

À VOLTA DO SOL...

Actividades destinadas aos alunos
do 3.º ciclo e do ensino secundário



ASTRONOMIA E INTERDISCIPLINARIDADE

A Astronomia tem vindo a ser progressivamente incluída nos *curricula* escolares, certamente pela convicção de que se trata de um domínio privilegiado para motivar trabalho teórico-prático e, simultaneamente, estabelecer pontes entre diversas áreas do conhecimento (como a História, a Literatura, a Geografia, a Geometria, a Matemática, as Ciências Naturais, a Biologia e as Ciências Físico-Químicas).

No entanto, o facto de os objectos mais notáveis no céu só serem observáveis durante a noite – período em que não é fácil o contacto directo com os alunos – limita o número e variedade de actividades possíveis de realizar, de forma que envolva a observação directa.

As propostas de actividades que a seguir se apresentam são sugestões para os professores e baseiam-se em experiências realizadas ao longo de alguns anos em diversas escolas do País, tendo, nos últimos tempos, constituído a base de projectos que envolvem os alunos de diferentes níveis escolares na produção de materiais, observações, registos e respectiva interpretação.

PROPOSTA DE ACTIVIDADE 1

Conta-se que o sábio Tales de Mileto terá surpreendido o faraó ao dizer-lhe que conseguiria saber a altura de certa pirâmide sem a subir. Para isso, precisaria apenas de espetar uma vara no chão e de esperar que a sua sombra fosse igual ao seu tamanho. Depois, bastaria medir a sombra da pirâmide e somar metade da medida da base. Estaria, assim, encontrada a altura da pirâmide!

Tales estaria a aplicar as actualmente designadas "proporções" entre os lados de triângulos semelhantes

$$\frac{\text{Altura da pirâmide}}{\text{Sombra da pirâmide}} = \frac{\text{Altura da vara}}{\text{Sombra da vara}}$$

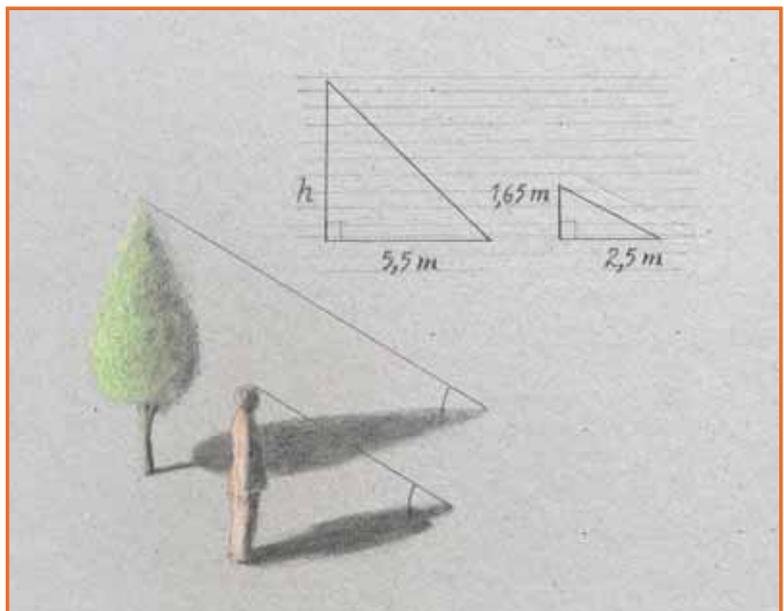
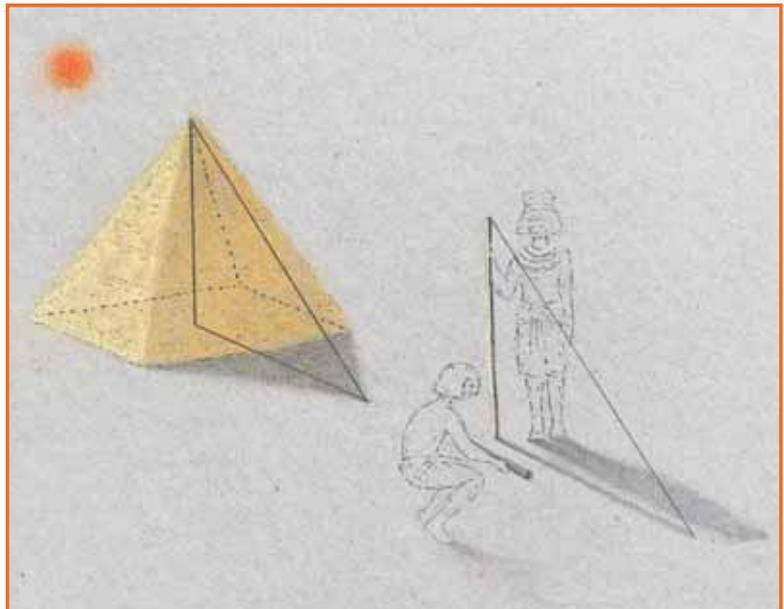
e a sugerir um método com que hoje poderemos levar os alunos a «divertirem-se» estabelecendo relações entre a altura de cada um e a de uma árvore ou torre de igreja.

