio de 1 AL existem centenas de estrelas. O estudo do movimento dessas estrelas revelou velocidades da ordem dos 1500km/s. Em particular para uma estrela situada a 120 UA do centro, designada por S2, foi medida a velocidade de 5000km/s (2% da velocidade da luz).

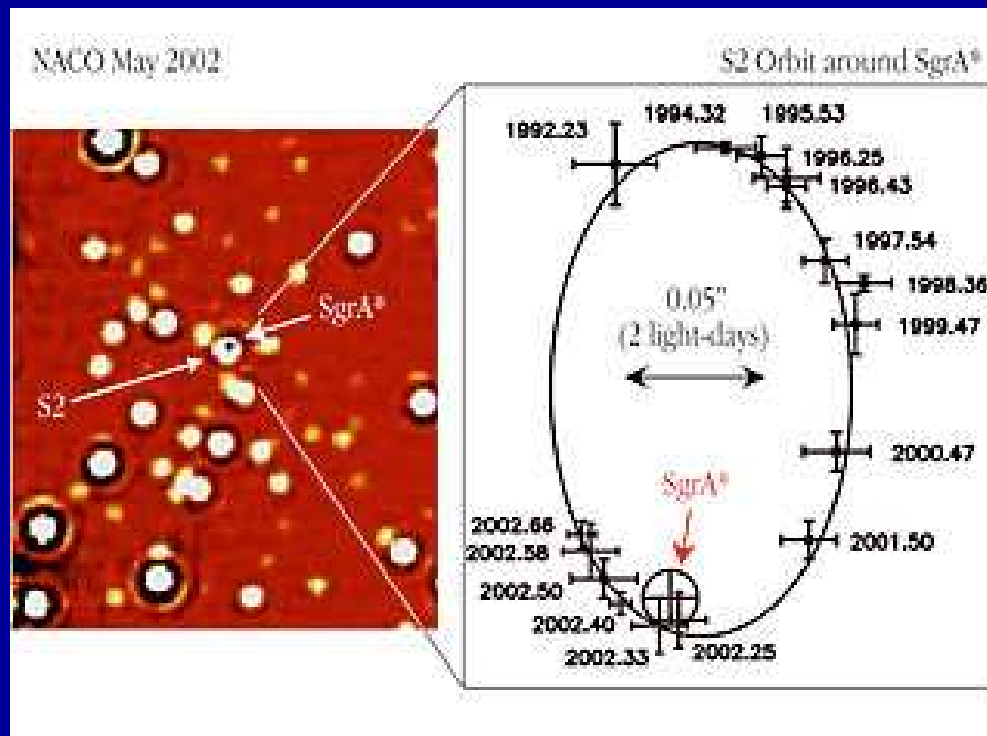
Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





Universidade da Madeira

Para atingir velocidades desta ordem as estrelas devem estar sujeitas a um campo gravítico intenso, isto é, causado por uma grande massa. Neste caso a massa da região central equivale a cerca de **4 milhões de massas solares** e como está concentrada numa região tão pequena (<120 UA) só pode ser uma coisa: um **buraco negro supermassivo**.



<http://www.eso.org/public/images/eso0226c/>

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





Infrared View of Milky Way

Image credit: NASA/JPL-Caltech

As observações feitas na banda dos raios X comprovam a existência do buraco negro supermassivo. Foram detetadas explosões a intervalos de 10 minutos o que significa que o tamanho da fonte responsável por essas explosões não pode ter mais do que 10 minutos luz de diâmetro (1.2 UA). O único objeto que se conhece capaz de concentrar uma tão grande quantidade de matéria num espaço tão pequeno é o buraco negro.

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





Enxames de estrelas

Enxames Abertos – ficam sobre o disco da galáxia

As suas estrelas são em geral bastantes jovens (**azuis**).

Julga-se que é nestas regiões que **nascem novas estrelas!**

M6 ou **Enxame da Borboleta** é composto por muitas estrelas **azuis** (jovens) e uma **gigante laranja**

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região



<http://www.phy.mtu.edu/apod/ap990106.html>



Universidade da Madeira

Enxames Fechados – *ficam no halo da galáxia*

As suas estrelas são em geral bastantes velhas (**vermelhas**).

Nos enxames fechados as estrelas ficam concentradas no centro.

M13 – O grande Enxame de Hércules.

