

PARÁBOLAS E PARABÓLICAS . Nuno Crato

O Trânsito de Vénus

Dia 8 de Junho de 2004 observaremos uma passagem de Vénus em frente ao Sol, aquilo a que os astrónomos chamam *trânsito*. Durante algumas horas, ver-se-á um pequeno ponto negro atravessar o disco da nossa estrela. É um fenómeno a que já se tem chamado eclipse, mas impropriamente, pois a passagem do planeta nem obscurece significativamente o Sol nem é visível a olho nu. Como o diâmetro aparente de Vénus é apenas de 58 segundos de arco, portanto cerca de 33 vezes menor que o do Sol, para ver Vénus é necessário olhar cuidadosamente para o disco solar com óculos especiais ou com binóculos e telescópios munidos de filtros apropriados.

O fenómeno não é espectacular, mas é curioso. O que o transforma num evento especial é a sua raridade. Até hoje apenas foram observados seis trânsitos de Vénus, o último dos quais em Dezembro de 1882. Não há nenhum ser vivo sobre o nosso planeta que alguma vez tenha visto Vénus atravessar-se em frente do Sol. E quem não tenha a sorte de o ver em 2004 terá de deslocar-se ao Oriente para o observar em 2012. Depois disso, o planeta só voltará a interpor-se entre nós e o Sol em 2117. Demasiado tarde para todos nós.

Trânsitos de planetas em frente ao Sol podem observar-se para Vénus e para Mercúrio, e só para estes, pois os restantes planetas nunca se interpõem entre nós e o Sol.

O primeiro astrónomo a prever um destes fenómenos foi Johannes Kepler (1571-1630), que nas suas *Tabelas Rudolfinas* de 1627 anunciou um trânsito de Mercúrio em 7 de Novembro de 1631 e um de Vénus em 6 de Dezembro do mesmo ano. Este último, contudo, não seria visível da Europa, pois ocorreria a horas em que o Sol estava abaixo do horizonte para observadores neste continente.

Antes de Kepler e da sua descoberta das órbitas elípticas dos planetas, não se tinha conseguido atingir precisão suficiente no cálculo das posições dos astros para se poder fazer tais previsões. O grande astrónomo polaco morreu em 1630, mas o francês Pierre Gassendi (1592-1655) se-

guiu as suas indicações e observou a passagem de um pequeno ponto em frente ao Sol, apenas com algumas horas de diferença em relação às previsões de Kepler. Tratava-se de Mercúrio, e Gassendi tornar-se-ia assim no primeiro ser humano a registar um trânsito planetário.

Passados poucos anos, um jovem inglês com especial talento para a matemática, de nome Jeremiah Horrocks (1619?-1641), refez os cálculos de Kepler, aperfeiçoando as estimativas. Horrocks tomou em consideração as dimensões do nosso planeta, coisa que o astrónomo polaco não tinha feito pois, numa primeira abordagem, bastava considerar a Terra como um ponto material. Horrocks descobriu assim que, em 4 de Dezembro de 1639, Vénus passaria de novo em frente do disco solar. Escreveu a William Crabtree (1610-1644), um jovem amigo com idêntico interesse pela matemática. No dia previsto, Horrocks e Crabtree testemunharam a passagem do planeta. Foram certamente as duas primeiras pessoas a observar o pequeno ponto escuro do planeta Vénus passar pelo Sol.

Passaram-se os anos e Edmond Halley (1656-1742) tem uma ideia genial: os trânsitos de Vénus poderiam ser aproveitados para medir a distância da Terra ao Sol, que na altura se conhecia com grande imprecisão. A sua ideia baseava-se numa engenhosa medida de paralaxe, ou seja, de desfasamento da posição do astro quando observado de locais diferentes. Mercúrio também poderia ser aproveitado para o mesmo efeito, mas como se encontrava muito mais perto do Sol, usá-lo era mais difícil.

