

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Astronomia Fundamental 2011/01

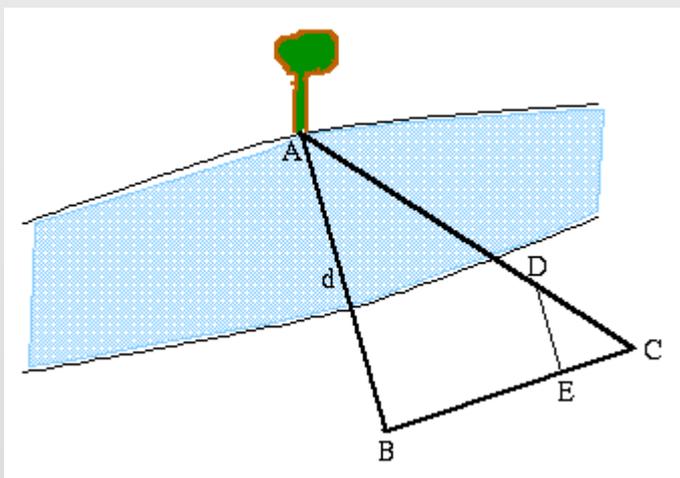
Prof^a.: Daniela

**Paralaxe Solar e a Escala de distâncias
astronômicas**

Arthur P. O. Bastos

Determinação de distâncias

- Em astronomia, os objetos de estudo estão sempre muito distantes.
- Na maioria das vezes, os astrônomos precisam obter informações sobre os astros sem poder tocá-los ou colher amostras para realizar experimentos. Assim, foram desenvolvidos muitos métodos para obter informações sobre os corpos celestes, entre eles, como determinar a distância que um corpo está da Terra.
- O método mais comum para se medir distâncias grandes, a pontos inacessíveis, é a triangulação.



Tomando a árvore como um dos vértices, construímos os triângulos semelhantes ABC e DEC .

BC é a linha de base do triângulo grande, AB e AC são os lados, que são as direções do objeto (a árvore) vistas de cada extremidade da linha base. Logo,

$$\frac{AB}{BC} = \frac{DE}{EC}$$

Como podemos medir BC , DE e EC , podemos calcular o lado AB e então, conhecer a distância da árvore.

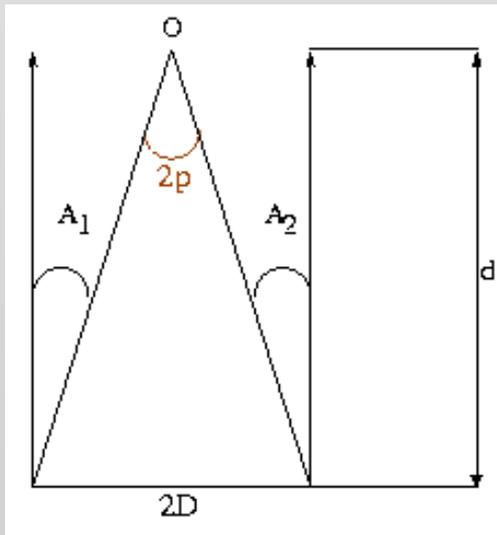
Vemos que a direção da árvore, vista de B , é diferente da direção da árvore vista de C .

Esse deslocamento aparente na direção do objeto observado devido à mudança de posição do observador chama-se **paralaxe**.

Em astronomia, costuma-se definir a paralaxe como a metade do deslocamento angular total medido.

Suponha que o ponto O seja o objeto cuja distância queremos medir. $2D$ é a linha de base do triângulo, e os ângulos A_1 e A_2 são os ângulos entre a direção do objeto visto de cada extremidade da linha base e a direção de um objeto muito mais distante, tomado como referência.

Pela trigonometria, sabemos que



$$\tan(p) = D/d$$

Como p é conhecido ($p = (A_1 + A_2)/2$) e D também é conhecido, podemos medir a distância d .

