



Estrelas: espectros, luminosidades, raios e massas

Laurindo Sobrinho

22 de fevereiro de 2014

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





Luminosidade e brilho aparente

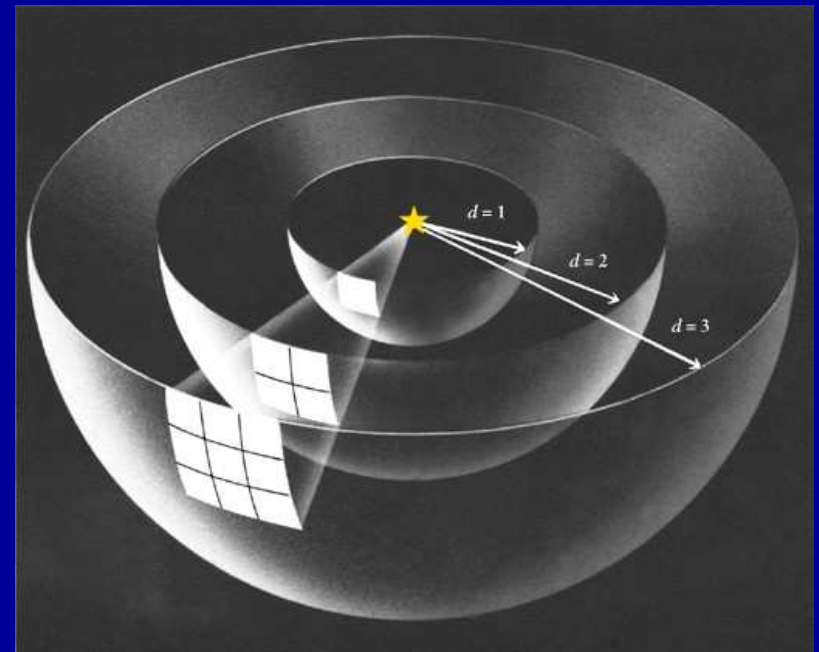
Luminosidade (L) - quantidade energia emitida pela estrela por unidade de tempo.

Brilho aparente (b) - quantidade de energia que atravessa a unidade de área por unidade de tempo a uma determinada distância (d) da estrela.

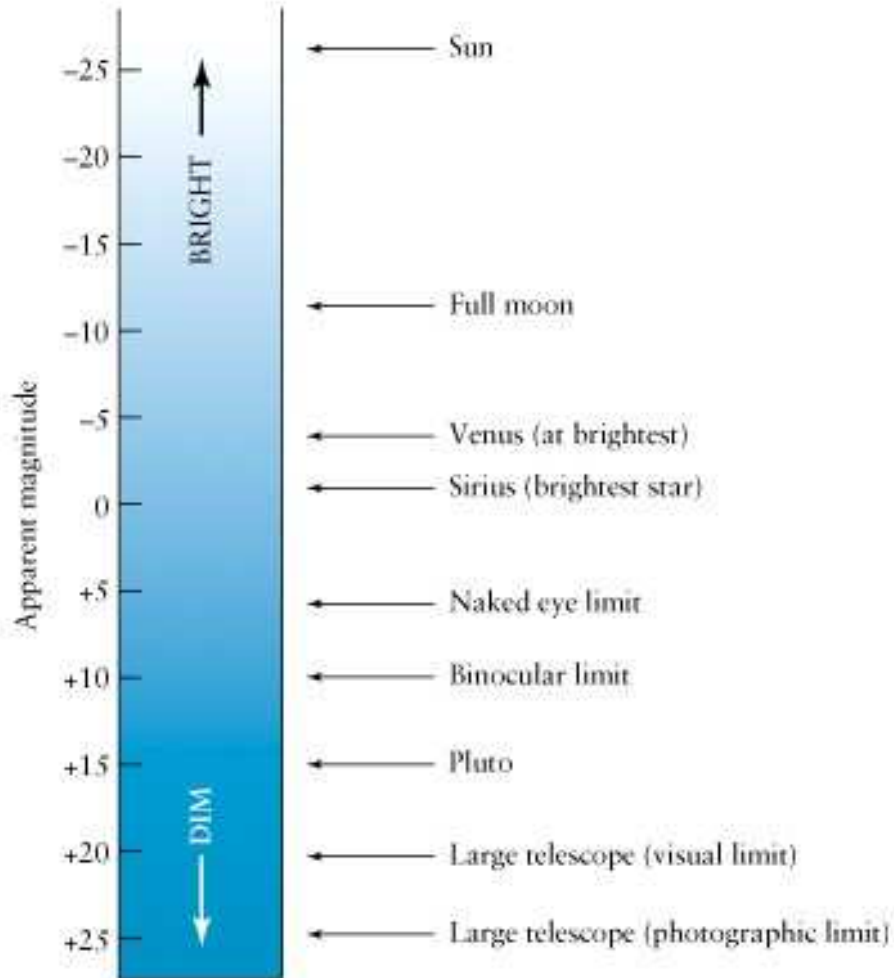
Fotometria - medição do brilho aparente.

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

$$\frac{L}{L_{\odot}} = \left(\frac{d}{d_{\odot}}\right)^2 \frac{b}{b_{\odot}}$$



<http://www.physics.unc.edu/~evans/pub/A31/Lecture16-Stars/>



<http://www.physics.unc.edu/~evans/pub/A31/Lecture16-Stars/>

Magnitude aparente - m

A **magnitude aparente** (m) de uma estrela (ou de outro objeto) é uma medida do seu brilho aparente.

NOTA: quanto maior m menos brilhante é o objeto (e vice-versa)!

$$m_2 - m_1 = 2.5 \times \log \frac{b_1}{b_2}$$

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





Magnitude absoluta - M

A **magnitude absoluta** de uma estrela é definida como sendo a magnitude aparente que esta teria se estivesse a uma distância de 10 pc.

$$m - M = 5 \log_{10} \left(\frac{d}{10 \text{ pc}} \right)$$

(a distância d deve vir em pc)