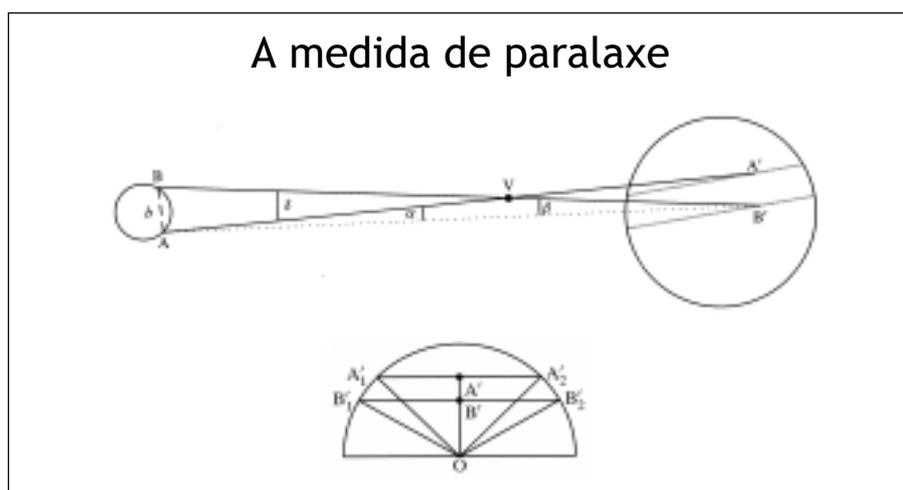
Foi preciso esperar mais de um século pelo próximo trânsito, que teve lugar em 1761. Na altura, mais de uma centena de cientistas de todo o mundo estavam mais preparados para tomar partido do evento. O esforço internacional foi centralizado em Paris pelo astrónomo Joseph-Nicolas Delisle (1688-1768). Em Portugal, Teodoro de Almeida e Miguel António Ciera fazem e registam observações.

Esta primeiro esforço resultou numa medida de paralaxe

de $8,43''$, bastante perto dos $8,78''$ que hoje se estimam. Oito anos depois, quando se registou o trânsito de 1769, os astrónomos ampliaram o esforço internacional iniciado por Delisle. O célebre Capitão Cook fez nessa altura a sua primeira grande viagem, precisamente para observar o trânsito do Taiti, num local ainda hoje conhecido como Ponto Vénus. Como resultado obteve-se uma medida ainda mais

exacta: $8,80''$.

Desde esse século heróico na história da astronomia, registaram-se dois outros trânsitos de Vénus, em 1874 e 1882, aperfeiçoando-se a medida de paralaxe para $8,79''$. Entretanto desenvolveram-se outros métodos de medida, nomeadamente aproveitando a oposição de Marte. A astronomia de posição obteve resultados tão precisos que o próximo



trânsito de Vénus não oferece já uma oportunidade para medir o sistema solar. Mas será certamente uma oportunidade histórica que nenhum de nós querará perder.

Em astronomia, define-se *paralaxe do Sol* como o desfasamento de posição angular desse astro quando observado sobre a Terra em dois pontos que distam entre si de um raio terrestre. Alternativamente, pode ser visto como metade do diâmetro angular da Terra se observada do Sol. Conhecendo a paralaxe solar e o raio terrestre, é possível calcular a distância da Terra ao Sol por simples triangulação.

A ideia de Halley para medir a paralaxe através de um trânsito pode ser visualizada através do gráfico que apresentamos. Acima e à esquerda aparece a Terra; à direita, o Sol. A posição de Vénus, V , observada de dois pontos diferentes, A e B , projecta-se sobre o disco solar em dois pontos diferentes, A' e B' . Ao longo do trânsito, esses dois pontos descrevem dois segmentos de recta, de A'_1 a A'_2 e de B'_1 a B'_2 , conforme se vê no semicírculo desenhado mais

abaixo. O segredo do método está no conhecimento da razão entre a distância da Terra ao Sol, d_{TS} , e da Terra a Vénus, d_{TV} , ou de Vénus ao Sol, d_{VS} , razão que se pode obter através da Terceira Lei de Kepler (quadrados dos períodos orbitais proporcionais aos cubos das distâncias).

Se a distância entre os pontos A e B sobre a Terra for de um raio terrestre, o ângulo β será precisamente a paralaxe solar, como atrás definida. De qualquer maneira, basta conhecer a distância de A a B e o ângulo β para calcular a distância entre os dois astros, d_{TS} . O método de cálculo que Halley propôs é tão simples quanto engenhoso.

Como os ângulos são muito pequenos, $\sin \theta \approx \theta$, na sua medida em radianos. Assumindo essa igualdade aproximada, vem $d_{TS} = b / \beta$ e $d_{TV} = b / \delta$, de onde $\beta = d_{TV} \delta / d_{TS}$. Por outro lado, $\alpha = A'B' / d_{TS} = d_{VS} \delta / d_{TS}$, de onde $\beta = \alpha d_{TV} / d_{VS}$. Então, usando esta expressão para β na primeira equação de d_{TS} , vem $d_{TS} = (b / \alpha) (d_{VS} / d_{TV})$. Estimando d_{VS} / d_{TV} pela Terceira Lei de Kepler, vem $d_{TS} = 2.611 b / \alpha$.