Para ângulos pequenos (p menor que 4 graus) a tangente de p pode ser aproximada pelo próprio valor de p , então

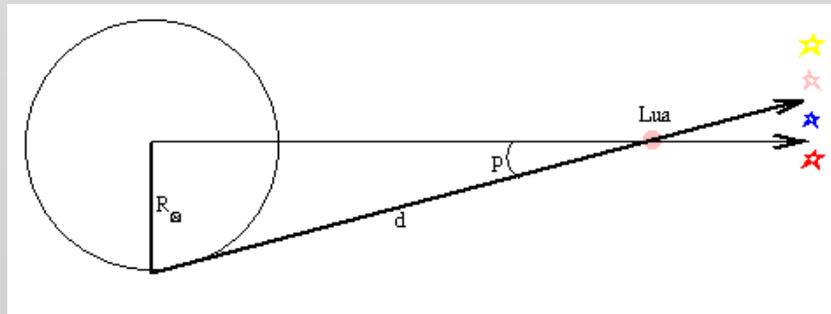
$$d = D/p(\text{rad})$$

Paralaxe geocêntrica e heliocêntrica

Como os objetos astronômicos estão muito distantes, é necessário escolher uma linha de base muito grande.

Paralaxe Geocêntrica

- Para medir a distância da Lua ou dos planetas mais próximos, por exemplo, pode-se usar o diâmetro da Terra como linha de base.

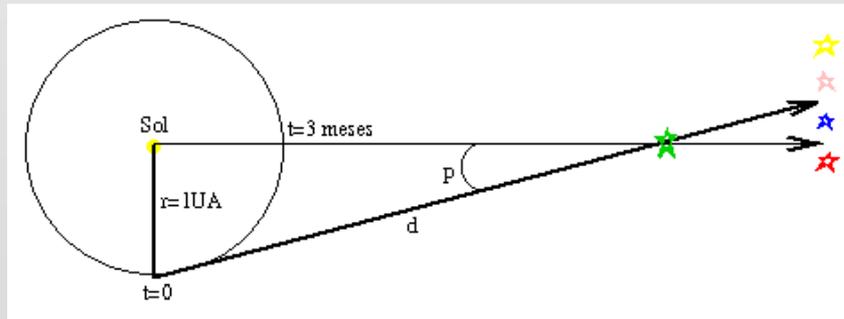


$$p(rad) = \frac{R_{Terra}}{d} \longrightarrow d = \frac{R_{Terra}}{p(rad)}$$

<http://astro.if.ufrgs.br/dist/dist.htm>

Paralaxe Heliocêntrica

- Para medir a distância de estrelas próximas, usa-se o diâmetro da órbita da Terra como linha de base.



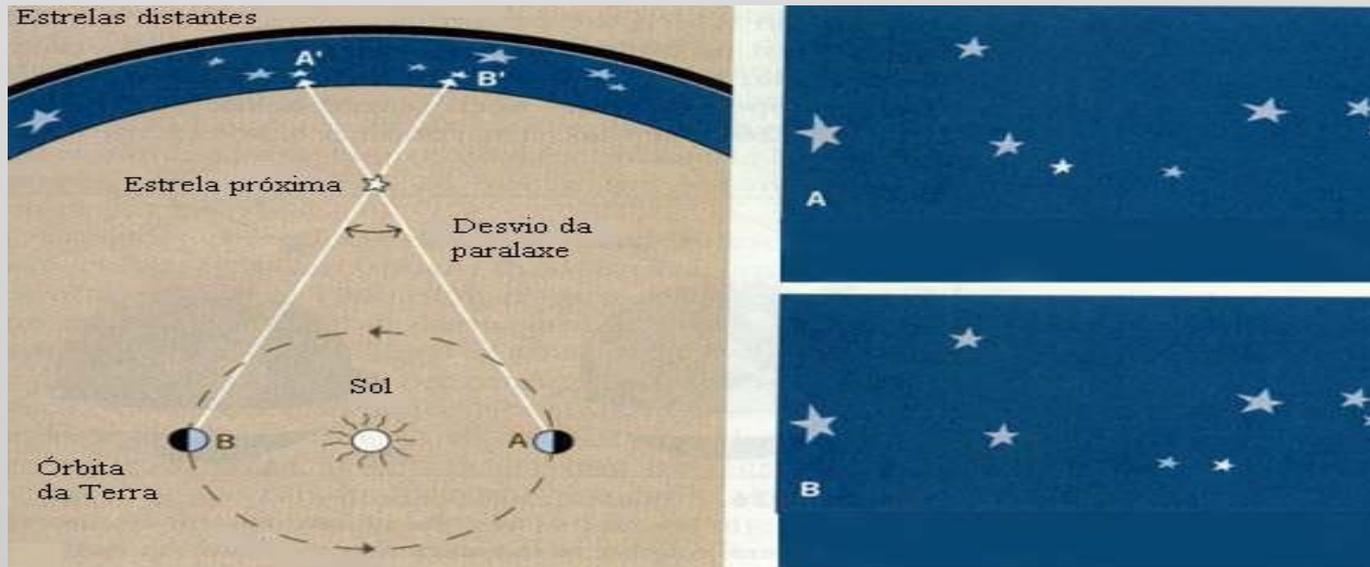
<http://astro.if.ufrgs.br/dist/dist.htm>

