

FACULDADE DE LETRAS DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA
INSTITUTO DE ESTUDOS HISTÓRICOS DR. ANTÓNIO DE VASCONCELOS

Revista Portuguesa de História

TOMO XI

VOLUME I



COIMBRA / 1964

Um processo gráfico usado pelos marinheiros do século xvii na determinação da amplitude ortiva de um astro (*)

1. As primeiras observações sistemáticas da declinação magnética foram realizadas pelos navegadores do século XVI.

Durante a primeira metade deste século todos ou quase todos os pilotos acreditavam que a variação da declinação da bússola estava relacionada directamente com a variação da longitude, supondo que as isogónicas eram meridianos terrestres; e não sendo conhecido um processo de fácil aplicação para determinar a longitude, calculava-se esta coordenada geográfica de um dado lugar pelo desvio que a agulha magnética nele apresentava para leste ou para oeste do meridiano.

Esta pseudo-teoria fora posta a correr através do pequeno *Traçado da Agulha de Marear*, redigido por João de Lisboa em 1514 (*), muito embora não tenha sido este piloto o mais provável autor da falsa ideia em que ela se baseava. Como tivemos recentemente ocasião de mostrar (2), a proporcionalidade entre a declinação da bússola e a longitude já era admitida pelos navegadores da primeira década do século XVI, havendo razões para supor, à luz da documentação conhecida, que o principal responsável de tal ideia tenha sido um mestre João, de origem alemã — de quem não temos mais notícias; ela passou deste astrólogo ao conhecido piloto Pero Anes, que teria praticado em Cochim com João de Lisboa,

(*) **Comunicação tapuitigantald a io I ConigTesso 2Argentino de História das Ciências (Córdoba, Setembro de 1969).**

(1) **Incluído no *Livro de Marinharia* de João de Lisboa, ed. Brito Rebelo, Lisboa, 1903, pp. 20*24.**

(2) **«Contribuição das navegações do século XVI para o conhecimento do magnetismo terrestre», comunicação à II (Reunião Internacional de História da Náutica, (Coimbra, 1968 (a publicar na *Revista da Universidade de Coimbra*).**

em 1508, o eirado método para a determinação de longitudes a que aquela proporcionalidade dava lugar ⁽³⁾.

Só em 1538, depois de repetidas observações feitas durante uma viagem de Lisboa para Goa, pode D. João de Castro Certificar-se de que a tal relação entre declinação e longitude não tinha qualquer fundamento ⁽⁴⁾.

Mas mesmo depois de se ter chegado a esta conclusão, a declinação magnética continuou a ser medida frequentemente a bordo dos navios, pois tal como a cor das águas, as plantas que nelas flutuavam e o voo das aves, era uma «conheença» que ajudava os pilotos a localizar aproximadamente os lugares em que se encontravam. Deste modo os marinheiros continuaram a acumular um grande número de valores da declinação da bússola, sobretudo no Atlântico e no Índico, que em parte foram depois aproveitados por William Gilbert, ao estabelecer a sua teoria sobre o magnetismo terrestre.

2. O primeiro processo a que esses homens recorreram na determinação da declinação da agulha encontra-se referido naquele tratado de João de Lisboa, e consistia em fazer com uma bússola, especialmente preparada para o efeito, uma pontaria à Estrela Polar ou à estrela a do Cruzeiro do Sul, no momento da culminação de qualquer destes astros.

Pouco tempo depois reconheceu-se que este método conduzia a resultados de rigor deficiente; em sua substituição, Francisco Faleiro propôs no seu livro *Tratado del Sphera y del Arte de Marear*, de 1535, quatro processos baseados em observações solares (dois deles foram também descritos por Pedro Nunes em 1537 ⁽⁵⁾) que permitiam avaliar de modo mais expedito aquele desvio. O último desses processos, único que interessa referir aqui, baseia-se na observação do azimute magnético do Sol no instante do seu nascimento ou do seu ocaso.

⁽³⁾ Luis de Albuquerque, *O Livro de Marinharia, de André Pires*, Lisboa, 1963, pp. 98-101.

⁽⁴⁾ *Obras Completas*, ed. de A. Cortesão e L. de Albuquerque, Vol. I, Lisboa, 1968, p. 184.

⁽⁵⁾ [Nb *Tratado em deiansam da oarta de marear*, publicado com o *Tratado da Esfera*, em *Obras*, ed. da Academia das Ciências de Lisboa, Vol. 1, Lisboa, 1940.

Para fixar ideias, passaremos a referir-nos sempre ao nascimento do astro, pois as considerações a fazer adaptam-se sem dificuldades ao outro caso. Faleiro supôs erradamente que o arco α definido pelo ponto onde o Sol nascia com o ponto leste do horizonte, ângulo α que depois se veio a chamar amplitude ortiva do Sol, era dado por $\alpha = \delta - \varphi$, ou seja, pela diferença entre a declinação δ do astro, na dita ida observação, e a latitude φ do lugar ocupado pelo observador. Nestas condições, se designarmos por μ o arco definido pelo ponto em que o Sol despontava no horizonte com o leste magnético, medido com a bússola, a declinação σ da agulha seria dada, segundo Faleiro, por

$$\sigma = \mu - (\delta - \varphi) \quad (*),$$

atendendo-se ao sinal de σ para decidir o sentido da declinação.

