

# CONTRIBUIÇÃO PARA O ESTUDO DO MANUSCRITO *ARTE DE MAREAR* DE JUAN PÉREZ DE MOYA

M. CÉU SILVA\*

Centro de Matemática da Universidade do Porto (Portugal)  
Seminari d'Història de la Ciència de la Universitat Pompeu Fabra

## **Resumo**

Este trabalho apresenta um estudo do manuscrito castelhano *Arte de Marear*, escrito por Juan Pérez de Moya em 1564, e constitui um complemento ao artigo *A Arte de Marear (1564) de Juan Pérez de Moya: uma transcrição anotada* [MALET & SILVA, 2012]. Os seus principais objectivos são mostrar de que modo Pérez de Moya lidou com questões fundamentais da navegação do século XVI e identificar as fontes de que se socorreu na elaboração do seu trabalho.

Pensamos que o estudo contribui para um melhor conhecimento dos interesses científicos de Pérez de Moya, mostrando uma faceta menos bem conhecida do seu trabalho, e ao mesmo tempo permite fazer um repositório das principais obras que marcaram a formação intelectual dos navegantes do século XVI.

Ao consultarmos os textos que Moya leu e ao analisarmos o modo como eles influenciaram o seu manuscrito, estamos também a traçar o percurso da transição da prática de navegação empírica, ainda dominante no século XV, para a prática científica associada à navegação astronómica, característica do século seguinte.

## **Abstract**

This work offers a study of the Castilian manuscript *Arte de Marear* written by Juan Pérez de Moya in 1564, and constitutes a complement to the article *A Arte de Marear (1564) de Juan Pérez de Moya: uma transcrição anotada* [MALET & SILVA, 2012]. Its principal aims are to show how Pérez de Moya dealt with important questions placed by the 16<sup>th</sup> century navigation, and to identify the sources he used to prepare his work.

We think that this study contributes to a better knowledge of the scientific interests of Pérez de Moya, showing a different and not well known aspect of his work, and simultaneously it allows us to revisit the main works that marked the intellectual training of navigation in the sixteenth century.

Consulting the works read by Pérez de Moya, and analyzing how they influenced his manuscript text, we are also tracing the transition from the empirical practice of navigation still dominant in the fifteenth century to the scientific practice associated with the astronomical knowledge which is characteristic of the next century.

*Palabras clave:* Navegación, Juan Pérez de Moya, Siglo XVI, Península Ibérica.

*Keywords:* Navigation, Juan Pérez de Moya, 16th Century, Iberian Peninsula.

*Recibido el 29 de enero de 2012 – Aceptado el 11 de abril de 2012*

## 1. INTRODUÇÃO

Quando em 1564 Juan Pérez de Moya escreveu a *Arte de Marear* tinha já publicado quatro obras matemáticas onde explorava essencialmente assuntos de aritmética e álgebra, e uma outra sobre temas não matemáticos variados<sup>1</sup>. Não sabemos o que terá motivado a escrita da *Arte de Marear* mas admitimos que, além da importância de que na época se revestiam os temas de navegação, ela possa estar directamente relacionada com uma viagem de Pérez de Moya até à província das Honduras. De facto, existe uma carta<sup>2</sup> datada de 10 de Agosto de 1562 e assinada pelo rei Filipe II autorizando essa viagem à América, e solicitando à *Casa de la Contratacion de las Yndias* que deixe Pérez de Moya viajar, mas não sabemos se essa viagem chegou a realizar-se<sup>3</sup>. Não são, por isso, de excluir as hipóteses de o nosso autor ter redigido este trabalho como preparatório dessa viagem, ou até na sequência dela depois de ele mesmo ter sentido as dificuldades com que se deparavam os pilotos. Lembramos que Pedro de Medina, que não era marinheiro mas um homem de letras de formação universitária, antes de escrever a sua *Arte de Navegar* (Sevilha, 1545) embarcou e navegou por diversos lugares, para perceber quais as matérias de que os mareantes, na prática, mais precisavam<sup>4</sup>.

O manuscrito é um conjunto de apontamentos que pode destinar-se à prática docente, em aulas a ministrar a marinheiros ou a aspirantes a sê-lo, pois os assuntos de que trata eram ensinados na época na cátedra de cosmografia e navegação da *Casa de la Contratacion* em Sevilha. Isso talvez explique a inclusão no manuscrito de dois regimentos das léguas distintos, correspondentes a tomar para comprimento do arco de 1° de meridiano terrestre 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub> léguas e 17<sup>1</sup>/<sub>2</sub> léguas, respectivamente; o que se significa (considerando o perímetro do meridiano terrestre igual a 40000km) que uma légua vale cerca de 6,666Km ou 6,349km no nosso actual sistema métrico decimal.

No início do século XVI não havia em Espanha professores na arte de navegar nem livros onde os navegantes pudessem instruir-se sobre estas matérias<sup>5</sup>. A primeira obra de náutica impressa em Espanha foi a *Suma de geographia* (Sevilla, 1519) de Martin Fernandez de Enciso<sup>6</sup>. Seguiram-se-lhe o *Tratado del Sphera y del Arte del Marear* (Sevilha, 1535) do português Francisco Faleiro<sup>7</sup>, a *Arte de Navegar* (Valladolid, 1545) de Pedro de Medina<sup>8</sup>, a *Chronographia o Repertório de Tiempos*

(Sevilha, 1548) de Jerónimo de Chaves<sup>9</sup> e o *Breve compendio de la sphaera y de la arte de navegar* (Sevilha, 1551) de Martín Cortés<sup>10</sup>. Existiam, também, dois trabalhos em português, de Pedro Nunes, que eram referências marcantes para a arte de navegar: o *Tratado em defensam da carta de marear* e o *Tratado sobre certas duuidas da navegação* (Lisboa, 1537). Estas obras exerceram, como veremos, importante influência no manuscrito de Pérez de Moya.

Partindo dos principais temas constantes na *Arte de Marear* (rumos, carta de marear, regimentos das léguas, do Norte e do Sol, agulha de marear, marés) comparámos o estudo de Moya com o dos autores que indicámos.

## 2. OS RUMOS E A SUA IMPORTÂNCIA NA NAVEGAÇÃO

### 2.1. Os Rumos

Os primeiros conceitos introduzidos no manuscrito são o de rumo (Moya chama-lhe *rumbo*), que é a linha com que na carta de marear (Moya designa-a *carta de marear*, mas Medina refere-a por *carta de navegar*) se denotam os ventos usados na navegação) e o de derrota (*derrota*), que é o caminho que se faz por mar, de um lugar a outro; cada rumo corresponde a dois ventos. O tema dos ventos é recorrente na *Arte de Marear*, sendo indicados os nomes por que os marinheiros espanhóis os conheciam, explicadas as suas regras de formação e a localização de cada um. A classificação que Moya faz dos ventos era a habitual entre os mareantes da época e coincide com a dada em Medina [1545, f. 19v], único autor seu contemporâneo que refere neste contexto<sup>11</sup>, e por Cortés [1551, ff. 61r-61v]<sup>12</sup>. Mas a definição de vento dada no manuscrito não é a que dá Medina<sup>13</sup>, mas a incluída na *Chronographia o Reportorio de Tiempos* de Jerónimo de Chaves:

El viento es una exhalacion caliente y seca, lateralmente movida a la redonda de la tierra [PÉREZ DE MOYA, 1564, f. 194].

