

**Texto: José Ribeiro**  
**Astrónomo Amador desde que sabe de si**  
**Membro fundador do Grupo Atalaia**  
**Membro fundador do Convento Group, para o estudo de astrofísica estelar**  
**Membro do ARAS Group, Astronomical Ring for Access to Spectroscopy**  
**Proprietário e autor do site "Astrofísica Amadora/Amateur Astrophysics"**  
**Divulgador de Astronomia há mais de 20 anos**  
**Master of Science in Astronomy pela Swinburne University of Technology, Hawthorn, Austrália**  
**Publicações científicas (SAO/NASA Astrophysics Data System):**  
 Hyperlink - [http://adsabs.harvard.edu/cgi-bin/nph-abs\\_connect?library&libname=zerib57&libid=4f-0cb4d7fa](http://adsabs.harvard.edu/cgi-bin/nph-abs_connect?library&libname=zerib57&libid=4f-0cb4d7fa)

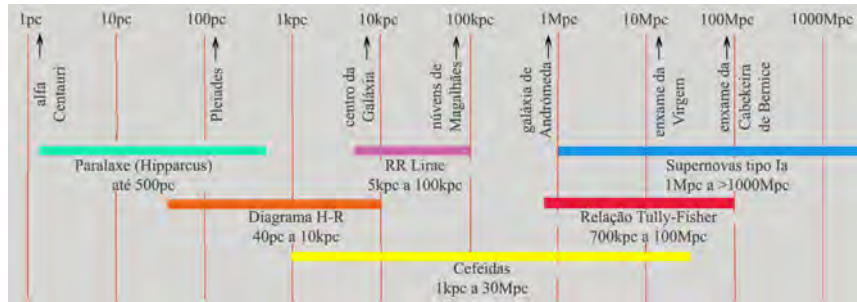
## Números e Distâncias em Astronomia

O Homem dificilmente consegue perceber grandezas que transcendam a sua própria escala. Por esse motivo, é frequentemente leviano quando se refere ao muito grande e ao muito pequeno. É comum ouvirmos notícias de economia ou de astronomia onde o "billion" (mil milhões) é traduzido por "bilião" (um milhão de milhões), um erro com um factor de mil. É como se dissessemos doutamente "nestas férias a minha mulher engordou duas toneladas", e os que nos ouvissem aceitassem isso com naturalidade!

Em ciência é normal representar os números muito elevados em notação científica,  $X \times 10^n$ , em que "X" é um número maior ou igual a 1 e menor que 10, e "n" representa o número de dígitos a seguir à parte inteira de X (ex:  $2\,500\,000 = 2,5 \times 10^6$ ). Também são usados os prefixos kilo (k,  $10^3$ ), mega (M,  $10^6$ ), giga (G,  $10^9$ ), tera (T,  $10^{12}$ ), peta (P,  $10^{15}$ ), exa (E,  $10^{18}$ ), zetta (Z,  $10^{21}$ ) e yotta (Y,  $10^{24}$ ), por ex:  $2,5 \times 10^9 \text{J} = 2,5 \text{GJ}$ .

28 / Sirius Julho 2015

## Números e Distâncias em Astronomia



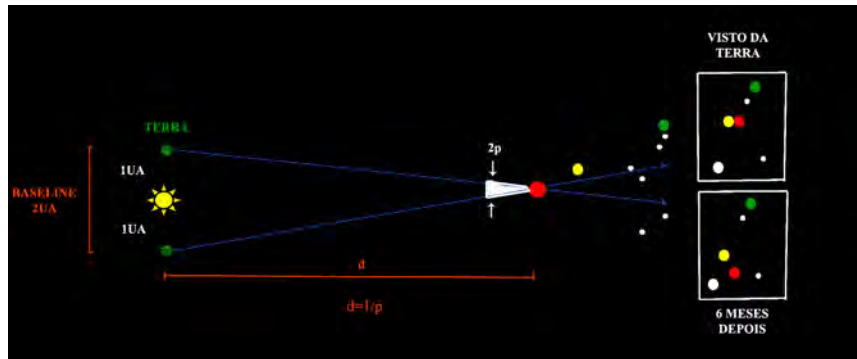
**Figura 1 - A escada das distâncias. Cada método de determinação de distância tem o seu intervalo de eficácia. (adaptado de "Universe" de Freedman & Kaufmann)**

Em astronomia, muitas grandezas são apresentadas não como as dadas pelos sistemas de unidades, mas relativas a objectos cujas características são conhecidas. Por exemplo, a luminosidade de uma estrela ou a sua massa podem ser representadas relativamente à luminosidade ou massa do Sol, em vez dos Watts ou quilogramas respectivos. Na realidade é mais "legível" dizer que Vega tem uma luminosidade 50x superior à do Sol e uma massa  $2,135 \times M_{\text{sol}}$  em vez de  $1,923 \times 10^{28} \text{W}$  e  $2,246 \times 10^{30} \text{kg}$ .

