

Nossa Galáxia hoje

Sparke & Gallagher 2007, Capítulo 2

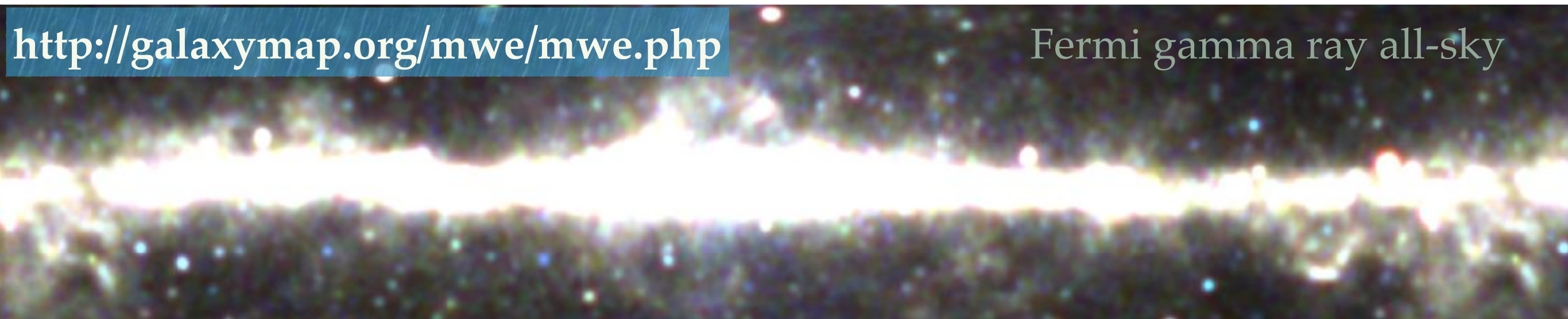


A Galáxia hoje, vista de dentro

Figure 10.7. The Milky Way galaxy from inside. This view of our galaxy, taken in the infra-red portion of the spectrum using instruments on the Cosmic Background Explorer (COBE) satellite, shows our galaxy's thin disk of stars, and dust (which appears red or orange in this image) within the disk. Infra-red light penetrates dust and gas much better than visible light, so the image reveals much more of the central swath of the Galaxy than we could see with traditional telescopes. (Copyright Edward L. Wright. Used with permission.)

<http://galaxymap.org/mwe/mwe.php>

Fermi gamma ray all-sky



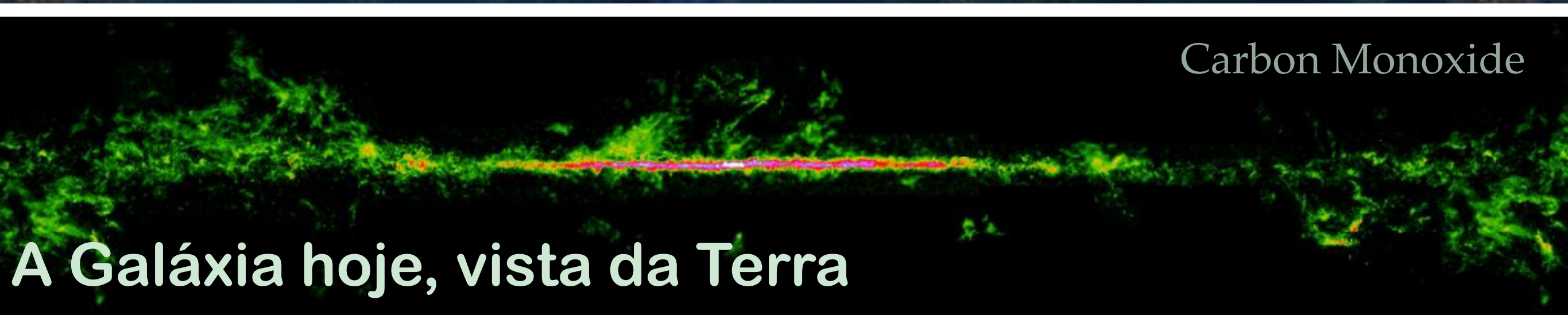
Serge Brunier Visible Light



IRAS Infrared

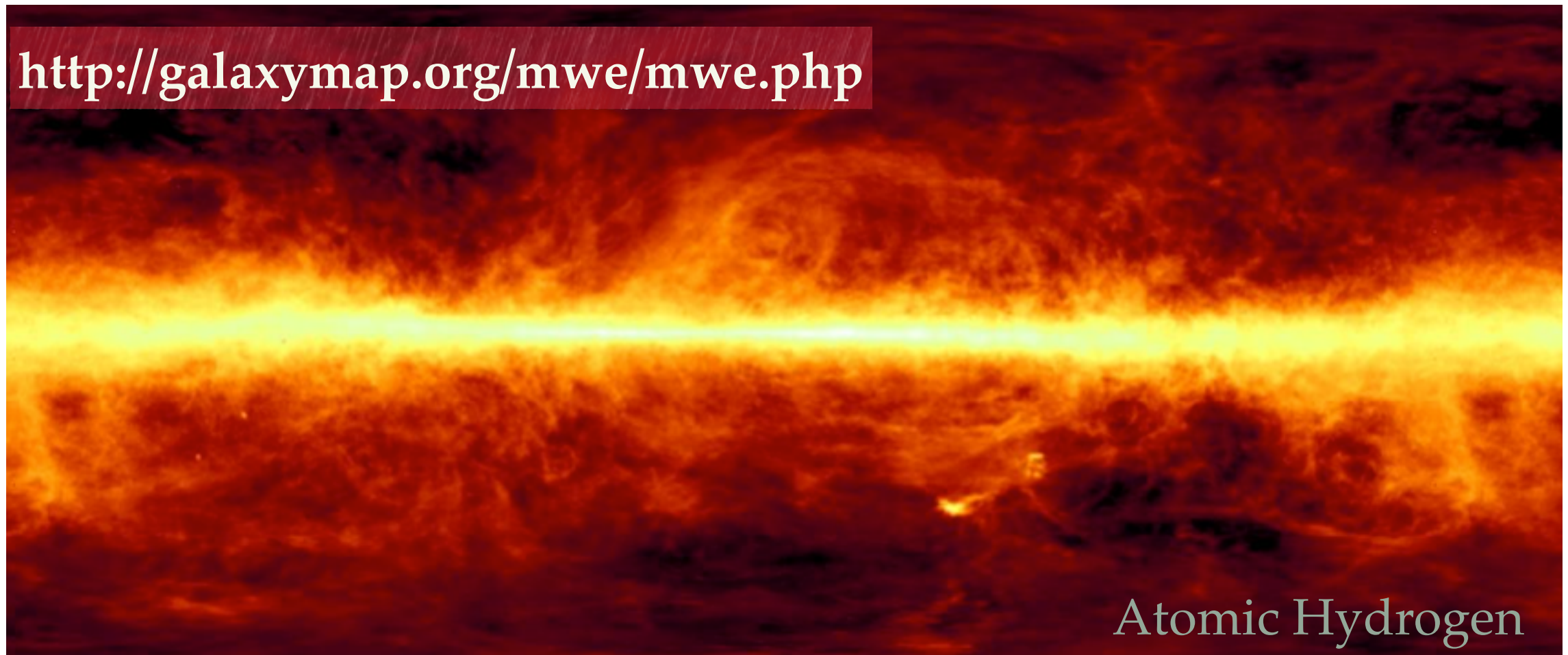


Carbon Monoxide



A Galáxia hoje, vista da Terra

<http://galaxymap.org/mwe/mwe.php>

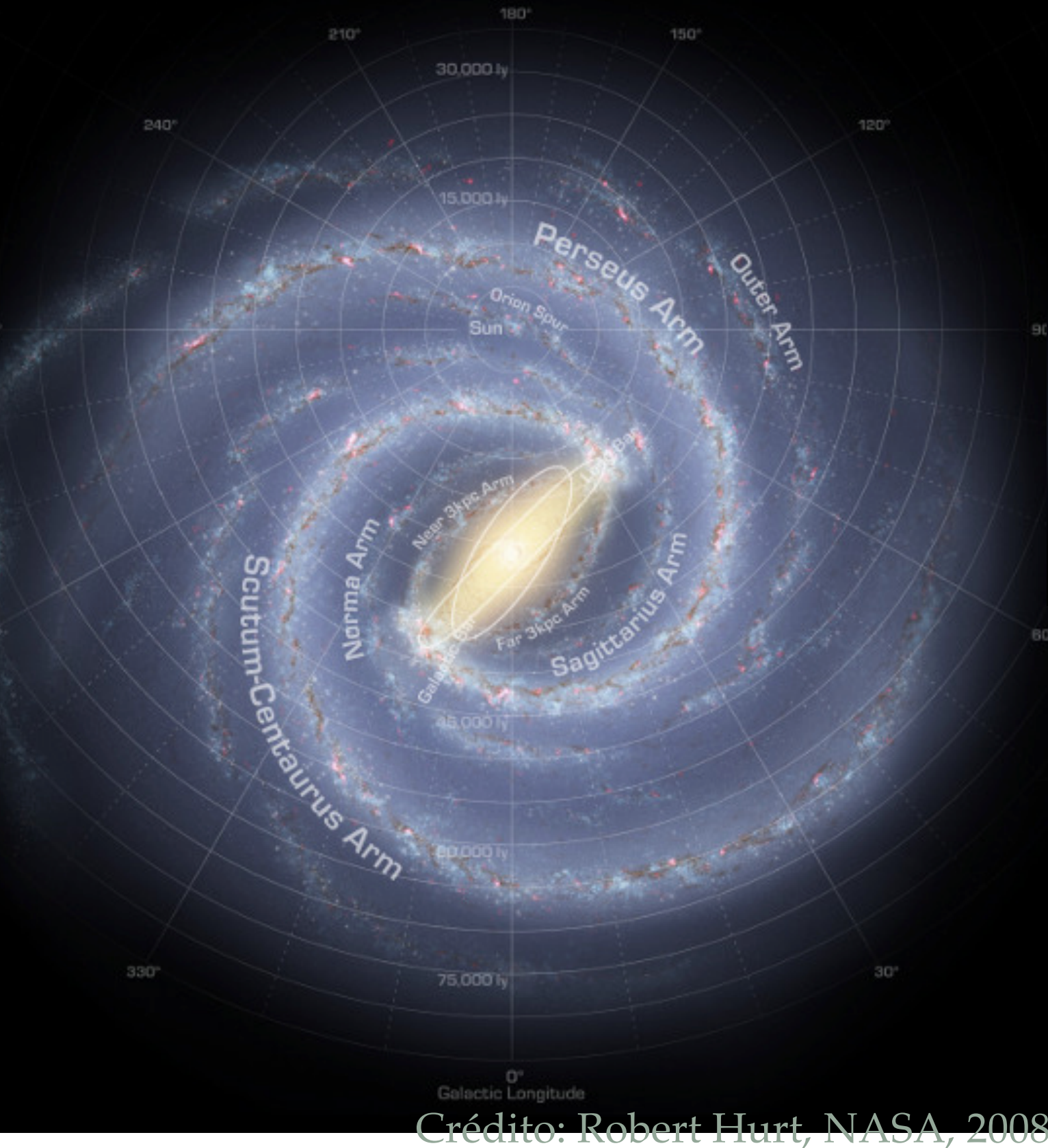


Atomic Hydrogen



Near Infrared, COBE

A Galáxia hoje, vista da Terra



This **Chandra image** shows the hot x-ray halo surrounding the massive spiral galaxy NGC 5746. It also shows an optical view of the galaxy including the central bulge and thin disk. The Milky Way has a similar basic structure if viewed edge-on.

