



Projecto "Com a Cabeça na Lua"
OASA - Observatório Astronómico de Santana Açores

Paralaxes - encontrar distâncias Estelares

Nota : este kit deverá ser utilizado em conjunto com o(s) kit(s) que permitem construir um astrolábio ou um sextante. Pode também beneficiar do Kit que permite ter a percepção de profundidade ou construir modelos tridimensionais de constelações.

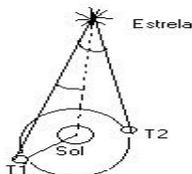
A maior parte das distâncias astronómicas são tão grandes que obter medidas directas torna-se impossível. Uma das formas para se conseguir medir estas distâncias é recorrendo ao ângulo da Paralaxe.

Factos e conceitos

- a paralaxe é o ângulo de desvio aparente que um objecto sofre devido ao deslocamento do observador;
- a paralaxe é directamente proporcional à mudança de posição do observador relativamente ao objecto e permite medir, de forma indirecta, a distância a esse objecto;
- a percepção de profundidade depende da paralaxe;
- A paralaxe Estelar é o desvio angular aparente na posição da estrela quando esta é observada a partir da Terra e é devida à alteração da posição da Terra na sua órbita em torno do Sol à medida que o ano decorre; geralmente faz-se uma 1ª medição da posição da Estrela numa dada data e 6 meses depois volta-se a repetir a medição – o ângulo obtido permitirá calcular a distância à estrela.

Como medir a paralaxe de uma estrela

A imagem que se segue representa a posição da Terra, na sua órbita em torno do Sol, em dois momentos separados por um intervalo de 6 meses.



T1 : posição da Terra no momento da 1ª medição das coordenadas da Estrela

T2 : posição da Terra seis meses mais tarde em relação a T1

Utilizando um telescópio podem-se medir as coordenadas de um dado objecto num dado momento T1 e, depois, repetir o mesmo processo 6 meses mais tarde. Se a imagem da estrela for imprimida numa chapa fotográfica nos 2 instantes será possível verificar que, para os dois instantes, as duas imagens se apresentam deslocadas.

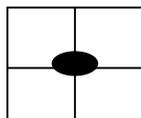


Imagem na placa quando a Terra se encontrava na posição T1

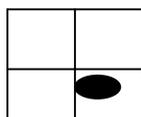


Imagem na placa quando a Terra se encontrava na posição T2

Medindo o ângulo entre as 2 imagens das chapas fotográficas (ângulo α) e dividindo por 2 obtém-se a paralaxe (ângulo de desvio δ); sabendo também a distância focal do telescópio (F), torna-se possível calcular a distância a que a estrela ou qualquer outro objecto observado se encontra da Terra.

As distâncias em Astronomia são sempre muito grandes e, como tal, tornou-se necessário introduzir “novas unidades”, isto é múltiplos do metro, que permitam trabalhar com números mais pequenos. Essas unidades são :

- a *Unidade Astronómica* (UA) que corresponde à distância média entre a Terra e o Sol ($a = 1UA = 1,49 \times 10^{11}$ m);
- o *ano-luz* (al) que corresponde à distância que uma partícula que viaje à velocidade da luz (velocidade da luz no vazio = $2,998 \times 10^8$ m/s) percorre num ano completo ($1 \text{ al} = 9,46 \times 10^{15}$ m);
- o *parsec* (pc) que corresponde à distância a que uma estrela com ângulo de paralaxe igual a 1" se encontra da Terra ($1 \text{ pc} = 3,1 \times 10^{16}$ m).

Para calcular a distância ao objecto observado usando o método da paralaxe, pode-se utilizar qualquer uma das unidades referidas. De seguida será resumido o método matemático que permitirá fazer os cálculos com a unidade parsec, podendo depois fazer-se a conversão para qualquer outra unidade recorrendo a uma regra de “3-simples”.

$$D = 1 / \delta$$

D = distância ao objecto em pc

δ = ângulo da paralaxe

$$\delta = \alpha / 2$$

$$\alpha = \text{Distância entre as 2 imagens das chapas fotográficas} / F$$

α = ângulo entre as duas imagens obtidas com o intervalo de 6 meses

F = distância focal do telescópio que se utilizou

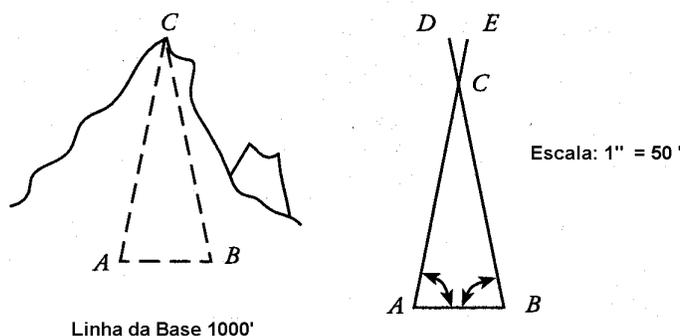
Dado que esperar 6 meses para se medir a posição do objecto a analisar é extremamente moroso, pode-se optar por fazer essas medições no próprio planetário;

Objectivos

- recorrendo a observações directas do desvio aparente de uma estrela do planetário os alunos poderão usar medições indirectas para determinar a distância da estrela ao solo ou qualquer outra linha de referência;
- Poder-se-á, também, utilizar o método da triangulação para determinar a altura ou a distância a qualquer objecto.