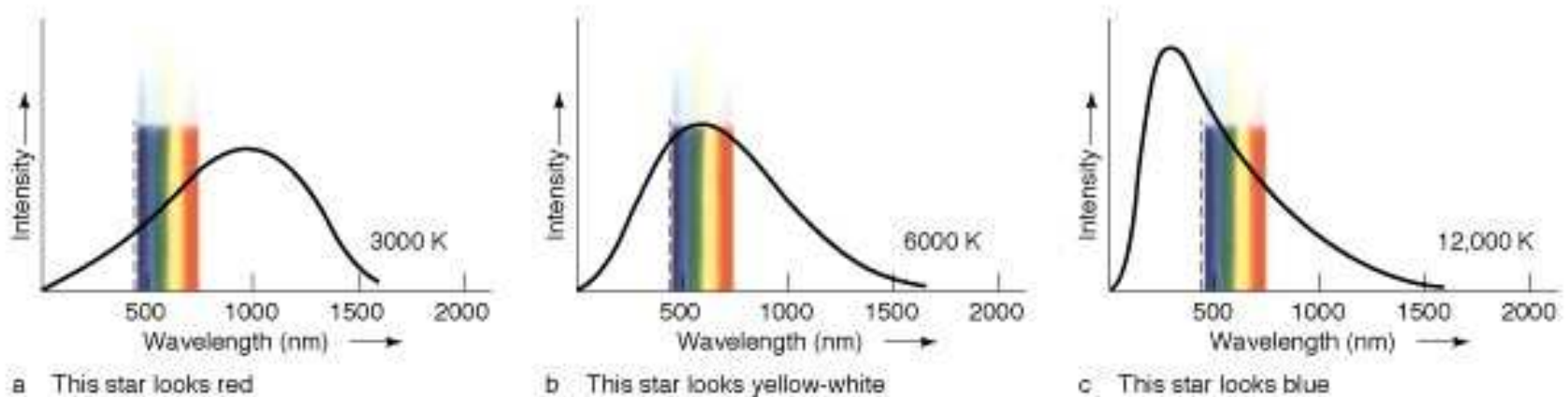
Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





Relação entre cor e temperatura

A cor de uma estrela está diretamente relacionada com a sua temperatura superficial.



<http://www.physics.unc.edu/~evans/pub/A31/Lecture16-Stars/>

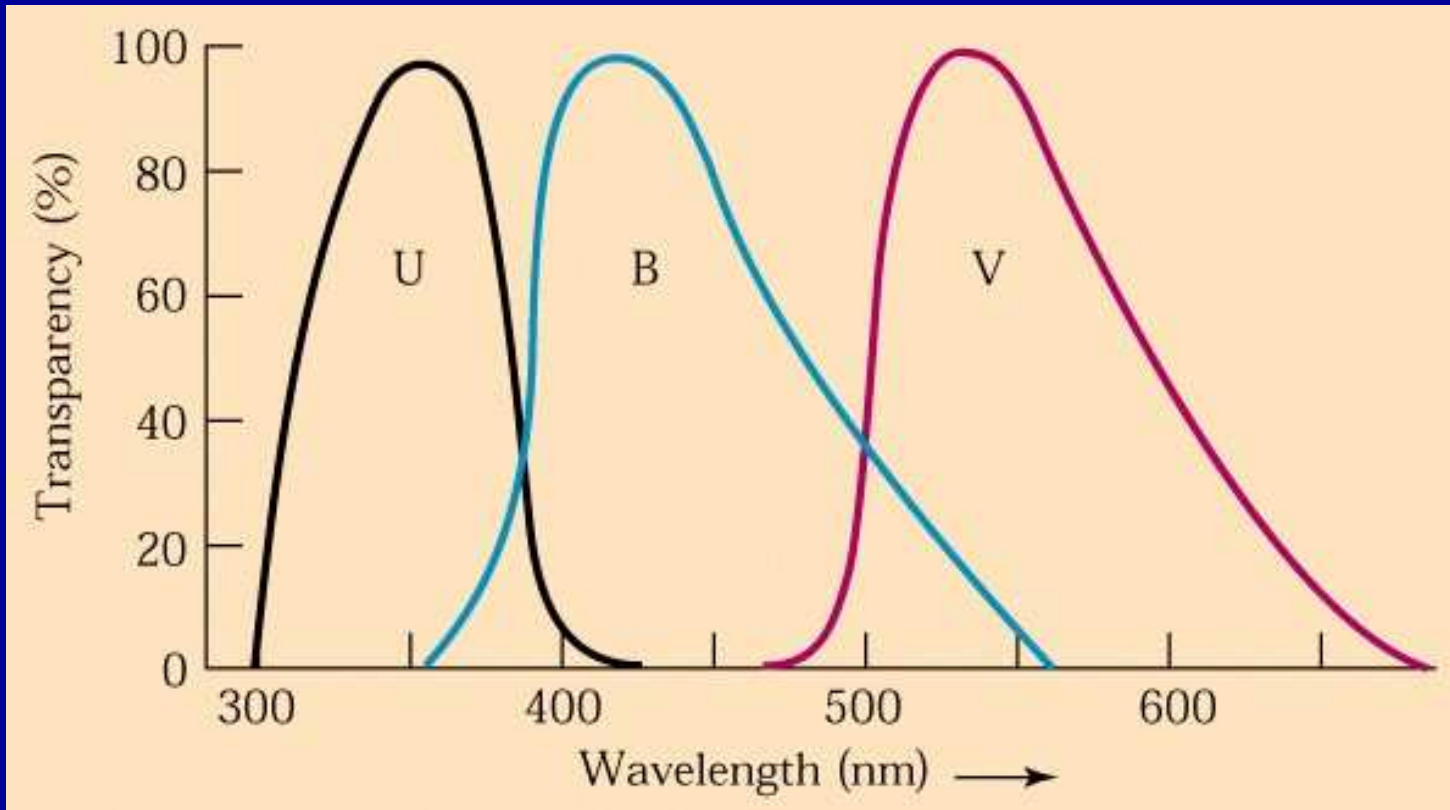
Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





Universidade da Madeira

Para determinar a temperatura (cor) de uma estrela utiliza-se um sistema de filtros padrão. Um dos sistemas mais utilizado é o **sistema UBV** composto por três filtros: U - ultravioleta, B - azul, V - amarelo-verde.