A Galáxia hoje, “vista” de fora

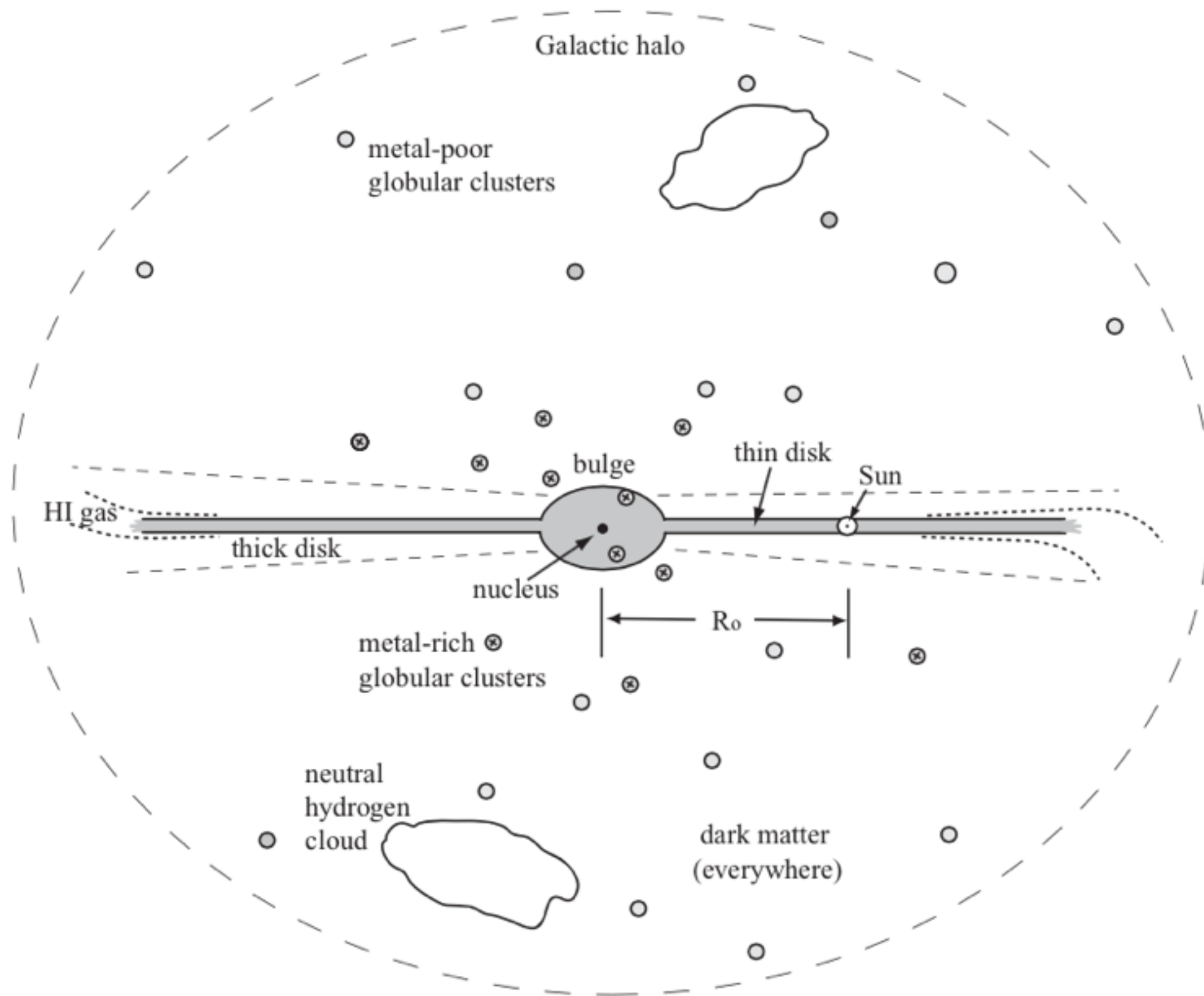
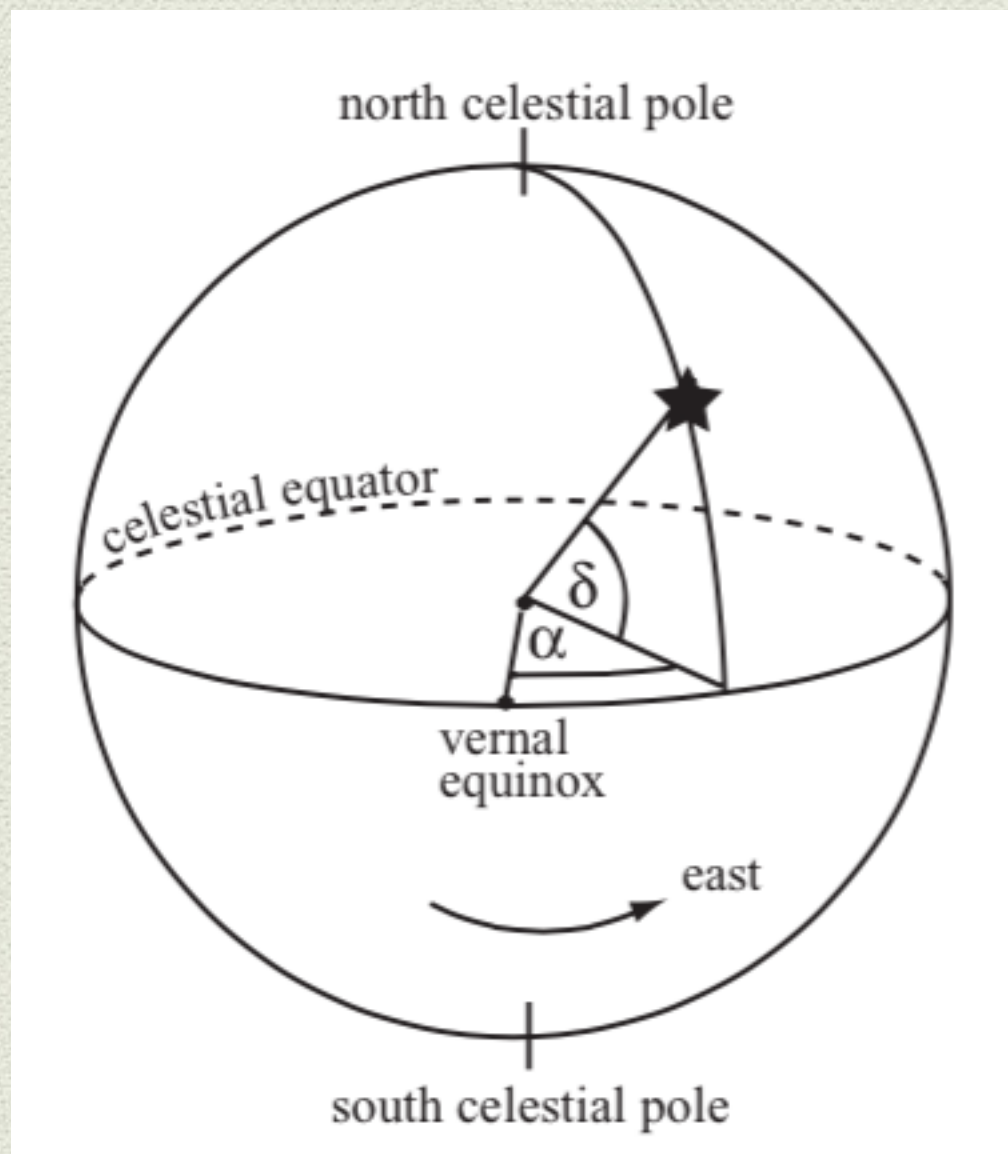
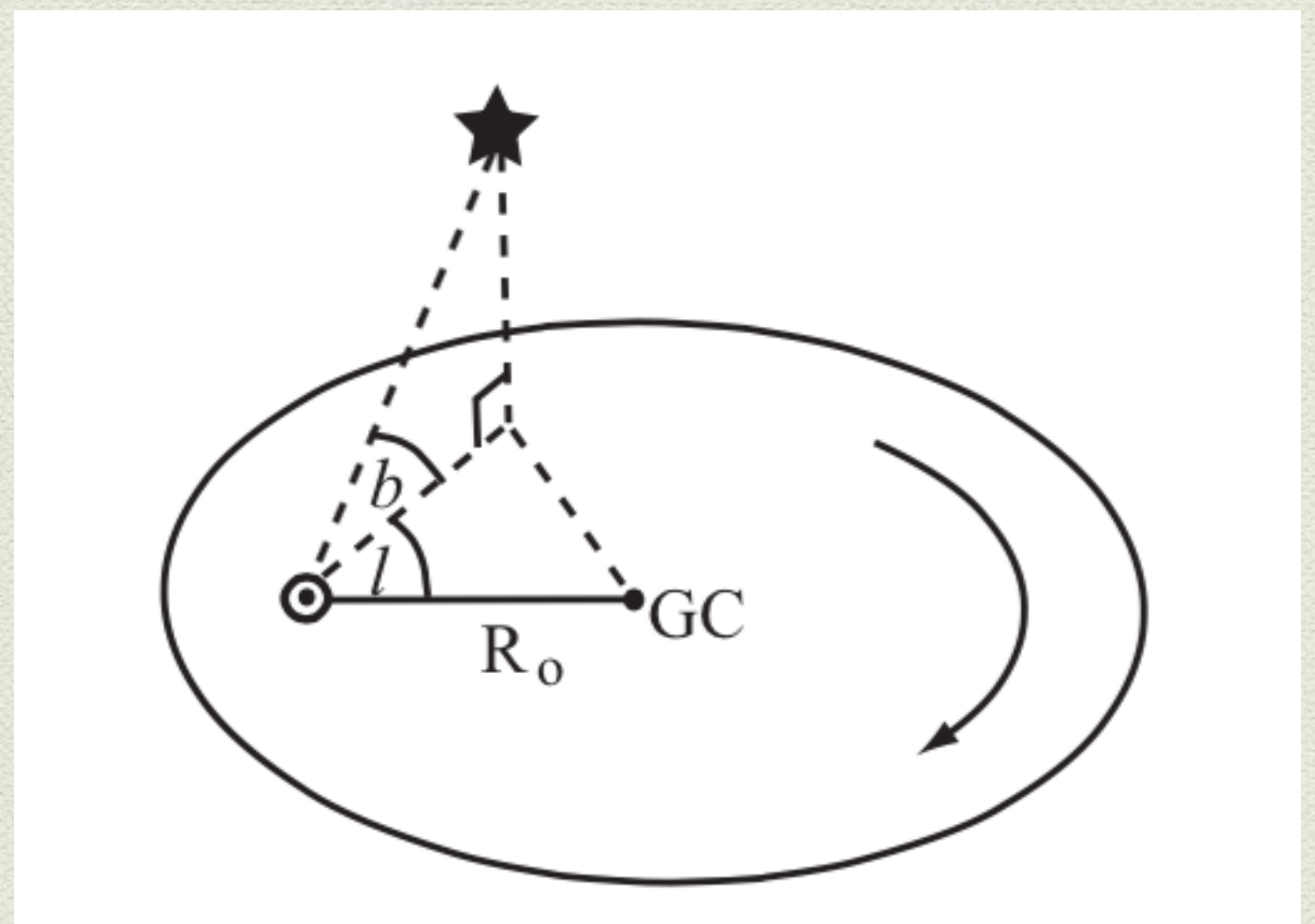


Fig. 1.8. A schematic side view of the Milky Way.

