



Longitude

Uma Longa e Fascinante História

FERNANDO B. FIGUEIREDO

OGAUC/CGUC

bandeira@mat.uc.pt

A determinação com precisão da longitude no mar foi até aos finais do século XVIII um dos maiores problemas técnico-científicos, e considerado por muitos verdadeiramente sem solução. Na realidade a questão da longitude estava muito para além de um grande problema náutico. Era uma questão de poder político e comercial, de domínio dos mares e da terra. Por isso, ao longo da História vários foram os Governos que lançaram prémios para a sua solução. Este ano comemoram-se 300 anos do mais célebre de todos - o *Longitude Act* inglês.

Em 22 de outubro de 1707, no meio de uma forte tempestade, mais de 2000 homens da frota naval britânica comandada por Sir Cloudesley Shovell (1650-1707) perderam a vida quando os seus navios embateram nas pequenas ilhas Scilly, ao largo da costa inglesa. Pelos cálculos, a frota encontrava-se não muito longe da costa francesa, ao largo de Ushant. Assim, navegando na direção nordeste, entrariam no Canal da Mancha e com segurança atingiriam a Grã-Bretanha. Infelizmente, os cálculos estavam errados! A frota encontrava-se, isso sim, já na vizinhança das ilhas Scilly. Este trágico desastre naval deveu-se à grande dificuldade que naqueles tempos os pilotos tinham em determinar com precisão a localização dos seus navios, principalmente a longitude. Na verdade, os marinheiros tinham algumas técnicas que lhes permitiam estimar as suas posições, porém eram de pouca fiabilidade. No caso do grande desastre de 1707, Shovell tinha errado a posição da frota em cerca de 90 milhas (mais de 1,5 graus norte e 1 grau oeste).

A determinação com precisão da longitude no mar foi até aos finais do século XVIII um dos maiores problemas científicos, e considerado por muitos verdadeiramente sem solução.

Mesmo em terra, apesar de a questão ser mais simples, muitos dos mapas apresentavam ainda nesta altura enormes erros e imprecisões. Por exemplo, o astrónomo e explorador francês Jean-Baptiste Chappe d'Auteroche (1722-1769), na sua viagem à Baixa Califórnia, em 1769, descobriu nos mapas daquela região erros de mais de 5 graus nos valores da longitude.

Na realidade, a questão da longitude estava muito para além de um grande problema científico ou náutico. Era uma questão de poder político e comercial, de domínio dos mares e da terra. Por esse motivo, desde o século XVI, quando as grandes aventuras marítimas e o descobrimento de novas terras se tornam empresas globais, foram vários os reis e Governos que instituíram prémios para a sua resolução. O prémio mais antigo foi proposto pela corte espanhola em 1598, porém há autores que defendem que esta já tinha atribuído um outro em 1567.

O maior de todos foi estabelecido em 1714 pelo Governo inglês como resposta a uma petição apresentada ao Parlamento por “Capitães dos Navios de Sua Majestade, Mercadores de Londres e Comandantes da Marinha Mercante”, que parcialmente foi justificada pela grande tragédia nas ilhas Scilly. Um prémio recomendado por Isaac Newton (1643-1727), de 20.000 libras, para quem solucionasse o problema da determinação da longitude no mar com uma precisão inferior a meio grau (o prémio subdividia-se em duas outras parcelas, de 10.000 libras para precisão inferior a 1 grau e de 15.000 libras para precisão inferior a 2/3 graus).

O *Longitude Act* – assim ficou conhecida a lei que instaurou o prémio e criou o *Board of Longitude*, a comissão científica responsável pela avaliação das eventuais propostas – faz este ano 300 anos e comemora-se em julho próximo, em Londres, no Observatório de Greenwich, com uma conferência internacional e várias exposições.

A LONGITUDE

Para se localizar um lugar na superfície da Terra, basta conhecer a sua latitude e a sua longitude (em rigor, necessita-se ainda da cota).

A latitude é o ângulo ao centro da Terra (supondo-a esférica) entre um ponto do equador terrestre (círculo máximo que serve de referência) e outro ponto situado num determinado paralelo. Também pode ser definida como o ângulo

entre a vertical do lugar (i.e., a direção do fio-de-prumo) e o plano do equador (a latitude geográfica varia entre 0° e 90° norte e 0° e 90° sul). Desde os tempos antigos, a determinação desta coordenada não oferecia grandes dificuldades, sendo determinada facilmente no hemisfério norte pela altura da Estrela Polar (era por isso também apelidada de altura do Polo). Além da altura da Polar, também se pode determinar a latitude de um lugar pela altura do Sol ao meio-dia na sua passagem meridiana.

