



10⁶m

Na época dos Descobrimentos era possível determinar a latitude. O mesmo não acontecia com a longitude.

AS ESCALAS DA TER LONGITUDE E NAVE

Comemoram-se neste ano os 150 anos da introdução em Portugal do Sistema Métrico Decimal. De facto, no dia 13 de Dezembro de 1852, começámos a medir comprimentos, volumes e pesos, usando uma base que nunca tínhamos experimentado antes. O autor publicou um texto¹ sobre essa efeméride, para que não se perca a memória da longa luta que se travou para que esse sistema, que revolucionou o Mundo, entrasse em Portugal.

Mas vamos ao assunto do título. Veja o leitor que não será fácil: a base 10, que a exposição "Potências de Dez", entroniza, e que, com alguns e teimosos atrasos, é hoje unidade universal, não mede a esfera terrestre, essa musa à qual o Sistema Métrico Decimal foi buscar a inspiração. O génio dos sábios de Napoleão não conseguiu fazer perdurar o *grado*². Nem mesmo o famoso Jean-Charles de Borda (1733-1799) apesar de, pacientemente, ter calculado as *Tables Trigonométriques Décimales, ou Table des Logarithmes des Sinus, Sécantes et Tangentes, suivant la division du Quart de Cercle en 100 degrés, du degré en 100 minutes, et de la minute en 100 secondes...*, obra que seria publicada por Delambre nos primeiros anos do século XIX. A circunferência teimou em ficar dividida em 360 partes, como há milhares de anos já se fazia na Mesopotâmia. E a *milha*³, que no mar corresponde a um minuto de arco de meridiano bateu, definitiva e inexoravelmente, o *metro*.

RA: LATITUDE, GAÇÃO

A LATITUDE

A medição do globo em que vivemos começa, verdadeiramente, quando Cláudio Ptolemeu, no segundo século depois de Cristo, apresenta na sua *Geografia* (Fig. 1) a imagem das terras conhecidas, baseada em estudos de Marino de Tiro. D. João de Castro diz-nos que aquele sábio alexandrino "enumerou o terceiro modo de geografia, que foi uma maravilha, excelente e divina invenção, com o qual vieram muitos e muito grandes proveitos ao mundo, porque, achada maneira de pôr cada uma das terras e mares deste mundo em seu certíssimo lugar ficaram mui fáceis todas as navegações... E esta é a perfeita e verdadeira geografia, a qual principalmente consiste em demarcar as terras pela correspondência que tem cada uma ao céu, com a devida largura e longura [latitude e longitude]."



Fig. 1. *Geografia* de Ptolemeu, edição de Veneza, 1514. Trata-se porém de uma "tábua nova" que inclui informação resultante das viagens dos Portugueses.

Quando os Portugueses iniciaram a sua epopeia marítima, logo a seguir à conquista de Ceuta, que aconteceu em 1415, o conhecimento do Mundo não tinha sofrido grande evolução. A navegação fazia-se até então pelo método do *rumo* e *estima*, isto é, usando os rumos da agulha de marear e estimando as distâncias, e recorrendo, naturalmente, ao suporte costeiro.

Todavia, no trajecto ao longo da costa africana, os pilotos portugueses constataram que as viagens para o Sul se faziam com ventos de feição, enquanto o regresso se tornava difícil, por vezes impossível, devido a ventos contrários. Para tornear esta situação, passou a fazer-se a *volta pelo largo*, que passava pelos Açores, o que tornava as viagens de regresso bem mais longas em caminho percorrido mas mais curtas em tempo e mais cómodas para as tripulações. Esta volta, que também se apelidava *volta da Mina* ou da *Guiné*, impedia que se determinasse a posição do navio pelo reconhecimento da costa, como até então se fazia.

Para superar esta dificuldade, recorreu-se aos astros, primeiro à estrela Polar, para determinar a posição do navio. A sua altura⁴ media-se em graus, usando o *quadrante*, por exemplo à saída de Lisboa, e registava-se o seu valor no próprio instrumento. Depois, ao navegar-se um ou mais dias, ou no porto seguinte, media-se novamente a altura da Polar. A diferença entre estas alturas convertida em léguas que, na época era a unidade de distância usada no mar, dava o caminho percorrido Norte-Sul. A unidade de conversão, a primeira a ser usada pelos pilotos portugueses, foi de 16 $\frac{2}{3}$ léguas por grau. Mais tarde, antes do fim do século, já se utilizava a relação de 17 $\frac{1}{2}$ léguas por grau.