As unidades de distância usadas em astronomia são a Unidade Astronómica (UA), o ano-luz (a.l.) e o parsec (1 pc = 3,26 a.l.). A Unidade Astronómica representa a distância média da Terra ao Sol, em que o ano-luz é a distância que a luz percorre durante um ano, e o parsec é a distância a que um astro está para se obter uma paralaxe de um segundo de arco, com uma linha de base de uma Unidade Astronómica (ver abaixo).

com cada olho, vemos que o polegar muda de posição relativamente ao cenário mais distante. A distância entre os dois olhos, a linha de base, vai provocar a variação do ângulo de visão. Se fotografarmos um campo de estrelas e o voltarmos a fotografar seis meses depois, vamos obter o mesmo efeito em que as estrelas mais próximas, tal como o polegar, se vão deslocar relativamente às estrelas mais distantes. Neste caso, a linha de base são duas Unidades Astronómicas. A distância em parsecs é o inverso de metade do ângulo medido em segundos de arco. Este método é válido para distâncias até 500 pc, se forem usados satélites astrométricos livres da turbulência atmosférica. A título de referência, a nossa Galáxia tem cerca de 31 kpc lés-a-lés, e nós estamos a cerca de 8,5 kpc do seu centro.

Pelo estudo espectrográfico das estrelas é possível determinar a sua temperatura e potência radiante (luminosidade). Podemos assim distribuir



**Figura 2 - Paralaxe. Um parsec é a distância a que temos de estar para vermos uma unidade astronómica com um ângulo de um segundo de arco.**

As distâncias no sistema solar são determinadas por radar, e pelas leis de Kepler e de Newton, sabendo que o quadrado do período de translação é proporcional ao cubo da distância média ao Sol ( $P^2 \propto d^3$ ).

Para determinar as distâncias a estrelas próximas é usado o método da paralaxe. Se esticarmos o braço com o polegar erguido e olharmos alternadamente

as estrelas num gráfico com a temperatura em abcissas e a luminosidade em ordenadas, o diagrama de Hertzsprung-Russell. Se conhecermos a luminosidade (L) de uma estrela e medirmos o brilho (b) que chega até nós, podemos determinar a sua distância (d) através da relação  $L = 4\pi d^2 b$ . Na realidade, a determinação processa-se de uma forma um pouco mais complicada, mas foge ao âmbito de um artigo de divulgação. Através do





diagrama de Hertzsprung-Russell conseguem determinar-se distâncias até 10 kpc.

Existe um determinado grupo de estrelas variáveis cujo período de variação do brilho está relacionado com a sua luminosidade. É o caso das RR Lirae e das Cefeidas, que pelo mesmo princípio da relação luminosidade vs. brilho nos permite determinar a sua distância. Aqui já conseguimos determinar distâncias até 100 kpc (RR Lirae) e 30 Mpc (Cefeidas). As Cefeidas permitem assim determinar com bastante precisão a distância a galáxias que as contenham.

Ainda pelo mesmo princípio da luminosidade vs. brilho temos para grandes distâncias a detecção de Supernovas do tipo Ia. É a disrupção nuclear de uma anã branca que ao canibalizar uma companheira atinge uma massa de 1,4 massas solares. Como a reacção nuclear se dá numa massa determinada, sabe-se com alguma precisão a luminosidade resultante. Este método permite medir até 1000 Mpc.

Um método menos preciso postula que a velocidade de rotação das galáxias espirais está directamente relacionada com a sua dimensão, pelo que também aqui se pode inferir a luminosidade da galáxia. Este método conhecido como relação Tully-Fisher permite calcular distâncias até 10 Mpc, mas com incertezas da ordem dos 40%.

Edwin Hubble descobriu que as galáxias distantes se afastam da nossa a velocidades tanto maiores quanto mais longe se encontram. O afastamento provoca um desvio das linhas espectrais para comprimentos de onda maiores, o redshift  $Z = (\lambda - \lambda_0) / \lambda_0$  (ver figura).

A velocidade (v) está relacionada com Z da seguinte forma:

$v = Z \times c$  para  $Z < 0,1$  e  $v = c \times \frac{[(Z+1)^2 - 1]}{[(Z+1)^2 + 1]}$  para  $Z > 0,1$ , sendo c a velocidade da luz. A constante de Hubble  $H_0$  é dada em km/s por Mpc (a cada Mega parsec de distância a velocidade de afastamento aumenta  $H_0$  km/s). O seu valor não está definitivamente estabelecido mas postulando o princípio do Universo há 13,8 mil milhões de anos, então  $H_0 \approx 72$ . Sabendo a velocidade de afastamento e  $H_0$ , e sabendo que  $d = v / H_0$ , calcula-se então a distância d à galáxia.