$$\frac{\text{Altura da árvore}}{\text{Sombra da árvore}} = \frac{\text{Altura do rapaz}}{\text{Sombra do rapaz}}$$

ou seja, a medir a altura da árvore sem ter de a subir.

Simultaneamente, esta experiência poderá ser realizada com alunos de alturas consideravelmente diferentes ou mesmo com pequenos paus espetados no solo ou ainda com os suportes universais utilizados nos laboratórios de química para se verificar o paralelismo dos raios solares.

Nesta fase das actividades, fará já sentido falar da altura angular dos objectos, grandeza a medir em graus e cujo valor – para objectos próximos, como árvores ou edifícios – dependerá da distância entre o observador e o objecto observado.



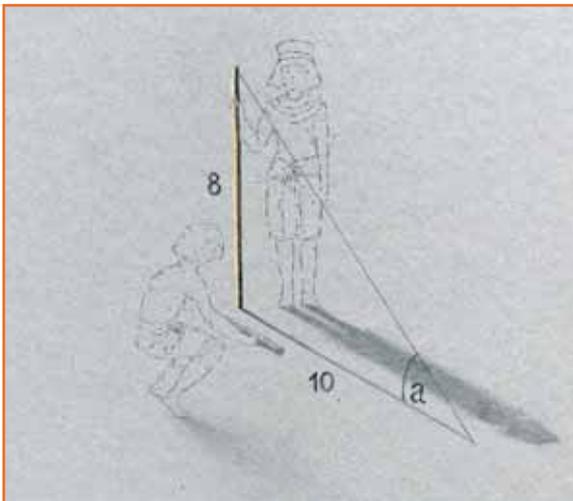
PROPOSTA DE ACTIVIDADE 2



Depois de aprenderem a medir a altura dos objectos, os alunos podem divertir-se a medir a altura do Sol. No entanto, este, por se encontrar extraordinariamente longe, apresentará uma altura – o ângulo formado entre o chão e a linha segundo a qual se avista – igual, quer se faça a medição num ou noutro extremo do recinto da escola. Por esta razão, é indiferente medir o ângulo ao nível do solo ou ao nível dos olhos de uma pessoa, de pé, pelo que os resultados obtidos serão os mesmos (excluindo os erros na leitura dos valores) quer a medição se faça com um transferidor (no chão), quer se utilize um astrolábio.

Alguns manuais escolares sugerem a construção de um astrolábio, utilizando uma fotocópia (adaptada) de um transferidor (em papel ou cartão), uma palhinha de beber refrescos, cola, um pedaço de fio e um peso.

Com alunos do final do 3.º ciclo e do ensino secundário, a tarefa de medir a altura do Sol pode ser concretizada aplicando conhecimentos de trigonometria, dado que o objecto (aluno, árvore ou suporte universal) vertical, a sombra e a linha ligando os dois extremos constituem um triângulo rectângulo. O quociente dos catetos dá a tangente do ângulo que se pretende avaliar e as máquinas de calcular têm, geralmente, uma tecla com a inscrição \tan^{-1} que dá o valor do ângulo.



