

# Pedro Nunes Matemático e Cosmógrafo

Elisa Figueira

Pedro Nunes (1502-1578) nasceu em Alcácer do Sal, viveu em pleno apogeu dos Descobrimientos Portugueses e foi uma referência na Europa como matemático e homem de ciência. Na sua obra, reflexo da época histórica em que viveu, desenvolveu soluções para diversos problemas inerentes à Arte de Navegar, tendo dado um valioso contributo para a Náutica Astronómica, facto reconhecido mesmo pelos seus críticos.

Em 1529 foi nomeado, por D. João III, cosmógrafo do reino e em 1547 cosmógrafo-mor do reino. De 1530 a 1533 ensinou, na Universidade de Lisboa, disciplinas como Filosofia, Lógica e Medicina, mas cedo abandonou estas disciplinas para se dedicar à Matemática, Física e Náutica. Foi professor de Matemática na Universidade de Coimbra, instituição que desfrutava de uma boa reputação na Europa e aí ministrou ensinamentos de Elementos de Geometria de Euclides, Aritmética, Cosmografia, Mecânica de Aristóteles e parte da obra *Almagesto* de Ptolomeu.

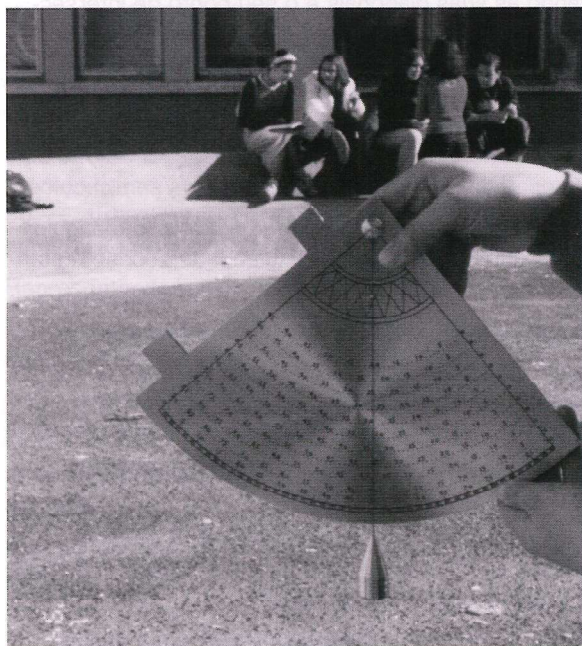


Figura 1. Alunos da E. S. D. Luísa de Gusmão a utilizar o nóvio.

A obra de Pedro Nunes é composta por traduções anotadas e textos originais.

Em 1537, publica a importante obra *Tratado da Sphera*, que integrava três obras traduzidas do latim:

- *Tratado da Esfera* do monge inglês Sacrobosco
- *Teoria do Sol e da Lua* de Purbachio
- *Livro I da Geografia* de Ptolomeu

que enriqueceu com observações da sua autoria e duas obras originais:

- *Tratado em defensão da carta de marear*, onde Pedro Nunes definiu condições para a construção de mapas, apresentou o processo para determinar a declinação magnética, apoiado em observações solares, bastante utilizado na navegação do séc. XVI, e o processo para determinação de latitudes baseado nas alturas extrameridianas do Sol.
- *Tratado sobre certas dúvidas de navegação* que contém respostas dadas a dúvidas colocadas por Martim Afonso de Sousa, em 1533, aquando do seu regresso de uma viagem ao Brasil. Pedro Nunes ocupa-se das célebres linhas de rumo, loxodromias, que vieram a ter grande reflexo na Cartografia.

Dos originais destacamos:

- *De Crepusculis*, considerada a sua obra-prima, foi publicada em 1542 e é um tratado de astronomia esférica. Estuda o problema da variação da duração do crepúsculo em função da latitude do lugar e da declinação do Sol. Numa época em que a análise matemática era desconhecida, Pedro Nunes resolve o problema do menor crepúsculo por processos engenhosos. É neste livro que Pedro Nunes descreve o Nónio.
- *Libro de Algebra en Aritmetica y Geometria*, publicado em 1567, onde trata com rigor assuntos exclusivamente dedicados à Álgebra - resolução de equações do 1º e 2º grau, redução ao 2º grau de equações de grau superior, operações com polinómios, etc.