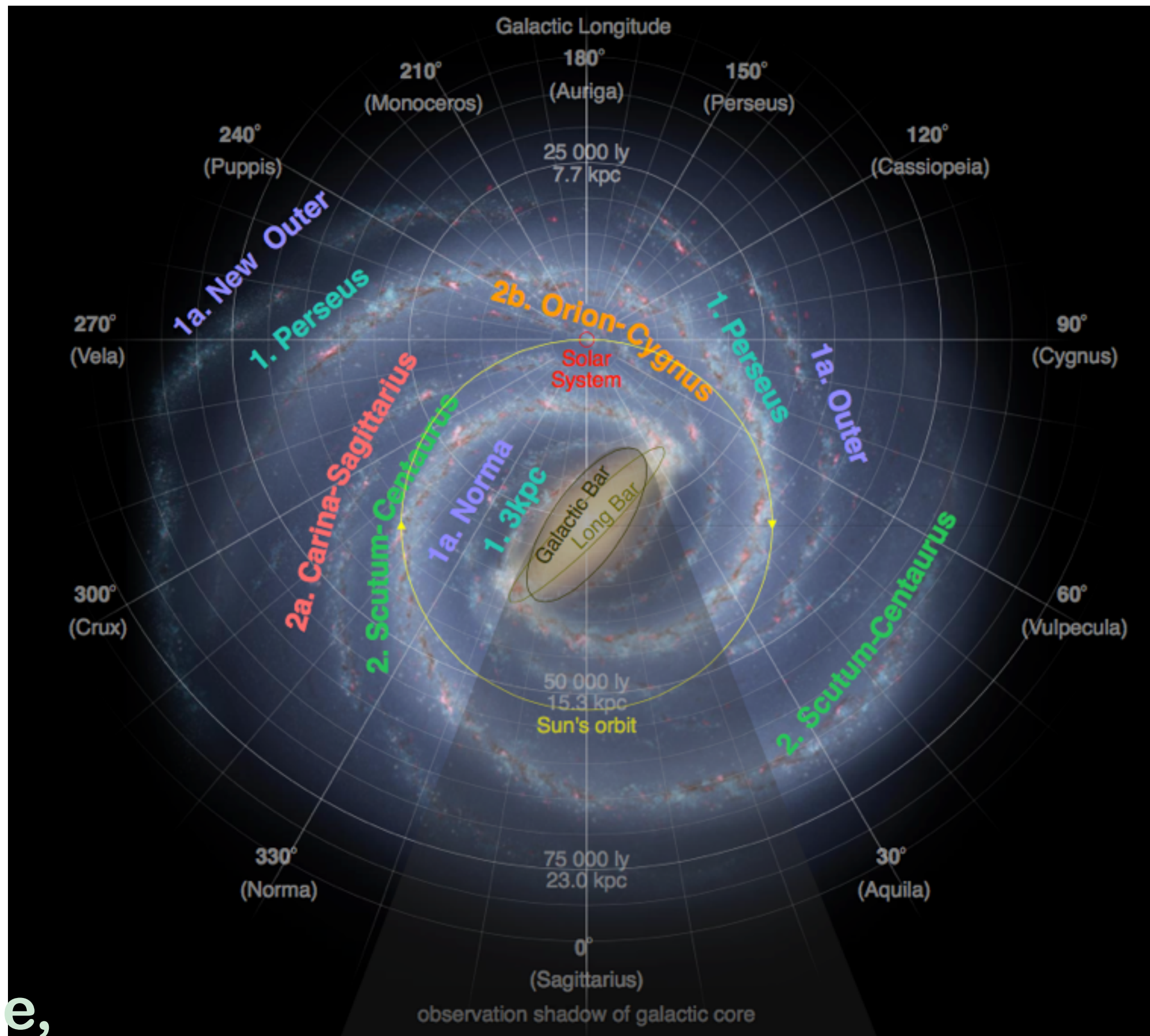
Sistemas de Coordenadas



α - ascensão reta
 δ - declinação

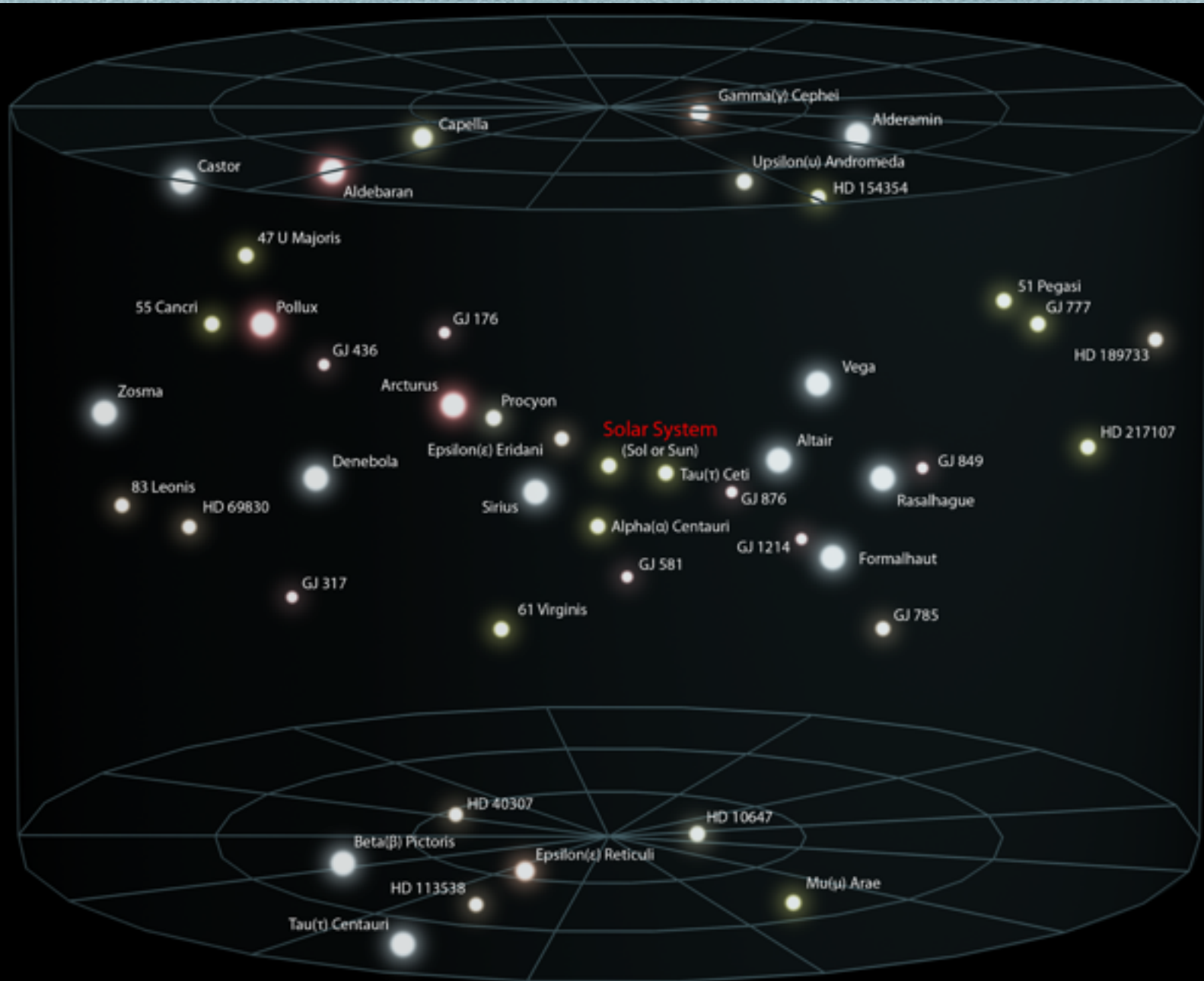


l - longitude galáctica
 b - latitude galáctica



A Galáxia hoje,
“vista” de fora

By Milky_Way_2005.jpg: R. Hurt derivative work: Cmglee
(Milky_Way_2005.jpg) [Public domain], via Wikimedia Commons



"3 Solar Interstellar Neighborhood (ELitU)" by Andrew Z. Colvin - Own work. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons

A vizinhança solar

Distâncias: Paralaxe

$$\frac{1 \text{ AU}}{d} = \tan p \approx p \text{ (in radians)}.$$

O *parsec* (pc) é definido como a distância d para a qual uma estrela tem uma paralaxe de $1''$.

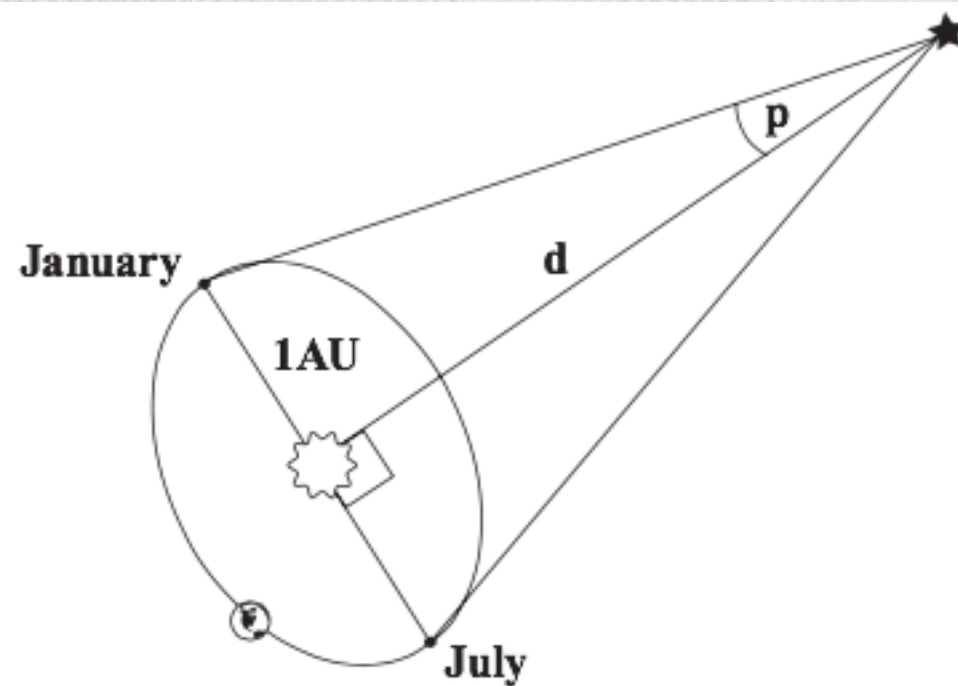


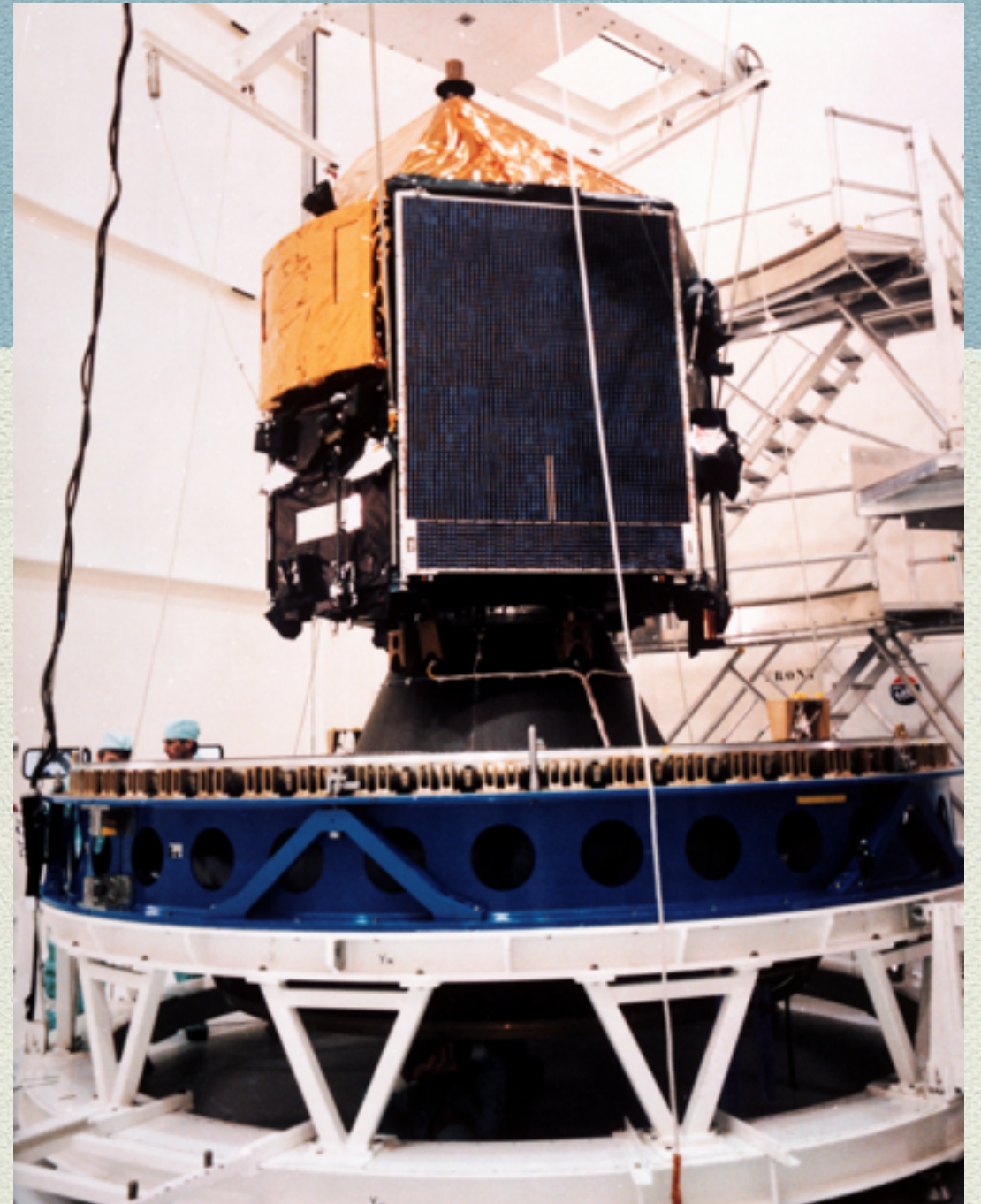
Fig. 2.1. Trigonometric parallax: in the course of a year, the star appears to move in an ellipse with a major axis of $2p$.