A expressão $\alpha = \delta - \varphi$ utilizada pelo cosmógrafo está, porém, incorrecta, devendo ser substituída por

$$\alpha = \arcsin \frac{\sin \delta}{\cos \varphi} \quad (**),$$

que aliás foi usada por D. João de Castro, possivelmente por instigação de Pedro Nunes ⁽⁶⁾, na viagem de 1538 já acima referida, mas apenas no caso particular de se operar no lequador ou muito próximo dele (então é $\varphi \approx 0^\circ$, importante $\alpha \approx \delta$, como Castro de facto afirma no *Roteiro de Lisboa a Goa* ⁽⁷⁾).

Só no final do século XVI se encontram em textos portugueses novas referências às amplitudes ortivas do Sol, e desta vez correctas. Em ano incerto da última década de quinhentos, João Baptista Lavainha calculou tabelas para as amplitudes α a partir de ^(**), com duas entradas para os valores de δ e φ . Estas tabelas

⁽⁶⁾ É o mesmo D. João de Castro quem dá a entender que as observações feitas por si a bordo tinham sido auxiliadas pelo cosmógrafo. De resto, Nunes ocupava-se do rumo do nascimento do Sol, a pedido de (Mantim Afonso de Sousa, no seu *Tratado sobre certas dúvidas da navegação*, também publicado em *Obras*, vol. oit. na nota anterior.

⁽⁷⁾ Vide, por exemplo, a observação registada no roteiro em 22 de Agosto de 1538, *Obras Completas*, Vol. dit. na ndba (4), p. 255.

não chegaram a ser impressas⁽⁸⁾. No entanto Manuel de Figueiredo, depois de as sujeitar a uma revisão, inseriu-as no livro *Hydrographia. Exame de Pilotos*, editado em 1625; e a partir daí o seu uso deve ter-se generalizado entre os marinheiros.

3. O objectivo principal desta nota é, porém, chamar a atenção para um processo gráfico do cálculo de a para qualquer astro. Este processo foi exposto por Luís Serrão Fimentel, a meio da segunda metade do século XVII, num curso sobre navegação que, no desempenho do lugar de cosmógrafo-mor, era obrigado a reger; mas ignoramos se teria sido este cosmógrafo o seu autor.

Desde a Idade Média era, de resto, habitual procurar soluções de carácter gráfico para alguns problemas simples de matemática e astronomia; e (essa tradição transmitiu-se à náutica onde, por exemplo, estiveram em uso alguns métodos gráficos para determinação de (declinações solares ⁽⁹⁾).

Aquele curso de Serrão Fimentel é conhecido através de uma apostila redigida em 1673 por um aluno que o frequentou; o seu caderno de notas conserva-se na Biblioteca Nacional de Lisboa, mas foi publicado em 1940 (com uma reedição de 1960) por Fontoura da Costa, **Sob** o título de *Prática da Arte de Navegar*, que é também o do Códice. O manuscrito tem, de resto, o interesse de mostrar em que consistia o ensino da náutica em Portugal em meados do século XVII, muito embora o texto apresente frequentemente erros e deturpações do compilador.

Nas pp. 97-98 da edição de Fontoura da Costa, acompanhando um desenho que se reproduz na fig. 1, lê-se o seguinte:

Escólio. Por analema ⁽¹⁰⁾ acharemos a amplitude ortiva e occidua. No círculo ABCD, representativo do meridiano, seja AC

(8) Uma folha do manuscrito encontra-se reproduzida em Fontoura da Costa, (*Manrinharia dos Descobrimtos*, 3.^a ied., Lisboa, 1960. Acrescente-se que por volta de 1600 o p.^o Francisco da Cosita, no seu curso do Colégio de Santo Antão, expunha a utilização de (***) no cálculo de latitudes, uma vez conhecidos os ângulos ote 8 (*Arte de navegar*, cód. NTV/7 do Maritime Museum, fos. 30V.-31).

(9) Luís de Albuquerque, *A determinação da declinação Solar na náutica dos descobrimtos*, Coimbra, 1966.

*9 Ou seja: por construção gráfica. A palavra foi muito usada com este significado em Portugal durante o século XVII. (For exemplo: Cristóvão Bruno, *Arte de Navegar*, ed. (Fontoura da Costa, pp. 78 e 118, Lisboa, 1940.

sua comum secção com o horizonte ; o diâmetro do equador seja DB, cuja altura isobre o horizonte se represente pelo arco CB; e os polos do Norte e do Sul sejam N, S, aquele elevado sobre o horizonte pelo arco AN, leste abatido pelo arco CS.