El viento es una exhalacion caliente y seca, lateralmente movida a la redonda de la tierra [CHAVES, 1584, f. 89v].

São também quase textualmente reproduzidos da obra de Chaves outros nomes por que eram conhecidos os ventos, bem como as suas características e as referências a Plínio:

Cyrcio nasce a la parte diestra del septentrion. Los griegos llaman thracias. El español llama gallego. Los italianos gallico porque venia de hacia Francia. Los franceses cierzo. Los del levante le dicen maestral o tramontana maestral. Los del mar oceano le dicen norueste y otros nornoroeste. Es templadamente frio y muy excesivamente seco. Suele causar granicos nieves. Este corre tan recio a veces que a la provincia de Narbona se le volan los techos de las casas. *Pli. Lib 17 cap 11*. [PÉREZ DE MOYA, 1564, f. 196v].

Cyrcio nasce a la parte diestra del Septentrió. Los Griegos llaman Trascias. Los Españoles llaman Gallego. Los Italianos Gallico, porque venia de hacia Francia. Los Franceses lo llamavã Cierço. Los de Levante lo suelen nombrar Maestral o Tramontana maestral. Los del mar Oceano en commun lo llaman, unas vezes Noruest, y otras Nornoruest. Es un viento templadamente frío, y excesivamente seco, suele causar granizos y nieves. Suele este (como escribe Plinio Libro 17, Capit 11) correr tan rezio, que en la provincia de Narbona se lleva los techos de las casas. [CHAVES, 1584, f. 92v].

Pérez de Moya [1564, f. 168v] identifica os ventos inteiros (*vientos enteros*), os meios ventos (*medios vientos*) e os quartos de vento (*cuartos de viento*) com 0, 1 e 4, mas nota que eles se deviam representar a negro, a verde e a vermelho. Cortés [1551, ff. 62r-62v] propõe precisamente as mesmas cores, que eram as que se empregavam para distinguir as linhas de rumagem nas cartas iluminadas, embora a bordo os pilotos usassem cartas menos vistosas<sup>14</sup>. Como o manuscrito está escrito a uma só cor, pensamos que pode significar que estamos perante uma versão preliminar de um trabalho impresso.

## 2.2. A carta de marear e a marcação do ponto

No século XVI as cartas de marear constituíam um auxiliar indispensável à navegação, pois permitiam ao piloto saber a localização do navio, determinar a distância entre os lugares de partida e chegada e a latitude de cada um. Com estas informações, era possível definir o percurso que a embarcação devia seguir e adaptá-lo aos ventos mais convenientes. Moya explica como se pode marcar na carta de marear a cidade de Sevilha, conhecidas as suas latitude e longitude; e fá-lo com dois fios, de um modo semelhante ao que Apiano descreve na *Cosmographia* [1548, f. 30v] para localizar a cidade de Praga. No manuscrito não existe qualquer representação da carta, mas as diversas referências feitas a Medina, e o facto de a carta existente na *Arte de Navegar* ter sido muito divulgada na época (por exemplo, é reproduzida em Cortés [1551, f. 67r]) levam-nos a admitir que é esta (figura 1) a que Moya usa.

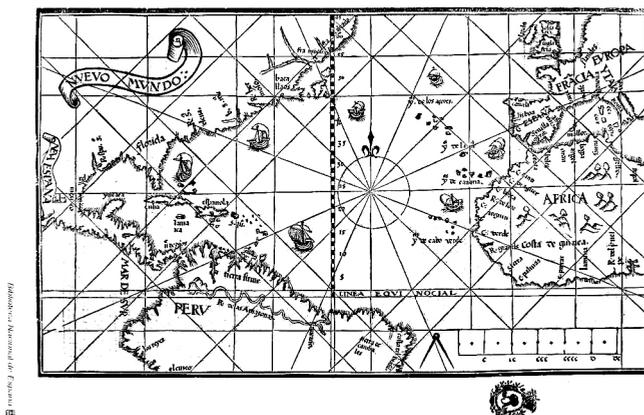


Figura 1: *Carta de navegar* dada em Medina [1545, livro III, cap. VI, folha não numerada depois do verso do fólio XXI]. Cópia do exemplar, em formato digital, da Biblioteca Nacional de Espanha.

Nesta *carta de navegar* de Medina estão desenhadas duas escalas. A das latitudes, a tracejada, começa na linha equinocial e prolonga-se perpendicularmente a ela, para cima. Está graduada, de grau em grau, de 0° a 65°, mostrando em destaque os

múltiplos de 5. A outra, no canto inferior direito, estabelece a correspondência em léguas entre a distância na carta e a distância real; os marinheiros chamavam-lhe tronco de léguas [CORTÉS, 1551, f. 64r]. Na carta vê-se também o Trópico de Câncer e outros paralelos, e uma rosa-dos-ventos com os 8 ventos principais e os 8 médios.

O processo que permite assinalar, na carta de marear, o ponto em que a embarcação se encontra num dado momento, conhecendo o ponto de partida e o rumo, é referido nos textos náuticos da época por achar o ponto. Pérez de Moya [1564, f. 170] chama-lhe *echar punto* (ou por *echar punto por esquadria*) e descreve-o no caso particular de uma embarcação que parte de Sevilha (que considera com 37° de latitude), e se desloca para uma ilha à latitude de 50°. Quando o céu estava encoberto e não permitia ver a estrela Polar ou o Sol, a posição da embarcação era estimada pelo rumo, dado pela agulha magnética, e pelo número de dias de viagem decorridos, supondo o que normalmente se andava por esse rumo. A este procedimento muito pouco fiável, Pérez de Moya [1564, f. 178v] chama *echar punto por fantasia*.

Para determinar a distância da embarcação ao seu destino, Moya baseia-se nos estudos de Medina; embora não mencione o seu nome nem o da sua obra, Moya alude ao *Cap. 8 fo. 31. a la vuelta lib.3.*, o que basta para assegurar esta filiação<sup>15</sup>. Além disso, refere 14 figuras que não existem no manuscrito e tece comentários que se ajustam perfeitamente às dadas na *Arte de Navegar*. Com efeito, na descrição de Pérez de Moya [1564, f. 191v] lê-se que sob cada uma dessas figuras existe uma tabela constituída por três colunas, na qual consta a seguinte informação: na 1ª coluna é dado o número de léguas que se andaram pelo rumo em que se navegou; na 2ª coluna está referido o rumo que se terá de seguir para atingir o lugar de destino supondo que o número de léguas já percorridas é o indicado na 1ª coluna; na 3ª coluna está registado o número de léguas a que o navio se encontra do destino. Essas figuras permitem ao piloto saber qual o rumo que há-de seguir e a quantas léguas se encontra do destino, quando o vento não é favorável à derrota ou as condições atmosféricas obrigam a embarcação a mudar frequentemente de rumo. Para explicar como se usa a primeira tabela, Moya toma, tal como Medina, o exemplo de um navegador que pretende deslocar-se de um certo lugar a outro à distância de 100 léguas a Norte do sítio onde se encontra (figura 2) admitindo que o vento da direcção Sul-Norte, que seria favorável, não soprava nesse momento e que a direcção da viagem se fazia pelo primeiro rumo. Depois, supõe que percorridas 90 léguas pelo 1º rumo o navegante queria saber onde se encontrava e qual a direcção a seguir para chegar mais rapidamente ao seu destino. Socorrendo-se, então, da tabela dada em Medina [1545, f. 32v] e entrando na linha correspondente a 90 léguas fica a saber que se passar a navegar pelo 5º rumo orientado para a parte contrária daquela em que navegava (como diz Moya, *apartado hacia la otra parte contraria del rumbo que levaba*), que no exemplo era para a direita, está a 22 léguas do lugar de destino.

