

A arte de medir o tempo

Carlos Herdeiro

Departamento de Matemática, Universidade de Aveiro

Determinar a posição de um navio no mar, sem pontos de referência terrestres, é um problema central da navegação. No Sec. XVII, enquanto que a determinação da latitude estava - em teoria - controlada pela mediação da altura angular da estrela polar (no hemisfério norte) com quadrantes, ou do Sol no ponto mais alto do dia, a determinação da longitude era um problema em aberto. Dada a importância da navegação marítima, em virtude da globalização ocorrida nos sec. XVI e XVII, em 1675, o rei Carlos II de Inglaterra ordenou a construção, em Greenwich, de um observatório real para se encontrar a “tão desejada longitude no mar alto”. Eventualmente, a localização deste observatório passará a determinar o meridiano de referência.

Apesar de algumas propostas curiosas (recomenda-se o excelente livro de Dava Sobel “Longitude”), o problema subsistiu nas décadas seguintes. Em 1714, na sequência de acidentes e naufrágios, uma petição para resolver o problema da longitude chega ao palácio de Westminster, apoiada por comerciantes e armadores. Foi criada uma comissão que pediu o conselho de Isaac Newton - na altura um homem venerado com 72 anos - e de Edmond Halley. Newton preparou alguns comentários escritos e apresentou-os, em pessoa, à dita comissão, enumerando as alternativas existentes para medir a longitude, afirmando que todas elas eram verdade, em teoria, mas “difíceis de executar”, à luz da tecnologia da época - um eufemismo (bastante britânico) para “impossível”.

Uma das alternativas enumeradas por Newton era o “método de cronometragem”, sobre o qual escreveu: “Um [método] é colocar um relógio que marque o tempo com exatidão. Mas, dado o movimento do navio, a variação da temperatura, da humidade e da gravidade em diferentes latitudes, um tal relógio ainda não foi feito.” A comissão da longitude incorporou o testemunho de Newton no relatório, mas não favoreceu qualquer método. Simplesmente instou o parlamento a promover uma solução, vinda de “qualquer campo da ciência ou arte e proposta por indivíduos de qualquer nacionalidade”, recompensando-a generosamente. Em conformidade, o parlamento emitiu o “Longitude act” a 8 de Julho de 1714, instaurando 3 prémios monetários de, respeti-

vamente, 20000/15000/10000 libras para um método prático e utilizável que determinasse a longitude com uma precisão de meio grau/dois terços de grau/um grau.

Para deliberar sobre propostas, foi instituído um “painel da longitude” incluindo personalidades do mais elevado prestígio: o astrónomo real, o presidente da Royal Society, o primeiro almirante da marinha, o “Speaker” do parlamento, e os professores Saviliano, Lucasiano e Plumiano das Universidade de Cambridge e Oxford. Este painel tinha também o poder para atribuir financiamento a inventores com ideias promissoras, mas sem recursos, tornando-o, possivelmente, na primeira agência oficial de financiamento de investigação e desenvolvimento da história. O painel da longitude manteve-se em funções até 1828 (!), tendo pago até à sua dissolução mais de 100 000 libras em prémios e financiamentos.

Qualquer metodologia proposta que passasse o crivo do painel, teria de ser implementada a bordo de um dos navios de Sua Majestade, navegando desde a Grã Bretanha até um porto nas Índias Ocidentais, escolhido pelo painel, sem perder a longitude para além dos limites mencionados. Obviamente, se o problema da longitude já era interessante antes do “Longitude Act”, o prémio aumentou exponencialmente as “soluções” propostas, na grande maioria prontamente excluídas.

Quem viria a resolver o problema da longitude, sem nunca ter sido inteiramente reconhecido em vida, foi um carpinteiro inglês, que se tornou relojoeiro, de nome John Harrison. Harrison fez o seu primeiro relógio de pêndulo em 1713 (com 20 anos), integralmente em madeira. Ao longo das duas décadas seguintes aperfeiçoou a sua arte relojoeira, integrando nos relógios diferentes mecanismos e materiais de modo, por exemplo, a minimizar o impacto das mudanças de temperatura na marcação do tempo.

Em 1730, aliciado pelo prémio da longitude, Harrison desenhou um relógio naval. Apresentou o seu desenho ao astrónomo real (Halley) que o recomendou ao relojoeiro mais conceituado do reino (George Graham) de quem obteve apoio financeiro para o seu desenvolvi-

mento, que demorou mais de 5 anos. O resultado, agora designado por H1 (figura 1 – esquerda, em cima) foi a primeira proposta que o painel considerou merecedora de um teste de mar, que consistiu numa viagem a ... Lisboa. O teste foi suficientemente bem sucedido para que o painel financiasse Harrison para melhorar o desenho.