No exemplo seguinte, o valor a pode obter-se pela expressão simples:

$$\tan a = \frac{\text{Cateto oposto}}{\text{Cateto adjacente}} = \frac{8}{10}$$

$$\Leftrightarrow \tan a = 0,8$$

$$\Leftrightarrow \tan^{-1} a = 38,66$$

Tratando-se de um objecto (exposto ao Sol) com a altura de 8 dm e cuja sombra fosse de 10 dm, deduzir-se-ia que a altura do Sol era – no momento da leitura – de 38,66°.

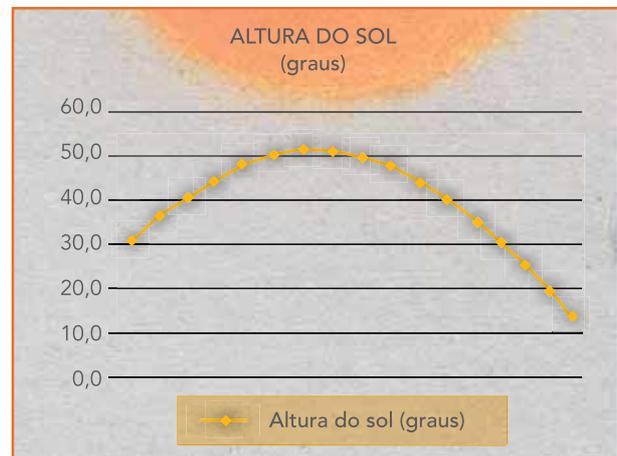
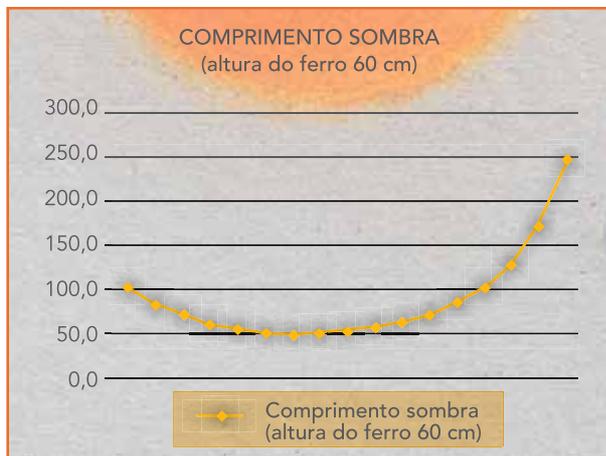
PROPOSTA DE ACTIVIDADE 3

1 - Uma vez dominadas as técnicas de medir alturas angulares e, preferencialmente, a produção dos instrumentos para efectuar as medições, poderá realizar-se um trabalho em determinada data ou – o que seria muito mais interessante – repetir a actividade ao longo do ano, envolvendo a altura do Sol e o comprimento da sombra de determinado objecto.

No exemplo ao lado apresenta-se um quadro de valores medidos em momentos aleatórios, ao longo de um período de certo dia.

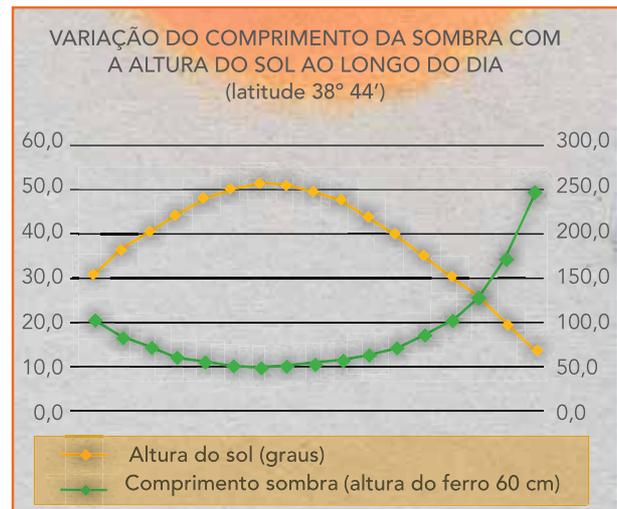
2 - Com estes valores poderá construir-se um gráfico cartesiano, mostrando a evolução do comprimento da sombra, ao longo do tempo, tarefa que se desenvolverá manualmente ou ... utilizando meios informáticos (Excel) :