<http://www.physics.unc.edu/~evans/pub/A31/Lecture16-Stars/>

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região

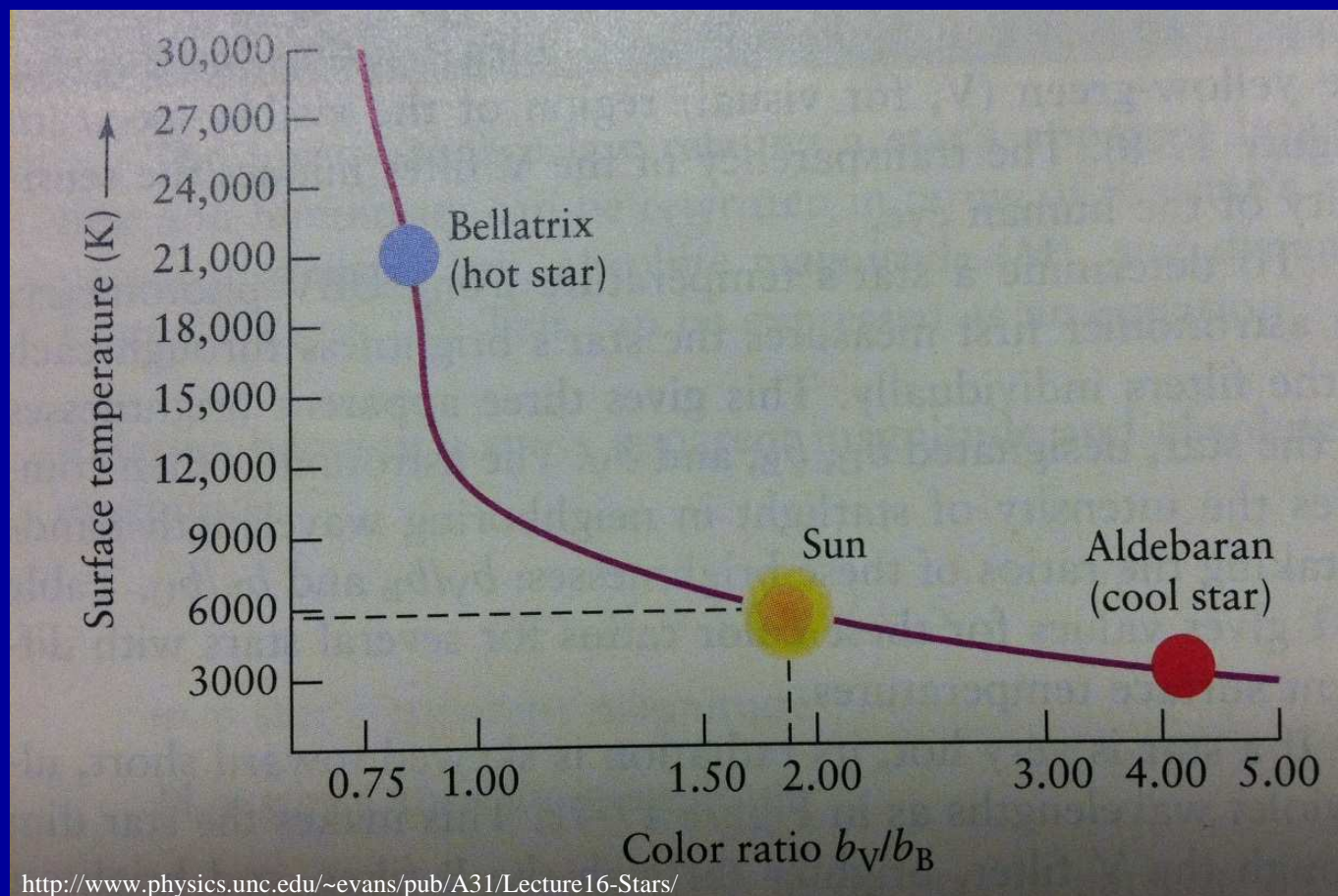




Universidade da Madeira

Determinação da temperatura de uma estrela a partir da relação entre os brilhos aparentes medidos utilizando o filtro V e o filtro B

Grupo de Astronomia



Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





Classes espectrais

A grande diversidade de espectros estelares observados deu origem à classificação das estrelas em sete classes espectrais:

OBAFGKM

Oh, Be A Fine Girl, Kiss Me!

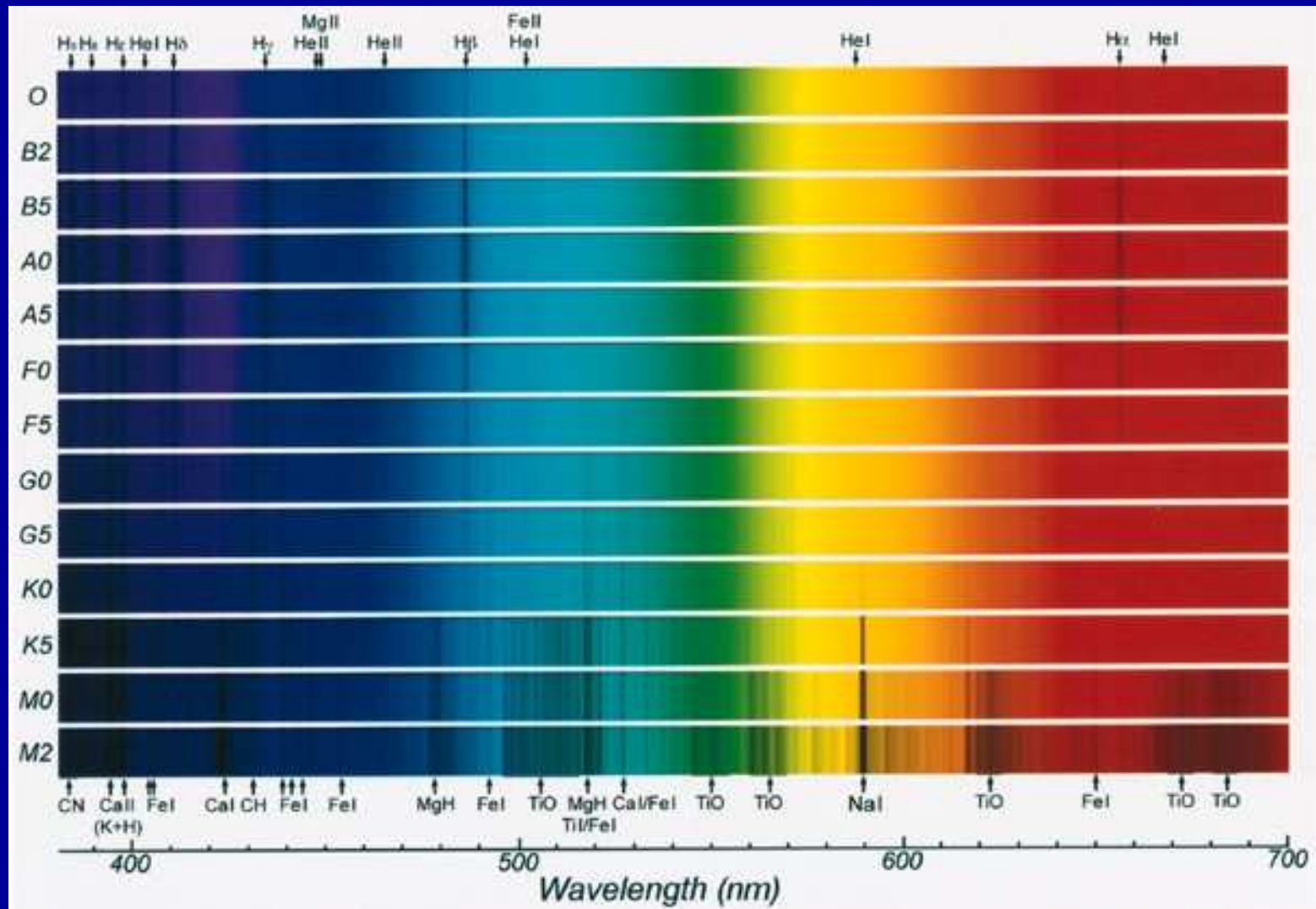
Cada classe é dividida em 10 subclasses designadas por tipos espectrais.