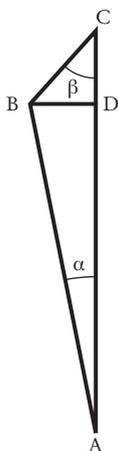


Figura 2: Explicativa do procedimento de Pérez de Moya. Partindo do lugar A, se se deslocar pelo rumo «próprio» (AC) o mareante encontra o lugar C a 100 léguas de distância. Deslocando-se pelo primeiro rumo ( $\alpha=11,25^\circ$ ), depois de percorrer 90 léguas encontra-se no lugar B. Deve então usar o rumo 5 ( $\beta=56,25^\circ$ ) para chegar ao seu destino, o lugar C, que fica a cerca de 22 léguas de distância.

Distância de B a C  $\approx$  21,12 léguas.

No (quadro 1) apresentamos os valores relativos à navegação pelo 1º rumo.

Valores dados em graus	Valores dados em léguas			
	AB	BD	$BC = \frac{BD}{\sin\beta}$	BC (dado na tabela de Medina)
1º rumo; $\beta = 11,25^\circ$	50	9,8	50,0	50
2º rumo; $\beta = 2 \times 11,25^\circ$	67	13,1	34,2	40
3º rumo; $\beta = 3 \times 11,25^\circ$	76	14,8	26,7	28
4º rumo; $\beta = 4 \times 11,25^\circ$	80	15,6	22,1	25
5º rumo; $\beta = 5 \times 11,25^\circ$	90	17,6	21,1	22
6º rumo; $\beta = 6 \times 11,25^\circ$	94	18,3	19,9	20
7º rumo; $\beta = 7 \times 11,25^\circ$	98	19,1	19,5	20
8º rumo; $\beta = 8 \times 11,25^\circ$	100	19,5	19,5	92 <sup>(*)</sup>
9º rumo; $\beta = 9 \times 11,25^\circ$	100	19,5	19,9	25
10º rumo; $\beta = 10 \times 11,25^\circ$	110	22,5	23,2	25
11º rumo; $\beta = 11 \times 11,25^\circ$	115	22,4	27,0	26
12º rumo; $\beta = 12 \times 11,25^\circ$	120	23,4	33,1	40
13º rumo; $\beta = 13 \times 11,25^\circ$	140	27,3	49,2	50
14º rumo; $\beta = 14 \times 11,25^\circ$	185	36,1	94,3	100

Quadro 1: Navegação pelo 1º rumo. Na segunda coluna, AB indica as léguas de caminho já andadas pelo 1º rumo. Na terceira coluna, BD indica a distância a que o navegador se encontra do rumo directo. Na quarta coluna, BC indica a distância que é preciso percorrer pelo rumo  $\beta$  para atingir o ponto de chegada. Na última coluna estão os valores dados por Medina. O valor (\*) é corrigido por Moya, que o substitui por 22.

As aproximações dadas são grosseiras, mas como a distância considerada é 100 léguas o erro é pouco significativo. Moya refere, tal como Medina, a possibilidade de

generalizar o procedimento a outras distâncias, mas os cálculos evidenciam a superioridade aritmética de Moya, pois enquanto Medina [1545, f. 32r] propõe um multiplicador para cada caso, Pérez de Moya [1564, f. 191] usa a regra de três simples.

### 2.3. Os regimentos das léguas

De acordo com Albuquerque [1991, p. 245] os regimentos de léguas, muito divulgados nos princípios do século XVI, constituíam importantes auxiliares da arte de navegar, pois permitiam saber o relevar (léguas de caminho já andadas por um certo rumo), e o afastar (léguas de distância a que a embarcação se encontrava do rumo norte-sul), quando conhecido o rumo pelo qual se navegava<sup>16</sup>. Nos cálculos intervinha o comprimento do meridiano terrestre e como o valor adoptado nem sempre foi o mesmo, isso justifica a existência de diversos regimentos de léguas. No *Guia Náutico de Munique* [c. 1509], que é o texto mais antigo em que existe um regimento das léguas [ALBUQUERQUE 1991, p. 245], o meridiano terrestre tem 6300 léguas de comprimento, donde um arco de 1° de meridiano teria 17½ léguas. Este valor veio substituir o anteriormente adoptado, de 16 léguas e 2/3, mas a substituição não teve aceitação geral, e ao longo do século XVI diversos autores ainda mantiveram ambas as opções. Foi o caso de Enciso, de Faleiro e de Cortés<sup>17</sup>. Pimentel<sup>18</sup> [1746, pp. 3-4] afirma que os portugueses e os espanhóis adoptaram as 17½ léguas por ser a média entre as 20 léguas francesas e as 15 léguas holandezas e que, a pouca comodidade deste número, que como diz não tem partes inteiras, pode ter levado os pilotos portugueses (já no século XVII) a optarem por 18 léguas, valor usado antes pelos espanhóis, e referido em Apiano [1548, f. 15v].

Os regimentos podem ter diversos modos de apresentação, como enunciados retóricos, tabelas ou rodas. As rodas têm a forma de círculos, ou de coroas circulares; nas de léguas estão desenhados raios na direcção dos rumos (sete em cada quadrante, formando cada raio com o seguinte um ângulo de 11,25°), cada um deles indicando um certo número de léguas, que depende do valor considerado para perímetro da Terra.

Moya dá duas rodas de léguas, nas quais indica apenas os valores do relevar.

Na 1ª que supõe<sup>19</sup> que o perímetro da Terra é 6000 léguas (ou seja, o arco de 1° de meridiano tem de comprimento 16<sup>2/3</sup> léguas) e indica valores de  $d$  que foram possivelmente calculados pela fórmula  $d \sin(\alpha) = 16^{2/3}$ , onde  $\alpha$  é o ângulo da direcção do rumo com a da equinocial. Verificámos, por exemplo, que para  $\alpha = 22,5^\circ$  se tem  $d \approx 44$ , como a roda mostra, e que os outros valores dados também não diferem muito dos obtidos por essa fórmula. Para  $\alpha = 0^\circ$  (caso em que não é possível usar a fórmula) toma-se a correspondência de 1° a 16<sup>2/3</sup> léguas, pois trata-se da direcção de um círculo máximo.