HORAS	ALTURA DO SOL (GRAUS)	COMPRIMENTO SOMBRA (ALTURA DO OBJECTO 60 CM)
9:30	31,0	100,0
10:00	36,4	81,5
10:30	40,5	70,5
11:00	44,7	60,5
11:30	48,2	53,5
12:00	50,0	50,5
12:30	51,1	48,5
13:00	50,7	49,0
13:30	49,6	51,0
14:00	47,3	55,5
14:30	43,7	63,0
15:00	40,0	71,5
15:30	35,1	85,5
16:00	30,4	102,5
16:30	25,4	126,5
17:00	19,4	170,5
17:30	13,7	246,9



3 - De modo semelhante se representará a evolução da altura do Sol, com o tempo:

4 - A conjugação dos dois gráficos (novamente por processo manual e por meios informáticos), dará uma visão simultânea e tornará evidente o facto de o comprimento da sombra diminuir e a altura do Sol aumentar – até ao meio dia solar – e, a partir daí, se inverter a evolução, com a altura do Sol a diminuir e o comprimento da sombra a aumentar.



PROPOSTA DE ACTIVIDADE 4

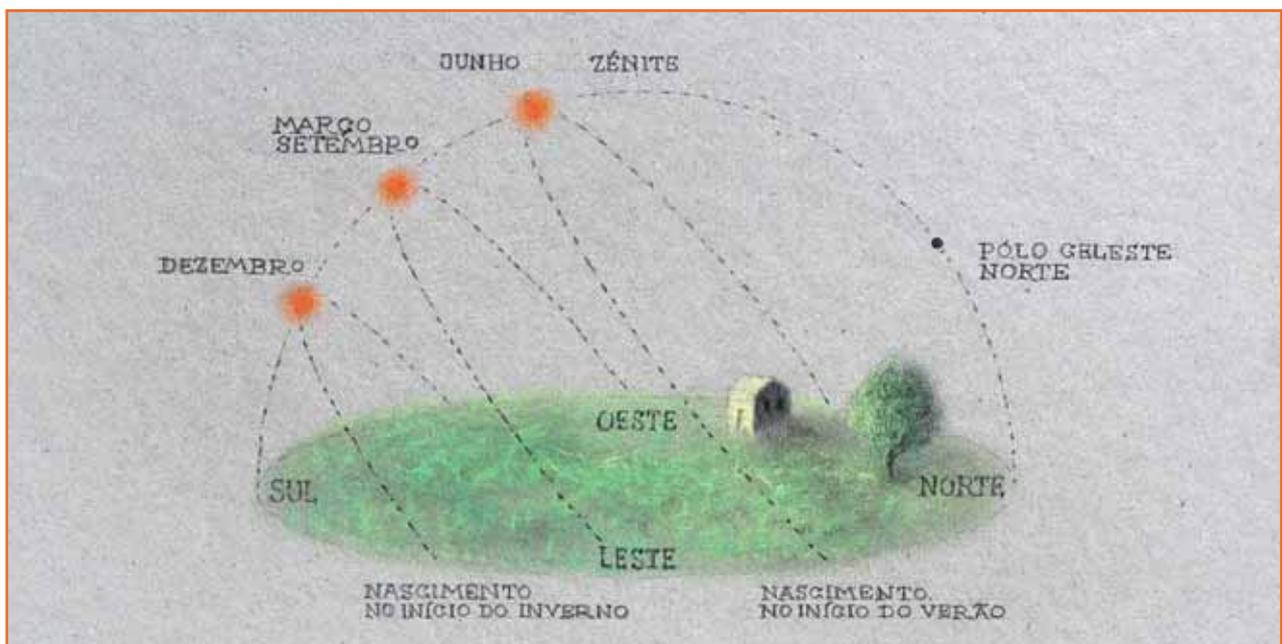
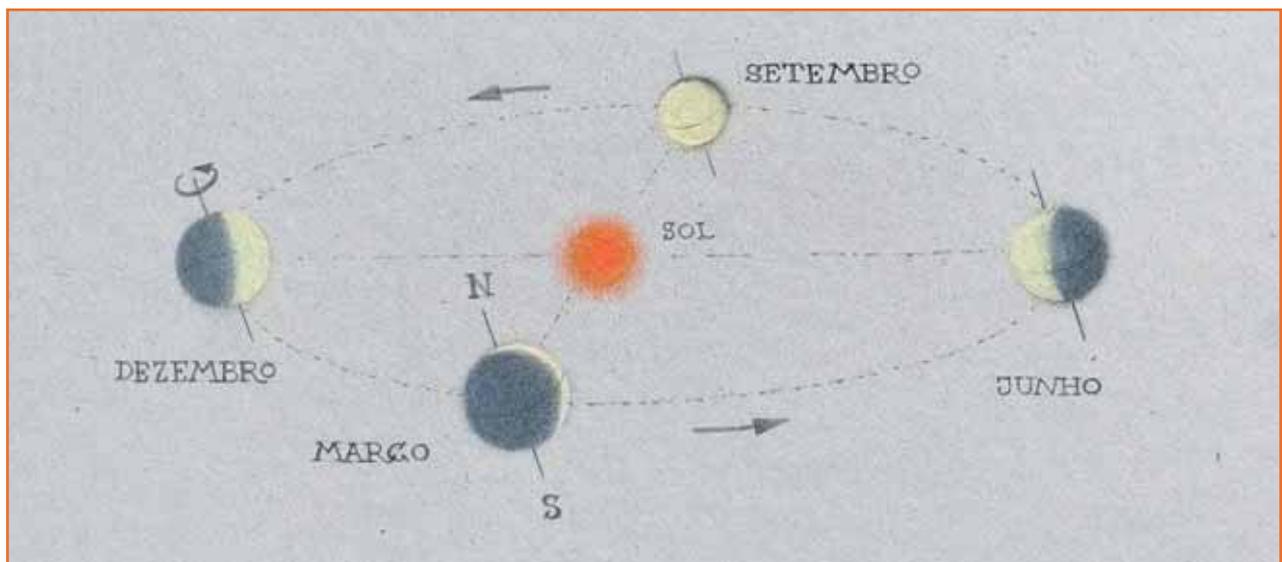
1 - Repetindo a operação proposta na actividade 3, 10 ou 15 dias depois, como serão os gráficos?

Naturalmente, a altura do Sol vai variando ao longo do ano (porquê?) e, conseqüentemente, o mesmo sucederá com as sombras, embora em sentido inverso.

Assim, a observação dos gráficos revelará um «afastamento» das curvas no período que vai de Dezembro a Junho e uma «aproximação» de Junho a Dezembro.

Causas? A inclinação da Terra na sua órbita em volta do Sol

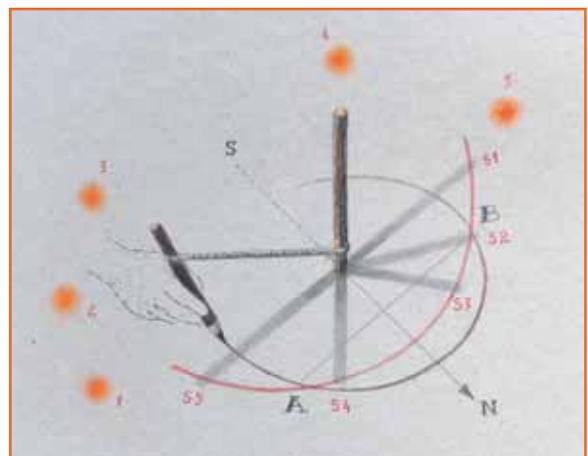
Consequências? Variação da altura do Sol e do aquecimento da superfície terrestre (estações do ano).



