Longitude – os Instrumentos

António Costa Canas
Museu de Marinha
costacanas@gmail.com

1. INTRODUÇÃO – O PROBLEMA DA LONGITUDE

Celebramos em 2014 o terceiro centenário do *Longitude Act*, assinado pela rainha Ana de Inglaterra que instituiu um prémio de 20.000 libras, destinado a recompensar quem encontrasse um processo que permitisse determinar a longitude no mar, com um erro inferior a meio grau. Para avaliar as propostas foi criado o *Board of Longitude*, que se manteve em funções até 1828. Este prémio surgiu como consequência do naufrágio de uma esquadra inglesa em 1707. A imprensa da época deu especial destaque ao assunto e em 1713 dois matemáticos afirmaram que o desastre ocorrera por desconhecimento da longitude. Esta pressão da opinião pública levou à promulgação deste diploma.

Não era a primeira vez que se oferecia uma recompensa a quem resolvesse este problema. No século XVI foi prometido um prémio pelo rei de Espanha[1]. No século XVII teriam surgido propostas de prémios nos Estados Gerais (Holanda), em Veneza e em França.

Estas recompensas atraíram inúmeras propostas de solução. Não podemos aqui mencionar todas. Apresentaremos apenas algumas das mais curiosas. Muitas delas eram completamente disparatadas, embora nalguns casos tivessem acérrimos defensores. Uma consistia na utilização do "Pó da Simpatia". Este é o tema central do romance de Umberto Eco, *A Ilha do Dia Antes*[2]. Este método baseava-se no efeito à distância que se conseguia com o "Pó da Simpatia". Um navio levava a bordo um cão que fora ferido com uma lâmina que tocara neste pó. Todas as noites, à meia-noite, em Londres aqueciam a lâmina e o cão começaria a ganir, com dores. A bordo conseguiam assim saber que horas eram em Londres.

> "Se a *Daphne*, tal como a *Amarilli*, fora enviada à procura do *punto fijo*, então o Intruso era perigoso. Roberto agora sabia da surda luta entre Estados da Europa para se apoderarem daquele segredo."
>
> Umberto Eco, *A Ilha do Dia Antes*

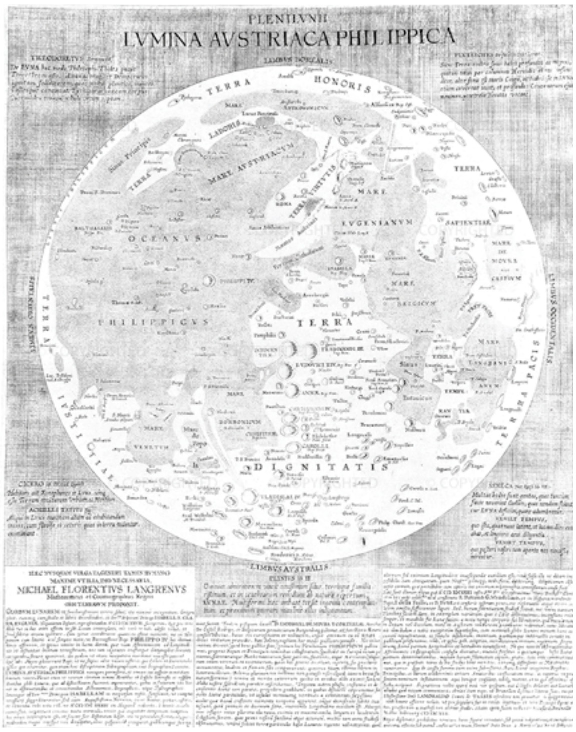


Figura 1: Mapa lunar de Van Langren.

Outras soluções apesar de não servirem para o propósito, acabaram por trazer contributos indiretos para o conhecimento científico. O cosmógrafo flamengo Van Langren (Langrenius na versão latina do seu nome) (1598-1675) sugeriu que se usasse o "aspeto" da Lua para este efeito. Como a Lua passa, em cerca de duas semanas, de Lua Nova para Lua Cheia e vice-versa, poderia usar-se a dimensão da parte visível da Lua como uma forma de conhecer o tempo. Para tal era necessário que a superfície da Lua estivesse completamente mapeada. Embora não fosse possível, com esta proposta, medir o tempo com rigor suficiente para conhecer a longitude, ela serviu para que Van Langren elaborasse o primeiro mapa lunar, representado na figura 1, que dedicou ao seu patrono, Filipe IV (1605-1665) de Espanha.