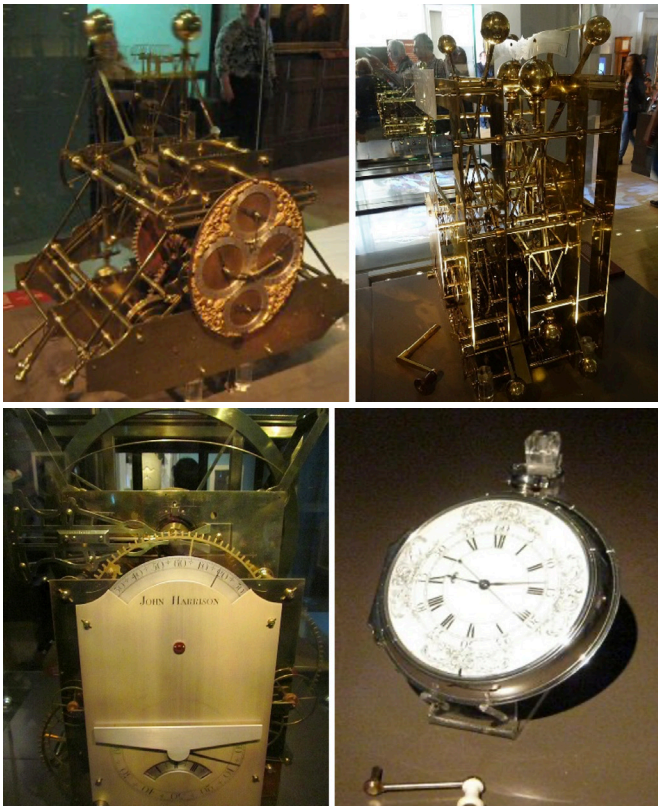


Figura 1: O relógio H1 (esquerda, cima), H2 (direita, acima), H3 (esquerda, abaixo), H4 (direita, abaixo). Via Wikipedia (créditos: H1 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:H1_low_250.jpg, H2 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NMM_Longitude_editathon_09.JPG, H3 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Royal_Observatory,_Greenwich_2010_PD_14.JPG, H4 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:H4_low_250.jpg)

Seguiram-se décadas de melhoramentos; o H2 surge em 1741 (figura 1 - direita em cima) e o H3 em 1758 (figura 1 - esquerda em baixo), tentando diminuir o impacto de diversas fontes de erro e introduzindo mecanismos inovadores, como faixas bimetálicas, que transformavam variações de temperatura em variações mecânicas, compensando as alterações térmicas de molas do mecanismo.

Na década de 1750, contudo, Harrison observou que os relógios de bolso que estavam a ser produzidos por um discípulo de Graham (Thomas Mudge), usando um novo tipo de liga metálica eram competitivos com os seus grandes relógios navais em precisão e decide mudar o paradigma - adaptar as inovações mecânicas do H1-H3 num modelo tipo relógio de bolso - ainda que maior. Apresentado em 1759, o H4 (figura 1 - direita em baixo) tem um teste de mar em 1761, numa viagem entre Inglaterra e a Jamaica. Retirando o atraso observado em terra (um erro sistemático), de 24 segundos em 9 dias, nos 81 dias e 5 horas da viagem, o relógio atrasou apenas 5 segundos! Considerando a longitude conhe-

cida do Porto de Kingstone na Jamaica, esta imprecisão traduzia-se num erro de longitude de 1,25 minutos de arco (cerca de uma milha náutica), bem menos do que o meio grau exigido no prémio da Longitude.

Infelizmente para Harrison, o painel da Longitude atribuiu o teste bem sucedido "à sorte" e exigiu um novo teste, que foi ensombrado por um outro método (o método das distâncias lunares) apoiado por Nevil Maskelyne que entretanto se tornaria astrónomo real, tendo por isso voto na matéria da atribuição do prémio. Harrison lutou até ao final da sua vida (1776) por receber o prémio por inteiro, o que não aconteceu, tendo ainda iniciado trabalho num sucessor do H4 - o H5 - que não terminou. Mas o seu legado foi uma contribuição decisiva na marcação precisa do tempo e, conseqüentemente, para a relojoaria moderna, alavancando a vitória sobre o problema da Longitude. James Cook, por exemplo, levou uma cópia do H4 nas suas segunda (1772-75) e terceira (1776-79) viagens de exploração do Oceano Pacífico.

Celebrando este volume o prémio Nobel da física de 2023, que diria Harrison se soubesse que 250 anos depois, usando a luz, se conseguiria medir com precisão processos que ocorrem em escalas de tempo da ordem de alguns attossegundos!