Conte-se a declinação do astro ou ponto celeste do ponto B, para o Norte ou para o Sul 'conforme aquela for boreal ou austral (nós tomamos a declinação austral de $9^{\circ} 20' 30''$ C¹¹), quanto foi

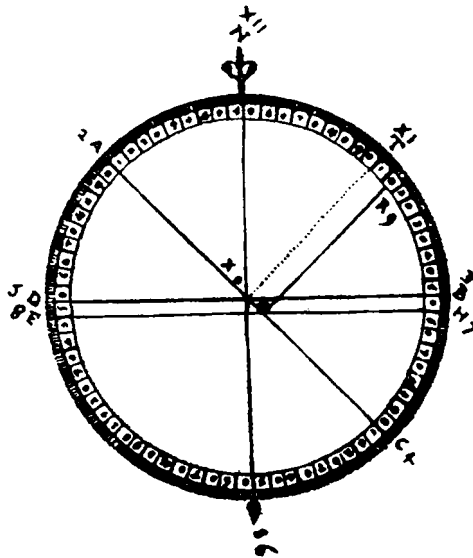


Fig. 1

a da estrela nomeada Espiga da Virgem, no ano completo ⁽¹²⁾ de 1660); e lançando-se a linha HF paralela com o horizonte AC, cortará o horizonte RD no ponto H, do qual e do centro o se levantam as perpendiculares HR e OT sobre a mesma linha AC, que cortam a circunferência do arco TR, amplitude ortiva e occidua pretendida, a qual neste oaiso será de $12^{\text{a}} 1' 30''$, por supormos a

⁽¹¹⁾ O anônimo coordenador dias lições die Settrão Pimantel cometeu um lapso ao indicar a diedinação da esitrdlia Vii^inis, pois tomana igual a $90^{\circ} 20' 50''$.

⁽¹²⁾ listo é: *bissexto*.

operação em Lisboa, «cuja altura do pólo, representada pelo arco AN, é de 38° e $38'$.»

Concluiremos esta comunicação interpretando a exposição de Luís Serrão Fimientel sobre a figura 2. Nesta figura o círculo ABCD, de centro O, representa o meridiano do lugar de observação, sendo os seus diâmetros AC e DB as intersecções do plano do meridiano com os planos do horizonte e do equador, respectivamente: nestas condições o diâmetro NS do círculo, perpendicular a DB, representa a linha norte-sul, sendo os ângulos NOA e BOT iguais entre si e à latitude φ do lugar de observação.

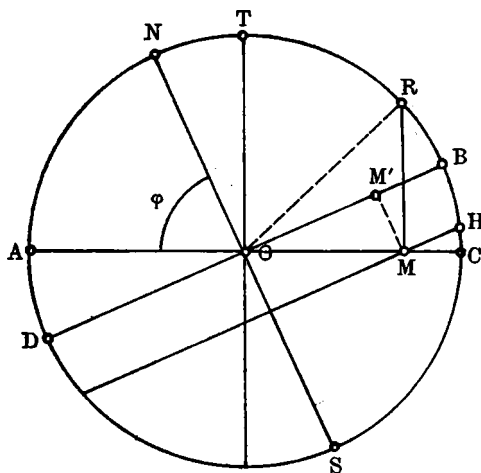


Fig. 2

Marque-se a declinação do astro de que se deseja saber a amplitude a partir de B, e no sentido de B para N no caso da coordenada ser setentrional, ou de B para S quando a declinação for meridional. Na figura supôs-se que a declinação é meridional e de valor igual ao arco BH.

Conduza-se por H uma recta paralela a BD, e seja M o seu ponto de intersecção com o diâmetro do círculo representativo do horizonte do lugar. Se por M se conduzir em seguida a recta perpendicular à linha AC do horizonte, e ela intersectar o círculo no ponto R, o arco TR será a amplitude ortiva que o astro de declinação meridional BH tem num lugar de latitude NOA.

Pana sc comprovar esta afirmação, traioe-se a partir de M o segmento MM' perpendicular a BO ; una-se R com O , e note-se que os ângulos TOR e ORM são iguais. Supondo quie o «círculo traçado dfe início tem um raio unitário, é

$$MM' = \sin \delta ;$$

por outro laido

$$MM' = OM' \sin MOM$$

com

$$MOM = 90^\circ - \varphi ;$$

deste modo tem-se

$$\sin \delta = OM \sin (90 - \varphi)$$

ou seja

$$OM = \frac{\sin \delta}{\cos \varphi} ,$$

e portanto, a partir de (*■*),

$$\sin \alpha = OM.$$

Assim, OM representa o seno da amplitude ortiva pedida; e esta é, por iconsequiênda, o aroo TIR (ou o ângulo TOR), tal como diz Serrão Fimientel no texto acima transcrito.