Este método exigia que o piloto fizesse pontaria à estrela Polar com esta sempre na mesma posição no céu, dado que esta gira em torno do pólo geográfico, descrevendo uma circunferência que, na época, tinha aproximadamente o raio de $3,5^\circ$. O inconveniente deste procedimento era obrigar o piloto a fazer a observação, em cada dia, num determinado momento, o que nem sempre era possível devido ao céu estar encoberto. Para evitar esta situação, recorreu-se à chamada *roda da Polar*, de que se apresenta a publicada por Valentim Fernandes, em 1518, no *Reportorio dos Tempos* (Fig. 2). A figura, representando um homem com os braços abertos, indicava a altura da Polar em Lisboa, em função da posição das guardas dianteiras da Ursa Menor.

Uma tentativa que foi feita para saber a hora do meridiano de referência deve-se a João Werner, de Nuremberga. No prefácio à edição de 1514 da *Geografia* de Ptolemeu, apresentou uma solução genial que consistia em utilizar as distâncias angulares entre uma estrela, escolhida para o efeito, e a Lua. Se tivéssemos a bordo as efemérides com as horas (por exemplo, seis vezes ao dia) respeitantes a esses ângulos, tínhamos o problema resolvido. Simplesmente, na época, não existiam instrumentos com o indispensável rigor para medir os referidos ângulos e, por isso, este método das distâncias lunares, como foi chamado, só teve sucesso com o aparecimento dos instrumentos de dupla reflexão, de que o *sextante* é o mais conhecido e, também, quando foi possível calcular as indispensáveis efemérides.

Para o mesmo efeito foi proposto utilizar os eclipses do Sol ou da Lua, mas, dada a sua raridade, estes só excepcionalmente poderiam ser úteis. Também a ocultação dos satélites de Júpiter, descobertos por Galileu, em 1610, podia ser usada, mas como este fenómeno só pode ser visto através de uma luneta, que não podia ser usada a bordo por falta de uma plataforma estável, esta proposta foi abandonada.

E assim se estava até que, em 1707, o naufrágio de uma esquadra inglesa fez cerca de 2000 vítimas. Como este terrível acidente foi, em parte, atribuído a navegação deficiente, constituiu-se, em 1714, o *Longitude Act*, pelo qual o Parlamento ofereceu um prémio de 20 000 libras esterlinas a quem conseguisse, após uma viagem transatlântica, determinar a longitude apenas com um erro de meio minuto de arco.

Este desafio fez com que John Harrison se habilitasse aquele prémio, apresentando um *cronómetro* que foi ensaiado pela Royal Navy, em 1736. Harrison aperfeiçoa a sua invenção e, 25 anos depois, termina o *cronómetro* N.º 4, que experimentado durante cinco meses de navegação, tinha acumulado apenas uma variação de 1 minuto e 54 segundos, o que o fez ganhar aquele prémio milionário.

Na década de 1730 é apresentado à Royal Society de Londres, o protótipo do *oitante*, antepassado do bem conhecido *sextante*, com o qual foi possível medir a altura dos astros com uma precisão que nada se comparava com aquela dos instrumentos da primeira geração, como eram o *quadrante*, o *astrolábio náutico* e a *balestilha*.

Agora sim, a Arte de Navegar, uma arte em que o piloto punha muito da sua imaginação, transformou-se numa Ciência Náutica, em que se navegava com rigor e, portanto, com maior segurança pelos mares do Globo. Mas não completamente. Isto, porque o cronómetro – essa máquina quase perfeita – tinha um demérito. Não era possível ter a garantia que estava a dar a hora correcta. Mesmo quando se usavam dois cronómetros. E, mesmo com três, mantinha-se a indeterminação. O problema só seria resolvido, definitivamente, quando, nos primeiros anos do século XX, a Torre Eiffel começou a enviar para o éter, por ondas hertzianas, o sinal horário, pelo qual se acertavam os cronómetros a bordo.

NOTAS

¹ *Agenda para o ano 2002*, Correios de Portugal, Lisboa, 2001.

² O *grado* corresponde a 1/400 da circunferência.

³ Estamos, evidentemente, a referir a *milha marítima* que vale aproximadamente 1852 metros e não deve ser confundida com a *milha terrestre*, que mede pouco mais do que 1609 metros.

⁴ A altura de um astro é o ângulo entre o astro e o horizonte do lugar onde é feita a observação.

⁵ A fórmula que dá a latitude a partir da altura meridiana do Sol depende do hemisfério em que se navega, da declinação (δ) do Sol e da direcção da sombra. Por exemplo, no hemisfério Norte, tendo o Sol declinação Norte, assim com a sombra e se a altura meridiana for a , a latitude é dada pela fórmula:

$= (90 - a) + \delta$