[1] As opiniões dos estudiosos divergem quanto à data da primeira oferta de prémio. Alguns autores afirmam que foi em 1567 que Filipe II (1527–1598) fez esta oferta. Praticamente todos mencionam o ano de 1598. Alguns consideram que neste ano foi confirmado o prémio anteriormente proposto, enquanto outros defendem que foi então pela primeira vez instituído.

[2] Na nossa opinião a melhor obra de ficção sobre o tema da longitude. Embora seja um romance, a obra explica detalhadamente, com bastante rigor histórico, muitas das propostas para resolver este problema da náutica. Esta solução de usar o "Pó da Simpatia" foi realmente sugerida.

As ofertas de recompensas acima referidas são prova do enorme interesse em resolver esta questão. Mas, afinal, por que motivo este problema é de resolução tão complexa? É sabido que a latitude se determinava no mar, usando métodos astronómicos, pelo menos desde o século XV. Tal é possível porque a contagem das latitudes faz-se entre o equador e os polos. Cada um dos polos terrestres se projeta num *ponto fixo* da esfera celeste, em torno do qual todas as estrelas rodam. É a existência deste ponto fixo que permite que a latitude seja determinada com muita facilidade, realizando simples operações aritméticas.

Para a longitude a situação é completamente diferente. Esse ponto fixo não existe. Os meridianos convergem todos nos polos, não existindo nenhuma "razão natural" que torne um meridiano preferencial em relação a qualquer outro[3]. A "estratégia" a seguir para resolver este problema tinha de ser diferente. A maior parte dos processos sugeridos baseia-se no facto de ser possível determinar a longitude de uma forma indireta, através da medição de um intervalo de tempo.

Importa esclarecer que a longitude é um conceito espacial. E na mecânica clássica – não relativista – espaço e tempo são dimensões independentes. No entanto, podemos conhecer, indiretamente, o valor de uma determinada dimensão espacial medindo um intervalo de tempo. Processos deste género são bastante comuns. Por exemplo, um radar fornece a distância a um determinado objeto, medindo o tempo que uma onda rádio demora a percorrer um percurso. Basta conhecer a velocidade de propagação da onda. Ou seja, podemos relacionar o espaço com o tempo se tivermos um fenómeno com movimento associado e soubermos a velocidade a que esse movimento se realiza. E nós sabemos que a Terra completa uma rotação em vinte e quatro horas. Esta relação entre longitude e tempo está patente na palavra que define os pontos de igual longitude: meridiano. Etimologicamente deriva da expressão latina *meridiânus*, relativo ao meio-dia. Isto porque o Sol passa pelo meridiano de qualquer lugar, quando é meio-dia nesse local.

Claro que é possível conhecer diretamente as coordenadas de um local, a partir de um outro local de coordenadas conhecidas, usando triangulação. Contudo, nem sempre é possível usar estes métodos diretos, sendo então necessário recorrer aos indiretos, como acima descrito. Nesse caso, é necessário ter um processo para conhecer a hora do local onde o navegador se encontra, e um outro para determinar a hora do meridiano-origem. A maior dificuldade estava no conhecimento desta última hora. Uma possibilidade seria acertar um relógio no meridiano-origem, "conservando" a bordo essa hora. Outra hipótese seria observar um determinado fenómeno que fosse visível no mesmo instante em diferentes locais. Os fenómenos que podem ser observados simultaneamente em locais afastados entre si são os fenómenos astronómicos.

Neste texto serão analisadas três alternativas que foram sugeridas para resolver o problema. Não explicaremos em grande detalhe os processos, uma vez que preferimos realçar os instrumentos associados a cada um dos métodos. A primeira proposta baseia-se num pressuposto errado. No entanto, decidimos abordá-la porque passam este ano cinco séculos desde que foi sugerida pela primeira vez. Mas, acima de tudo, decidimos explicar este processo porque, apesar de se saber desde muito cedo que era um método errado, o mesmo continuou a ter defensores durante séculos.