....F7, F8, F9, G0, G1,

O Sol e uma estrela G2.

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região

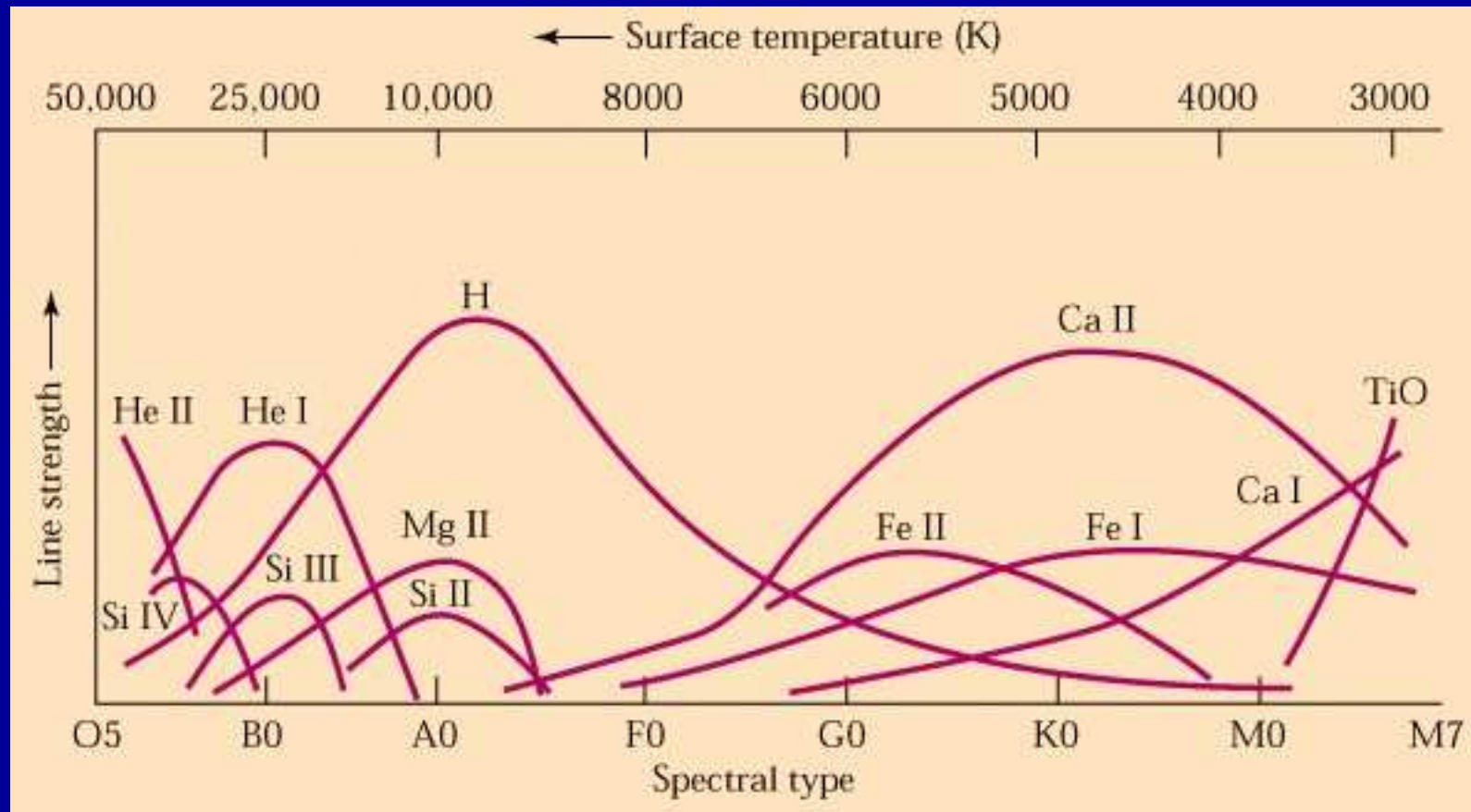
<http://www.physics.unc.edu/~evans/pub/A31/Lecture16-Stars/>





Universidade da Madeira

Intensidade das riscas de absorção de diversos elementos em função da temperatura ou, equivalentemente, em função do tipo espectral:



<http://www.physics.unc.edu/~evans/pub/A31/Lecture16-Stars/>

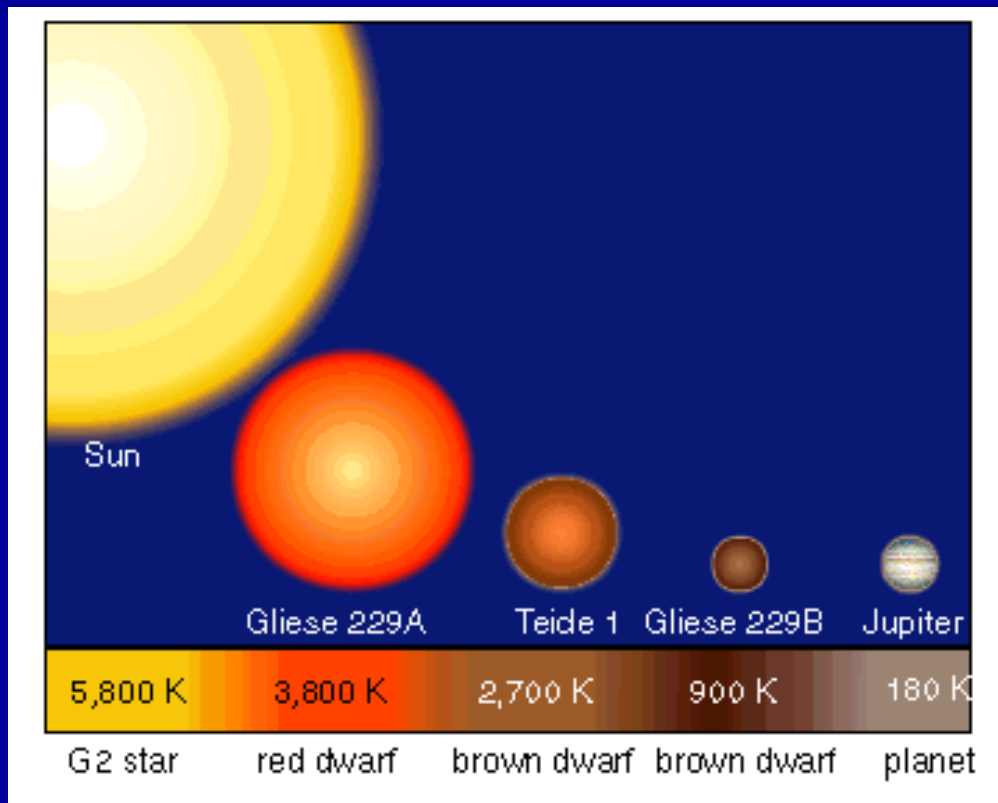
Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