Recentemente foi anunciada a descoberta da galáxia CR7, acrónimo de "Cosmological Redshift 7", ou seja,  $Z=7$ ! Aplicando as fórmulas:

$$v = 3 \times 10^5 \times \frac{(8^2 - 1)}{(8^2 + 1)} \approx 290769 \text{ km/s}$$

$$d = v / H_0 = 290769 / 72 = 4038 \text{ Mpc} \approx 13,2 \text{ mil milhões de anos-luz}$$

É caso para dizer que o CR7 vai longe! ✈

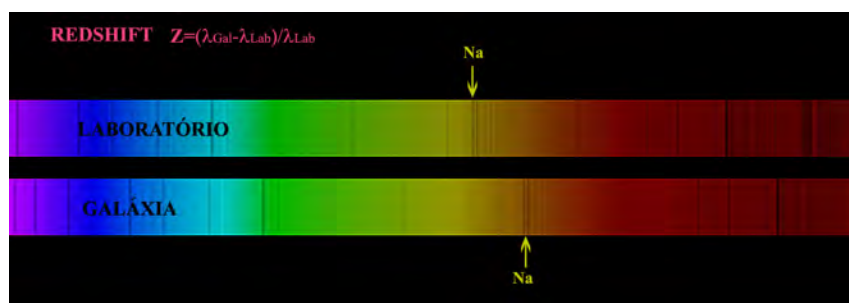


Figura 3 - O Redshift. As linhas de Sódio desviam-se para o vermelho no espectro da galáxia que se afasta. Desviam-se tanto mais quanto mais longe a galáxia estiver. O espectro do laboratório é capturado de uma fonte imóvel.

### SWISS APRESENTA A CONFIGURAÇÃO INTERNA DOS SEUS NOVOS BOEING 777-300ER

Em Janeiro de 2016 a companhia aérea Swiss vai começar uma nova era na sua história, especificamente no que se refere à frota de longo curso, com a chegada do primeiro dos nove Boeing 777-300ER encomendados pela empresa. Os novos aviões vão ter capacidade para 340 lugares e apresentam uma cabine de última geração para as três classes: com oito lugares em First Class, 62 em Business Class e 270 na Economy Class. Como novidade será instalado a bordo o acesso à internet sem fios.

O Boeing 777-300ER vai estar operacional a partir do Verão de 2016 nas rotas para a Ásia, América do Sul e costa oeste de Estados Unidos. A renovação da frota de longo curso tem lugar a partir de 2016, fazendo parte da estratégia desenhada pela Swiss, no sentido de se tornar numa companhia da nova geração.

A entrada gradual dos nove Boeing's 777-300ER ao serviço terá início no princípio do próximo ano, e como resultado disso a Swiss vai criar um total de 360 postos de trabalho para pessoal de cabine durante os próximos anos.

Com a entrada ao serviço do Boeing 777-300ER, a Swiss passa a cobrir um serviço non-stop nos voos mais longos na rede da companhia, com partida da Suíça. Na época do Verão de 2016 estes aviões vão operar principalmente nas rotas de Hong Kong, Bangkok e Los Angeles.

Para já a Swiss irá substituir seis dos seus A340 mais antigos pelos B777-300ER, sendo estes aviões da Airbus retirados da frota da Swiss e devolvidos à empresa de leasing, algo que acontecerá assim que a construtora americana começar a entregar os aviões. Entre os anos de 2017 e 2018 os restantes três A340 serão substituídos pelo 777-300ER, e terão como destino a Edelweiss, uma companhia subsidiária da Swiss.

Nas três classes destes novos aviões, que irão atender aos mais altos padrões de conforto e estética, conforme garante a Swiss, estará ainda patente o logotipo da companhia. Na First Class cada lugar individual pode ser transformado numa suite privada, com um ecrã de 32 polegadas disponível, o maior da indústria da aviação. Outra das comodidades que esta classe apresenta são os estores eléctricos, que se somam a um armário individual,

completando assim um leque de confortáveis pormenores.

No que respeita aos passageiros da Business Class, estes irão disfrutar de um produto que tem sido desenvolvido e aperfeiçoado com base nas sugestões dos clientes. Nesta medida, os assentos estão distribuídos de forma a oferecer o máximo de privacidade e liberdade de movimentos aos passageiros, e o grau de firmeza de cada almofadada, inclusivamente, é ajustável individualmente. Além disso, todos os lugares da Swiss Business Class podem converter-se numa cama com mais de dois metros de comprimento.

Em relação à classe económica, esta conta com a nova tecnologia de regulação da almofada de cabeça da cadeira, para uma melhor adaptação ao passageiro, permitindo-lhe, assim, um maior descanso, e com um ecrã tátil de maiores dimensões.



Foto: Boeing