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região

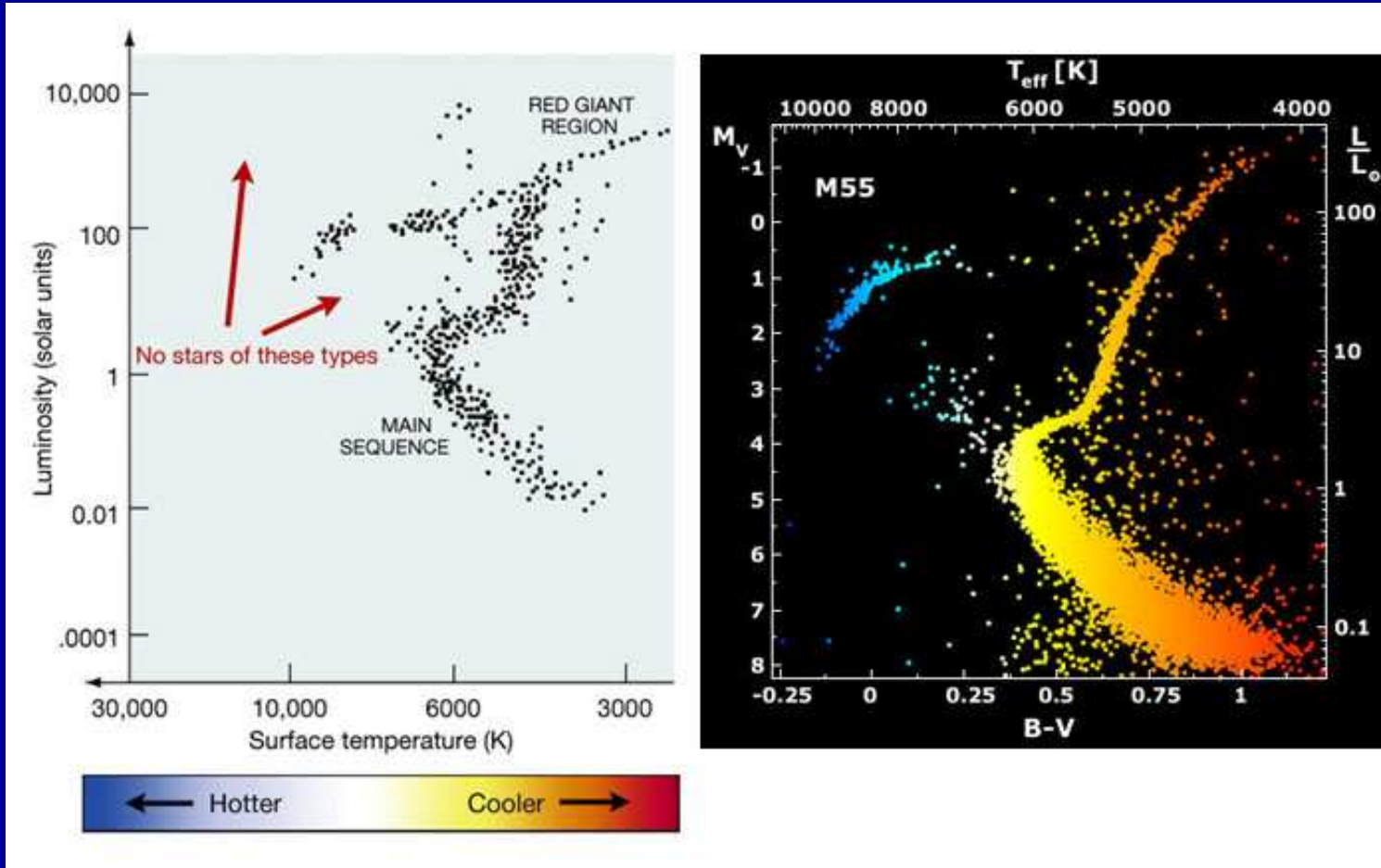


<http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/ap000301.html>



Universidade da Madeira

Diagrama HR para o enxame fechado M55:



Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região

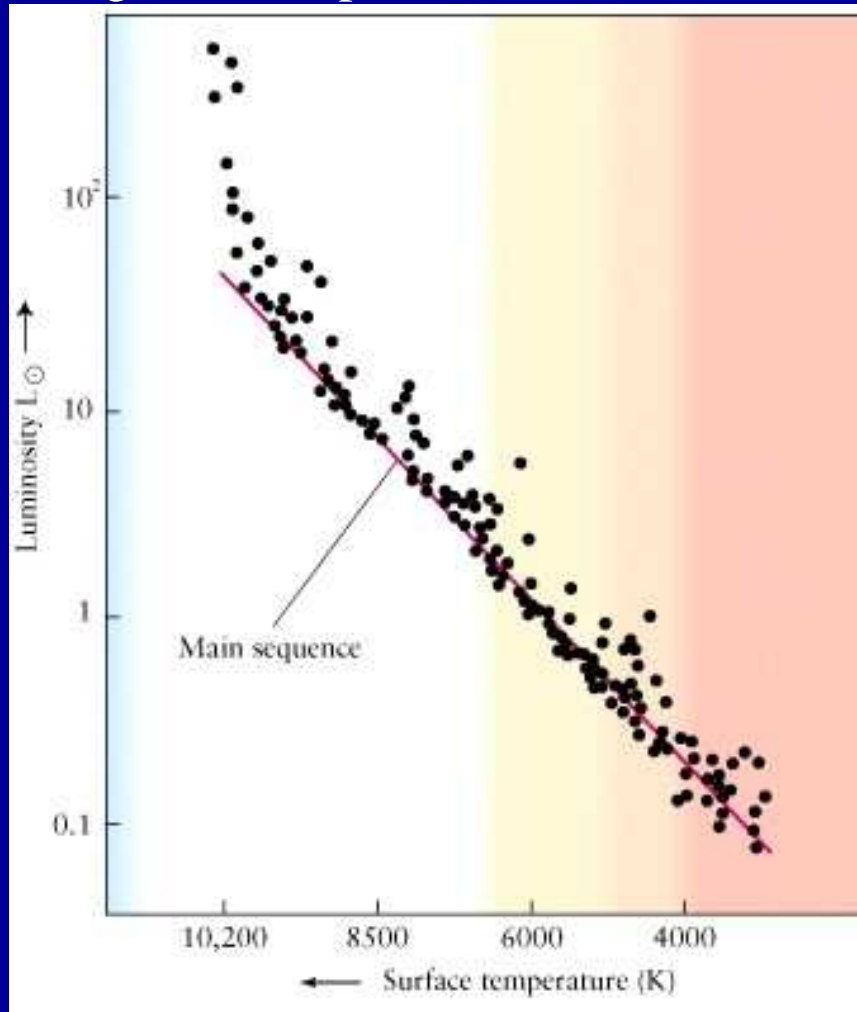




Universidade da Madeira

Grupo de Astronomia

Diagrama HR para o enxame aberto M45 (Plêiades):



The Pleiades (credit NASA, ESA, AURA/Caltech, Digitized Sky Survey)

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região



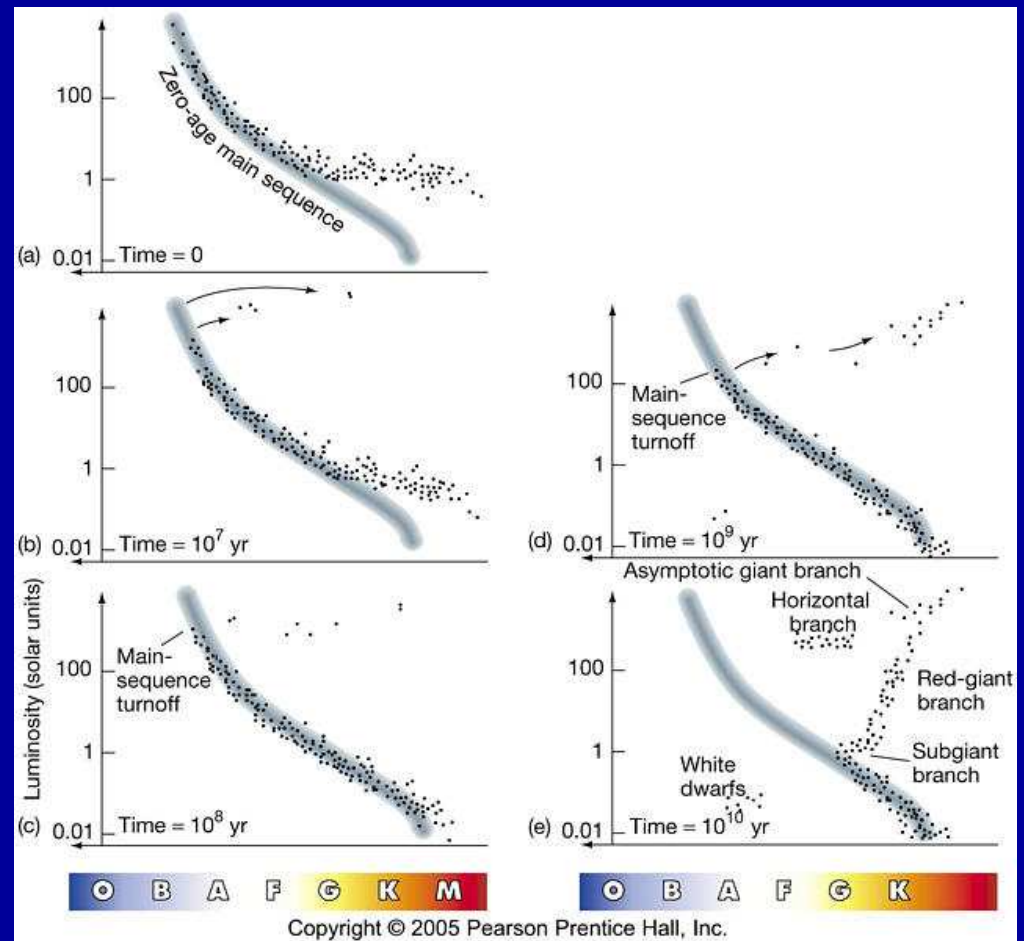


Universidade da Madeira

Quanto maior a massa de uma estrela mais rápida é sua passagem tanto pela sequência principal como por todas as etapas seguintes.