Universidade da Madeira

As **anãs castanhas** são **sub-estrelas** com temperatura superficial inferior à das estrelas de classe M. O seu pico de emissão fica no infravermelho e apresentam um espectro rico em linhas de absorção moleculares. Criaram-se duas novas classes espectrais (L e T) para incluir as anãs castanhas.



Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região



<http://abyss.uoregon.edu/~js/ast122/lectures/lec13.html>



Universidade da Madeira

Classe Espetal	Cor	T (K)	Linhas espectrais
O	azul-violeta	30000–50000	átomos ionizados (especialmente hélio)
B	azul-branco	11000–30000	hélio neutro, algum hidrogénio
A	branco	7500–11000	hidrogénio forte, alguns metais ionizados
F	amarelo-branco	5900–7500	hidrogénio e metais ionizados (ferro, cálcio,...)
G	amarelo	5200–5900	metais neutros e ionizados (em especial cálcio ionizado)
K	laranja	3900–5200	metais neutros
M	vermelho-laranja	2500–3900	óxido de titânio forte e algum cálcio neutro
L	vermelho	1300–2500	potássio, rubídio e célio neutros e híbridos metálicos
T	vermelho	< 1300	potássio neutro forte e água

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





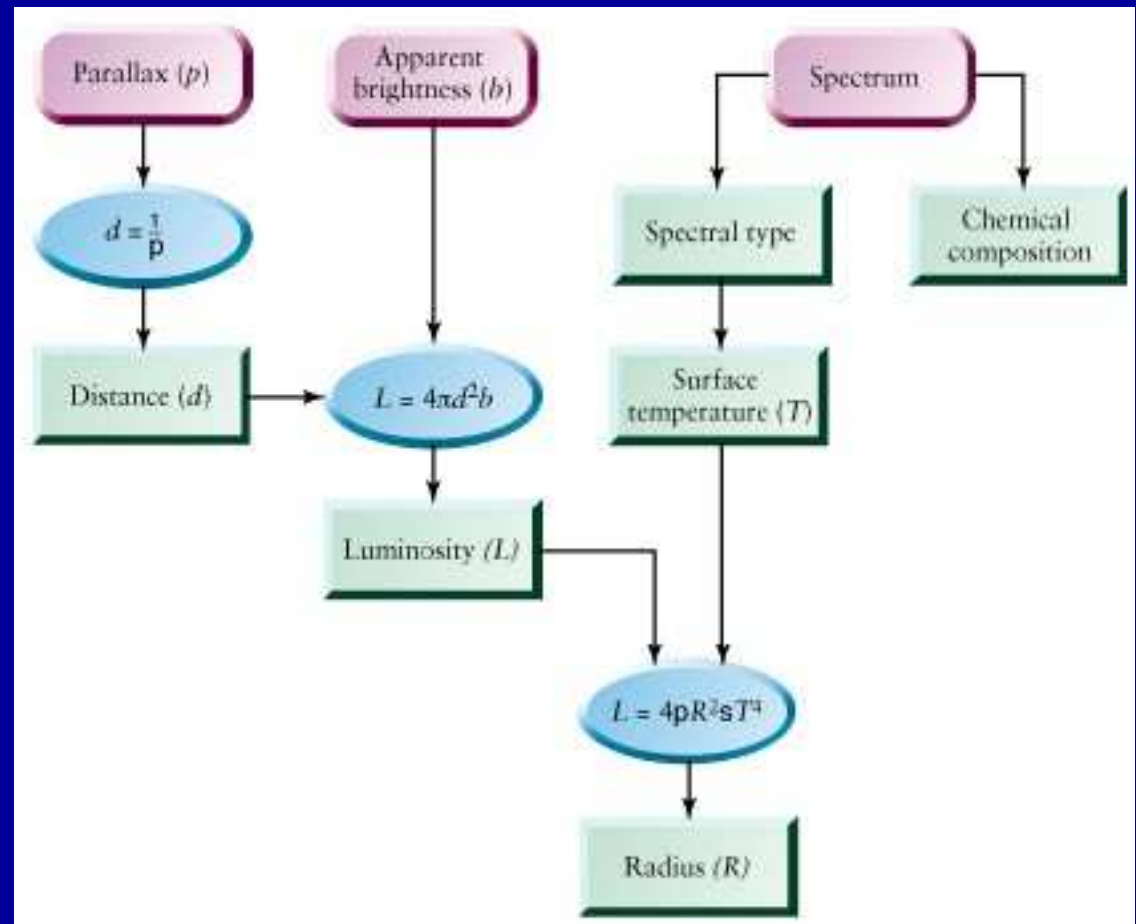
Raio das estrelas

Lei de Stefan-Boltzmann

$$L = 4\pi R^2 \sigma T^4$$

$$\frac{R}{R_{\odot}} = \left(\frac{T_{\odot}}{T}\right)^2 \sqrt{\frac{L}{L_{\odot}}}$$