As secções seguintes serão dedicadas aos dois processos que tiveram realmente utilização prática no mar: as distâncias lunares e o cronómetro. O primeiro é um exemplo da utilização de um fenómeno visível simultaneamente em diversos locais, enquanto o outro consiste em "conservar" a bordo a hora do meridiano-origem. Importa referir que existiram outros processos que permitiam conhecer a hora com rigor, nomeadamente recorrendo à observação de eclipses. No entanto, os eclipses da Lua ocorrem tão raramente que o seu uso não era prático. No início do século XVII, Galileu (1564-1642) sugeriu o uso dos eclipses dos satélites de Júpiter para o mesmo efeito. Embora muito mais frequentes do que os da Lua, o seu uso não era possível no mar. Contudo, foram muito úteis em terra firme, especialmente depois de Cassini (1625-1712) ter elaborado tabelas rigorosas de efemérides dos satélites.

2. LONGITUDE PELA DECLINAÇÃO DA AGULHA

No longo título do *Tratado da Agulha de Marear* de João de Lisboa (c. 1526) aparece a referência ao ano de 1514, logo evocamos o quinto centenário. Nesse texto é sugerido que existe uma relação direta entre a longitude e a variação da declinação da bússola, ou agulha de marear na linguagem dos marinheiros. Embora nalguns locais a declinação varie de um modo mais ou menos proporcional à longitude, esta relação não existe. Tal foi comprovado por D. João de Castro (c. 1500-1548), na sua viagem de 1538 para a Índia.

Figura 2: Carta de linhas isogónicas do Atlântico.

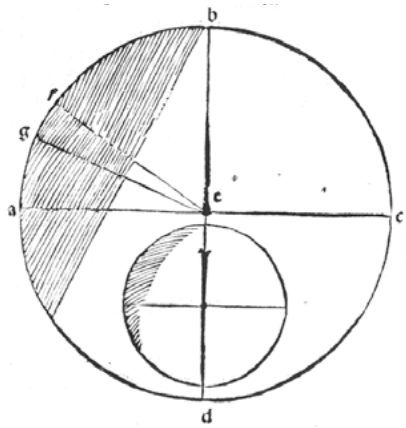


Figura 3: Instrumento de sombras de Pedro Nunes.

Figura 4: Agulha de marcar portuguesa.

Apesar de se ter demonstrado que o método estava errado, o mesmo continuou a ter diversos seguidores. Alguns autores sugeriram uma variante que consitia em conhecer a posição pelo cruzamento de paralelos de latitude com as linhas, irregulares, de igual declinação, as isogónicas. Esta última variante foi defendida pelo padre Cristóvão Borri (1583-1632), no Colégio de Santo Antão, em Lisboa, ou por Edmond Halley (1656-1742). Este último fez levantamentos da variação das isogónicas e publicou a carta que mostramos na figura 2.

Vale a pena referir ainda que, apesar de a declinação magnética não ser proporcional à longitude, o conhecimento daquela poderia ajudar o piloto a manter-se safo de perigos. Bastaria para tal que conhecesse o valor da declinação nas proximidades de um determinado baixio existente em alto-mar. Por esse motivo, a determinação da declinação magnética era uma prática corrente a bordo. Foram sugeridos diversos métodos de cálculo do seu valor, tendo igualmente sido propostos diversos instrumentos, ou adaptações dos existentes para esse efeito. A título de exemplo, apresenta-se na figura 3 um instrumento sugerido por Pedro Nunes, e na figura 4 uma "agulha de marcar portuguesa", que não é mais do que uma agulha de marear, adaptada para observar a direção do Sol no seu nascimento ou no seu ocaso. A partir do valor observado, calculava-se a declinação magnética, recorrendo a uma tabela de amplitudes[4].

3 A escolha do meridiano de Greenwich é puramente convencional. No passado usaram-se outros meridianos de referência.

4 A amplitude ortiva, ou occídua, é o ângulo entre a direção Este, ou Oeste, no nascimento, ou ocaso, do Sol. É função da data e da latitude do observador.

3. MÉTODO DAS DISTÂNCIAS LUNARES

No ano de 1514 foi publicado um outro texto relacionado com a longitude. O padre Johann Werner (1468-1522), de Nuremberga, publicou *In Hoc Opere Haec Continentur Nova Translatio Primi Libri Geographicae Cl Ptolomaei*. Nesta obra, o autor sugere a determinação da longitude por meio da observação do ângulo entre a Lua e uma estrela. Por esse motivo, o método ficou conhecido como método das distâncias lunares.