As estrelas de um enxame têm praticamente todas as mesmas idades mas massas bem diversas pelo que se podem observar em diferentes etapas da sua evolução.

Para além disso estão todas aproximadamente à mesma distância.



http://physics.uoregon.edu/~jimbrau/BrauImNew/Chap20/FG20_17.jpg

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





Nebulosas

O espaço entre as estrelas da galáxia, designado por meio interestelar, está preenchido com um gás muito diluído e partículas de poeira. Uma das evidências da existência deste meio interestelar é o chamado avermelhamento das estrelas distantes (componente azul da radiação é dispersa pelos grãos de poeira). Outra é a chamada extinção interestelar que consiste na diminuição do brilho de um objeto distante devido à interação de parte da sua luz com o meio interestelar.

NOTA: a cor vermelha de uma estrela pode dever-se ao avermelhamento descrito acima, ao facto da estrela se estar a afastar de nós (efeito Doppler), ao facto da estrela ser mesmo vermelha ou a uma combinação de tudo isto.

Qualquer nuvem de gás interestelar é designada por nebulosa. As nebulosas são classificadas em nebulosas de emissão, reflexão e escuras. A estas temos ainda a juntar as nebulosas planetárias e os restos de supernovas.

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





Nebulosas de Emissão

A luz que incide na nuvem (em geral **raios uv**) é absorvida e depois emitida na forma de luz visível (em geral **vermelha**)



A **nebulosa da Lagoa** (ou M8), localizada na constelação de **Sagitário**, é um exemplo de uma nebulosa de emissão.

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





Universidade da Madeira

Nebulosas de emissão: são nuvens de gás localizadas nas proximidades de estrelas muito quentes do tipo espectral O ou B. A radiação UV destas estrelas acaba por ionizar os átomos da nebulosa (maioritariamente hidrogénio). Quando estes voltam ao seu estado fundamental emitem radiação na banda do visível com predominância para o vermelho.

Uma nebulosa de emissão pode ter entre 100 e 10000 massas solares dispersos num raio de vários anos luz. A densidade da nebulosa é de apenas alguns milhares de átomos/cm³ (muito mais diluído do que ao ar ao nível do mar).

Nota: Em Astronomia o hidrogénio ionizado é designado por H II facto pelo qual as nebulosas de emissão também se podem designar regiões H II.



NGC 2244: A Star Cluster in the Rosette Nebula

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





Nebulosa escura: nebulosa opaca de tal forma que a luz não consegue escapar do seu interior. A opacidade é provocada pela existência relativamente abundante de grãos de poeira microscópicos os quais dispersam a luz de uma forma muito mais eficiente do que um simples átomo.

A temperatura numa nebulosa escura é da ordem dos 10 a 100 K o que permite a formação de moléculas de hidrogénio. Por cada cm^3 existem cerca de 10^4 a 10^9 partículas (átomos, moléculas ou grãos de poeira).



A nebulosa da **cabeça do cavalo** é uma nebulosa escura situada a 1600 anos luz do Sol.