$$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2/\text{K}^4$$



Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região

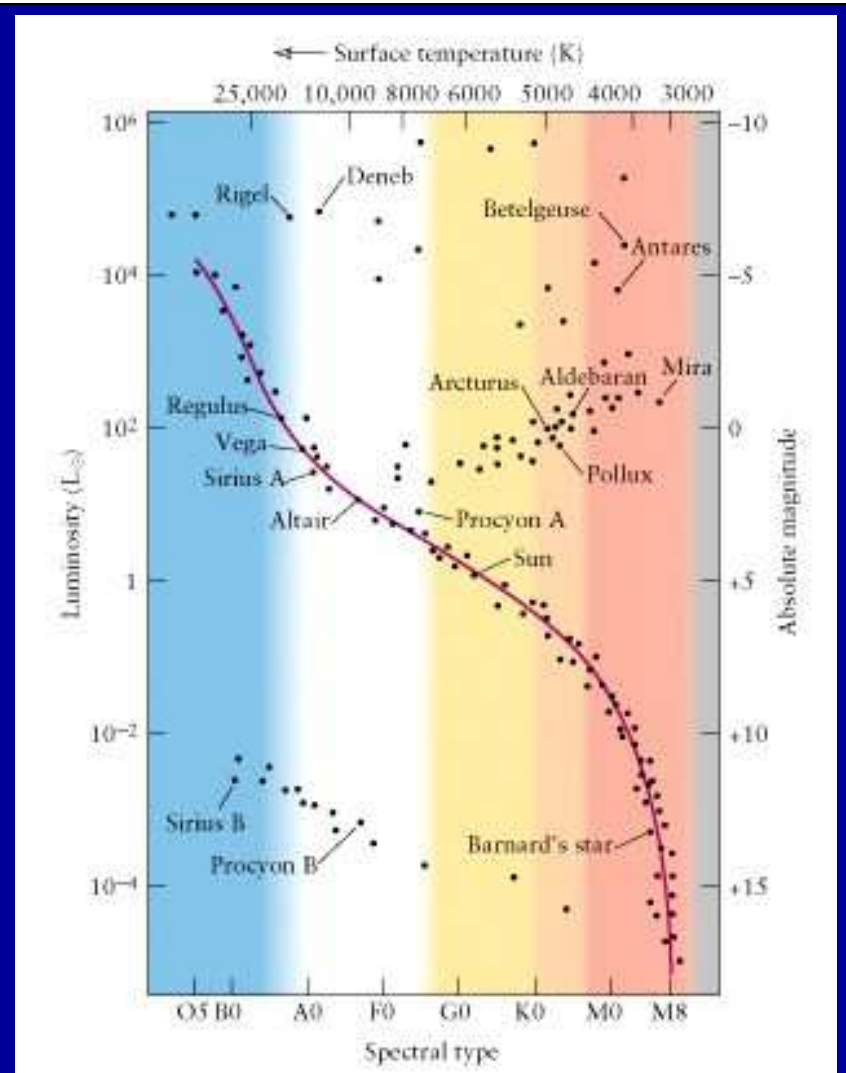


<http://www.physics.unc.edu/~evans/pub/A31/Lecture16-Stars/>



Diagrama de Hertzsprung-Russell

No diagrama de Hertzsprung-Russell (HR) cada estrela é representada tendo em conta a sua luminosidade (ou magnitude absoluta) e a sua temperatura superficial (ou tipo espectral).



Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região



<http://www.physics.unc.edu/~evans/pub/A31/Lecture16-Stars/>

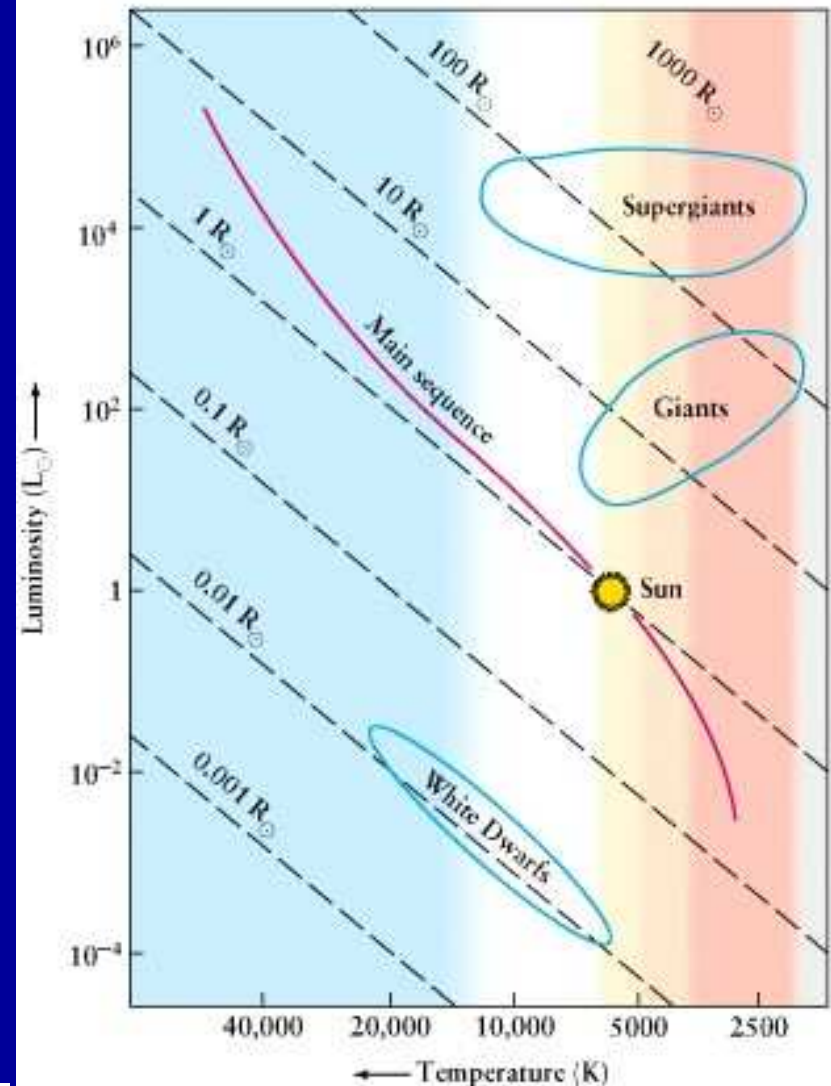


Universidade da Madeira

Diagrama HR indicando a banda da sequência principal e os grupos das gigantes, supergigantes e anãs brancas. As linhas a tracejado indicam diferentes raios estelares.

$$L = 4\pi R^2 \sigma T^4$$

Exemplo: Se T é baixa e L grande então R deve ser também grande: temos uma estrela gigante ou supergigante....



Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região

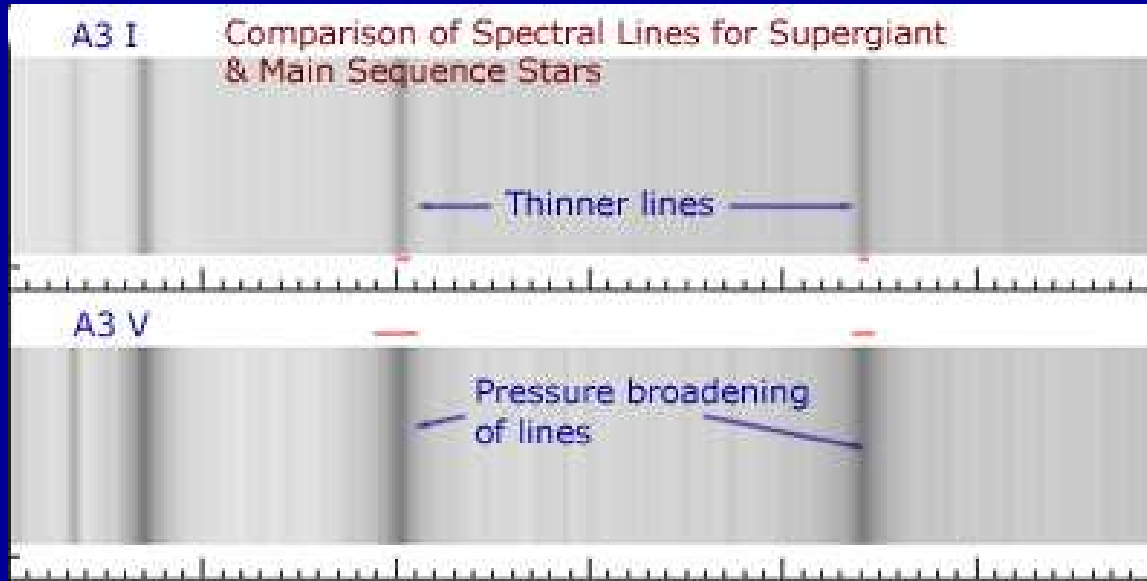


<http://www.physics.unc.edu/~evans/pub/A31/Lecture16-Stars/>



Universidade da Madeira

Identificar o tipo de estrela: comparação entre as linhas espectrais de duas estrelas de tipo espectral A3.



http://outreach.atnf.csiro.au/education/senior/astrophysics/spectra_info.html

As riscas de absorção na estrela da sequência principal (em baixo) são mais largas devido à atmosfera desta ser mais densa.

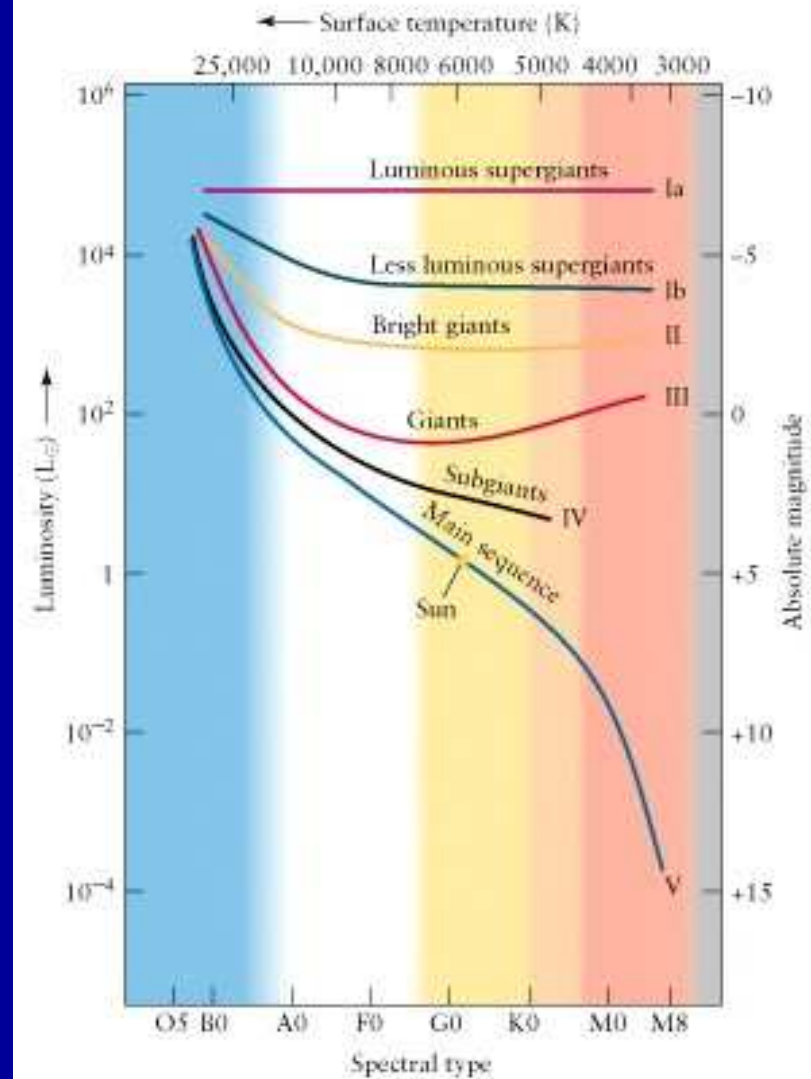
Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





Classes de Luminosidade

- Ia - supergigantes luminosas
- Ib - supergigantes menos luminosas
- II - gigantes brilhantes
- III - gigantes
- IV - subgigantes
- V - sequência principal
- D – anã branca



Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região



<http://www.physics.unc.edu/~evans/pub/A31/Lecture16-Stars/>



Universidade da Madeira

Sabendo a classe espectral e a classe de luminosidade podemos determinar a distância a que se encontra uma determinada estrela.

Por exemplo, a estrela Plêione (da constelação do Touro) é classificada como B8V. O seu brilho aparente (medido) é

$$b = 3.19 \times 10^{-13} b_{\odot}$$

Pelo diagrama HR e atendendo a que Plêione é uma estrela da sequência principal, tiramos que a sua luminosidade é $190L_{\odot}$

Assim pela equação

$$\frac{L}{L_{\odot}} = \left(\frac{d}{d_{\odot}} \right)^2 \frac{b}{b_{\odot}}$$

obtemos $d = 118 \text{ pc}$.