A Lua tem um movimento de translação em torno da Terra, com a duração de cerca de um mês. Por esse motivo, descreve um movimento aparente na esfera celeste, com a mesma duração. Tal tem como consequência que a posição da Lua em relação aos restantes astros varie rapidamente. Num determinado instante, o ângulo verdadeiro entre a Lua e um outro astro – a distância lunar – será igual nos diferentes lugares em que seja observado. Se observarmos a distância lunar num qualquer lugar da superfície terrestre, poderemos igualmente conhecer a respetiva hora local, por processos astronómicos. Por outro lado, se tivermos, para um meridiano de referência, uma tabela com valores de distâncias lunares e respetivas horas, sabemos a que horas, desse meridiano de referência, ocorreu a mesma distância lunar que observámos. Comparando essas duas horas locais, podemos conhecer a longitude do lugar onde estamos.

Werner sugeriu o uso da balestilha para medir a distância lunar, como podemos ver na figura 5. Na época não existia outro instrumento que permitisse medir ângulos entre astros. A balestilha era um dos instrumentos usados para determinar a latitude. Esta última era calculada desde finais do século XV, observando a Polar ou o Sol com astrolábio, quadrante ou balestilha. Estes instrumentos tinham geralmente escalas cuja divisão mínima era o grau. Os pilotos experientes conseguiam geralmente leituras da ordem de meio grau ou mesmo de um terço de grau, interpolando entre dois valores sucessivos. Para o caso do Sol, usavam ainda tabelas com os valores da respetiva declinação, fornecida em graus e minutos. Tendo o valor da altura do astro e a declinação, necessitavam apenas de efetuar uma operação de soma ou subtração para calcular a latitude. Nestas condições seria comum um erro da ordem de meio grau, o que implicava um erro de cerca de 30 milhas náuticas na latitude.

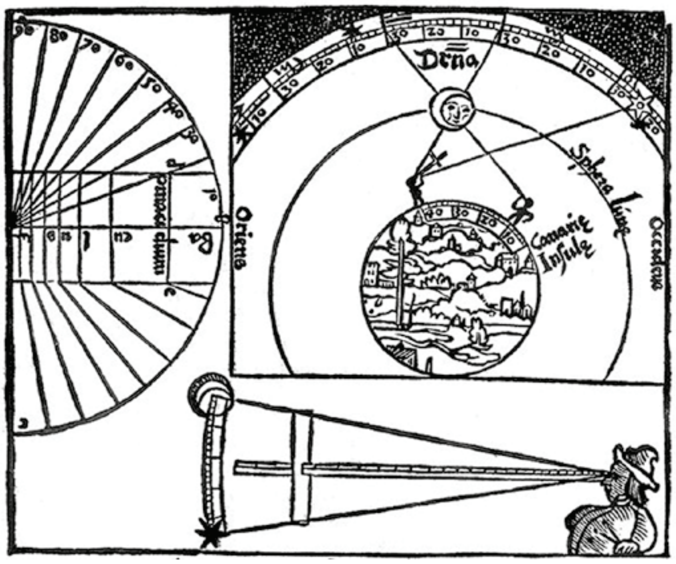


Figura 5: Uso da balestilha para medir distâncias lunares.

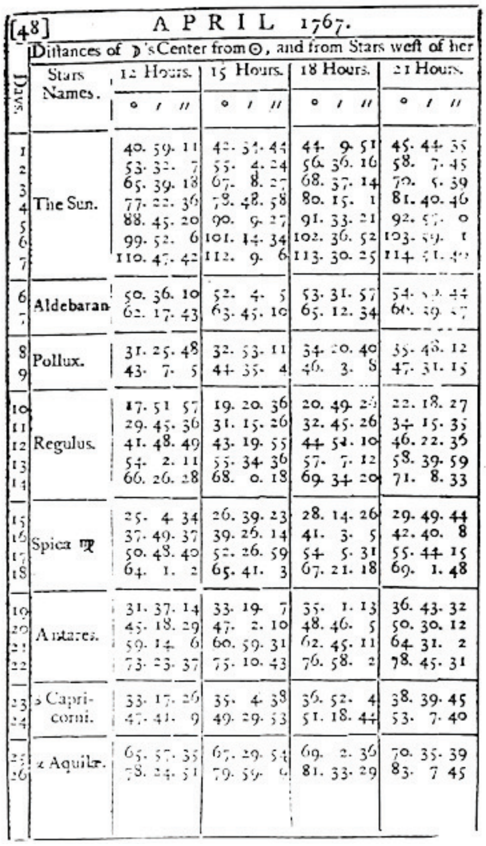
Figura 6: Octante do século XVIII.