Já a longitude se define como o arco do equador compreendido entre dois meridianos (círculos máximos que passam pelos polos da Terra), o de referência (que a partir de 1884 passou a ser o meridiano de Greenwich) e o do lugar. Esta diferença angular pode ser facilmente relacionada com uma diferença de tempo, visto a Terra dar uma volta sobre si mesma em 24 horas. Assim, por exemplo, dois observadores que registem uma diferença horária na passagem do Sol pelo zênite do respetivo meridiano de uma hora têm entre si uma diferença de longitude de 15° ($360^\circ/24h=15^\circ/h$). Esta coordenada varia entre 0° e 180° este e 0° e 180° oeste.

Na prática, a determinação da longitude prende-se com a questão de determinar a diferença horária entre dois locais. Problema que hoje facilmente se consegue resolver com um simples relógio de pulso, mas que até finais do século XVIII foi um dos maiores problemas técnico-científicos da história da humanidade. Na impossibilidade de um relógio preciso, a observação de um evento astronómico que possa ser

observado diretamente (ou predito) em dois locais é uma solução.

O primeiro a estabelecer a necessidade de duas coordenadas para especificar a posição de um lugar na superfície da Terra foi Dicaearchus de Messina (350-290 a. C.), a quem se deve a primeira medição de um meridiano. Eratóstenes (273-192 a. C.), no seu *Geografia* (apenas se conhece a sua existência por comentadores posteriores), estabelece no seu mapa mundo – *oikumène* – uma série de linhas paralelas intervaladas a espaços iguais. Hiparco (190-120 a. C.) é o primeiro a estabelecer métodos trigonométricos para a determinação das coordenadas geográficas e terá sido também o primeiro a idealizar o uso dos eclipses lunares para a determinação da longitude. Já na nossa era destacam-se os trabalhos de Ptolomeu (85-165) que no seu *Geografia* fornece as latitudes e longitudes de mais de 8000 locais, fixando para isso um meridiano de referência que passava pela Ilha do Ferro, nas Canárias.

É a partir da altura em que os navegadores portugueses e espanhóis começam a se aventurar por mares nunca antes navegados que o problema das longitudes se torna uma questão premente. Até ao início do século XVII, o método dos eclipses da Lua sugerido por Hiparco, apesar das sérias desvantagens que apresentava – a sua raridade e a dificuldade em definir o momento exato da sua ocorrência (ainda mais complicado se observado a bordo de um barco) –, seria o principal método para a determinação das longitudes.

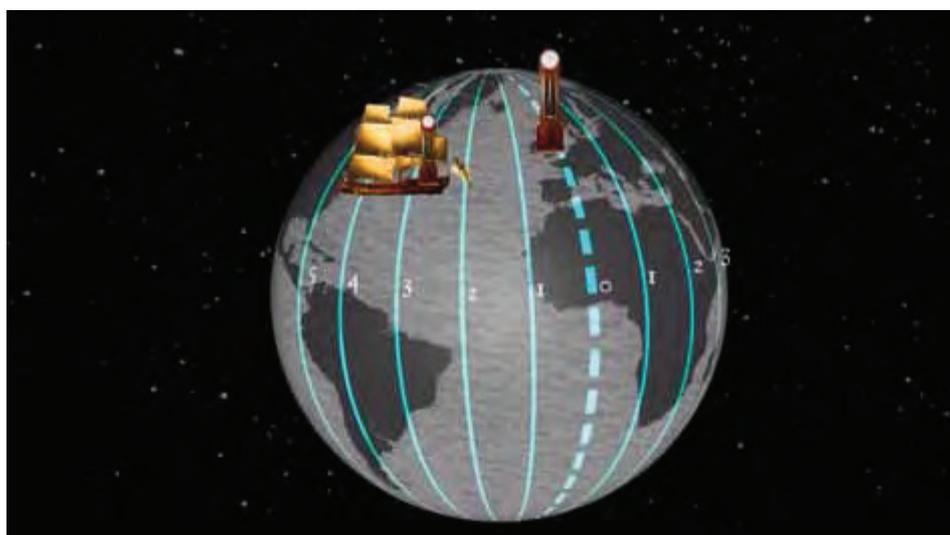


Figura 1: A longitude é uma diferença horária.

Muitos são os métodos, uns mais ou menos engenhosos e outros completamente absurdos, que vão sendo propostos. Abordagens astronômicas sérias começam a ser sugeridas, destacando-se métodos baseados nos eclipses dos satélites de Júpiter e baseados no movimento da Lua, ditos métodos lunares: observação da passagem da Lua pelo meridiano do lugar; observação da distância da Lua ao meridiano do lugar; observação das alturas da Lua; observações das distâncias da Lua ao Sol, às estrelas e aos planetas. Este último, o método das distâncias lunares, tornar-se-ia a chave para a determinação da longitude no mar, e o método dos eclipses dos satélites de Júpiter, para a determinação da longitude em terra.