Na 2ª roda supõe que o perímetro<sup>20</sup> do meridiano terrestre é 6300 léguas (ou seja, o arco de 1° de meridiano tem de comprimento 17½ léguas); Medina [1545, f. 21r] também considera este valor.

Comparando as rodas de léguas de Enciso, Faleiro, Medina, Nunes e Moya observamos que os valores dados por Moya coincidem com os de Faleiro, quando o comprimento de 1° de meridiano é  $16\frac{2}{3}$  léguas, e com os de Enciso quando é  $17\frac{1}{2}$  léguas. Moya não indica, em nenhuma roda, os valores de Medina [1545, f. 34v], mas usa uma figura (figura 3) semelhante, no caso das  $17\frac{1}{2}$  léguas.

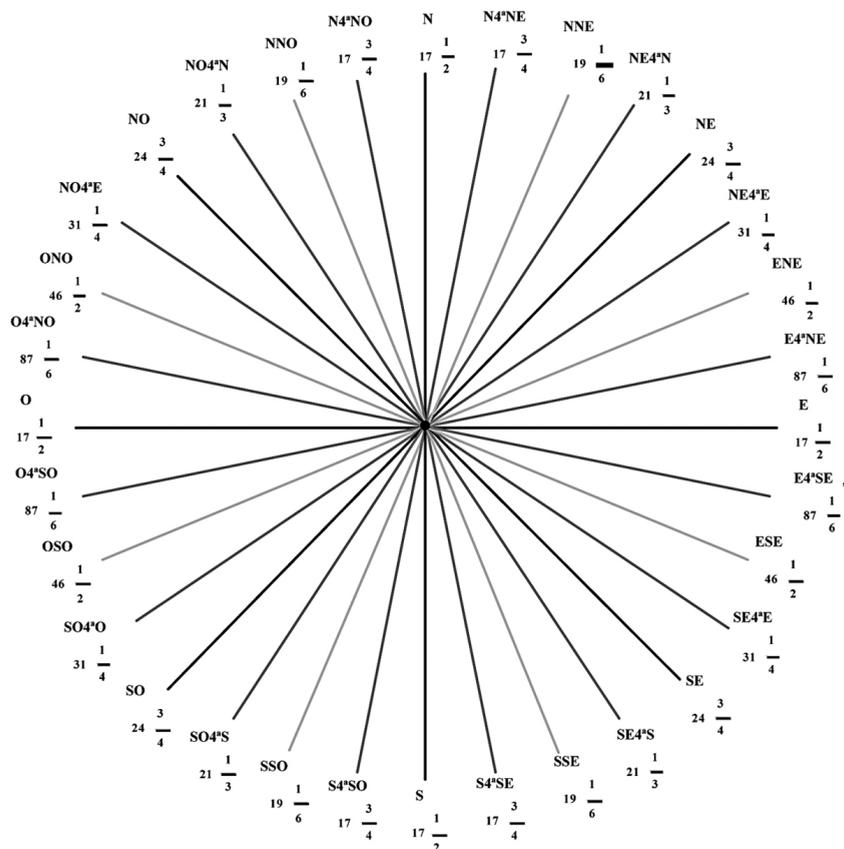


Figura 3: Adaptação da figura dada em Pérez de Moya [1564, f. 196r]. Mostra as léguas que correspondem a cada uma das direcções dos 32 ventos, tomando  $17\frac{1}{2}$  léguas para comprimento do arco de 1° de meridiano. Os valores indicados no primeiro quadrante desta roda estão reproduzidos na última coluna do quadro 2. Os números inscritos no quadrante inferior direito da figura dada em Moya estão errados, pois ele saltou o valor correspondente a “sur 4ª al sueste” onde deveria ter colocado  $17\frac{3}{4}$ .

O quadro 2 mostra a semelhança entre os valores considerados pelos autores espanhóis que referimos.

Rumo		Enciso [1530, f. 21v]	Faleiro [1535, f. 84r]	Faleiro [1535, f. 85r]	Nunes [1537, f. 170r]	Medina [1545, f. 34v]	Cortés [1551, f. 88]	Moya [1564, f. 175v]	Moya [1564, f. 196]
Quartas	Graus								
0	0	17 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	16 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	17 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	16 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	17 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>			
1	11 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	17 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	16 <sup>5</sup> / <sub>6</sub>	17 <sup>5</sup> / <sub>6</sub>	17 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	18	17 <sup>5</sup> / <sub>6</sub>	16 <sup>5</sup> / <sub>6</sub>	17 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>
2	22 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	19 <sup>1</sup> / <sub>6</sub>	18 <sup>1</sup> / <sub>6</sub>	19 <sup>1</sup> / <sub>6</sub>	19 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	19 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>	19	18 <sup>1</sup> / <sub>6</sub>	19 <sup>1</sup> / <sub>6</sub>
3	33 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	21 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>	20 <sup>1</sup> / <sub>6</sub>	21 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>	21	21	21 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	20 <sup>1</sup> / <sub>6</sub>	21 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>
4	45	24 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	23 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>	24 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	24 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	24 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	24 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	23 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>	24 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>
5	56 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	31 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	29 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	31 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	31 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	31 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	31 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	29 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	31 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>
6	67 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	46 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	44	46 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	45 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	45 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	45 <sup>11</sup> / <sub>15</sub>	44	46 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
7	78 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	87 <sup>1</sup> / <sub>6</sub>	83	87 <sup>1</sup> / <sub>6</sub>	89 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	89	89 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	83	87 <sup>1</sup> / <sub>6</sub>

Quadro 2: Comparação dos valores das léguas de relevar que correspondem a 1° de meridiano, para todas as *quartas*, constantes em diferentes fontes<sup>21</sup>. Na 1ª coluna, 0 indica a direcção Norte-Sul; 1 corresponde a 1/8 de quadrante, ou seja, à direcção que faz um ângulo de 11° e 1/4 com a direcção Norte-Sul; 2 corresponde a 2/8 de quadrante, e assim sucessivamente, até 7, que corresponde a 7/8 de quadrante. Os valores adoptados por Faleiro são os indicados no *Manual de Munich*.

Um outro dado muito importante na navegação era o do comprimento de um arco de paralelo correspondente a 1°, para paralelos a diferentes latitudes. Pérez de Moya [1564, f. 190r] condensa essa informação na figura 4, sob o título *Lo que vale cada grado de los paralelos de la equinoccial al polo*, registando (à direita) as léguas que correspondem a cada grau de paralelo para todos os paralelos cuja distância à equinoccial é um múltiplo de 10 menor do que 90 (marcados à esquerda).