$$F = \frac{L}{4\pi d^2}.$$

Proxima Centauri tem $p = 0.8''$, então sua distância é de 1.3 pc ou 4.3 anos-luz

Hipparcos

- ❖ O satélite Hipparcos (1989–93; European Space Agency) mediu movimentos aparentes de 120 000 estrelas, a uma acurácia de milli-arcsecond. O banco de dados fornece distâncias e portanto luminosidades de estrelas dentro de centenas de parsecs.
- ❖ High precision parallax collecting satellite, <http://sci.esa.int/hipparcos/>

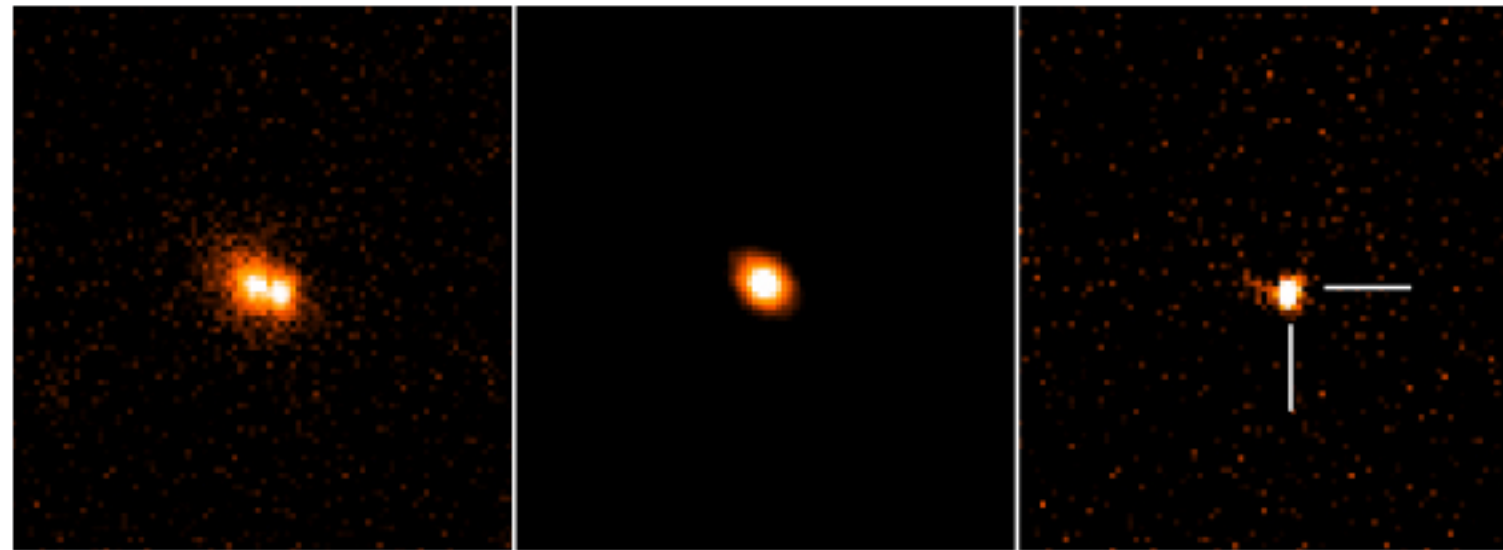


Gaia <http://sci.esa.int/gaia/>

- ♦ início das operações científicas em Julho de 2014
- ♦ Objetivos:
 - ♦ medir a posição de 1 bilhão de estrelas (1% das estrelas da Galáxia) com precisão de $24\mu\text{as}$
 - ♦ velocidades radiais para 150 milhões de objetos
 - ♦ criar um mapa estrutural 3D da Galáxia

Gaia

While scanning the sky to measure the positions and movements of stars in our Galaxy, Gaia has discovered its first stellar explosion in another galaxy far, far away.



Supernova Gaia14aaa and its host galaxy. Credit: M. Fraser/S. Hodgkin/L. Wyrzykowski/H. Campbell/N. Blagorodnova/Z. Kostrzewa-Rutkowska/Liverpool Telescope/SDSS

This powerful event, now named Gaia14aaa, took place in a distant galaxy some 500 million light-years away, and was revealed via a sudden rise in the galaxy's brightness between two Gaia observations separated by one month.

Hipparcos

$$(m - M)_0 \equiv 5 \log_{10} \left(\frac{d}{10 \text{ pc}} \right) = 5 \log_{10} \left(\frac{0.1''}{p} \right)$$

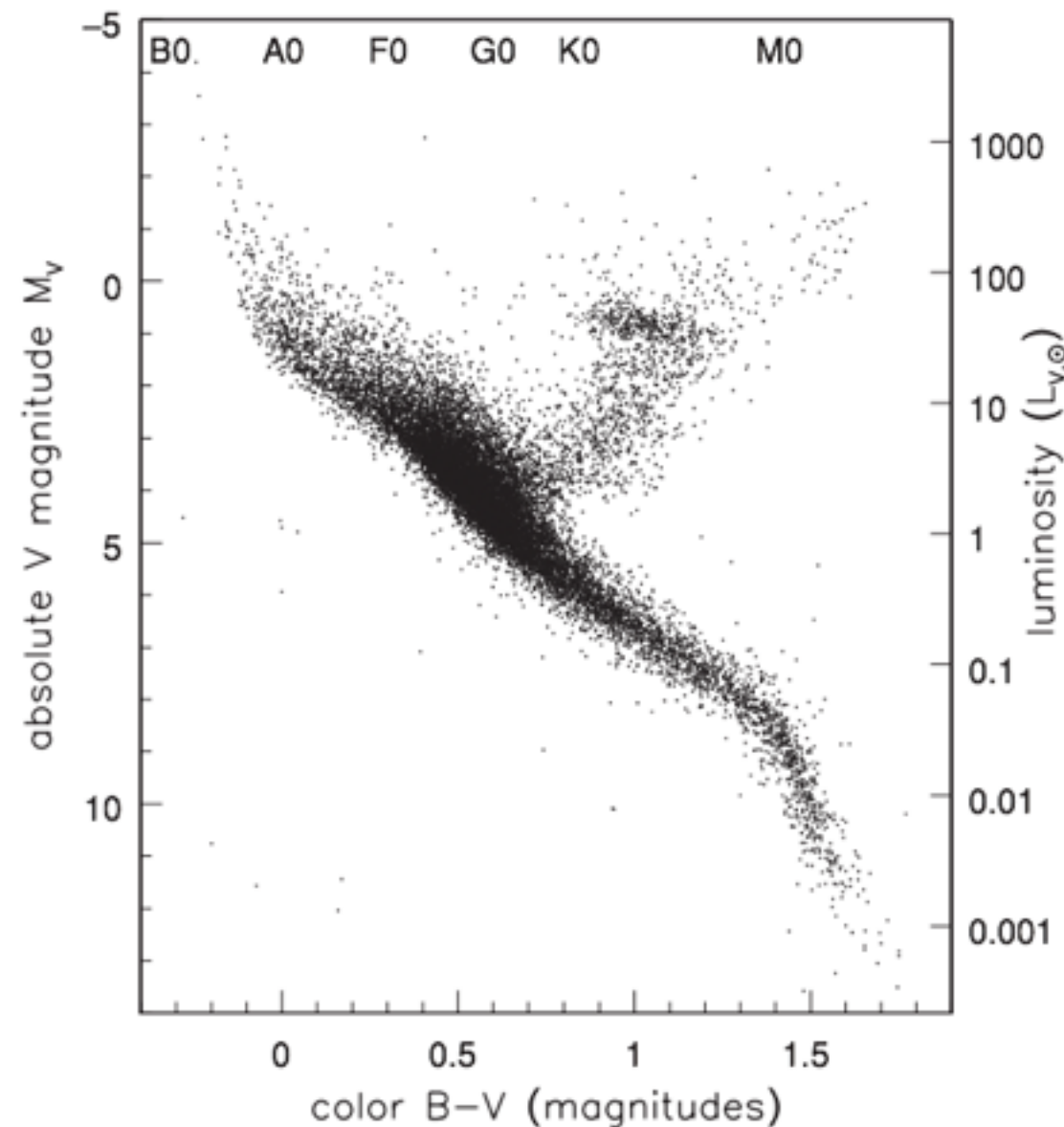
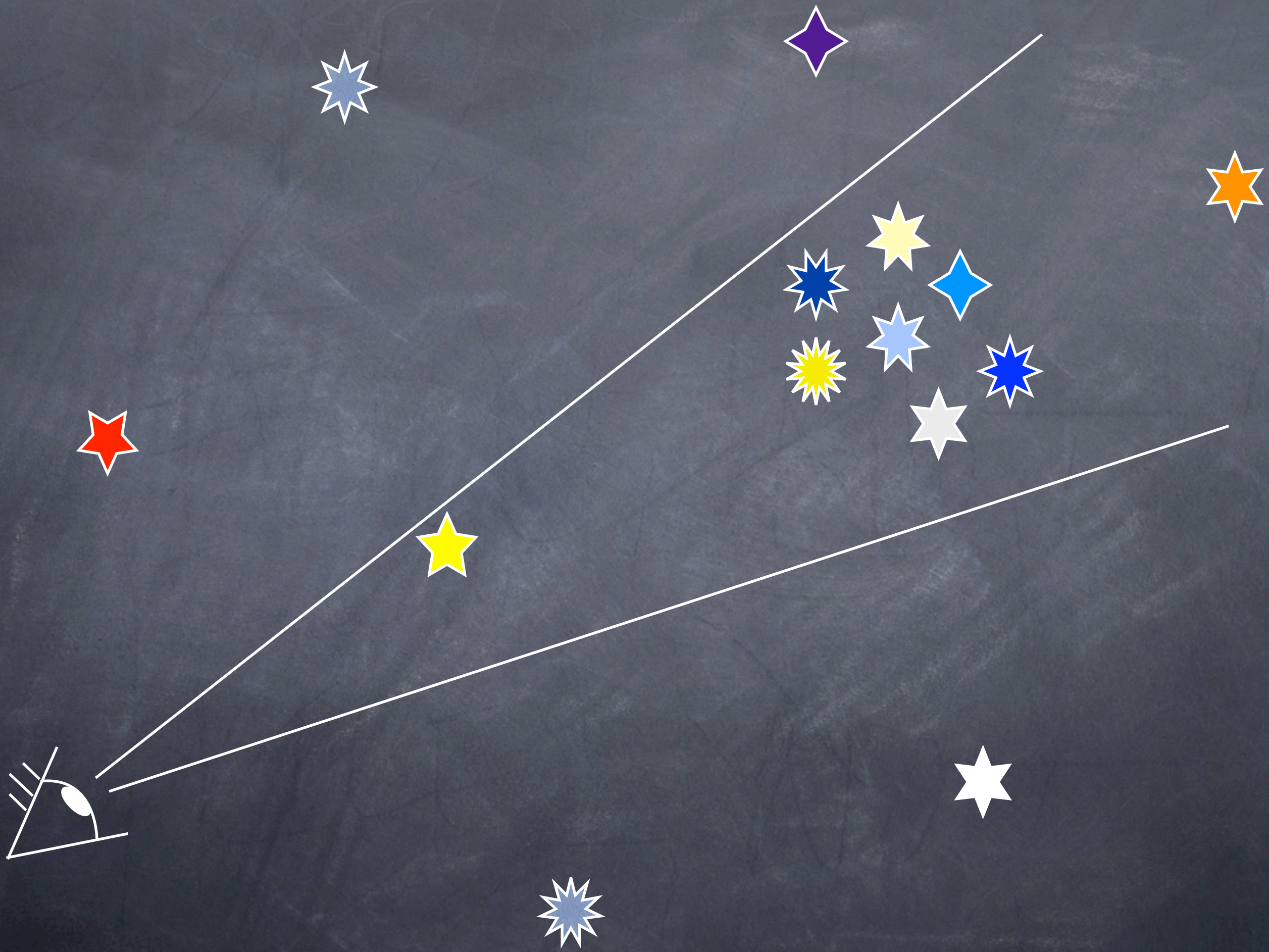