A grande dificuldade estava então em saber, com precisão, a hora em que estes acontecimentos se dariam (observariam) no meridiano de referência, e no século XVIII os desenvolvimentos surpreendentes da mecânica celeste irão permitir aos astrónomos e matemáticos elaborar tabelas astronômicas com as posições dos corpos celestes capazes de enfrentar esta questão com uma precisão nunca antes conseguida.

SATÉLITES DE JÚPITER

A ideia de usar os eclipses dos satélites de Júpiter deve-se a Galileu (1564-1642). Foi na noite de 7 de janeiro de 1610 que Galileu viu, através do seu telescópio, três pequenas ‘estrelinhas’ muito próximas de Júpiter. Depois de várias noites de observação, convence-se de que aqueles pontinhos luminosos, que entretanto passariam a quatro, não são estrelas mas sim satélites à volta do planeta. Muitíssimo mais frequentes do que os da Lua, e também por ser mais fácil o cálculo dos instantes dos seus inícios, será nos satélites de Júpiter que Galileu vê uma séria possibilidade para a resolução do problema das longitudes. Em 1613, chega mesmo a propor, em vão, os seus préstimos para a resolução do problema das longitudes a Filipe III de Espanha (Filipe II de Portugal), comprometendo-se a fornecer tabelas de previsão dos eclipses e telescópios. Contudo, o seu uso tinha um grande problema: a quase impossibilidade das suas observações a bordo de um navio, sempre a oscilar no mar. Era difícilimo encontrar e manter os satélites no pequeno campo de visão dos telescópios da altura. Porém, se no mar o seu uso estava por isso praticamente impossibilitado, já em terra firme tornar-se-ia um método extremamente versátil e preciso.

O uso dos eclipses dos satélites de Júpiter para a determinação da longitude irá ser adotado com tal sucesso que revolucionará a cartografia. Em 1666, a Académie Royale des Sciences de Paris inicia um programa para cartografar França usando precisamente este método. Para tal, a precisão das tabelas com as posições relativas de Júpiter e dos seus quatro satélites construídas e publicadas por Giovanni Domenico Cassini, Cassini I (1625-1712), em 1668, foram essenciais. No século XVIII as principais Efemérides publicavam tabelas muito precisas das posições, ao longo de cada mês, dos satélites de Júpiter, e apelava-se aos marinheiros para que usassem o método para determinar as coordenadas geográficas das terras onde eventualmente aportassem.

MOVIMENTO DA LUA

Terá sido o alemão Johann Werner (1468-1522), em 1514, ao apresentar uma maneira de determinar a distância da Lua a uma estrela, usando a balestilha, o primeiro a sugerir as distâncias lunares para a determinação das longitudes. Esta técnica será depois desenvolvida por Peter Apian (1495-1552) e Gemma Frisius (1508-1555).

Um século mais tarde, em 1633, Jean-Baptiste Morin (1583-1656) apresentará ao Cardeal de Richelieu (1585-1642), ministro de Luís XIII (1601-1643), um método para a determinação das longitudes no mar. Este consistia em observar, simultaneamente, a altura da Lua e a altura das estrelas, bem como as distâncias da Lua a essas mesmas estrelas, e depois compará-las com dados fornecidos por tabelas astronômicas para um certo meridiano de referência e, assim, pela diferença horária, determinar a diferença de longitudes do lugar. Porém, são muitos os problemas que na altura se levantam para pôr em prática a ideia, levando a comissão criada por Richelieu a não lhe dar o devido crédito. Só no século XVIII os problemas levantados ao método de Morin – a falta de tabelas lunares com precisão suficiente, a falta de catálogos estelares fiáveis e a pouca precisão dos instrumentos de observação – serão finalmente ultrapassados.

No plano teórico, a resposta vem com o surpreendente desenvolvimento da teoria da gravitação de Isaac Newton (1643-1727), levado a cabo por matemáticos e astrónomos como Leonard Euler (1707-1783), Jean le Rond d’Alembert (1717-1783), Nicolas Louis de Lacaille (1713-1762), Alexis Claude de Clairaut (1713-1765) e Tobias Mayer (1723-1762)



Figura 2: Sextante.

da chamada ‘Teórica da Lua’ (assim era designado na altura o problema dos três corpos, Sol-Terra-Lua), possibilitando a elaboração de tabelas lunares e solares muito fiáveis.

Em 1766, o português José Monteiro da Rocha (1734-1819) escrevia a este propósito: «Nestes últimos tempos tem chegado a perfeição do cálculo ao ponto que se podia desejar [...]. As Tábuas Lunares de Mayer, calculadas sobre os princípios de Euler; e as Tábuas de Clairaut, calculadas sobre a mesma teórica, rarríssimas vezes passam alguma coisa de um minuto de diferença nos lugares calculados da Lua, comparados com as mais exatas observações, nos pontos da trajetória lunar, em que está sujeito a mais irregularidade o seu movimento» – note-se que cerca de um século antes as melhores tabelas, as Rudolfinas (1627) de Kepler (1571-1630), apresentavam erros da ordem dos 12 a 15 minutos de arco.