Procedimentos para a sala de aula

1. Os alunos podem começar por investigar um exemplo simples de desvio paraláctico: devem os mesmos colocar um dedo na linha de visão e olhá-lo alternativamente com um olho ou com o outro mantendo o outro fechado. Devem notar que a posição do dedo em relação ao fundo. Esticando e encolhendo o braço deverão notar se o aumento da distância entre o dedo e os olhos fazem aumentar ou diminuir o desvio paraláctico;
2. Para uma aplicação mais prática deste método, os alunos devem utilizar os kits que lhes permitem ter noção de profundidade ou construir modelos de constelações tridimensionais;
3. De seguida podem rever como se podem calcular distâncias a pontos inacessíveis recorrendo ao método da triangulação. Suponha-se que a distância a determinar é da base ao topo de uma montanha; isto pode ser feito colocando duas estações de observação em A e B, ambas separadas por uma distância conhecida que será considerada como a linha da base. Considerando o topo da montanha como sendo o ponto C, ficar-se-á, agora, com o triângulo ABC como mostra a figura que se segue



Na estação A, o ângulo \hat{A} é observado e medido entre as direcções B e C. Na estação B, o ângulo \hat{B} é observado e medido entre as direcções A e C.

Utilizando agora uma escala conveniente, desenha-se a linha AB da base e as linhas AE e BD são construídas em relação aos ângulos \hat{A} e \hat{B} , usando um transferidor para medir os ângulos. O ponto de intersecção entre AE e BD é o ponto C que corresponde ao topo da montanha. Se a escala foi bem feita, é agora possível medir no desenho, com alguma exactidão, a distância entre a base (linha AB) e o topo da montanha e depois converter, recorrendo novamente à escala, essa distância para as unidades reais.

4. Deve-se agora permitir que os alunos pratiquem este método calculando por exemplo a altura de uma torre ou um poste. Um outro método a que se pode

recorrer para resolver este tipo de problemas é a utilização de fórmulas trigonométricas.

Procedimentos para o Planetário

Iniciar a apresentação suspendendo (por exemplo recorrendo a uma vara de madeira) uma fonte luminosa a cerca de meio metro do centro da cúpula. O céu a apresentar será o correspondente à noite da data da visita.

1. Suspendendo toda a luminosidade no interior do planetário com excepção das estrelas e da fonte luminosa perguntar aos alunos como é que poderiam determinar qual a altura a que se encontra a fonte luminosa;
2. Quando forem sugeridos os métodos de medição indirecta como a paralaxe ou triangulação, deve-se prosseguir medindo a linha da base entre dois pontos opostos do planetário, medindo, da mesma forma, os ângulos entre a linha de base e a fonte luminosa. Estes ângulos podem ser medidos recorrendo a um sextante ou a um astrolábio. Finalmente a distância pode ser calculada através dos métodos já explicados para as actividades dentro da sala de aula;
3. Perguntar também aos alunos como é que se poderia medir a distância a uma estrela no planetário (os alunos nesta fase devem repetir o passo 2 deste procedimento);
4. Os resultados obtidos em relação à fonte luminosa e à estrela devem ser agora discutidos, bem como o que acontece ao ângulo da paralaxe para objectos cada vez mais distantes, isto é, quanto maior a distância ao objecto, maior ou menor o ângulo da paralaxe ?
5. Argumentar acerca da linha de base utilizada em Astronomia para determinar a distância a estrelas e utilizar um Atlas do Céu ou qualquer outra bibliografia que permita analisar o ângulo paraláctico para a(s) estrela(s) consideradas para o exercício anterior. Comparar o resultado experimental com o real.

Actividades de longo prazo

Utilizando um telescópio (se não existir na escola recorrer ao apoio técnico do OASA) aplicar o método explanado imediatamente no início desta dissertação para medir a distância a algumas estrelas.

Exercícios: calcular a distância a alguns objectos sabendo que o ângulo da sua paralaxe é :

- a) á centauro : $\delta = 0,76''$ (os dois apóstrofos a seguir aos nºs simbolizam segundos de arco e 1° equivale a $3600''$)
- b) Sírius : $\delta = 0,4''$
- c) Sol : $\delta = 18''$

O que se pode concluir quanto à relação ângulo paraláctico/distância ao astro ?



Patrocínio da Direcção Regional da Ciência e Tecnologia