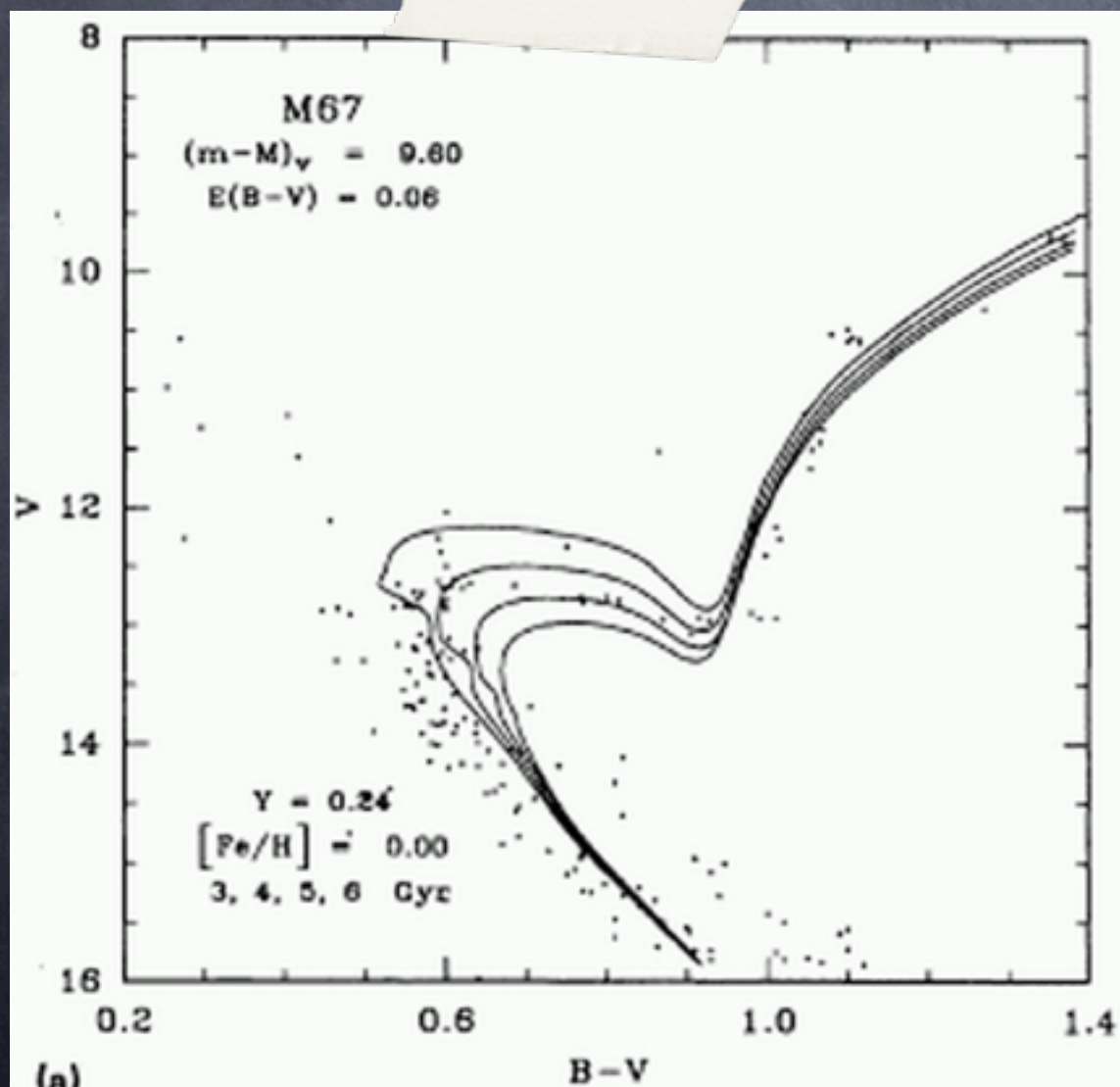
Fig. 2.2. A color-magnitude diagram and approximate spectral types for 15 630 stars within 100 pc of the Sun, for which Hipparcos measured the trigonometric parallax to $<10\%$, and the color $B - V$ to within 0.025 magnitudes – M. Perryman.



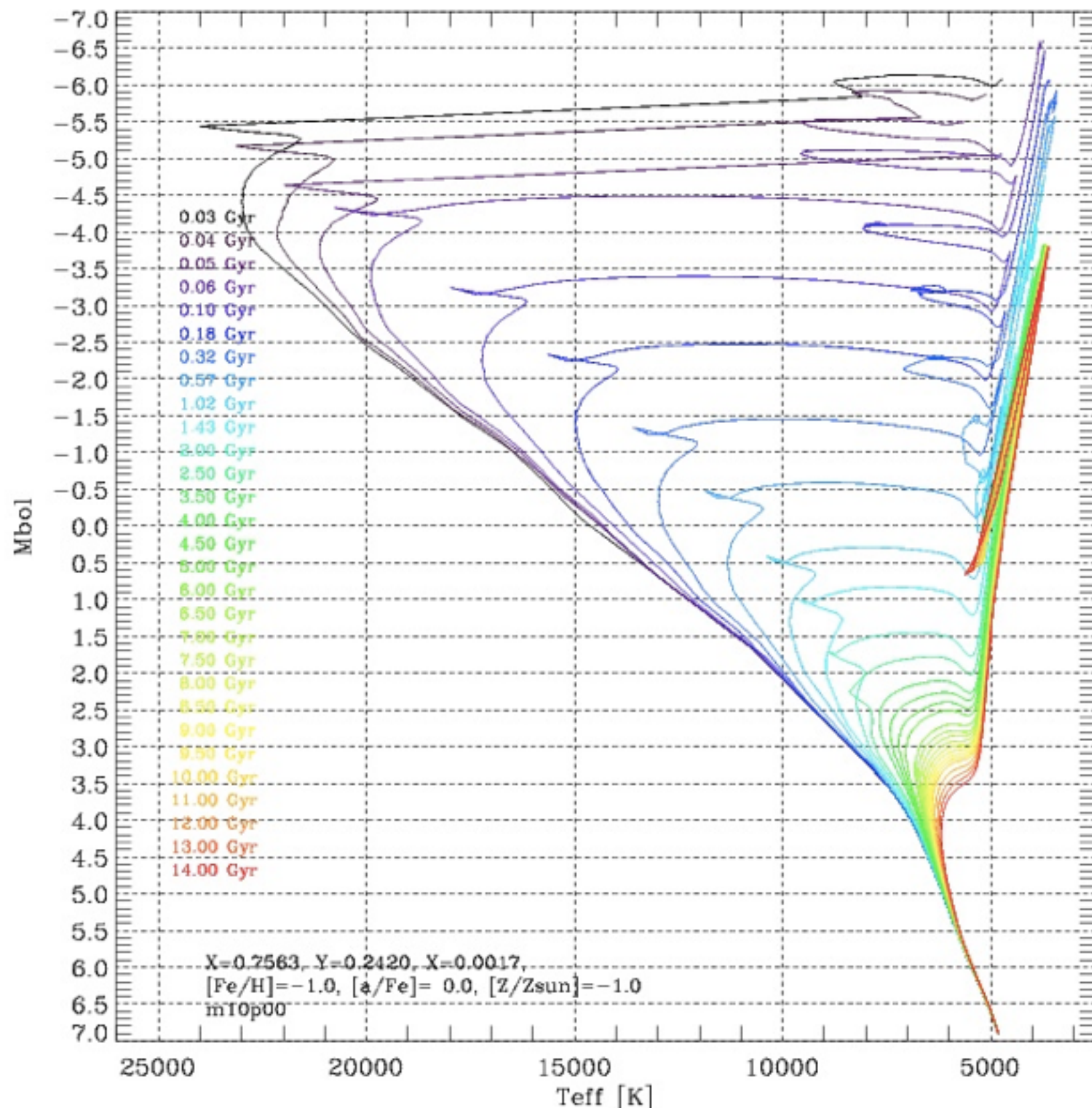
quando a distância entre as estrelas do aglomerado (ou galáxia) é muito menor do que a distância entre o aglomerado e o observador, podemos usar cor versus magnitude aparente



E a partir de
isócronas, podemos
obter a distância ao
aglomerado e sua
idade



Iso ("mesma") crona ("idade")



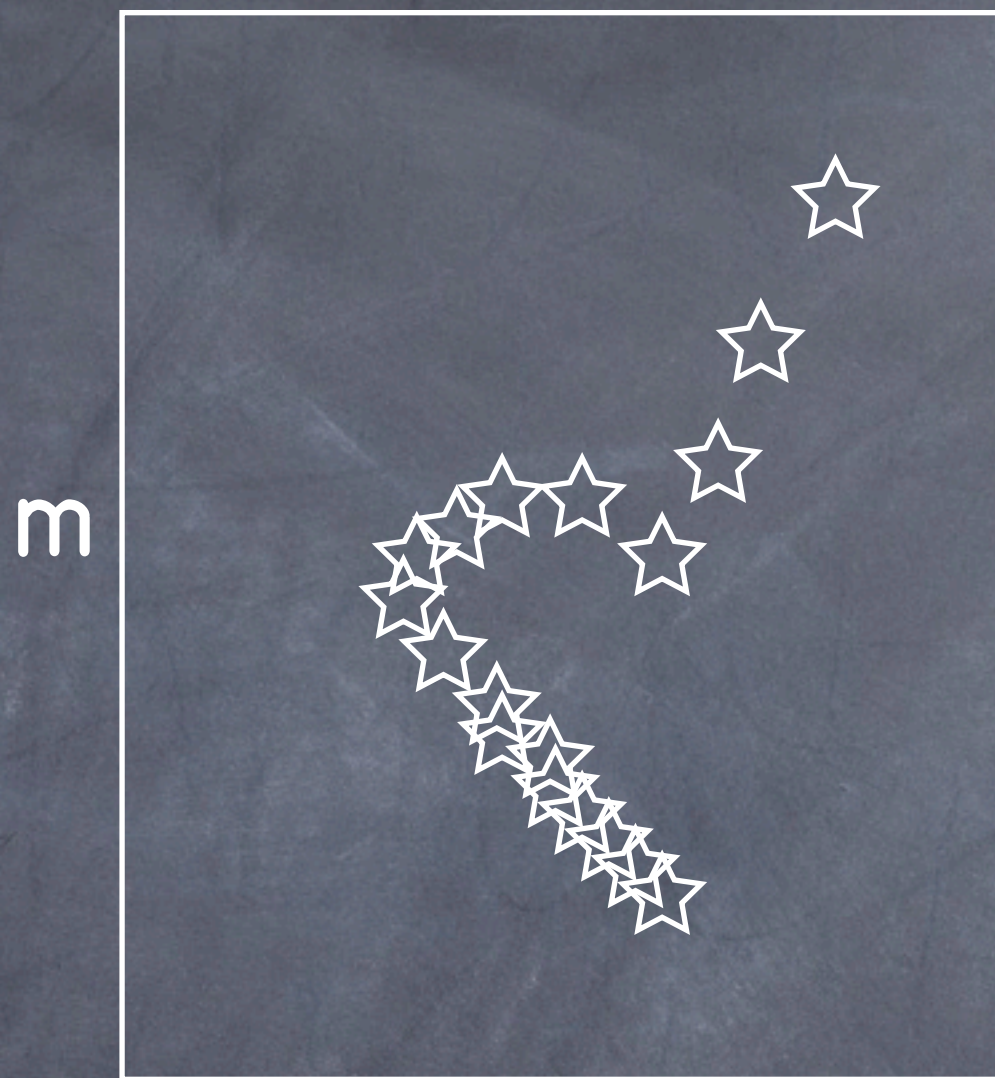
Dada uma população estelar simples: um conjunto de estrelas quimicamente homogêneas que se formaram exatamente juntas; cada estrela segue a evolução no HR descrita pela sua massa.

A partir de modelos de evolução estelar, calculamos trajetórias evolutivas e isócronas.

Uma **isócrona** de idade t mostra o locus no diagrama HR (CMD) que essa população ocupa quando atinge essa idade.

Achim Weiss, com. privada.