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região

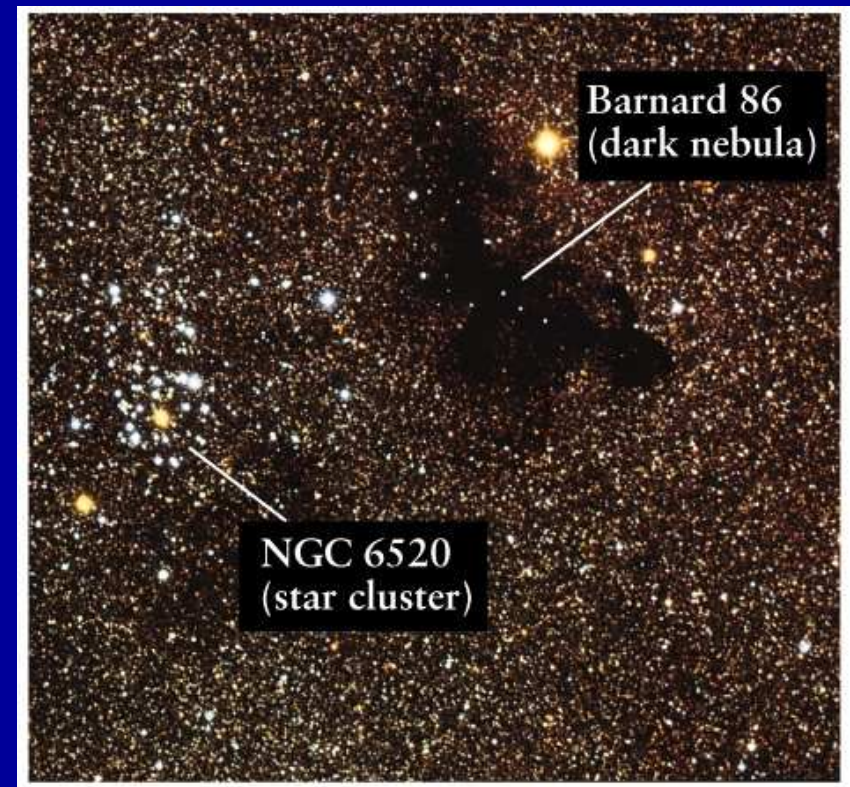




Universidade da Madeira

Uma nebulosa escura do tipo de Barnard pode ter tipicamente alguns milhares de massas solares dispersos por um raio de 30 anos luz. A partir deste tipo de nebulosa podem formar-se grupos de estrelas ou enxames abertos. As estrelas dentro de um mesmo enxame podem ter massas variadas mas têm praticamente todas a mesma idade.

As de maior massa evoluem mais rapidamente. Em geral os enxames de estrelas jovens são ainda ricos em gás e poeiras e esse material é iluminado por estrelas de grande massa e bastante quentes (classes O e B).



Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região



http://www.ualberta.ca/~pogosyan/teaching/ASTRO_122/lect14/lecture14.html



Universidade da Madeira

Nebulosas de reflexão: são nebulosas caracterizadas pela presença de grãos de poeira mas não tão abundantes como no caso das nebulosas escuras. Estes grãos de poeira, com uma dimensão típica de 500nm, refletem de forma mais eficiente a luz azul pelo que estas nebulosas têm um tom azulado.



(c) Anglo Australian Observatory

M78 é a nebulosa de reflexão mais brilhante no Céu (não é visível a olho nu).

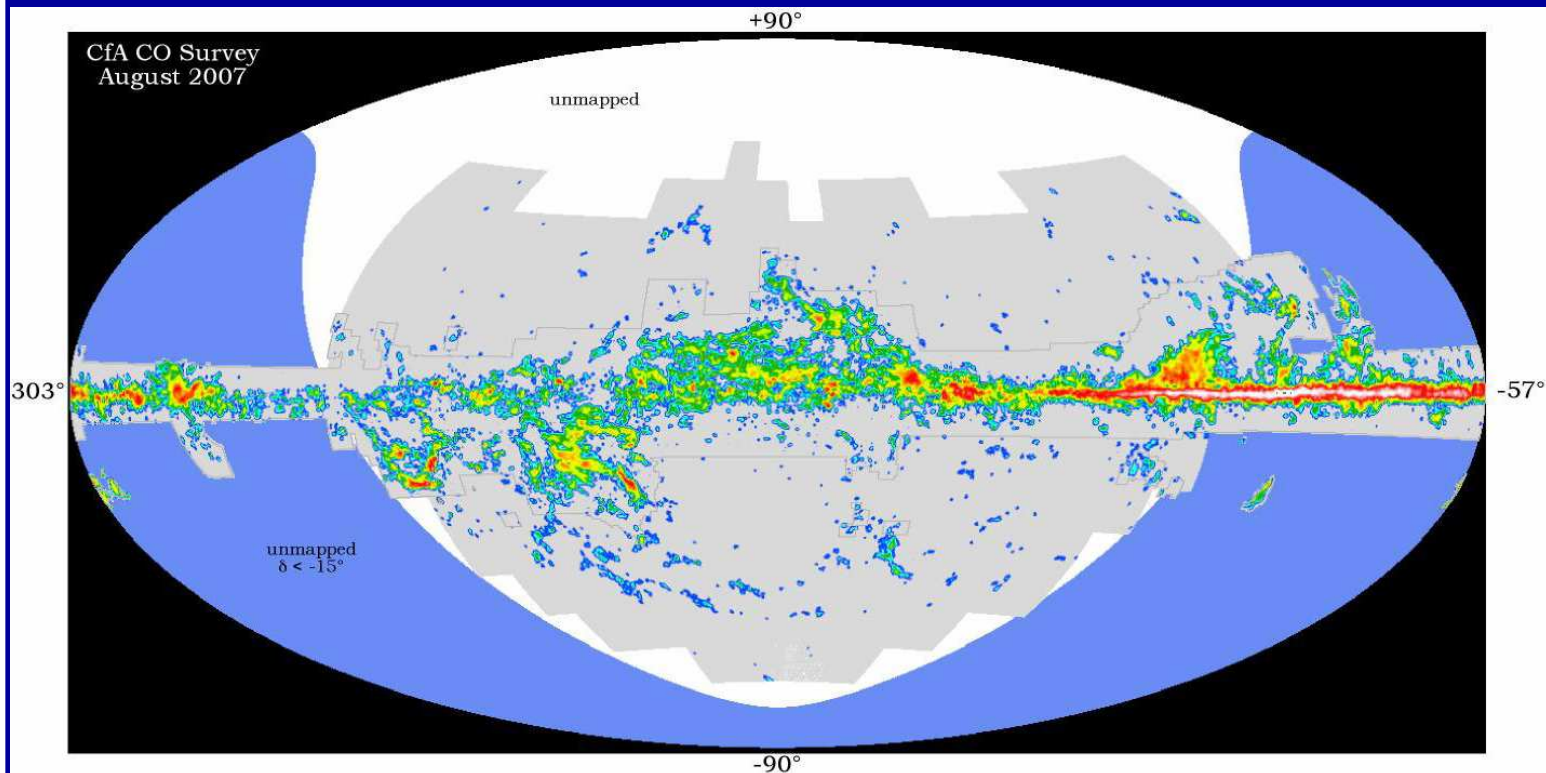
Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