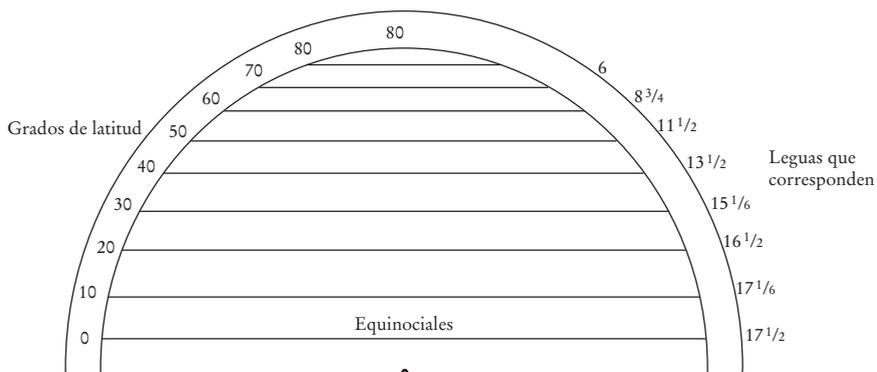


Figura 4: Pérez de Moya [1564, f. 190] toma 17<sup>1</sup>/<sub>2</sub> léguas como comprimento de um arco correspondente a 1° de equinoccial. A figura mostra que, por exemplo, o arco de um grau do paralelo de latitude 10° tem de comprimento 17<sup>1</sup>/<sub>6</sub> léguas.

Esta figura não se encontra nos trabalhos espanhóis do século XVI que consultámos, mas Nunes [1537, f. 180] estuda este assunto e explica como se determinam quantas léguas correspondem a 1° de paralelo, usando a figura 5. Nela

vemos um quadrante de círculo BAC (as letras estão pouco visíveis e são minúsculas) no qual está desenhada uma semicircunferência, cujo diâmetro, [AB], tem marcações de 1/2 em 1/2, numeradas de 1 em 1, de 0 a  $17\frac{1}{2}$  (em léguas). [AC] tem marcações de 2 em 2, numeradas de 10 em 10, de 0 a 100 (em graus) e o bordo do quadrante tem 90 divisões, não numeradas (correspondentes à latitude). Na figura não está representado um fio-de-prumo, mas Nunes refere-se-lhe como sendo a *margarita* dizendo que deve ficar preso em A, e ter comprimento superior ao do raio do quadrante. Supondo que se pretende determinar quantas léguas correspondem a um grau de paralelo, conhecida a sua latitude, o uso que Nunes faz deste “quadrante” pode ser assim explicado: marca-se na escala do bordo, a partir de B (e para C), o número de graus da altura do paralelo, obtendo-se um ponto D (que não está registado na figura) e leva-se a “margarita” do fio-de-prumo, até D. Depois, marca-se a intersecção do fio-de-prumo com a semicircunferência de diâmetro [AB]; seja E esse ponto (não indicado na figura). Transporta-se a distância AE para [AB], rodando o fio em torno de A, e obtém-se na escala [AB] o ponto F que indica o número de léguas que corresponde a 1° do paralelo referido.

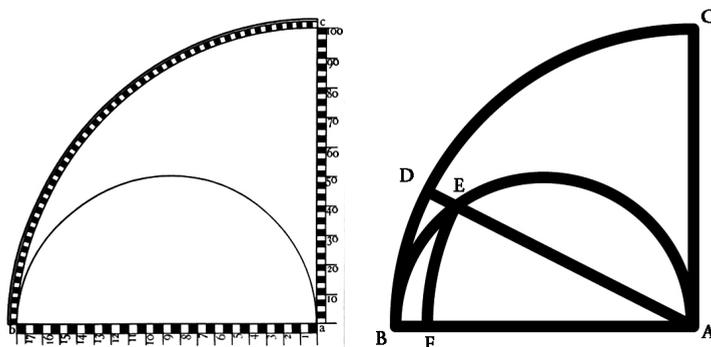


Figura 5: À esquerda, figura correspondente a *Pello quadrante saberemos as legoas que val o grão de qualquer paralelo*, incluída em Nunes [1537, f.176].

Nunes [1537, f. 181] observa que, em vez deste quadrante se pode usar apenas o meio círculo de dentro, graduando-o em  $90^\circ$ , ou seja, que tanto faz ir com a margarita ao bordo do quadrante e projectar na escala das léguas o ponto obtido, como determinar a intersecção da margarita com a semicircunferência e rodar esse ponto de intersecção em torno de A, até o colocar em [AB]. Dispor-se ia, assim, de uma espécie de roda, fácil de utilizar, análoga à que se vê na figura 4 de Pérez de Moya [1564, f. 190r]. Nunes não prova que o uso do semicírculo é equivalente ao do quadrante, mas para tal basta mostrar que o ponto F (figura 5 à direita), tal que  $AF = AE$ , onde F é o projectado de D sobre AB; o que resulta do facto de o triângulo AEB ser rectângulo em E.

### 3. A IMPORTÂNCIA DA LATITUDE

#### 3.1. A latitude e os regimentos do Norte

Desde a Antiguidade que se sabia que a latitude de um lugar é medida pela altura do pólo celeste nesse lugar, isto é, pelo ângulo do meridiano do lugar compreendido entre o Pólo e o horizonte; e como a Polar era fácil de observar no céu, os marinheiros utilizavam-na para obter a latitude do lugar em que a embarcação estava. Esta informação, juntamente com o conhecimento da latitude do porto de partida, medida em terra, e o da derrota seguida permitia saber quantas léguas estava a embarcação afastada desse porto.

Para medir a latitude no mar, o piloto munia-se de uma balestilha<sup>22</sup>, de um quadrante ou de um astrolábio, e colocava-se junto do mastro do navio, onde a oscilação da embarcação menos se fazia sentir. O problema que se colocava é que a altura da Polar não tinha um valor fixo; no seu movimento aparente diário, a Polar descreve um círculo em torno do pólo que correspondia a uma distância de cerca<sup>23</sup> de 3° 30'; em cada 24 horas estava, relativamente ao observador, umas vezes abaixo do pólo e outras vezes acima. Na primeira situação a Polar estava entre o horizonte e o pólo, pelo que havia mais graus do horizonte ao pólo do que do horizonte à Polar; na segunda estava acima do Pólo, ou seja, havia menos graus do horizonte ao pólo do que do horizonte à Polar. Tornava-se, portanto, necessário introduzir uma correcção aos valores obtidos por medição directa da latitude pela altura da Polar. O conjunto de regras utilizadas para corrigir a diferença angular da estrela Polar relativamente ao Pólo Norte ficou conhecido por *Regimento do Norte*.

Para se compreender os termos em que este regimento está descrito, lembramos que Medina [1545, f. 71] diz que a Ursa Menor, ou Buzina como era conhecida pelos marinheiros espanhóis (Moya chama-lhe *bocina*), é constituída por 7 estrelas, das quais 3 estão dispostas em forma de meio círculo e as restantes 4 formam um quadrângulo. A estrela Polar ocupava a extremidade do meio círculo, ou boca pequena da Buzina; as duas do extremo oposto chamavam-se guardas e definiam a chamada boca grande; a sua posição determinava as correcções indicadas no *Regimento do Norte*.