Ajuste de isócronas



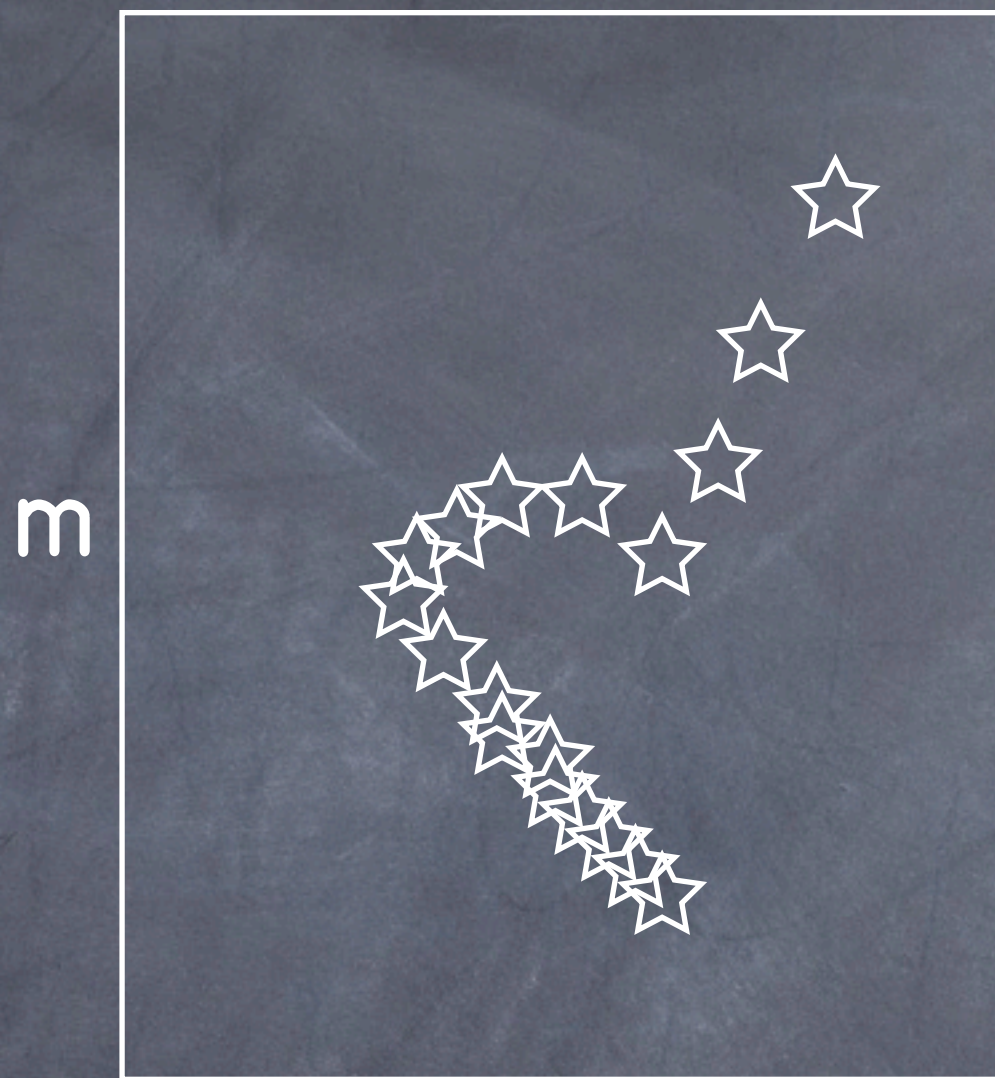
cor (observado)

M

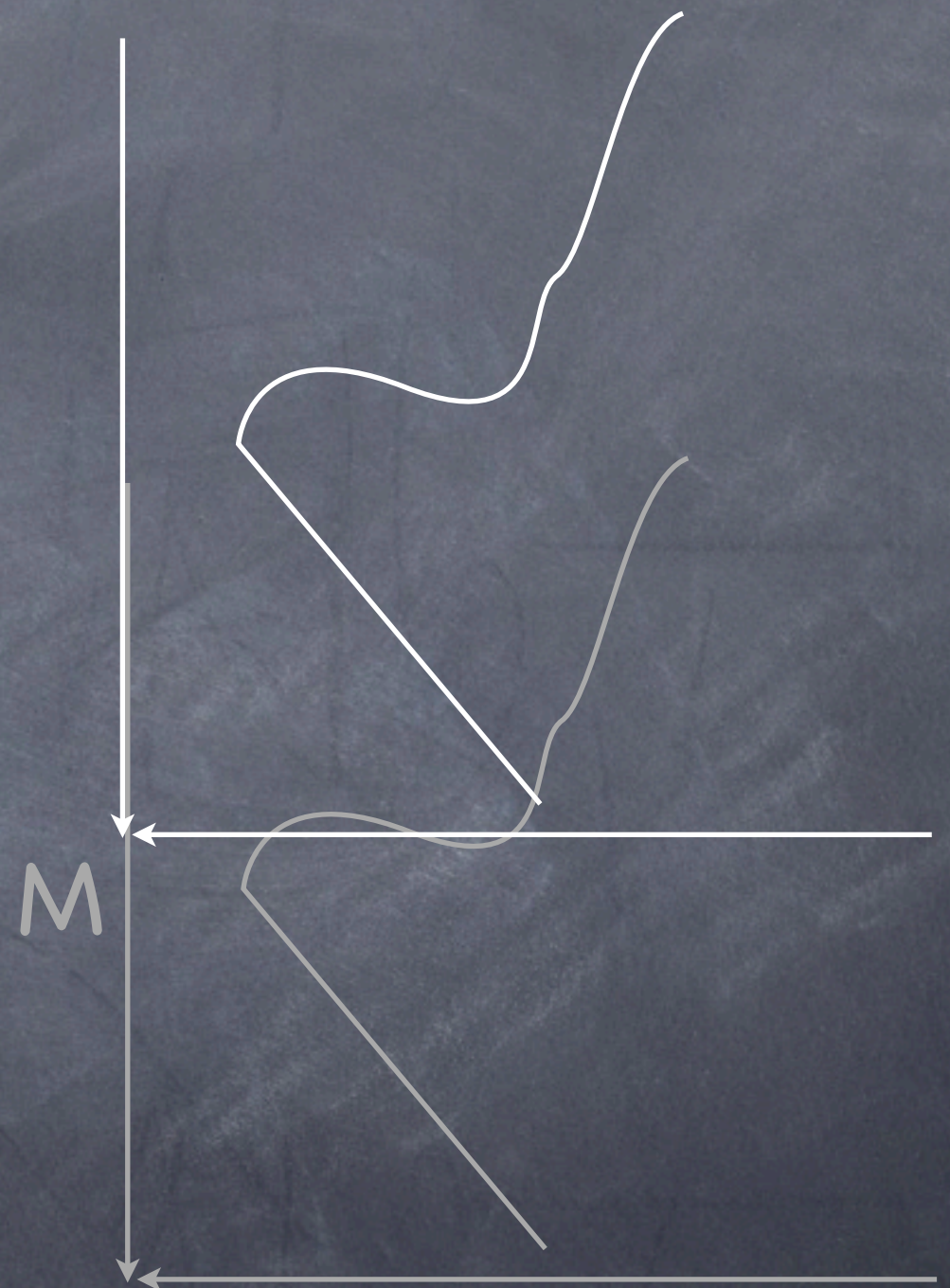


cor (de Teff)

Ajuste de isócronas



cor (observado)

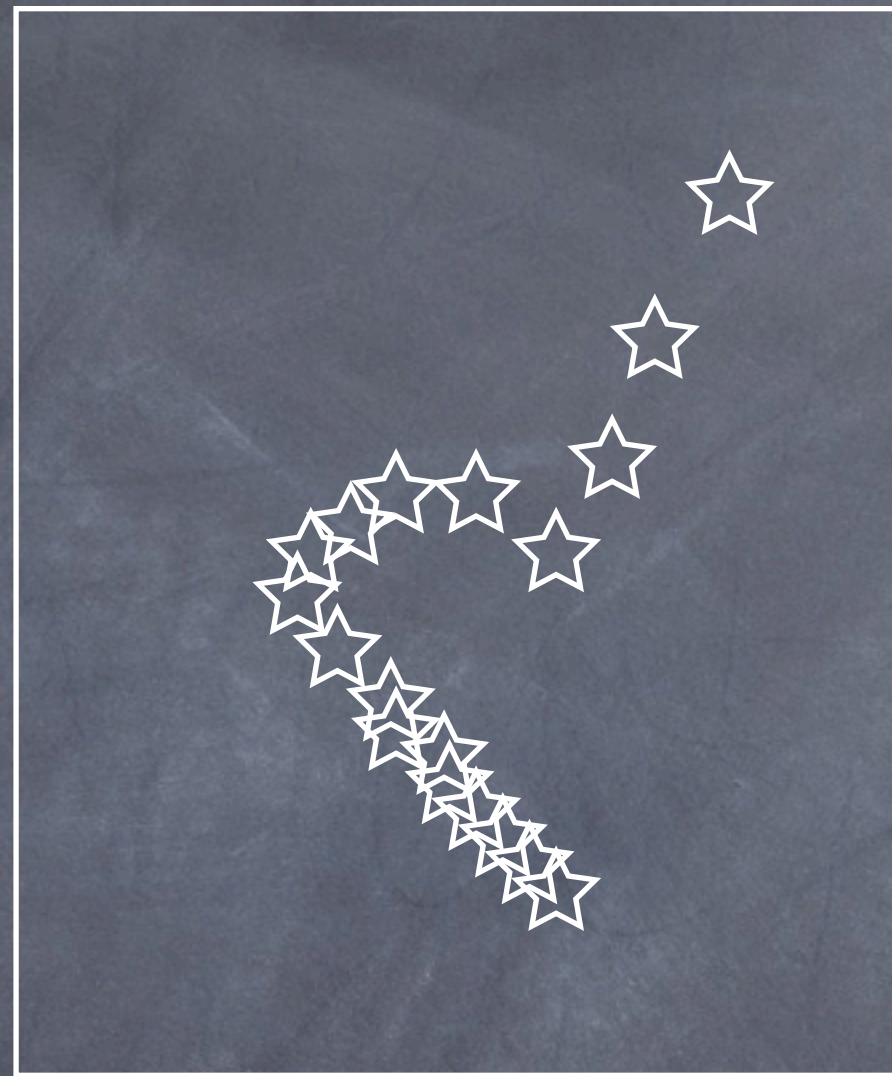


cor (de Teff)

Ajuste de isócronas

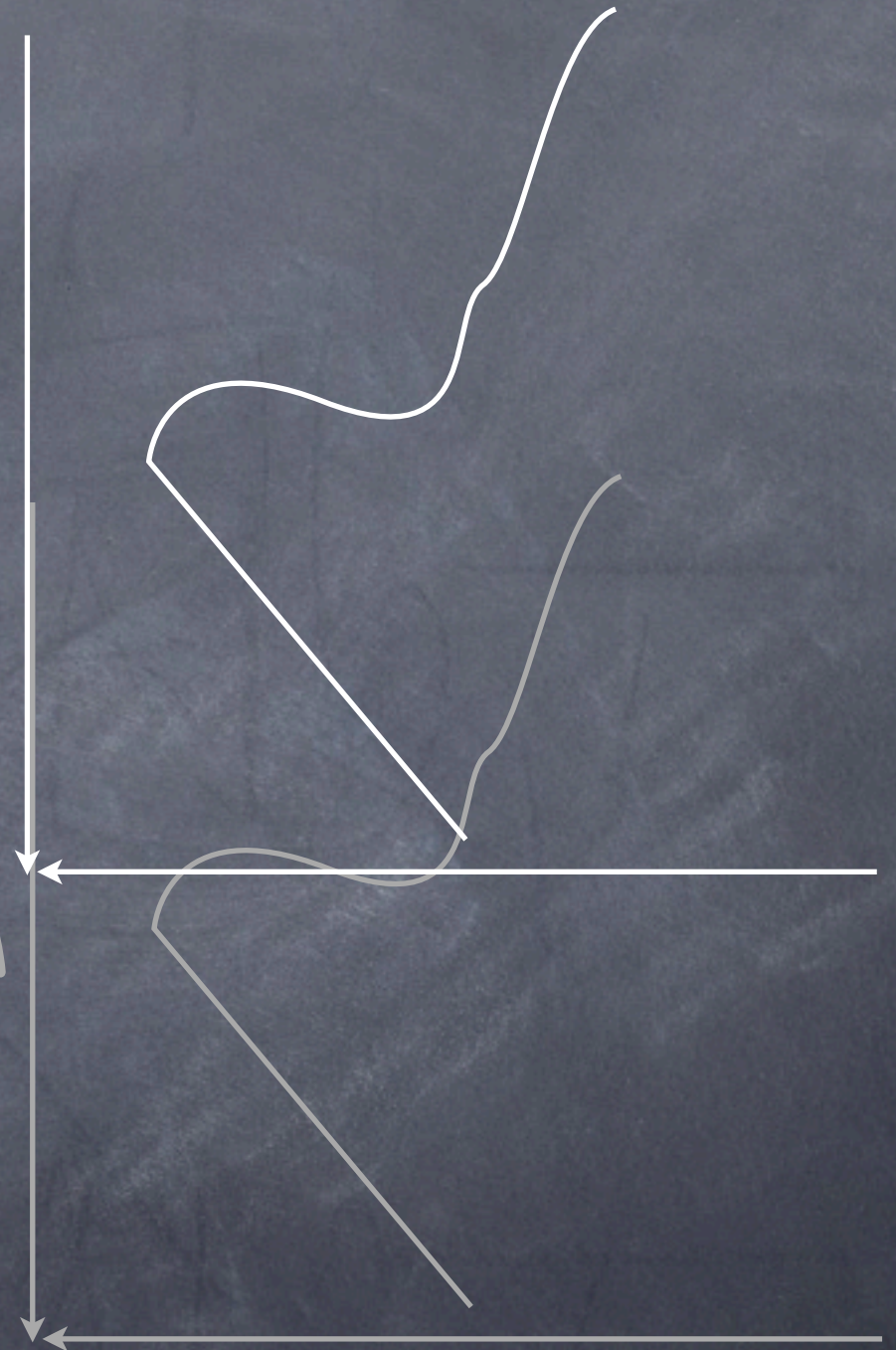
$$(m-M) = -5 + 5 \log d$$

m



cor (observado)