Universidade da Madeira

Uma das moléculas mais abundantes no espaço é o *monóxido de carbono* (CO). É também das moléculas mais fáceis de detetar dado o seu forte momento dipolar. É com base na deteção do CO (2.6 mm) que se esboçam os mapas das nuvens moleculares na Nossa Galáxia.



Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região



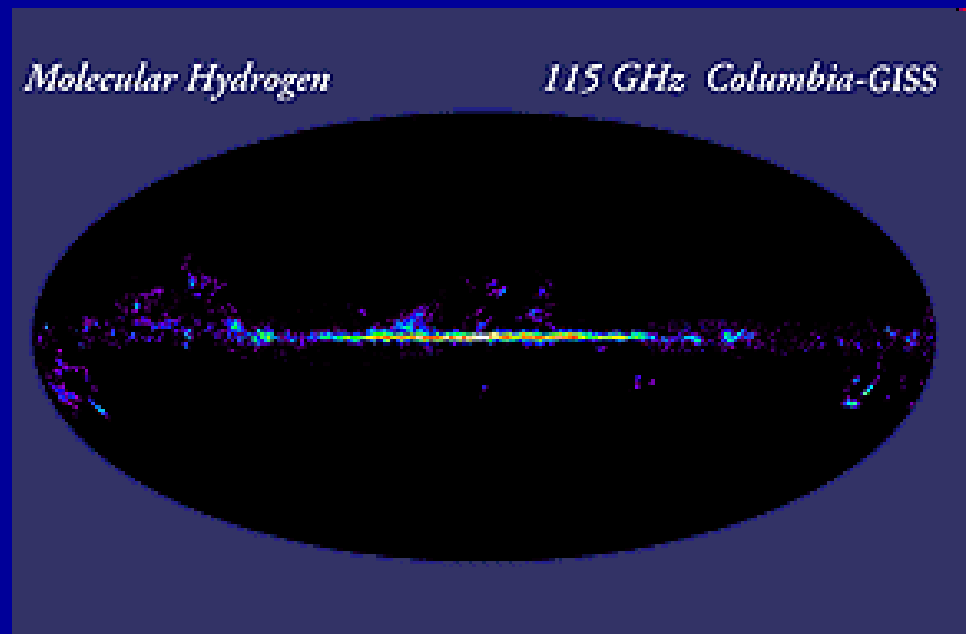
http://www.cfa.harvard.edu/mmw/CO_survey_aitoff.jpg



Universidade da Madeira

A molécula mais abundante nas nuvens moleculares é a molécula de **hidrogénio H_2** . Devido à sua simetria esta não emite tantos fótons na banda do rádio como o CO. Sabemos, no entanto, que a relação entre o número de moléculas **H_2** e o número de moléculas de CO é aproximadamente constante (10000 de **H_2** para uma de CO) pelo que a partir do mapa do CO podemos obter o mapa do hidrogénio molecular.

Nota: em Astronomia é utilizada a notação **HI** para o hidrogénio neutro e **HII** para o hidrogénio ionizado.



Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





Universidade da Madeira

| Diatomic | Triatomic | 4 atoms | 5 atoms | 6 atoms | 7 atoms | 8 atoms | 9 atoms | 10 atoms | 11 atoms | 13 atoms |
|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------|--------------------|
| H ₂ | C ₃ | c-C ₃ H | C ₅ | C ₅ H | C ₆ H | CH ₃ C ₃ N | CH ₃ C ₄ H | CH ₃ C ₅ N | HC ₉ N | HC ₁₁ N |
| AlF | C ₂ H | I-C ₃ H | C ₄ H | I-H ₂ C ₄ | CH ₂ CHCN | HCOOCH ₃ | CH ₃ CH ₂ CN | (CH ₃) ₂ CO | | |
| AlCl | C ₂ O | C ₃ N | C ₄ Si | C ₂ H ₄ | CH ₃ C ₂ H | CH ₃ COOH | (CH ₃) ₂ O | NH ₂ CH ₂ COOH | | |
| C ₂ | C ₂ S | C ₃ O | I-C ₃ H ₂ | CH ₃ CN | HC ₅ N | C ₇ H | CH ₃ CH ₂ OH | | | |
| CH | CH ₂ | C ₃ S | c-C ₃ H ₂ | CH ₃ NC | HCOCH ₃ | CH ₂ OHCHO | HC ₇ N | | | |
| CH ⁺ | HCN | C ₂ H ₂ | CH ₂ CN | CH ₃ OH | NH ₂ CH ₃ | | C ₈ H | | | |
| CN | HCO | CH ₂ D ⁺ | CH ₄ | CH ₃ SH | c-C ₂ H ₄ O | | | | | |
| CO | HCO ⁺ | HCCN | HC ₃ N | HC ₃ NH ⁺ | CH ₂ CHOH | | | | | |
| CO ⁺ | HCS ⁺ | HCN ⁺ | HC ₂ NC | HC ₂ CHO | | | | | | |
| CP | HOC ⁺ | HNCO | HCOOH | NH ₂ CHO | | | | | | |
| CSi | H ₂ O | HNCS | H ₂ CHN | C ₃ N | | | | | | |
| HCl | H ₂ S | HOCO ⁺ | H ₂ C ₂ O | | | | | | | |
| KCl | HNC | H ₂ CO | H ₂ NCN | | | | | | | |
| NH | HNO | H ₂ CN | HNC ₃ | | | | | | | |
| NO | MgCN | H ₂ CS | SiH ₄ | | | | | | | |
| NS | MgNC | H ₃ O ⁺ | H ₂ COH ⁺ | | | | | | | |
| NaCl | N ₂ H ⁺ | NH ₃ | | | | | | | | |
| OH | N ₂ O | SiC ₃ | | | | | | | | |
| PN | NaCN | | | | | | | | | |
| SO | OCS | | | | | | | | | |
| SO ⁺ | SO ₂ | | | | | | | | | |
| SiN | c-SiC ₂ | | | | | | | | | |
| SiO | CO ₂ | | | | | | | | | |
| SiS | NH ₂ | | | | | | | | | |
| CS | H ₃ ⁺ | | | | | | | | | |
| HF | SiCN | | | | | | | | | |
| SH | | | | | | | | | | |

Atualmente estão já identificadas nas nuvens moleculares mais de **120** moléculas diferentes. Estas vão desde as diatómicas até as compostas por 13 átomos. Entre elas figuram álcoois, ácidos, éteres, amidos, aldeídos

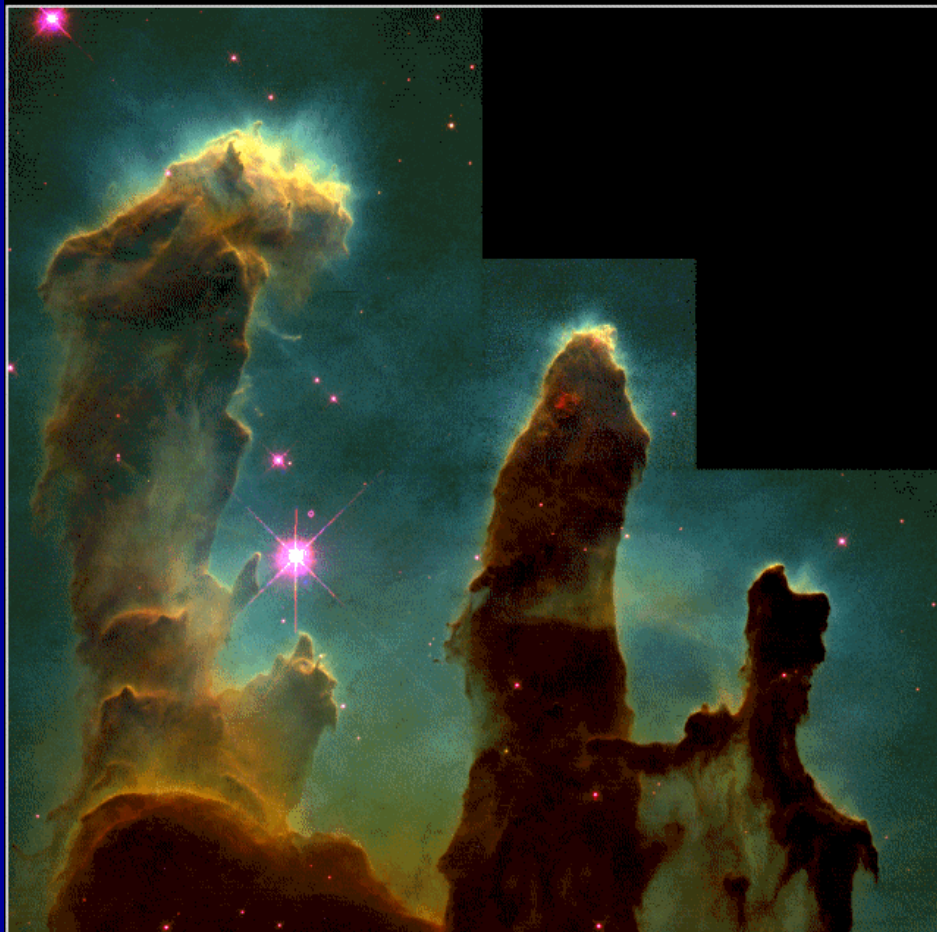
Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