Alguns regimentos do Norte existentes em livros de navegação do século XVI são *rodas* semelhantes às que atrás vimos para as léguas, em que estão marcadas as posições dos 8 ventos principais dados pelo alinhamento da Polar com a guarda dianteira da Ursa Menor no seu movimento diário em torno do Pólo Norte e as correspondentes correcções a introduzir em cada caso. É assim, por exemplo, a roda dada em Faleiro [1535, f. 66] que é semelhante à dada por Moya. Pérez de Moya [1564, f. 174v] expõe dois Regimentos do Norte, registando-os numa só roda. Dentro da circunferência, e sobre cada uma das linhas das direcções dos 8 ventos principais, coloca as correcções que transcreve de Medina, como deixa indicado; fora dela, e sobre as mesmas direcções, indica outros valores, que encontramos também em Enciso [1530, f. 22v] e em Faleiro [1535, f. 66], embora Moya não o refira. Pérez de Moya [1564,

f. 174v-175] explica que primeiro se determina, com a balestilha, a altura da Polar quando as guardas estão num dos 8 ventos principais, e em seguida se corrige esta, obtendo a altura do Pólo. As correcções indicadas por Moya são as dadas na figura 6.

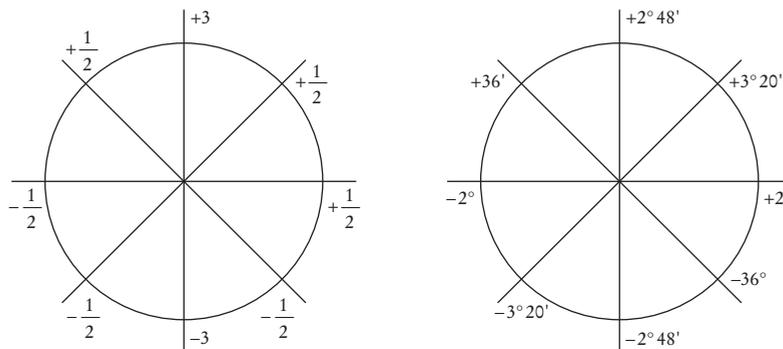


Figura 6: Correcções aditivas e subtractivas, indicadas em Pérez de Moya [1564, f. 174v], a introduzir à altura da Estrela Polar para obter a latitude do lugar de observação. À esquerda, valores que Moya atribui a Medina; à direita, valores que se encontram em Enciso [1530, f. 22v] e em Faleiro [1535, f. 66].

Suponha-se que, num certo momento, se determinava a altura da Polar e que nesse momento a guarda estava na cabeça. Nesse caso, para saber a altura do Pólo (centrando-nos na figura do lado direito), teríamos que adicionar  $2^{\circ} 48'$  ao valor obtido, uma vez que para essa posição da guarda o regimento refere que a estrela Polar está abaixo do Pólo; no entanto, se aceitássemos as correcções de Medina (figura do lado esquerdo) teríamos de adicionar  $3^{\circ}$ . As outras quantidades referem-se às outras 7 direcções principais.

Para facilitar a comparação entre os valores correctivos indicados pelos principais textos espanhóis da época, elaborámos o quadro 3.

Posição das Guardas	Regimento tradicional [português, séc. XV]	Enciso [1530]	Faleiro [1535]	Medina [1545]	Cortés [1551]	Moya [1564]		Moya [1567]
Norte	$+3^{\circ} 0'$	$+2^{\circ} 48'$	$+2^{\circ} 48'$	$+3^{\circ} 0'$	$+3^{\circ} 0'$	$+2^{\circ} 48'$	$+3^{\circ} 0'$	$+3^{\circ} 0'$
Nordeste	$+3^{\circ} 30'$	$+3^{\circ} 20'$	$+3^{\circ} 20'$	$+3^{\circ} 30'$	$+3^{\circ} 30'$	$+3^{\circ} 20'$	$+3^{\circ} 30'$	$+3^{\circ} 30'$
Este	$+1^{\circ} 30'$	$+2^{\circ} 0'$	$+2^{\circ} 0'$	$+1^{\circ} 30'$	$+1^{\circ} 30'$	$+2^{\circ} 0'$	$+1^{\circ} 30'$	$+1^{\circ} 30'$
Sudeste	$-30'$	$-36'$	$-36'$	$-30'$	$-30'$	$-36'$	$-30'$	$-30'$
Sul	$-3^{\circ} 0'$	$-2^{\circ} 48'$	$-2^{\circ} 48'$	$-3^{\circ} 0'$	$-3^{\circ} 0'$	$-2^{\circ} 48'$	$-3^{\circ} 0'$	$-3^{\circ} 0'$
Sudoeste	$-3^{\circ} 30'$	$-3^{\circ} 20'$	$-3^{\circ} 20'$	$-3^{\circ} 30'$	$-3^{\circ} 30'$	$-3^{\circ} 20'$	$-3^{\circ} 30'$	$-3^{\circ} 30'$
Oeste	$-1^{\circ} 30'$	$-2^{\circ} 0'$	$-2^{\circ} 0'$	$-1^{\circ} 30'$	$-1^{\circ} 30'$	$-2^{\circ} 0'$	$-1^{\circ} 30'$	$-1^{\circ} 30'$
Noroeste	$+30'$	$+36'$	$+36'$	$+30'$	$+30'$	$+36'$	$+30'$	$+30'$

Quadro 3: Correcções da altura do Pólo adoptadas em obras espanholas do século XVI. Os valores relativos à coluna do regimento tradicional são dados em Albuquerque [1972, p. 79]. Nas quatro colunas seguintes estão os valores dados por Enciso, Faleiro, Medina e Cortés, e nas duas da direita indicam-se as opções de Pérez de Moya na *Arte de Marear* e nos *Fragmentos Mathematicos*.

As correções indicadas por Moya no manuscrito estão registadas numa linguagem muito semelhante à usada por Enciso e Faleiro, mas estes últimos usam a numeração romana e Moya usa a indo-arábica. Ainda a este propósito, observamos que as correções indicadas por Enciso estão mais próximas das verdadeiras<sup>24</sup> do que as dadas no *Guia Náutico de Munique*, mas nós não temos argumentos que sustentem que foi por isso que Moya os incluiu na *Arte de Marear* e inclinamo-nos, até, a pensar que não<sup>25</sup>, pois Moya omitiu-os nos *Fragmentos Mathematicos* (1567).

### 3.2. A latitude e o regimento do Sol

O recurso à Polar para determinar a altura do Pólo Norte (latitude do lugar de observação) não era praticável, por exemplo, quando as viagens de navegação passavam para sul do Equador, nem noutras situações em que essa estrela fosse igualmente invisível. Pérez de Moya [1564, folha não numerada depois de 190v] aponta duas possibilidades para resolver o problema: uma para de noite e para o hemisfério norte, que passa pela utilização de outras estrelas da constelação Ursa Menor; a outra para de dia, que se socorre do Sol.

O Sol era a estrela a que os mareantes frequentemente recorriam para obter a latitude pois, conhecendo a distância zenital medida ao meio dia solar (quando o Sol passa pelo meridiano), era possível calcular a latitude do lugar desde que se possuísse uma tabela de declinações. A importância do Sol era tão grande na navegação que Medina [1545, f. 36r] afirma que o conhecimento da sua altura permite não só indicar o caminho a seguir, como corrigir algum erro cometido antes na marcação do rumo; e assemelha-o a uma prova aritmética, que permitia descobrir o erro, se ele existisse. Para determinar a latitude podiam usar-se outras estrelas, mas segundo Nunes, os homens do mar conheciam pouquíssimas. Talvez por isso Moya privilegiasse a determinação da latitude pelo Sol.