Para a longitude, pelas distâncias lunares, a situação é completamente diferente. Suponhamos que a Lua demora 30 dias a completar uma translação em torno da Terra[5]. Nestas circunstâncias percorre cerca de 12 graus por dia, em relação a qualquer outro astro. Tal implica que numa hora a variação deste ângulo é da ordem de meio grau, ou seja, 30 minutos de arco. Daqui se conclui que um erro de um minuto no ângulo entre a Lua e outro astro, implica um erro de dois minutos em tempo. Ou seja, se medirmos ângulos com erros semelhantes aos cometidos na determinação da latitude, da ordem de meio grau, podemos ter erros de cerca de uma hora, no cálculo do tempo. Um erro de uma hora é igual a 15 graus de longitude, que equivale a 900 milhas no equador. Bem diferente das 30 milhas na latitude!

A limitação da balestilha foi ultrapassada com os instrumentos de dupla reflexão. O primeiro destes instrumentos a ser construído foi o octante, em 1731. Curiosamente a sua "invenção" ocorreu simultaneamente em Inglaterra, por John Hadley (1682-1744); e em Filadélfia, nos EUA, por Thomas Godfrey (1704-1749), que naquele mesmo ano apresentaram propostas semelhantes para um mesmo instrumento, sem que tivessem conhecimento um do outro. O termo octante significa que se trata de um instrumento cujo sector corresponde a um oitavo de círculo, ou seja 45 graus, como podemos verificar na figura 6. Por outro lado, a expressão dupla reflexão significa que são utilizados dois espelhos, sendo que o seu funcionamento se baseia na segunda lei da reflexão. Por este motivo, cada grau da escala do instrumento corresponde na realidade a um ângulo de dois graus. Logo, com um octante consegue-se medir ângulos até 90 graus, o que era suficiente para determinar a altura dos astros. Contudo, para aplicação do método das distâncias lunares era necessário medir, algumas vezes, ângulos superiores a 90 graus. Em 1757, o inglês John Bird (1709 - 1776) concebeu o sextante, com o qual se podiam medir ângulos até 120 graus.

Além do rigor nas observações, o método das distâncias lunares implicava também valores bastante rigorosos das efemérides dos astros. A criação de grandes observatórios astronómicos, como o de Paris, em 1667; e o de Greenwich, em 1675, permitiram a recolha sistemática de dados necessários aos cálculo das efemérides. Por outro lado, a mecânica celeste conheceu desenvolvimentos significativos após a publicação dos textos de Isaac Newton (1642-1727). Graças a estes avanços foi possível a publicação de tabelas com valores muito rigorosos de efemérides dos astros. Para o caso da Lua merece especial destaque Tobias Mayer (1723-1762), que calculou coordenadas deste astro com precisão de um minuto. Por esse motivo recebeu 3.000 libras do *Board of Longitude*. O valor foi pago à sua viúva, pois Mayer falecera entretanto.

O método das distâncias lunares apresentava ainda um outro inconveniente: a complexidade dos cálculos para obter o valor da distância lunar no meridiano de referência, a partir das efemérides dos astros. Era necessário realizar cálculos de trigonometria esférica, com elevada precisão. Estes cálculos eram bastante morosos e não estavam ao alcance dos pilotos. A solução para este problema passou pelo cálculo prévio de tabelas com valores das distâncias lunares para um meridiano de referência. Nasceu assim, em 1767, o *Nautical Almanac*, do qual mostramos uma página na figura 7.



[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	The Sun.	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. 59
4		77. 22. 36	78. 48. 58	80. 15. 1	81. 40. 46
5		88. 45. 20	90. 9. 27	91. 33. 21	92. 57. 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. [illegible]
6	Aldebaran	50. 36. 10	52. 4. 5	53. 31. 57	54. [illegible]. 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	Regulus.	17. 51. 57	19. 20. 36	20. 49. 24	22. 18. 27
11		29. 45. 36	31. 15. 26	32. 45. 26	34. 15. 35
12		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		66. 26. 28	68. 0. 18	69. 34. 20	71. 8. 33
15	Spica ♍	25. 4. 34	26. 39. 23	28. 14. 26	29. 49. 44
16		37. 49. 37	39. 26. 14	41. 3. 5	42. 40. 8
17		50. 48. 40	52. 26. 59	54. 5. 31	55. 44. 15
18		64. 1. 2	65. 41. 3	67. 21. 18	69. 1. 48
19	Antares.	31. 37. 14	33. 19. 7	35. 1. 13	36. 43. 32
20		45. 18. 29	47. 2. 10	48. 46. 5	50. 30. 12
21		59. 14. 6	60. 59. 31	62. 45. 11	64. 31. 2
22		73. 23. 37	75. 10. 43	76. 58. 2	78. 45. 31
23	β Capricorni.	33. 17. 26	35. 4. 38	36. 52. 4	38. 39. 45
24		47. 41. 9	49. 29. 53	51. 18. 44	53. 7. 40
25	α Aquilæ.	65. 57. 35	67. 29. 54	69. 2. 36	70. 35. 39
26		78. 24. 51	79. 59. 9	81. 33. 29	83. 7. 45