No plano técnico, a construção de lentes de muito boa qualidade e de espelhos com muito bons índices de reflexão, bem como a construção e o aperfeiçoamento das escalas de medição, permitem medidas com precisões nunca antes atingidas. Num período de cerca de 250 anos, as medições astronómicas passariam de precisões da ordem dos 10 minutos de arco, nos tempos de Copérnico (1473-1543), para precisões, na segunda década do século XIX, de 0,1 segundos de arco.

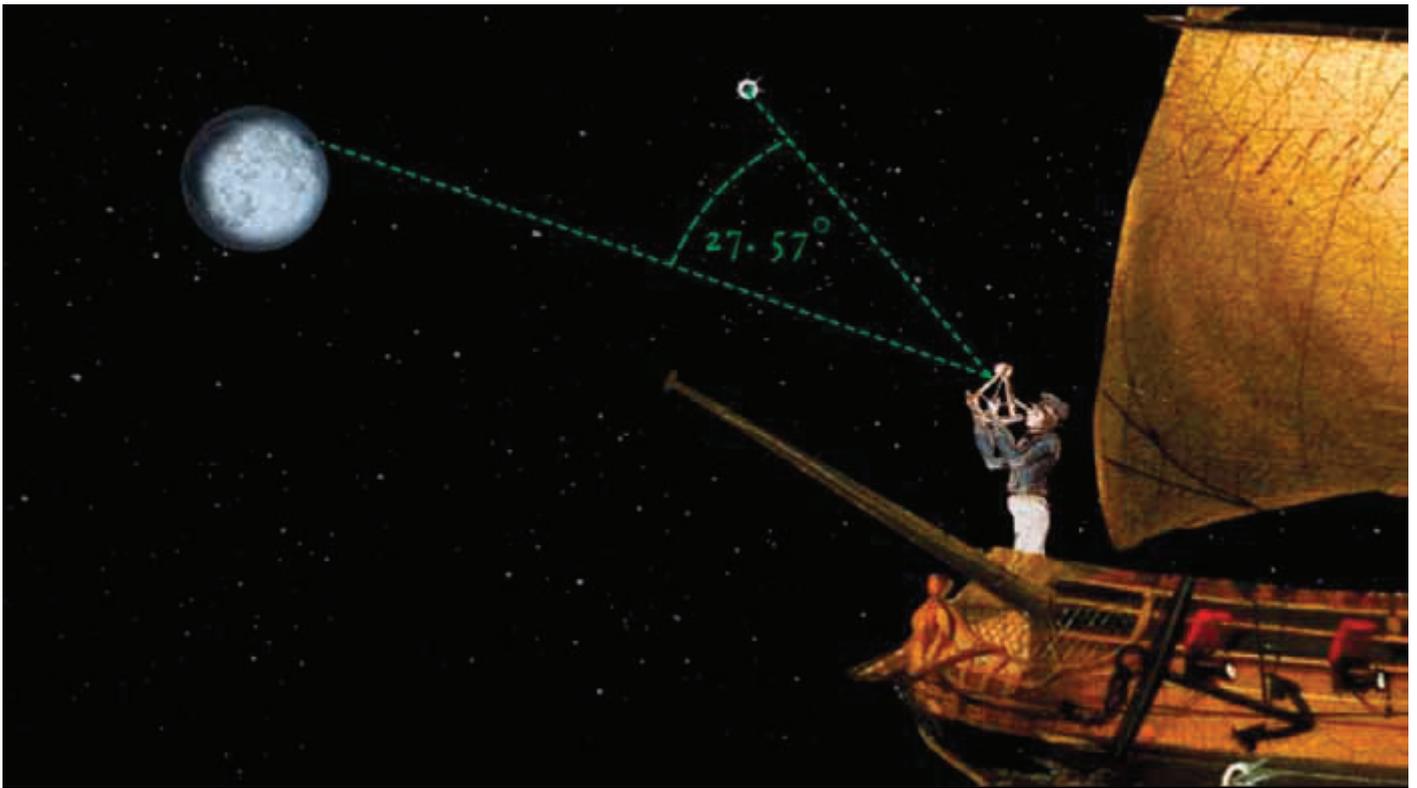
Em 1731, John Hadley (1682-1744) inventa o octante, precursor do sextante (c. 1770), instrumentos que se tornarão indispensáveis às medições astronómicas feitas a bordo (com estes instrumentos náuticos as precisões das medições a bordo passam de valores de cerca de 1° , para $1'$). Embora inventado no início dos anos 30 do século XVIII, só em meados do século é que o octante seria adotado. Por exemplo, as marinhas portuguesa e holandesa adotaram-no em meados do século XVIII, substituindo assim a balestilha que até aí usavam, ao contrário dos ingleses que já a haviam abandonado a favor do quadrante de Davis.