Pedro Nunes trabalhou de uma forma muito estreita com os navegadores e pilotos, preocupado que estava em resolver problemas que estes sentiam na navegação, sugeriu-lhes

técnicas de observação, criou instrumentos de medição da altura de astros ou de medição da declinação magnética. No entanto, foi alvo de severas críticas por parte de alguns deles. Segundo Pedro Nunes os marinheiros não lhe perdoavam o facto de, sem nunca ter navegado, intervir nos problemas da náutica, reformulando as soluções por eles protagonizadas, interrogando-se sobre a validade das práticas seguidas.

A sua vasta formação teórica e preocupação com o rigor das medições incentivaram-no a inventar vários instrumentos astronómicos e métodos gráficos para resolução de alguns problemas. Realçamos o anel náutico, o instrumento jacente no plano (mais tarde designado por instrumento de sombras por D. João de Castro), o nónio e a determinação gráfica da declinação do Sol. Os dois primeiros, conforme o sentido da graduação, permitiam determinar a altura ou a distância zenital do Sol ou de outras estrelas, o terceiro, quando adaptado ao astrolábio ou quadrante, permitia medir fracções do grau e dava com maior rigor a altura de uma estrela, e o quarto permitia conhecer a declinação do Sol ao longo do ano sem recorrer às tábuas solares.

Alguns destes instrumentos foram experimentados com êxito por D. João de Castro nas suas viagens a Goa e ao Mar Vermelho que, perante resultados tão satisfatórios, não se cansou de elogiar o mestre segundo descreve na sua obra *Roteiro de Lisboa a Goa*. D. João de Castro deu aí notícia da utilização de dois instrumentos de sombra com diferentes finalidades: um deles permitia calcular a declinação da agulha magnética e o outro permitia medir a altura do Sol a toda a hora.

As dificuldades sentidas na época pelo atraso da técnica levavam a que a menor divisão na graduação dos instrumentos náuticos não fosse para além de um grau, ou excepcionalmente, de meio grau. Assim, os cálculos eram feitos por estimativa o que tornava a navegação incerta (muitos foram os naufrágios), pois cometiam-se erros na determinação da latitude que produziam erros de dezenas de quilómetros nas distâncias a percorrer. Não consideramos aqui os erros de navegação resultantes do cálculo da longitude uma vez que o problema de determinação desta coordenada geográfica persistiu até ao séc. XVIII, quando John Harrison, já na segunda metade deste século, construiu um relógio náutico cujas oscilações, por dia, eram da ordem de alguns segundos.

Com a criação do nónio, Pedro Nunes permitiu que se abandonasse a leitura por estimativa cujo resultado dependia do critério do medidor e fosse possível fazer leituras precisas de fracção do grau. Pedro Nunes refere o nónio na Proposição III do seu livro *De Crepusculis*, em 1542, de enunciado: *um instrumento que seja muito apropriado às observações dos astros, e com o qual se possam determinar rigorosamente as respectivas alturas*.

O nónio por ele concebido foi adaptado e utilizado na construção de dois grandes quadrantes pelo astrónomo Tycho Brahe (1546-1601) que tinha uma grande preocupação em fazer observações astronómicas sistemáticas e com muito rigor. Tycho Brahe convidou Kepler (1571-1630)

para trabalhar com ele e legou-lhe o seu património. Deste modo, Kepler pôde analisar as divergências entre as posições observadas e as previsões teóricas, o que lhe permitiu, em 1604, publicar as duas primeiras leis referentes ao movimento dos planetas. Ultrapassado que estava o problema da medição rigorosa de grandezas e do seu registo sistemático, foi possível o aparecimento de novas leis e dar um novo rumo à Ciência.