À medida que a Terra gira em torno do Sol, podemos medir a direção de uma estrela em relação às estrelas de fundo quando a Terra está de um lado do Sol, e tornamos a fazer a medida seis meses mais tarde, quando a Terra está do outro lado do Sol. A metade do desvio total na posição da estrela corresponde à *paralaxe heliocêntrica*, que é expressa por:

$$p(\text{rad}) = \frac{\text{raio da órbita da Terra}}{d} \longrightarrow d = \frac{1UA}{p(\text{rad})}$$

As primeiras distâncias estelares determinadas

- Em 1838, o astrônomo alemão Friedrich Bessel (1784 - 1846) calculou a distância até a estrela Cygni. Ele o fez determinando sua paralaxe. Para calcular a distância, Bessel teve de fazer medições cuidadosas de sua posição em relação a duas estrelas menos brilhantes e, presumivelmente mais distantes, como observadas de lados opostos da órbita terrestre.



- Pouco antes de Bessel determinar a paralaxe de 61 Cygni, Thomas Henderson (1798-1844), nativo da Escócia, observando na África do Sul, decidiu estudar a paralaxe da estrela alpha Centauri.

Ao contrário de Bessel, o critério de escolha da estrela a ser estudada incidu no brilho, descartando o movimento próprio da estrela.

Ironicamente, embora Henderson, na realidade, determinara a paralaxe de alpha Centauri antes de Bessel detectar a paralaxe estelar de 61 Cygni, Henderson não anunciou os seus resultados até regressar à Grã-Bretanha em 1839. Perdeu assim para Bessel uma entrada nas páginas da história



- Nascido em Abril de 1793, William Struve tornar-se-ia o fundador e primeiro diretor do Observatório de Pulkovo (cerca de 20 quilômetros a Sul de São Petersburgo).

Tendo dedicado grande parte da sua vida a estudar estrelas duplas, das quais elaborou um catálogo com mais de 3100 casos, pode considerar-se que o seu trabalho de maiores consequências para o progresso da astronomia foi a determinação do valor da paralaxe da estrela Alpha Lyrae.

William Struve teve de ser capaz de medir apenas alguns centésimos de segundo, de onde se deduziu uma distância próxima de 30 anos-luz, valor que se aproxima muito do encontrado com as modernas tecnologias para determinação de distâncias. Iniciava-se assim um período de aplicação do método das paralaxes para obter distâncias às estrelas, método esse limitado às mais próximas, devido à impossibilidade de, com rigor, medir ângulos muito pequenos.

A estrela Alpha Lyrae foi, provavelmente, a primeira a ter a sua paralaxe determinada, em 1837, por Struve. Porém, seu trabalho foi publicado apenas em 1840, por esse motivo sendo a observação de Bessel considerada como a primeira.