No que diz respeito aos catálogos estelares, temos John Flamsteed (1646-1719) a publicar em 1729 o seu famoso catálogo *Atlas Coelestis* com cerca de 3000 estrelas e que Lacaille irá complementar na década de 1750.

MÉTODO DAS DISTÂNCIAS LUNARES

Edmund Halley (1656-1742), que havia, nos anos 1698-1703, empreendido uma série de viagens marítimas para o estudo da longitude, debruçando-se especialmente sobre a declinação magnética, publica, em 1731, uma memória na qual sugere um método de distâncias lunares para a determinação das longitudes. Contudo, será apenas em 1759 que Lacaille publica, na Académie Royale des Sciences de Paris, uma memória intitulada *Mémoire sur l'observation des longitudes en mer par le moyen de la Lune*, propondo um método das distâncias lunares verdadeiramente rigoroso.

O método das distâncias lunares é considerado um método direto e pressupõe três observações simultâneas: a altura da Lua, a altura do Sol ou da estrela, e a distância da Lua ao Sol, ou a essa estrela. Seguidamente, é necessário proceder a uma série de cálculos para correção dessas observações (aparentes), dos efeitos da paralaxe e da refração, de modo a obter ‘observações verdadeiras’. A grande questão que se coloca no método é como determinar a distância lunar ‘verdadeira’. Para tal, é necessário proceder a uma série de cálculos (à época algo complicados e fastidiosos) envolvendo várias tabelas e trigonometria esférica. Na posse do valor da distância lunar ‘verdadeira’ e consultando nas efemérides os valores das distâncias lunares previamente calculadas para o meridiano de referência, determina-se a hora neste meridiano. Após a determinação da hora local (pela altura do Sol ou das estrelas), a longitude do lugar em



relação ao meridiano de referência é determinada pela diferença horária.

A ideia de Lacaille é adotada em Inglaterra, levando à publicação, em 1766, pelo astrónomo real britânico Nevil Maskelyne (1732-1811), do *Nautical Almanac* com tabelas de distâncias lunares pré-calculadas de três em três horas para o meridiano de Greenwich. Anos mais tarde, em 1772, Jérôme Lalande (1732-1807) copia-as para o *Connaissance des Temps pour l'année 1774* (só a partir de 1789 as distâncias lunares do *Connaissance des Temps* passam a ser calculadas diretamente das tabelas astronómicas).

Embora sejam Lacaille e Maskelyne que estão na origem da fixação de um protocolo de observações e cálculos das distâncias lunares, a introdução a bordo deste método deve-se a Jean-Charles de Borda (1733-1799), que vê publicado em 1779, por Pierre Lévêque (1746-1814), um protocolo por si estabelecido para a aplicação prática e efetiva do método pela marinha.

Como alternativa ao método das distâncias lunares, o astrónomo Pierre Charles Le Monnier (1715-1799) propõe, em 1751, um outro método chamado método das alturas, ou do ângulo horário. Porém, este método pressupõe o co-

▲ Figura 3: Medição a bordo de distâncias lunares usando um sextante.

[48] APRIL 1767.					
Distances of ☾'s Center from ☉, and from Stars west of her					
Days	Stars Names.	12 Hours.	15 Hours.	18 Hours.	21 Hours.
		° ' "	° ' "	° ' "	° ' "
1		40. 59. 11	42. 34. 44	44. 9. 51	45. 44. 35
2		53. 32. 7	55. 4. 24	56. 36. 16	58. 7. 45
3		65. 39. 18	67. 8. 27	68. 37. 14	70. 5. 39
4	The Sun.	77. 22. 36	78. 48. 58	80. 15. 1	81. 40. 46
5		88. 45. 20	90. 9. 27	91. 33. 21	92. 55. 0
6		99. 52. 6	101. 14. 34	102. 36. 52	103. 59. 1
7		110. 47. 42	112. 9. 6	113. 30. 25	114. 51. 49
6	Aldebaran.	50. 36. 10	52. 4. 5	53. 31. 57	54. 54. 44
7		62. 17. 43	63. 45. 10	65. 12. 34	66. 39. 57
8	Pollux.	31. 25. 48	32. 53. 11	34. 20. 40	35. 48. 12
9		43. 7. 5	44. 35. 4	46. 3. 8	47. 31. 15
10		17. 51. 57	19. 20. 36	20. 49. 25	22. 18. 27
11		29. 45. 36	31. 15. 26	32. 45. 26	34. 15. 35
12	Regulus.	41. 48. 49	43. 19. 55	44. 54. 10	46. 22. 35
13		54. 2. 11	55. 34. 36	57. 7. 12	58. 39. 59
14		67. 46. 28	68. 0. 18	69. 34. 20	71. 8. 7