Universidade da Madeira

Grupo de Astronomia



Gaseous Pillars · M16

HST · WFPC2

PRC95-44a · ST ScI OPO · November 2, 1995

J. Hester and P. Scowen (AZ State Univ.), NASA

Descobriram-se *nuvens moleculares gigantes*. A sua massa pode atingir os dois milhões de massas solares e o seu diâmetro algumas centenas de anos luz. A densidade destas nuvens ronda as **200** moléculas de H_2 por cm^3 . Isto é centenas de vezes superior à densidade média da galáxia mas cerca de **10^{-17}** vezes inferior à densidade do ar que estamos a respirar neste momento.

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





Ver a Nossa Galáxia



Se o céu estiver limpo e não existir poluição luminosa é possível ver, mesmo a olho nu, (nas noites de Verão), uma espécie de *nuvem* designada por *Via Láctea*. O que estamos a ver é de facto o *disco da Nossa Galáxia*.

Com a invenção do *Telescópio* foi possível observar de mais perto a *Via Láctea* e verificar que aquilo que inicialmente parecia uma nuvem era na realidade uma *grande concentração de estrelas distantes*.

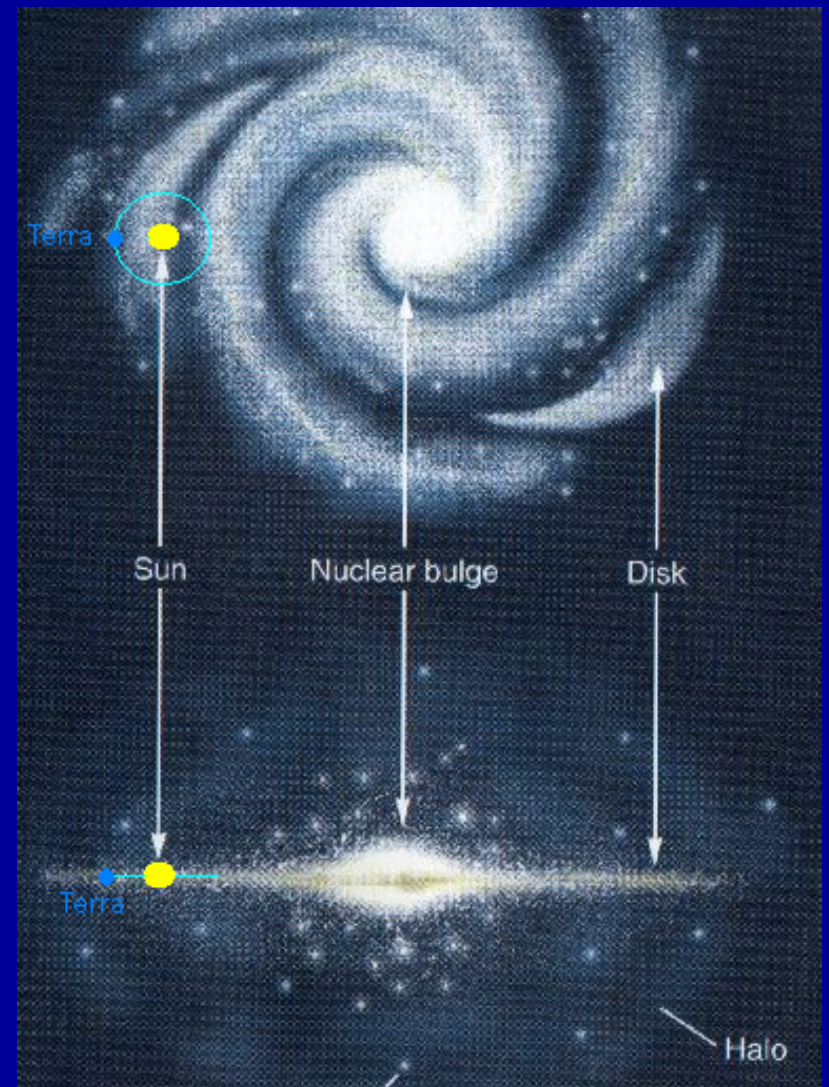
Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





Nos meses de **Inverno** à noite podemos observar o **lado exterior** da Nossa Galáxia (figura).

Pelo contrário, nos meses de **Verão** a Terra está entre o Sol e o centro da Galáxia pelo que durante a noite podemos olhar para o **interior** da Nossa Galáxia.



<http://casswww.ucsd.edu/public/tutorial/Mw.html>

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





Universidade da Madeira

200 000 000 000 estrelas

Grupo de Astronomia

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região



<http://www3.uma.pt/Investigacao/Astro/Grupo/index.htm>
astro@uma.pt

(c) Grupo de Astronomia da Universidade da Madeira 2013/2014