M

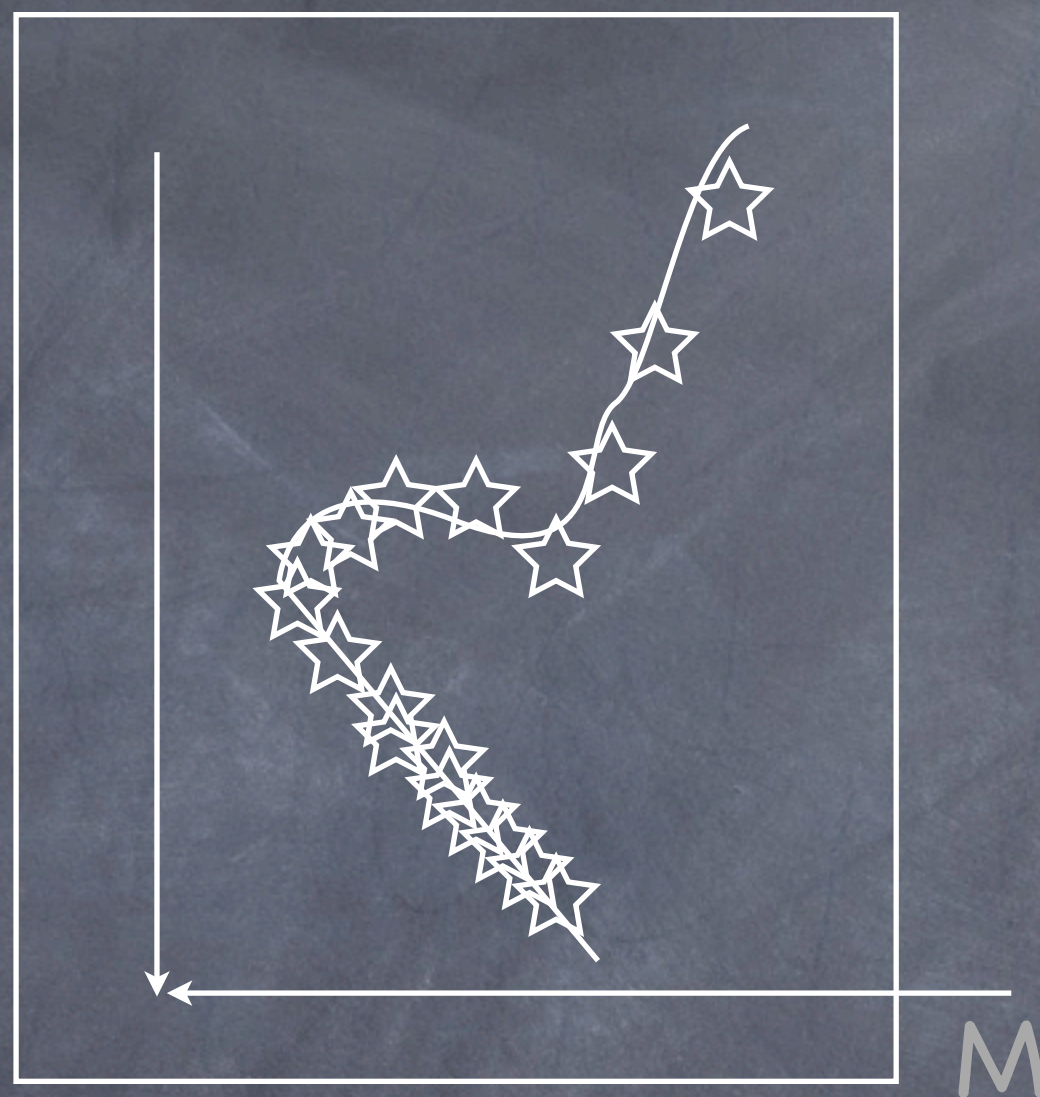


cor (de Teff)

Ajuste de isócronas

$$(m-M) = -5 + 5 \log d$$

m

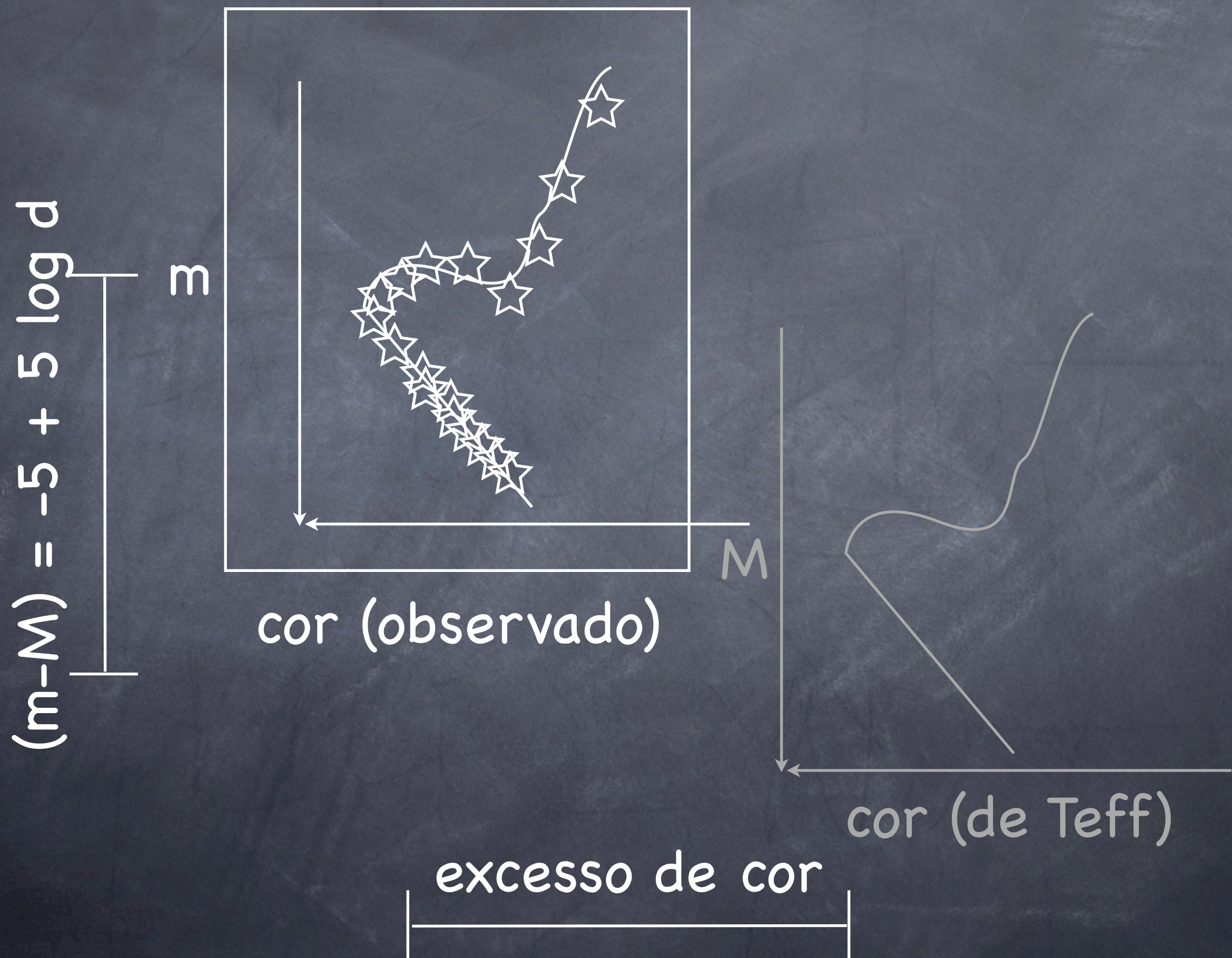


cor (observado)



cor (de Teff)

Ajuste de isócronas



Funções de Luminosidade e de Massa

Função de luminosidade

- ◆ Qual a faixa de luminosidade que tem mais estrelas no diagrama H-R do Hipparcos?
- ◆ Malmquist bias (1922, 1925)
- ◆ A função de luminosidade $\Phi(M_V)$ descreve quantas estrelas de cada luminosidade (ou magnitude absoluta) estão presentes em cada pc^3 : $\Phi(M_V)\Delta M_V$ corresponde à densidade de estrelas com magnitude absoluta V entre M_V e $M_V + \Delta M_V$

$$\Phi(x) = \frac{\text{number of stars with } M_V - 1/2 < x < M_V + 1/2}{\text{volume } \mathcal{V}_{\text{max}}(M_V) \text{ over which these could be seen}}. \quad (2.3)$$

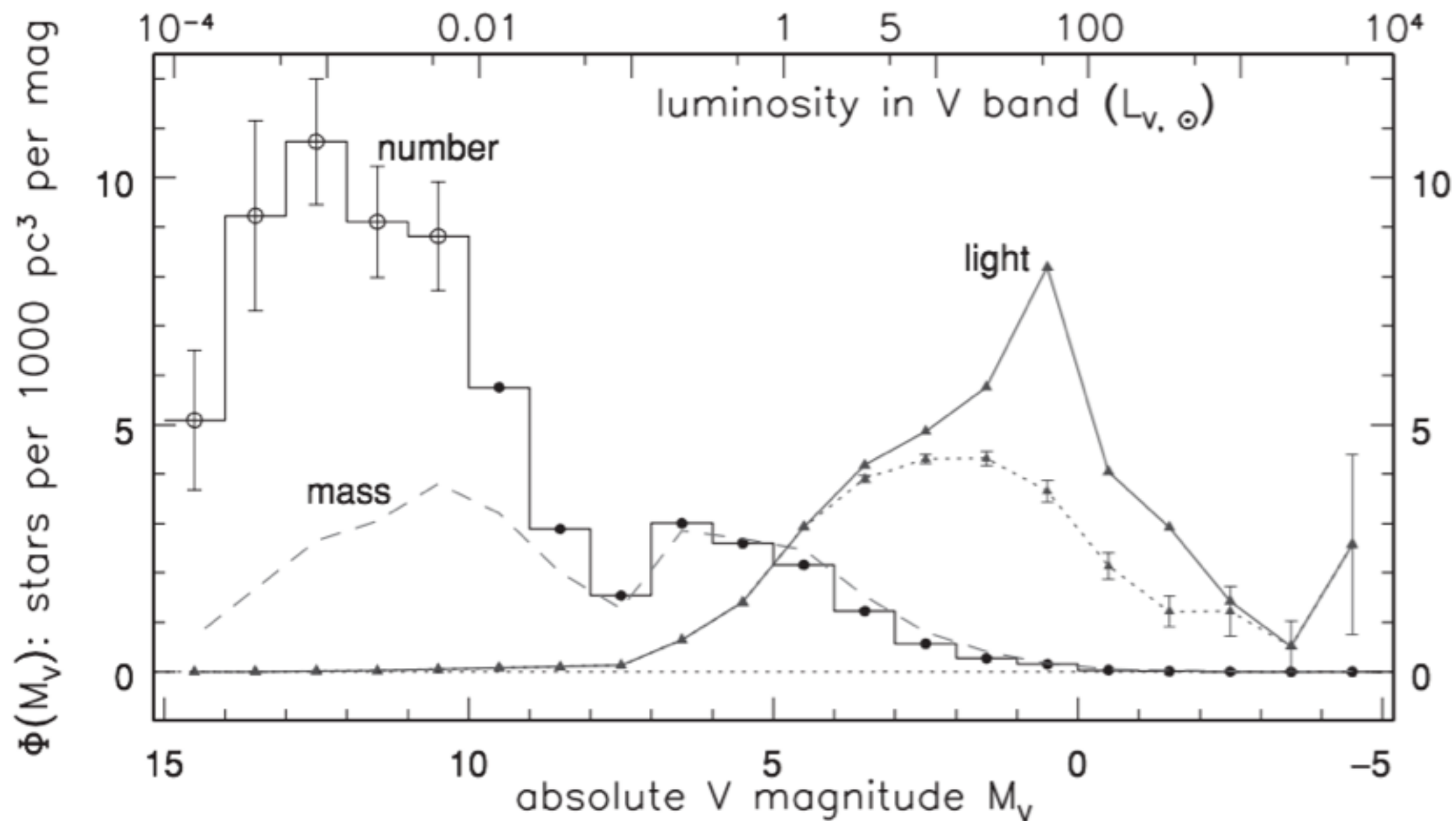


Fig. 2.3. The histogram shows the luminosity function $\Phi(M_V)$ for nearby stars: solid dots from stars of Figure 2.2, open circles from Reid *et al.* 2002 *AJ* **124**, 2721. Lines with triangles show $L_V \Phi(M_V)$, light from stars in each magnitude bin; the dotted curve is for main-sequence stars alone, the solid curve for the total. The dashed curve gives $\mathcal{M} \Phi_{\text{MS}}(M_V)$, the mass in main-sequence stars. Units are $L_\odot$ or $\mathcal{M}_\odot$ per 10 pc cube; vertical bars show uncertainty, based on numbers of stars in each bin.