Figura 4: Distâncias lunares previstas para o meridiano de Greenwich para o mês de abril de 1767 segundo o 1º volume do *Nautical Almanac* inglês.

nhecimento prévio da longitude estimada do navio (com uma aproximação até 5°), sendo por isso considerado um método indireto. O método baseia-se em determinar o ângulo horário da Lua, sabendo a sua altura acima do horizonte (pela observação) e a sua declinação pelas tabelas de efemérides. Determinado esse ângulo horário, recorre-se às mesmas efemérides para saber a hora em que tal ângulo é observado no meridiano de referência e pela diferença horária determina-se a longitude do navio. Embora relativamente simples no plano teórico, o seu cálculo é algo fastidioso e necessita de observações muito precisas na determinação da latitude do lugar, na determinação da altura da Lua e nos valores da sua declinação (fornecidos pelas efemérides). Lacaille, na sua memória de 1759, faz uma análise crítica do método de Monnier/Pingré, estimando que $2'$ de incerteza na declinação da Lua e $4'$ de incerteza na altura da Lua e na latitude do lugar se traduzem em erros significativos na determinação da longitude, em média de 85 léguas marítimas ($1 \text{ légua} \approx 5.5 \text{ km}$).

A SOLUÇÃO MECÂNICA (O CRONÓMETRO)

Na década de 1760 atinge-se o auge do debate sobre as longitudes. Uma outra ideia, avançada no longínquo ano de 1524 por Fernando Colombo (1488-1539), da construção de um relógio que permitisse "transportar" a bordo com preci-

são a hora do meridiano de referência vê desenvolvimentos surpreendentes e torna-se ela mesma uma forte adversária aos métodos astronómicos. (A historiografia costuma referir erradamente que a ideia do relógio foi proposta em 1530 por Gemma Frisius. Na realidade, foi Fernando Colombo, na Junta de Badajoz-Elvas de 1524).

O uso do relógio para a resolução da longitude é só por si uma grande história e que viria a ter como protagonista o relojoeiro e artesão mecânico inglês John Harrison (1693-1776). Dava Sobel no seu livro *A Longitude* (1995) descreve (embora com algum facciosismo) esta longa aventura.

Em 1760, depois de quarenta anos de trabalho, Harrison conseguiu construir uma maravilha técnica, o seu relógio marítimo H4 (1760). Testado pela primeira vez numa viagem à Jamaica, tendo partido de Inglaterra no dia 18 novembro de 1761, chegou ao destino no dia 27 de janeiro de 1762, com um atraso apenas de cinco segundos. Numa segunda viagem, realizada entre 28 de março e 18 de julho de 1764, desta feita com destino aos Barbados, o H4 foi três vezes mais preciso do que o estipulado pelo *Longitude Act* (o máximo de uma variação de dois minutos em 60 dias).

Apesar do evidente sucesso do cronómetro de Harrison, o *Board of Longitude* não se deu por satisfeito. Em larga medida, devido à descrença de Maskelyne, um fervoroso adepto do método das distâncias lunares, na solução mecânica.



Figura 5: Método astronómico vs. método mecânico. Com o sextante como exemplo do primeiro e o primeiro cronómetro de Harrison, o H1 (1730-35), como exemplo do segundo.



Figura 6: O H4 (1760) de Harrison, em cima, e a réplica de Kendall, o K1 (1769).

Entretanto, em 1769, Larcum Kendall (1719-90) construiria uma réplica do H4. O K1 (assim ficou conhecido) mostrou-se igualmente preciso, como bem documentou James Cook (1728-1779) nas suas segunda (1772-75) e terceira (1776-79) viagens de exploração. Harrison ainda construiria um outro relógio, o H5 (1772), que lhe valeu a segunda metade do prémio das longitudes (a primeira foi-lhe concedida em 1765 pelo H4), ver figura 6.

Ao todo, Harrison receberia do *Board of Longitude*, entre prémios e outros apoios, um total de 23.065 libras pelos seus trabalhos e invenções.

Muitos outros, desde construtores de instrumentos a astrónomos e matemáticos, também receberiam várias quantidades monetárias sob a forma de ajudas de custo, incentivos e prémios (na realidade, o primitivo valor de 20.000 libras foi sendo, ao longo dos anos, em muito aumentado).

Tobias Mayer, ou melhor, a sua viúva, receberia, pelas suas tabelas lunares, 3.000 libras, e Euler, 300 libras pelas contribuições teóricas que lhe prestou.

A disseminação do relógio a bordo é feita lentamente. A dificuldade da sua produção em massa e o seu preço exorbitante comprometem a sua entrada a bordo como método exclusivo para a determinação da longitude no mar. Por exemplo, um cronómetro marítimo em 1810 custava cerca de 2680 francos, praticamente o salário anual de um professor francês de navegação.