Pérez de Moya [1564, ff. 182v-183] considera que o Sol realiza diariamente dois movimentos: um, de oriente para ocidente, com o qual se relacionava a latitude (Moya chama-lhe *latitud* ou *ortus*), e outro, de norte para sul, do qual resultavam as diferenças nas alturas meridianas (Medina designa estes movimentos por *forçoso* e *próprio*). Pelo primeiro, em cada 24 horas o Sol dava uma volta completa ao mundo, de levante para poente; o segundo tinha a duração aproximada de trezentos e sessenta e cinco dias e seis horas (que Medina [1545, f. 37r] refere como *trezientos y sessenta y cinco dias y seys horas menos poca cantidad*). Na contagem do tempo, Medina [1545, ff. 37r-38r] desprezava esta pequena quantidade de doze minutos acumulando as seis horas no quarto ano, que passava a ter mais um dia do que os anteriores (era o ano *bisiesto*). Para Pérez de Moya [1564, f. 189r] o Sol no seu movimento gastava 187 dias entre o equinócio de Março (10 de Março) e o de Setembro (13 de Setembro) e 178 dias entre o equinócio de Setembro e o de Março.

A principal dificuldade em determinar a latitude pelo Sol resultava do facto de este astro, no seu movimento aparente, mudar constantemente de posição em relação à Terra. Como a declinação do Sol (isto é, a sua distância angular ao Equador celeste) varia ao longo do ano, para determinar a latitude por meio do Sol era preciso conhecer sua altura e a sua declinação na data de observação. É desse estudo que vamos tratar, destacando as preocupações de Moya sobre o assunto.

### 3.2.1. A pesagem do Sol

Para determinar a altura meridiana do Sol ao meio-dia local verdadeiro, faziam-se medições sucessivas da sua altura, começando antes do meio-dia (quando este astro ainda subia no horizonte) e até ao momento em que ela começava a diminuir. Lia-se, então, o valor atingido, que indicava a altura do astro na sua culminação. Este procedimento ficou conhecido entre os marinheiros portugueses por pesar o Sol<sup>26</sup> (Moya refere esta operação como *tomar altura del Sol*).

De acordo com Pérez de Moya [1564, f. 170v], na determinação da altura do Sol devia usar-se um astrolábio pesado e de latão, características que Nunes também indica [NUNES, 1537, f. 165] e que estavam relacionadas com a resistência do material, com a sua pequena ductilidade (ao contrário do que sucede com os de madeira), e com a necessidade de contrariar o balançar do navio, pois sendo pesado, mais facilmente se mantinha na vertical, em suspensão. O astrolábio náutico era constituído pelo limbo graduado, a alidade com duas pínulas, ou mediclina, e a argola de suspensão [SILVA, 1972, pp. 163-164]. Para pesar o Sol, suspendia-se o astrolábio e orientava-se a mediclina para o astro de modo que um raio solar passasse pelos orifícios das pínulas, fazendo-se, então, a leitura no limbo [PÉREZ DE MOYA, 1564, f. 183]. Conhecendo a altura do Sol, a sua declinação no dia de observação (dada por tábuas) e a posição da sombra que ele produz, era possível determinar a latitude do lugar de observação, recorrendo a “fórmulas” que envolvem estes elementos, e que eram bem conhecidas dos pilotos<sup>27</sup>. Na escolha da fórmula a utilizar usavam-se geralmente as sombras<sup>28</sup>. Todos os autores que mencionamos indicam regras que contemplam as diferentes posições relativas do Sol, do Equador e do observador<sup>29</sup>. Moya explica-as com um exemplo; supondo que num certo dia e num dado lugar a altura do Sol é  $60^\circ$  e a sua declinação,  $\delta$ , é  $20^\circ$ , esse lugar estará afastado  $\phi = (90^\circ - 60^\circ) + \delta = 50^\circ$  da Equinocial. E usa-as, também, para determinar a altura do Sol em Sevilha, no solstício de Verão, isto é a 11 de Junho (*que es en el tiempo de San Bernabeu*) e no solstício de Inverno, ou seja, no dia 13 de Dezembro (*que es por Santa Lucia*). Como no dia de São Barnabé o Sol tem  $23^\circ 30'$  de declinação para norte (pois está no Trópico de Câncer) e Sevilha tem  $37^\circ$  de latitude (estando, portanto a Norte do Sol), a altura,  $h$ , do Sol em Sevilha é dada por:  $h = 90^\circ - (37^\circ - 23^\circ 30') = 76^\circ 30'$ . E no solstício de Inverno a altura do Sol em Sevilha é dada por  $h = 90^\circ - (37^\circ + 23^\circ 30') = 29^\circ 30'$ . Moya toma  $23^\circ 30'$  como declinação máxima do Sol, tal como Cortés e Nunes; este é também o que considerara Regiomontano<sup>30</sup>. Enciso, Faleiro e Medina tomam  $23^\circ 33'$ .

### 3.2.2. A declinação do Sol

As tábuas solares que forneciam, por leitura directa, a declinação do Sol em graus e minutos eram previamente preparadas por cosmógrafos para um ciclo de 4 anos consecutivos, começando num ano imediatamente a seguir a um ano bissexto.

Fernandez de Enciso [1530, ff. 9v-21r], Faleiro [1535, ff. 91-102] e Medina [1545, ff. 54r- 60r] dão tábuas da declinação do Sol para o quadriénio 1529-1532<sup>31</sup>, mas elas estavam já desactualizadas quando as obras foram publicadas, causando embaraço aos pilotos que as usavam [COSTA, 1960, p. 99]. Moya não as inclui na *Arte de Marear*, mas é provável que estivesse a referir-se-lhes quando afirma que todos os mareantes as conheciam<sup>32</sup>, pois elas foram muito divulgadas na época. Em alternativa a estas quatro tábuas, Nunes [1537, f. 142] e Cortés [1551, ff. 30-31] advogam o uso de cinco tábuas, quatro das quais davam o *lugar do Sol*, ou seja, a posição que ele ocupa na eclíptica, expressa em graus e minutos para todos os dias de 4 anos consecutivos começando num ano imediatamente a seguir a um ano bissexto. Estas tábuas podiam ser reutilizadas, pois a posição do Sol na eclíptica num certo mês e dia “praticamente” coincide com a que ele terá  $4n$  anos depois<sup>33</sup>. A quinta era uma tábua de declinações do Sol feita para uma “quarta” do Zodíaco<sup>34</sup> (figura 7), que permitia saber o ângulo que o Sol fazia com o Equador, ou seja a sua declinação, correspondente à posição que ele ocupava na Eclíptica. Estas cinco tábuas podem ter servido de modelo a Moya, como veremos. Suponhamos que se pretende saber qual é a declinação do Sol no dia D, do mês M, do ano A (posterior a 1540). Primeiro escolhe-se qual das quatro tábuas do lugar do Sol se utiliza (as de Nunes referem-se aos anos de 1537-1540), calculando  $\frac{A-1536}{4}$ . Se o resto for 0 usa-se a quarta tábua (que

corresponde ao ano bissexto); se for 1 usa-se a primeira tábua, que é a do primeiro ano depois do bissexto, e assim por diante. Na tábua lê-se directamente a posição do Sol no dia D do mês M e entrando com esse valor na 5ª tábua (a de declinações) sabe-se a declinação do Sol nesse dia e mês. Nunes [1537, f. 142] considerava esta a melhor opção, mas Albuquerque [1986, p. 275, Nota de rodapé] nota que ela não teve grande êxito.