Figura 7: Uma página do Nautical Almanac de 1767.

[5] Na realidade, a Lua completa essa translação num período ligeiramente mais curto. Nesta explicação faremos uma série de aproximações, pois o nosso objetivo é apresentar apenas a ordem de grandeza dos valores envolvidos.

4. CRONÓMETRO

Vimos que o método das distâncias lunares apresentava uma série de limitações que só foram ultrapassadas no século XVIII. A palavra-chave é precisão: dos instrumentos, das efemérides e dos cálculos para obter resultados aceitáveis. A bordo era necessário um cuidado especial na obtenção das alturas e nos cálculos. O *Nautical Almanac* veio simplificar o processo de cálculo. No entanto, o processo poderia tornar-se bastante mais simples caso fosse possível conhecer a bordo a hora do meridiano de referência sem ser necessário recorrer a observações astronómicas para esse efeito.

Poucos anos depois da proposta de Werner, foi sugerido um outro método para determinação da longitude no mar, usando um relógio. A maior parte dos historiadores de ciência atribui esta proposta a Gemma Frisius (1508-1555), datando a mesma de 1530. No entanto, a mesma foi sugerida seis anos antes, por Fernando Colombo (1488-1539) na Junta de Badajoz-Elvas, que se reuniu para procurar esclarecer a questão das Molucas[6]. Esta proposta de Fernando Colombo é ignorada por muitos historiadores porque uma parte significativa dos estudos sobre a longitude é produzido (e lido!) por estudiosos que não conseguem ler português nem castelhano.

Em termos práticos, este processo é muito mais simples. A ideia é dispor de um relógio rigoroso, que seria acertado pela hora do meridiano de referência, "conservando" assim essa hora. Quando o navegador quisesse conhecer a sua longitude, teria apenas de determinar a hora local, para o meridiano em que se encontrasse[7] e comparar essa hora local com a hora do cronómetro, que marcava a hora do meridiano de referência.

Figura 8: Cronómetro H4.

Se em termos de procedimentos este processo é bastante mais simples do que o das distâncias lunares, a aplicação prática de ambos ocorreu praticamente em simultâneo. Tal aconteceu porque foi necessário ultrapassar inúmeras limitações técnicas no campo da relojoaria. Quando o processo foi sugerido, no século XVI, os relógios existentes eram essencialmente dos seguintes tipos: de Sol, ampulhetas (de areia ou de água) e mecânicos (de pesos). Os primeiros não serviam para este processo, pois marcam sempre a hora do meridiano em que se encontram, e além disso não são suficientemente rigorosos. Quanto aos restantes tipos, não possibilitavam geralmente a medição do tempo com rigor da ordem dos segundos. Por outro lado, a contagem do tempo decorria muitas vezes de uma forma irregular, especialmente nos relógios mecânicos. Apesar disso, alguns dos autores que defenderam este processo, sugeriram o uso de ampulhetas, sendo que alguns preferiam as de areia e outros as de água.

Na segunda metade do século XVII Christiaan Huygens (1629-1695) desenvolveu o relógio de pêndulo. Este permitia medições bastante rigorosas de tempo. Tinha, no entanto, o grande inconveniente de não servir para ser usado nos navios, pois o seu funcionamento é bastante sensível ao balanço. Entretanto, a relojoaria conheceu diversos desenvolvimentos e, chegados ao século XVIII, tornou-se possível a construção de relógios muito rigorosos.