Assim, durante grande parte do século XIX, o relógio e as distâncias lunares irão partilhar e complementar-se na solução do problema da determinação a bordo das longitudes.

PORTUGAL E AS LONGITUDES

Desde a aventura dos Descobrimentos que os portugueses foram desenvolvendo técnicas de navegação astronómica. Nos finais de Quatrocentos, os marinheiros portugueses já haviam solucionado o problema da determinação da latitude. E no que diz respeito à longitude, várias tentativas e soluções foram sendo ensaiadas.

Na viagem de circum-navegação (1519-22), Fernão de Magalhães (c. 1480-1521) leva consigo especificações técnicas do cosmógrafo Rui Faleiro, em que este propunha três métodos para calcular a longitude: pela latitude da Lua, pelas conjunções e oposições desta em relação às estrelas e por variação magnética. Pedro Nunes (1502-1578), o principal responsável pela transformação da náutica em verdadeira ciência, baseada em princípios matemáticos e astronómicos, também sugere os eclipses da Lua para a determinação da longitude, bem como a construção de um “instrumento de sombras” para determinação da variação magnética. O método de determinação da longitude pela variação magnética (ou declinação magnética), sugerido por João de Lisboa (?-1525) no seu *Tratado da Agulha de Marear* (1514), baseia-se no facto de a declinação magnética parecer variar na superfície da Terra regularmente com a longitude. A agulha magnética da bússola aponta para o norte magnético, que não coincide com o norte geográfico; a declinação magnética mede, assim, a diferença entre estas duas direções. Durante muitos anos pensou-se, erradamente, que havia uma lei para a declinação magnética, o que permitiria assim saber qual a verdadeira direção do norte geográfico e, conseqüentemente, a longitude de um lugar.

Ao longo dos séculos XVI e XVII, vários tratados de náutica são escritos nos quais são tratadas questões práticas de navegação ligadas à orientação astronómica em alto mar. Em meados do século XVIII, mais propriamente na década de 1760, José Monteiro da Rocha (1734-1819), um ex-jesuíta que mais tarde se tornará um dos pilares da Reforma Pombalina da Universidade de Coimbra (1772), vem do Brasil para Lisboa com o firme propósito de publicar um manuscrito que estava em vias de concluir sobre o problema das longitudes – *Methodo de achar a Longitude Geográfica no mar y na terra Pelas observações y cálculos da Lua Para o uso da Navegação Portuguesa*.

Trata-se de um trabalho técnico-científico sobre um dos problemas mais importantes e atuais da astronomia náutica da época e que se encontrava, como vimos, ainda em aberto, envolvendo toda a comunidade científica internacional. Por isso, este trabalho de Monteiro da Rocha é de uma singularidade absoluta, tanto no panorama nacional como no panorama internacional. No panorama nacional, tanto quanto sabemos, o primeiro trabalho no quadro pós-newtoniano sobre o método das distâncias lunares em Portugal. No panorama internacional, poderia ele mesmo, caso tivesse sido publicado e conhecido, ter contribuído significativamente para um debate que se encontrava no auge. (Até à sua descoberta, pelo Professor Henrique Leitão, em 2005, na Biblioteca Nacional de Portugal [Ms. 511, Coleção Pombalina], este trabalho de Monteiro da Rocha nunca havia sido mencionado na historiografia).

A sua escrita foi iniciada ainda no Brasil, e talvez aí em grande parte desenvolvida, sendo porém ultimada e concluída já em Portugal (1766). Durante a sua viagem de regresso (1765), Monteiro da Rocha diz que procedeu a muitas observações a bordo e a variadíssimos cálculos na tentativa de testar e otimizar os métodos e as técnicas. Dedicado «Ao Ilustríssimo e Exmo. Senhor Conde de Oeiras, Ministro e Secretário dos Negócios do Reino», isto é, a Sebastião José de Carvalho e Melo (1699-1782), o futuro Marquês de Pombal, tem o objetivo declarado de fornecer aos pilotos nacionais um método astronómico para a determinação da longitude no mar, numa tentativa de contribuir para a «utilidade pública da Navegação Portuguesa» que «faz a maior parte dos interesses públicos, e fará sempre glorioso o nome dos Portugueses». Monteiro da Rocha mostra-se inteiramente a par das