Pedro Nunes foi um homem que interligou a observação e a teoria, a ciência e a técnica e, neste ano de 2002 em que se comemora o V centenário do seu nascimento, a melhor homenagem que lhe podemos prestar é divulgar a sua obra científica, é estudar e discutir problemas teóricos que ocuparam a sua mente, é aprender a construir e a manusear os instrumentos por ele inventados.

### Instrumento de Sombras

O instrumento de sombras é simples e muito engenhoso, pois consegue medir a altura angular do Sol no plano horizontal, através da sombra de um dos catetos de um triângulo rectângulo isósceles projectada sobre uma recta.

A construção deste instrumento coloca problemas de rigor ao nível da medição de comprimentos de segmentos e de amplitude de ângulos, ao nível da noção de paralelismo e perpendicularidade e do reconhecimento de polígonos. A importância da sua construção por parte dos alunos é bastante formativa e o seu manuseamento permite-lhes desenvolver o espírito de observação, a capacidade de organizar registos de dados e procurar respostas para fenómenos observados.

Para construir o instrumento de sombras basta ter alguns instrumentos de medição (transferidor, régua e compasso), um rectângulo de madeira e um triângulo rectângulo isósceles, em madeira ou metal.

A construção faz-se a partir do rectângulo de madeira assinalando as suas diagonais e o seu ponto de intersecção. Traça-se uma circunferência com centro neste ponto, de raio igual ao comprimento dos catetos do triângulo rectângulo. Traça-se uma tangente à circunferência e que seja paralela aos lados menores do rectângulo. Com o auxílio do transferidor procede-se à graduação, de 0° a 90°, dos dois quadrantes que constituem um dos semicírculos.

Finalmente, faz-se um sulco de modo a cravar o triângulo rectângulo, garantindo a perpendicularidade, à base rectangular.

A figura 2 é uma estilização do referido instrumento.

O triângulo isósceles  $[BSD]$  é rectângulo em  $B$ . O raio da circunferência tem um comprimento igual ao cateto. O segmento  $TT'$  é tangente à circunferência no ponto  $B$ . O arco  $AB$  é graduado de 0° a 90°, o mesmo acontecendo ao arco  $CB$ .

Provada a igualdade dos triângulos  $[EBS]$  e  $[EBD]$  resulta que a altura angular do Sol, que é dada pelo ângulo  $[SEB]$ , é igual à medida do arco  $AE'$ .

Para se poder efectuar a medição referida é necessário orientar o instrumento. Para tal, tem que se colocar a tábua

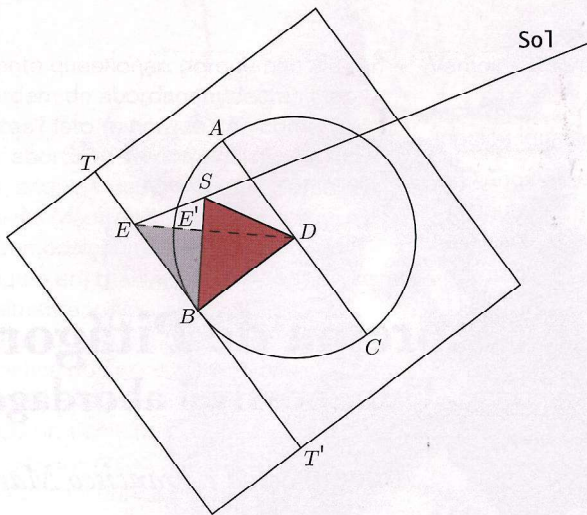


Figura 2. Estilização do instrumento de sombras.

na posição horizontal e rodar a peça até que a sombra do cateto  $[SB]$  coincida com a tangente  $TT'$ . Nessa altura, regista-se o valor do ângulo  $ADE'$  (em que  $E'$  é o ponto onde a sombra  $DE$  intersecta o quadrante). Esse é o valor da altura angular do Sol.