2 – Ao meio-dia solar, a altura do Sol é máxima (mas nunca 90 graus, nas latitudes de Portugal e em todos os lugares fora da região inter-tropical) e os comprimentos das sombras são mínimos (mas nunca nulos). Mas ... o meio-dia solar não coincide com o meio-dia dos relógios comuns (porquê?)

3 – Ao meio-dia solar, as sombras apontam para Norte e o Sol está «tombado» para Sul. Como achar o Norte?

Um método rigoroso, nada dispendioso e divertido, pode ser concretizado (em dias de céu limpo), com um pau espetado no chão ou um lápis num pedaço de esferovite, os quais servirão de ponteiro que vai mostrando a direcção e comprimento da sombra, à medida que o tempo passa. Assim, por exemplo, cinco posições do Sol – 1, 2, 3, 4 e 5 – (quanto maior for o número de registos maior será o rigor na determinação dos pontos cardeais) darão origem a igual número de pontos – S1, S2, S3, S4 e S5 –, correspondentes à extremidade da sombra. Depois, ligando todos estes pontos, obter-se-á uma linha (a vermelho) correspondente ao percurso da extremidade da sombra, sendo óbvio que o seu menor comprimento terá ocorrido entre as posições S3 e S4. No entanto, embora se saiba que tal circunstância se verificou ao meio dia solar e que, nesse momento, a sombra apontaria exactamente para Norte, não é evidente a referida direcção.



Para contornar a dificuldade trace-se uma circunferência (a castanho) – com um compasso se a base de marcação não é muito grande ou pelo método do jardineiro se se utiliza um espaço amplo – com um raio o maior possível mas de modo que intersecte a linha-percurso da sombra. Os dois pontos de intersecção (A e B) corresponderão aos momentos em que o comprimento da sombra era igual (o raio da circunferência), o que aconteceu, exactamente, tanto tempo antes como depois do meio-dia solar.

Depois, basta traçar a perpendicular ao meio do segmento AB para se obter a direcção Norte-Sul, linha que constituirá um diâmetro da circunferência desenhada anteriormente. A perpendicular ao ponto médio deste diâmetro dará a direcção Este-Oeste.

OUTRAS PROPOSTA

1. Será que a curva-percurso da sombra será coincidente, se representada em datas consideravelmente diferentes? Porquê?
2. E a curvatura das curvas será sempre a mesma?
3. E a concavidade das curvas será sempre no mesmo sentido?

PARA SABER MAIS

São frequentes as referências à época dos descobrimentos e aos métodos então utilizados para navegar, com a ajuda das estrelas. Os astrolábios foram adaptados à formação dos pilotos e à natureza das navegações que se pretendia realizar e eram, geralmente, graduados de zero a noventa graus, começando pelo zénite, para facilitar os cálculos. Assim, se determinada estrela se encontrava a 30 graus de altura, isto é, a linha segundo a qual se avistava e o horizonte faziam, entre si, um ângulo de 30 graus, a leitura no astrolábio indicava 60 graus. Significa isso que a altura era – nos astrolábios assim graduados – o complemento (a diferença para 90) do valor lido.



A mediclina é uma espécie de ponteiro móvel do astrolábio que se aponta para a estrela. Geralmente, existem duas pequenas peças sobre a mediclina, cada uma com um furo. Quando a estrela se avista através dos dois furos, simultaneamente, lê-se então o valor da altura (ou o seu complemento).

No caso do Sol, o que se fazia – e deve fazer-se, para evitar danos nos olhos – é projectar na mão ou num pequeno «ecrã» o ponto luminoso produzido pela luz, depois de ter passado pelos dois furos.

Dedica-se este destacável à Astronomia,
dando assim a Noesis o seu contributo para as comemorações
do Ano Internacional da Astronomia