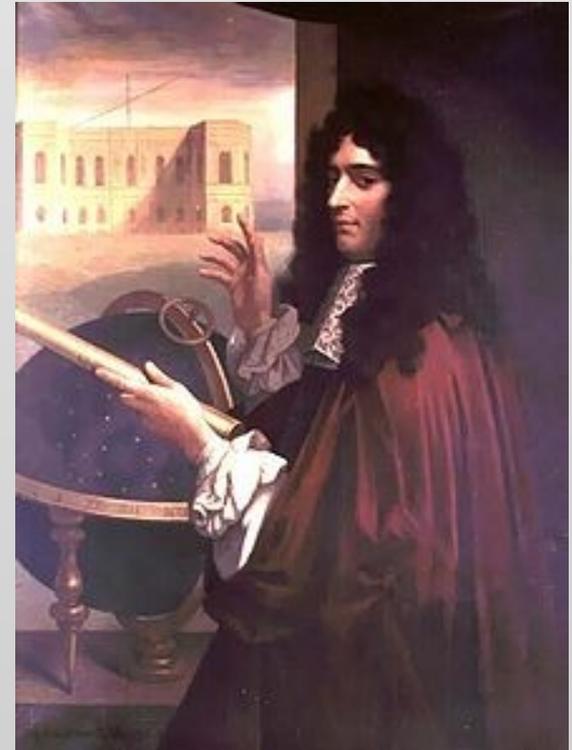
A unidade astronômica

A unidade mais adequada para medir distâncias dentro do sistema solar é a unidade astronômica (UA), que é a distância média da Terra ao Sol.

Em 1 de outubro de 1672, Marte estava muito próximo da estrela Aquari e, também, próximo do perigeu. Com as observações simultâneas de Jean Richer (1630 – 1696) em Cayenne, na Guiana Francesa, Jean Picard (1620-1682) e Olaus Roemer(1644-1710) em Paris, Giovanni Cassini (1625-1712) estimou a paralaxe observada como sendo de 18". Considerando que Marte está a 1,52 UA do Sol, conforme determinado por Copérnico, Cassini estimou a unidade astronômica como sendo 140 milhões de km.

O valor atual é de $1,496 \cdot 10^8$ km.

$$1 \text{ UA} = 1,496 \cdot 10^8 \text{ km.}$$



O ano-luz

O ano-luz (AL) é a distância percorrida pela luz em um ano. Essa distância equivale a:

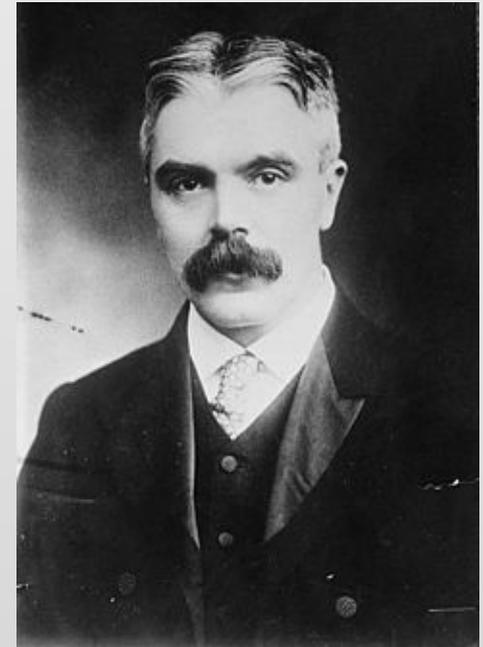
$$1 \text{ AL} = \text{velocidade da luz} \times 1 \text{ ano} = 2,9979 \cdot 10^5 \text{ km/s} \cdot 3,1557 \cdot 10^7 \text{ s}$$

$$1 \text{ AL} = 9,46 \cdot 10^{12} \text{ km.}$$

O parsec

A palavra parsec surgiu da contração das palavras "parallax" (paralaxe) e "second" (segundo). A palavra surgiu pela primeira vez em um artigo astronômico em 1913, numa nota de rodapé, na qual Frank Watson Dyson expressa preocupação em adotar um nome para representar a distância das estrelas a partir de suas paralaxes.

Um parsec é a distância de um objeto tal, que um observador nesse objeto veria o raio da órbita da Terra com um tamanho angular de 1", ou, em outras palavras, é a distância de um objeto que apresenta paralaxe heliocêntrica de 1".



Bibliografia:

- OLIVEIRA, Kepler; SARAIVA, Maria de Fátima. Astronomia e Astrofísica. Ed. Livraria da Física, 2004.
- <http://astro.if.ufrgs.br/dist/dist.htm>
- Google.