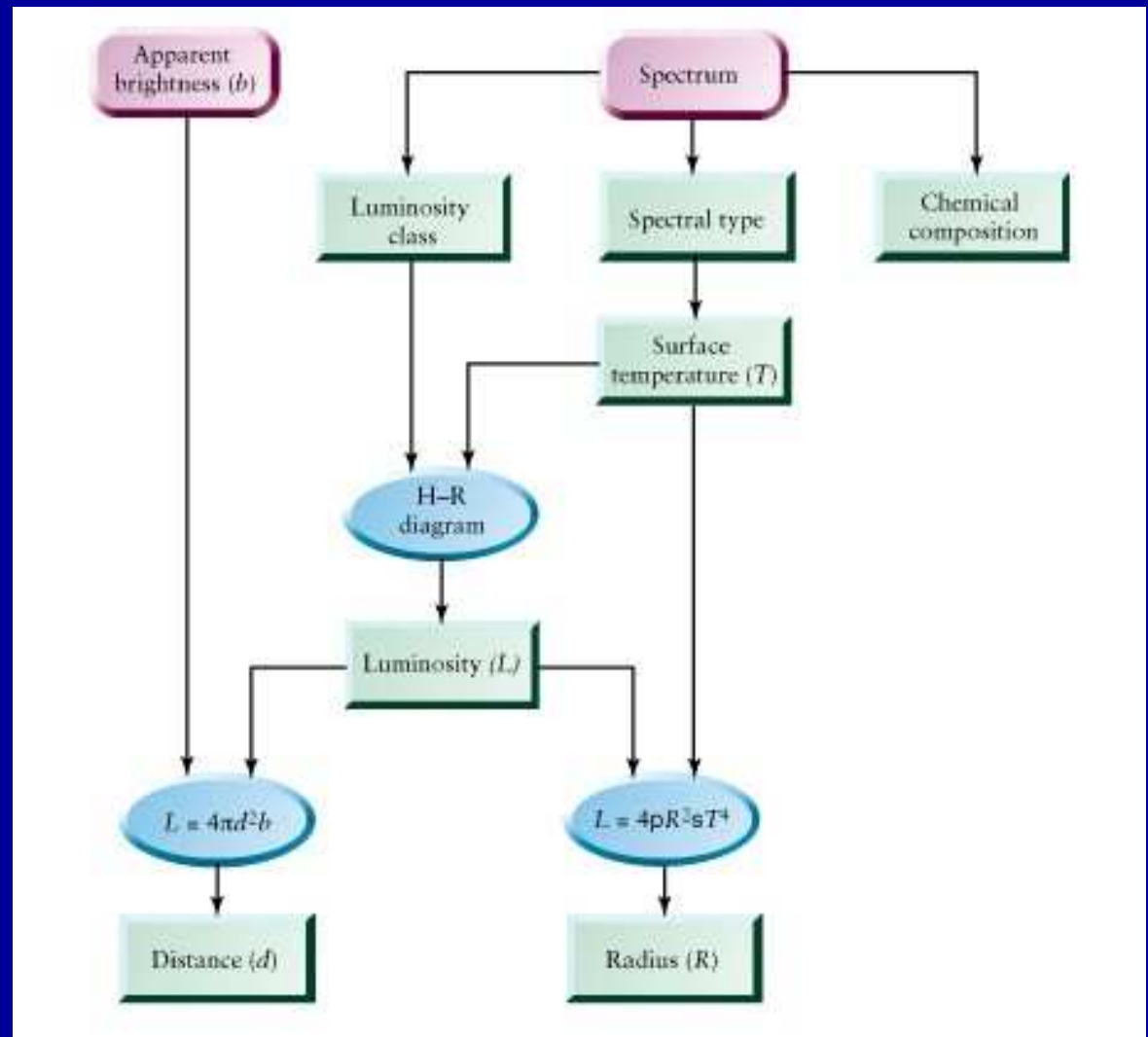
Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





Universidade da Madeira

Este processo de calcular distâncias designa-se por *método da paralaxe espectral*. O erro associado às distâncias obtidas ronda os 10% dada a incerteza que existe na leitura da luminosidades no diagrama HR.



Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região

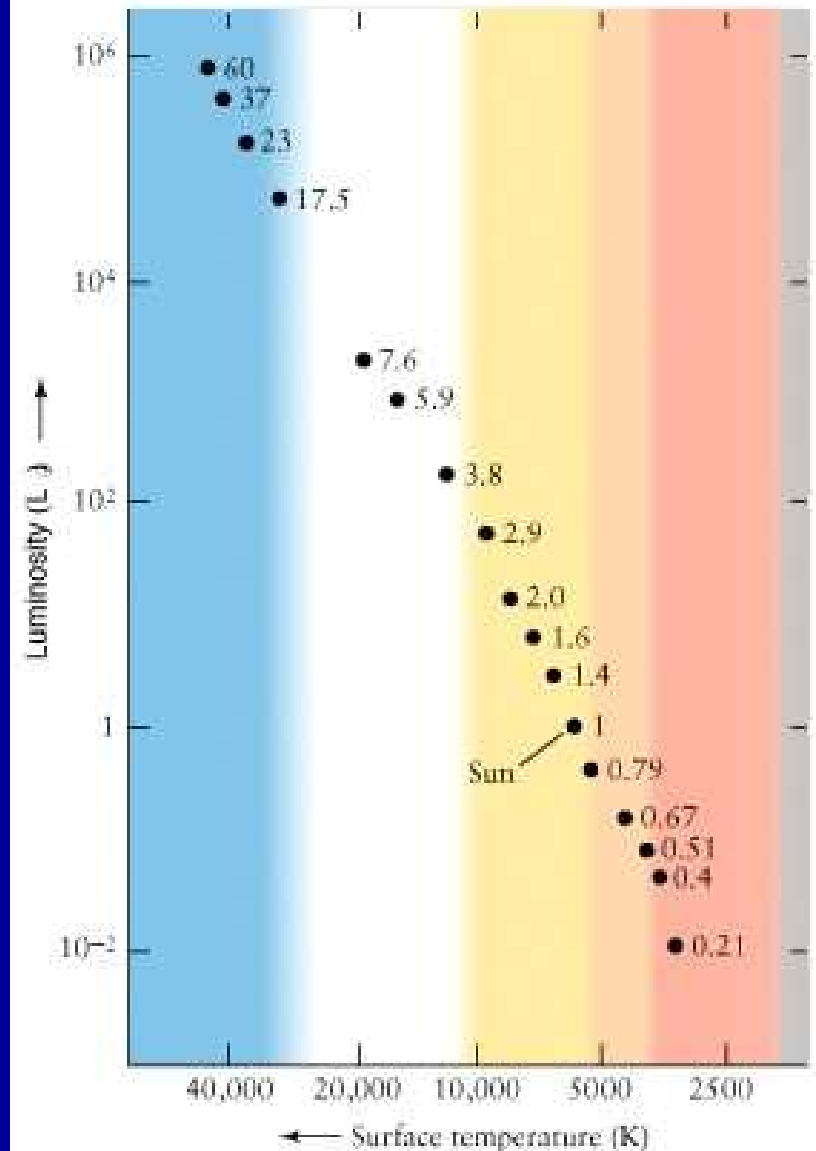


<http://www.physics.unc.edu/~evans/pub/A31/Lecture16-Stars/>



Universidade da Madeira

Existe uma relação direta entre massa e luminosidade para estrelas da sequência principal.



Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





Universidade da Madeira

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 2012/2014