Função de luminosidade

- ◆ É particularmente difícil determinar a ponta pouco luminosa da função de luminosidade, por motivos observacionais.
- ◆ A ponta luminosa, as estrelas mais luminosas são raras e portanto não serão encontradas a menos que o volume seja maior do que $\sim 100\text{pc}$.
- ◆ A distribuição de estrelas não é uniforme ao longo da posição da galáxia.
- ◆ Vários sistemas múltiplos são confundidos com estrelas brilhantes.
- ◆ Apesar disso, fica claro que a maior parte das estrelas é fraca. A razão massa-luminosidade M/L dá uma medida da proporção entre estrelas luminosas e estrelas fracas.

Função de Luminosidade Inicial

- Usando modelos de evolução estelar, podemos converter a função de luminosidade inicial observada hoje na função de luminosidade inicial $\Psi(M_V)$, i.e., quando todas as estrelas estavam na sequência principal
- $\Psi(M_V)\Delta M_V$ é o número de estrelas que se formaram com magnitude absoluta entre M_V e $M_V + \Delta M_V$

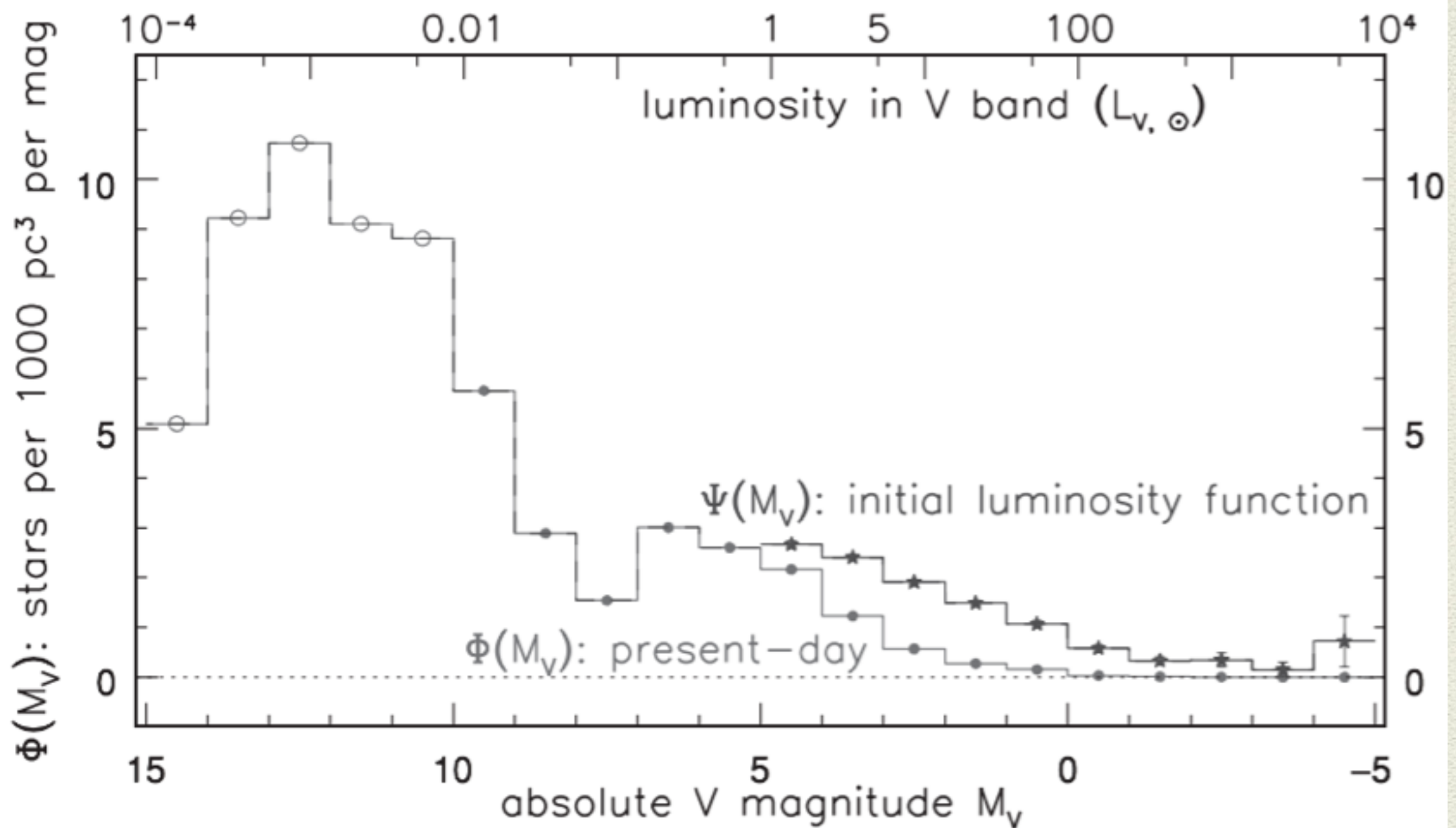


Fig. 2.4. Circles show the luminosity function $\Phi_{\text{MS}}(M_V)$ for main-sequence stars as in Figure 2.3. The histogram gives the initial luminosity function $\Psi(M_V)$, assuming that stars were born at a constant rate over the past 10 Gyr. Both functions have a minimum, the *Wielen dip*, at $M_V \approx 8$. This V-band luminosity corresponds to only a tiny range of stellar mass $\mathcal{M}$. The mass function $\xi(\mathcal{M})$ probably has no dip or inflection at this mass.

Função de Massa Inicial

- ◆ IMF do inglês, Initial Mass Function $\xi(\mathcal{M})$
- ◆ Podemos converter $\Psi(\mathcal{M})$ em $\xi(\mathcal{M})\Delta\mathcal{M}$: número de estrelas que se formou com massa entre $\mathcal{M}$ e $\mathcal{M} + \Delta\mathcal{M}$
- ◆ Na vizinhança solar, uma boa aproximação para estrelas mais massivas que $0.5 M_{\text{sun}}$ é a IMF de Salpeter (1955):

$$\xi(\mathcal{M})\Delta\mathcal{M} = \xi_0(\mathcal{M}/M_{\odot})^{-2.35}(\Delta\mathcal{M}/M_{\odot}), \quad (2.5)$$

- ◆ ξ_0 é uma constante que define a densidade local de estrelas
- ◆ Observações no Universo Local mostram que a IMF é surpreendentemente homogênea (Galáxia e Nuvens de Magalhães)

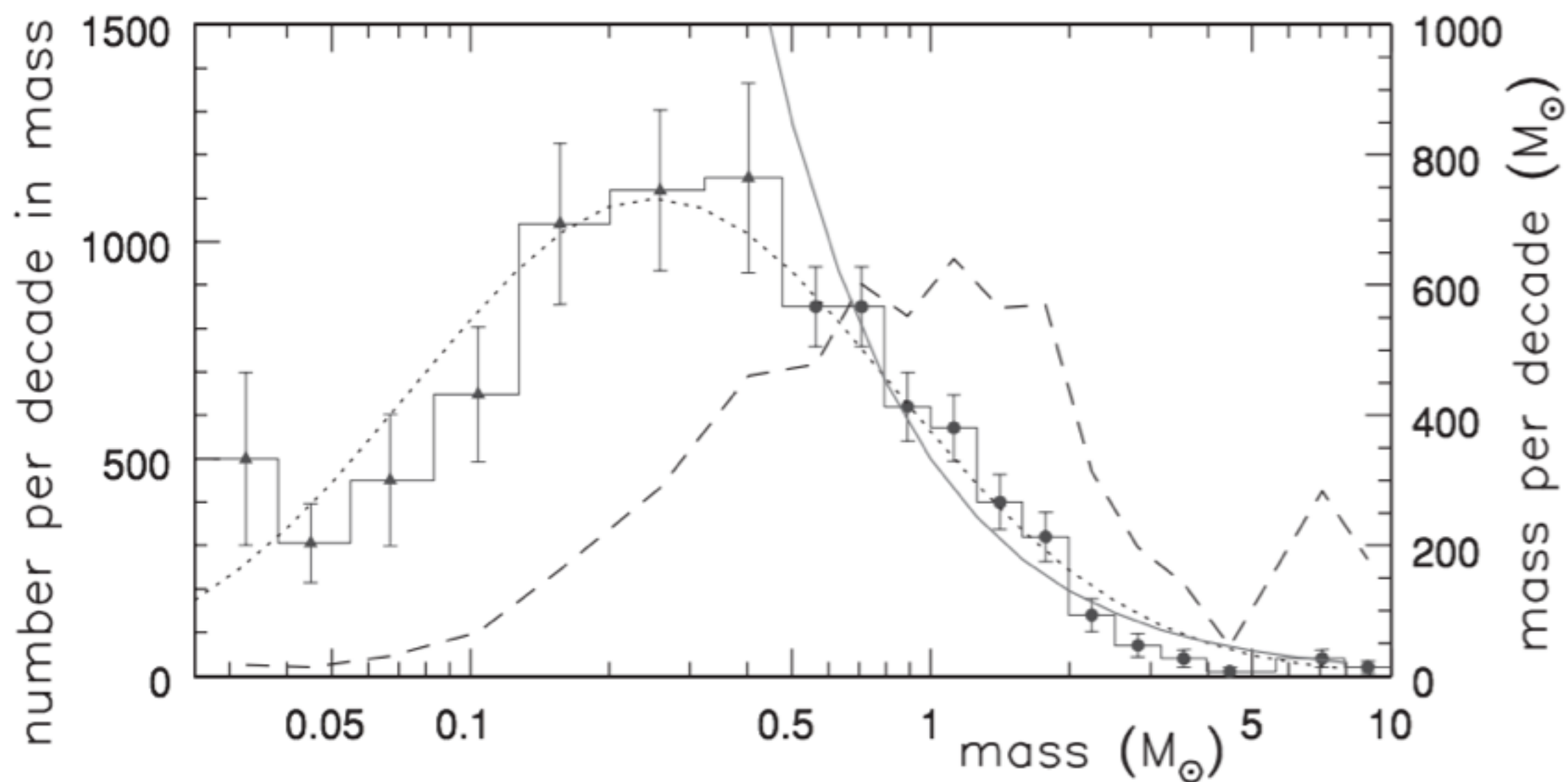


Fig. 2.5. Masses of stars in the Pleiades cluster: the number in each mass range is proportional to the area under the histogram. The smooth curve shows the Salpeter initial mass function, the dotted curve is a lognormal function. The dashed line shows mass: stars near $0.25 M_{\odot}$ are most numerous, but those of $(1-2) M_{\odot}$ account for most of the cluster's mass – E. Moreau.