Figura 7: 1.º volume (1803) das *Ephemerides Astronomicas*, do Observatório Astronómico da Universidade de Coimbra

principais questões científicas e técnicas que envolvem o problema. Está a par dos sucessos do H4 de Harrison, mas firmemente convicto de que a questão das longitudes passa pela solução astronómica. Porém, considera que o método proposto por Lacaille tinha uma grande desvantagem, de «estar ligado a uma estrela determinada ao arbítrio do autor do Almanac». Assim, os métodos que irá propor (são cinco, sendo os dois primeiros variantes do método das alturas e os outros três do método das distâncias lunares) não fazem uso de tabelas pré-calculadas de distâncias lunares, mas sim de longitudes (celestes) da Lua. Usar a longitude da Lua e não a distância lunar tinha a vantagem, na sua opinião, de poder generalizar o método das distâncias lunares, não se ficando ‘preso’ a um reduzido número de estrelas para as quais previamente se tinham de elaborar as efemérides; ficando assim «ao arbítrio do piloto escolher aquela que conhecer e estiver na melhor situação para fazer a sua observação». Sobre

o que propõe, escreve: «Consiste pois este método em ter o piloto uma Efeméride náutica com os lugares da Lua calculados com exatidão de quatro em quatro horas para o meridiano de Lisboa». E fornece um “Exemplo da Efeméride Náutica calculada ao Tempo Médio do Meridiano de Lisboa”, onde são tabeladas (de quatro em quatro horas) para os dias 25, 27, 29 e 31 de dezembro de 1767 e «do mesmo modo se hão-de continuar para os anos futuros». Infelizmente, o manuscrito não é publicado nem o Exemplo de Efeméride Náutica passou disso mesmo.

Porém, estas questões das longitudes e das efemérides não abandonam José Monteiro da Rocha. Podemos mesmo afirmar que são questões centrais da sua futura atividade científica. Mais tarde, quando se vê envolvido na Reforma da Universidade, como um dos principais responsáveis pela conceção do moderno programa curricular para o ensino da matemática e da astronomia, Monteiro da Rocha fixa como sendo o grande objetivo do futuro Real Observatório Astronómico da Universidade de Coimbra trabalhar «com assiduidade em fazer todas as Observações, que são necessárias para se fixarem as Longitudes Geográficas; e rectificarem os Elementos fundamentais da mesma Astronomia».

O primeiro volume das *Ephemerides Astronomicas calculadas para o meridiano do Observatório Real da Universidade de Coimbra: para uso do mesmo Observatório, e para o da navegação Portuguesa*, da responsabilidade científica de José Monteiro da Rocha, é publicado em 1803, com dados astronómicos para o ano seguinte (neste primeiro volume publica um trabalho intitulado *Calculo de Longitude*). Estas *Ephemerides Astronomicas* serão as primeiras efemérides portuguesas em que os lugares da Lua e as distâncias lunares aí tabelados são calculados diretamente das tabelas astronómicas (a “*Ephemerides Náuticas*” ou o “*Diário Astronómico*” que a Academia Real das Ciências de Lisboa vinha publicando desde 1787 copiava as suas distâncias lunares do “*Nautical Almanac*” inglês).

ALGUMAS RECOMENDAÇÕES DE LEITURA (E NÃO SÓ)

► Sobre o *Board of Longitude* e a consulta do seu espólio (à guarda da Universidade de Cambridge), que foi recentemente digitalizado, e está todo acessível online, ver aqui: <http://cudl.lib.cam.ac.uk/collections/longitude> (grande parte das imagens apresentadas neste texto foram daqui retiradas).

► Dava Sobel, *Longitude: The True Story of a Lone Genius Who Solved the Greatest Scientific Problem of His Time* (Walker Publishing Company, 1995) – foi traduzido e publicado em 2000 pela Temas e Debates. Nesse mesmo ano foi adaptado ao cinema (e conta com a participação Jeremy Irons), pode vê-lo no YouTube. Aconselho também *Time Restored: The Story of the Harrison Timekeepers and R.T. Gould, The Man who Knew (almost) Everything* (NMM & Oxford, 2006), de Jonathan Betts.

► Derek Howse, *Greenwich Time and the Discovery of the Longitude* (Oxford University Press, 1980)

► Umberto Eco, *A Ilha do Dia Antes* (Círculo de Leitores, 1996). A fabulosa aventura de Roberto de la Grive a bordo de um navio inglês para espionar o que estes sabiam da longitude.

SOBRE O AUTOR

Fernando B. Figueiredo (n. 1970) é licenciado em Física/Matemática Aplicada (Astronomia) pela Universidade do Porto e tem um mestrado em História e Filosofia da Ciência pela Universidade Nova de Lisboa. É doutorado em Matemática (especialidade em Matemática Aplicada) pela Universidade de Coimbra, com uma tese sobre a obra científica de José Monteiro da Rocha (1734-1819) na Faculdade de Matemática e no Observatório Astronómico da Universidade de Coimbra, entre 1772 e 1820. Atualmente é investigador pós-doc no Departamento de Matemática/Observatório Astronómico da Universidade de Coimbra (OAUC) e no Centro de François Viète, da Universidade de Nantes (França).