Carpinteiro de profissão, John Harrison (1693-1776), dedicou quase toda a sua vida à construção de relógios que permitissem determinar a longitude com o rigor exigido no *Longitude Act*, de 1714. A sua primeira inovação conhecida no campo da relojoaria ocorreu por volta de 1713. Os seus primeiros relógios eram constituídos essencialmente por peças de madeira, e funcionavam bastante bem. Começou a construir cronómetros em 1727, ano em que elaborou os primeiros desenhos do H1. Os relógios que construiu são conhecidos por: H1, H2, H3, H4 e H5. A letra é a inicial do seu apelido e o número indica a ordem de construção. Em 18 de novembro de 1761, Harrison iniciou a primeira viagem de Inglaterra até à Jamaica, para testar o H4 (figura 8). Em 1764, foi feita outra viagem, até Barbados. Nesta, o H4 foi acompanhado por William Harrison (1728-1815), filho de John. Ao fim de 46 dias de viagem o cronómetro tinha um erro de cerca de 39 segundos. Este valor estava bem dentro dos limites definidos pelo *Longitude Act*. Depois de Harrison ter construído o H1, o *Board of Longitude* foi financiando os seus trabalhos. Em junho de 1737 recebeu um primeiro apoio de 250 libras. O último valor que recebeu, 8.750 libras, foi pago em 19 de junho de 1773, depois de Harrison ter construído o H5, semelhante ao H4. No total, Harrison recebeu 23.065 libras.

5. EPÍLOGO

Apenas umas pequenas notas finais. Evocámos três centenários. Um deles é o centenário de um texto no qual é proposto um método errado de determinar a longitude. Apesar de errado, teve defensores durante séculos, e evoluiu para uma versão – a de Borri/Halley – que permitia conhecer a posição com algum rigor.

Um outro centenário é aquele que motivou este número da *Gazeta de Matemática*, o do *Longitude Act*. Como consequência deste diploma, e do prémio oferecido, foi possível encontrar a solução para o problema. Ou melhor, as soluções: cronómetro e distâncias lunares. Curiosamente, um destes métodos foi proposto pela primeira vez em 1514, sendo esse o terceiro centenário evocado. As duas soluções mencionadas foram desenvolvidas mais ou menos em simultâneo. Algumas inovações foram aproveitadas em ambos os métodos, como foi o caso dos instrumentos de dupla reflexão, ou das ferramentas matemáticas que possibilitaram cálculos mais rigorosos. O processo não foi pacífico. Formaram-se dois "partidos" na comunidade científica, defendendo um ou o outro processo. A obra *Longitude,* de Dava Sobel, procura retratar essa realidade.

Nos primeiros tempos, cada um dos métodos apresentava algumas limitações significativas. No caso do cronómetro era o seu preço que tornava proibitiva a utilização massiva destes instrumentos. Quanto ao método das distâncias lunares, o principal problema residia na complexidade dos cálculos, nomeadamente o cálculo da distância da Lua ao outro astro escolhido, a partir das respetivas efemérides. Essa limitação maior foi ultrapassada com a publicação do *Nautical Almanac*, que continha tabelas com valores de distâncias lunares calculadas para o meridiano de Greenwich. Com esta publicação, o processo de cálculo foi bastante simplificado, mas mesmo assim continuou a ser muito mais complexo do que os resultados obtidos com o cronómetro. Além disso, as distâncias lunares implicavam um cuidado acrescido na medição dos ângulos, pois qualquer pequeno erro tinha implicações enormes. Assim que os cronómetros se vulgarizaram, as distâncias lunares foram sendo abandonadas. Passaram a servir para determinar o "ponto ao contrário", ou seja, para verificar o funcionamento dos cronómetros. Quando o navegador chegava a um lugar cuja longitude conhecia com rigor, usava a distância lunar para saber a hora em Greenwich e assim confirmar o erro do cronómetro. No início do século XX passaram a ser difundidos sinais horários via rádio, e o *Nautical Almanac* deixou de publicar as tabelas de distâncias lunares.

"Disse: quanto à longitude é coisa assaz árdua que poucas pessoas entendem, exceto as que sabem abster-se do sono para observar a conjunção da Lua e dos planetas. E disse: é para a determinação das longitudes que muitas vezes sacrifiquei o sono e encurtei a minha vida de dez anos..."

Umberto Eco, *A Ilha do Dia Antes*

SOBRE O AUTOR

António Costa Canas é oficial de Marinha. Membro do Centro de Investigação Naval e do Centro Interuniversitário de História das Ciências e Tecnologia. Áreas de interesse: História da Marinha Portuguesa e História da Ciência Náutica