### O Nónio

O nócio foi desenvolvido por Pedro Nunes para que, adaptado a um astrolábio, pudesse determinar a altura angular de estrela com aproximação ao segundo. O processo de construção que Pedro Nunes concebeu para o Nócio, adaptado a um astrolábio, foi dividir um dos seus quadrante, graduado de  $0^\circ$  a  $90^\circ$ , em 44 quadrantes interiores e concêntricos. A escala exterior era dividida em 90 partes iguais, a escala que se segue em 89 partes, a seguinte em 88 e assim sucessivamente até que a última escala foi dividida em 46 partes. O número de ordem (89, 88, 87, ...) foi escrito lateralmente.

As partes em que cada escala foi dividida foram assinaladas e foi marcada a numeração apenas de 10 em 10 (ou de 5 em 5) divisões.

Para simplificar a construção, o quadrante representado foi dividido em apenas 10 escalas concêntricas (90, 85, 80, ..., 45) e em cada uma destas escalas foi marcada a numeração de 5 em 5 divisões, conforme a figura 3.

Representando por:

$n$  — número de partes em que foi dividido o quadrante (em que  $n$  é maior ou igual a 45 e menor ou igual a 90);

$p$  — número de divisões inteiras por onde passa o fio de prumo do quadrante (medeclina no caso do astrolábio);

$A$  — ângulo referente à altura da estrela que se pretende observar.

Atendendo à proporcionalidade existente podemos dizer que:

$$\frac{A}{90} = \frac{p}{n}$$

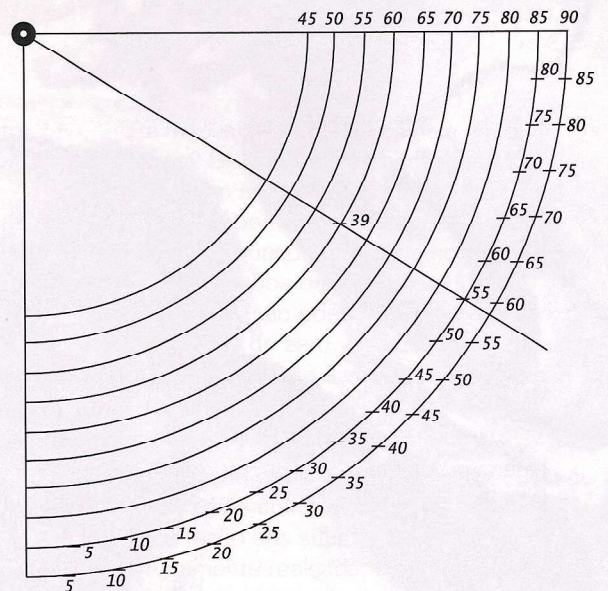


Figura 3. Quadrante.

Exemplo:

Vamos medir a altura angular de uma estrela. Ao fazermos a pontaria com o instrumento para essa estrela verificamos que o fio de prumo do quadrante passa pela 39ª divisão da escala que tem 60 por número de ordem. Estabelecendo a proporção:

$$\frac{A}{90} = \frac{39}{60} \Leftrightarrow A = \frac{90 \times 39}{60} \Leftrightarrow A = 58.5$$

podemos dizer que o valor da altura da estrela é  $58^\circ 30'$ .

### Bibliografia

- Albuquerque, Luís de, "Instrumentos de Navegação", Comissão Nacional para as Comemorações dos Descobrimientos Portugueses, Lisboa, 1988.
- Albuquerque, Luís de, "Navegação Astronómica", Comissão Nacional para as Comemorações dos Descobrimientos Portugueses, Lisboa, 1988.
- Albuquerque, Luís de, "A Náutica e a Ciência em Portugal", Gradiva, Lisboa, 1989.
- Reis, António Estácio dos, "Medir Estrelas", CTT Correios de Portugal, 1997.
- Teixeira, Francisco Gomes, "História das Matemáticas em Portugal", Academia das Ciências de Lisboa, Lisboa, 1934

Elisa Figueira  
Esc. Sec. Luísa de Gusmão