Pérez de Moya [1564, f. 183] não inclui tábuas para obter o lugar do Sol, observando que ele se pode obter com o astrolábio ou o quadrante, ou recorrendo à obra de Apiano, mas dá uma tábua de declinação do Sol (figura 7) praticamente igual à de Nunes [1537, f. 175] e de Cortés [1551, f. 30v], que não existe nos trabalhos de Enciso, de Faleiro e de Medina. Esta tábua é encimada por uma barra onde estão representados, dois a dois, da esquerda para a direita, os signos cuja declinação “cresce”: Carneiro (*Aries*) (1) e Balança (*Libra*) (7), Touro (*Taurus*) (2) e Escorpião (*Scorpio*) (8), Gémeos (*Gemini*) (3) e Sagitário (*Sagitario*) (9); e tem uma barra em baixo com os signos cuja declinação decresce: Virgem (*Virgo*) (6) e Peixes (*Piscis*) (12), Leão (*Leo*) (5) e Aquário (*Acuario*) (11), Câncer (*Cancro*) (4) e Capricórnio (*Capricornio*) (10). Na coluna mais à esquerda vêem-se os graus (ou os dias)<sup>35</sup> do Zodíaco correspondentes aos signos de cima, e na do lado direito lê-se marcação

semelhante para os signos de baixo. Entre elas há três colunas duplas de números que dão o valor da declinação do Sol, em graus e minutos, para cada grau de signo que o Sol ocupa no Zodíaco.

d.	G.	M.		G.	M.		G.	M.	
0	0	0		11	30		20	12	30
1	0	24		11	51		20	25	29
2	0	48		12	12		20	37	28
3	1	12		12	33		20	49	27
4	1	36		12	53		21	0	26
5	2	0		13	13		21	11	25
6	2	23		13	33		21	22	24
7	2	47		13	53		21	32	23
8	3	11		14	13		21	42	22
9	3	35		14	32		21	51	21
10	3	58		14	51		22	0	20
11	4	22		15	10		22	9	19
12	4	45		15	28		22	17	18
13	5	9		15	47		22	25	17
14	5	32		16	5	c	22	32	16
a15	5	55		16	23		[22 39]		15
16	6	19		16	40		22	46	14
17	6	42		16	57		22	52	13
18	7	5		17	14		22	57	12 d
19	7	28	e	17	31		23	3	11
20	7	50		17	47		23	7	10
21	8	13		18	3		23	12	9
22	8	35		18	19		23	15	8
23	8	58		18	34		23	19	7
24	9	20		18	49		23	22	6
25	9	42		19	4		23	24	5
26	10	4		19	18		23	26	4
27	10	26		19	32		23	28	3
28	10	47		19	46		23	29	2
29	11	9		19	59		23	30	1
30	11	30		20	12		23	30	0

Figura 7: Transcrição da tábua de declinação do Sol dada em Pérez de Moya [1564, f. 183r]. Na tábua falta uma linha de dados na penúltima coluna (possivelmente a que corresponde a 15° nos signos de Câncer e Capricórnio) que completámos com base nas tábuas de Pedro Nunes e de Martín Cortés.

Para explicar como se usam os números constantes nesta tábua quando é sabido o lugar do Sol, Pérez de Moya [1564, f. 184] usa dois exemplos concretos. Num, o Sol está em 15° (ou seja, 15 dias) de Sagitário, que é dos signos de cima; no outro está a 12° de Virgem, que é dos signos de baixo. No primeiro caso, procura-se do lado

esquerdo a linha correspondente a 15 (Moya sublinha-a com *a*) e lê-se o valor indicado na terceira coluna (Moya sublinha-a com *c*); obtém-se  $22^{\circ}32'$ . No segundo procede-se de modo análogo, entrando no lado direito. Esta tábua só dava informação da declinação para valores inteiros dos graus. Se não fosse esse o caso, era preciso fazer uma interpolação linear, entrando duas vezes na tábua. Moya resolve o problema sem dificuldade expondo o processo no caso particular (mas facilmente generalizável) da declinação correspondente a  $1^{\circ}30'$  de Carneiro. Para tal, entra duas vezes na tábua anotando os minutos correspondentes a  $1^{\circ}$  e  $2^{\circ}$ , que são  $24'$  e  $48'$ , calcula a diferença entre eles,  $48' - 24' = 24'$ , e estabelece uma regra de três (se a  $1^{\circ}$  correspondem  $24'$ , a  $30'$  correspondem  $12'$ ). Somando o valor obtido ao indicado na tábua para  $1^{\circ}$ , obtém  $1^{\circ}36'$ .

Comparando os valores apresentados por Moya, Nunes e Cortés, observa-se que os de Moya coincidem com os de Nunes, excepto para  $13^{\circ}$  do signo de Câncer em que Nunes indica [22 56] e Moya e Cortés indicam [22 52], e para  $10^{\circ}$  dos mesmos signos, em que Cortés indica [23 8] e Moya e Nunes apontam [23 7]. Estas constatações levantaram-nos a seguinte questão: supondo que Moya conhecia as tábuas de Nunes e Cortés (o que não nos surpreende!) o que teria determinado a opção pelo valor  $23^{\circ}7'$ , de Nunes, em vez de  $23^{\circ}8'$  de Cortés? Embora não possamos dar essa resposta, podemos afirmar que  $23^{\circ}7'$  é uma melhor aproximação do valor exacto (sendo  $\varepsilon = 23^{\circ}30'$  a obliquidade da Eclíptica e  $L = 80^{\circ}$  a longitude solar, por aplicação de  $\sin \delta = \sin \varepsilon \sin L$ , obtém-se  $\delta = 23^{\circ}7'12''$  para declinação do Sol). As operações aritméticas envolvidas, como as interpolações lineares, são elementares, mas os conhecimentos matemáticos dos pilotos não eram, em geral, suficientes para as realizar; portanto, o uso de tábuas, que davam por simples leitura o valor da declinação, era de grande utilidade<sup>36</sup>. Pensamos que o facto de Moya dar uma explicação tão minuciosa dos cálculos mostra que as suas preocupações não se limitavam à escrita de um texto de navegação de carácter simplesmente utilitário. Não deixa, porém, de ser curioso, que Pérez de Moya [1564, f. não numerada depois de 193] incluía uma mnemónica para as datas de entrada do Sol nos vários signos do zodíaco (fixando-a nas palavras *Gratum, gerens, fluvium, fundebat, Euris, com; Dicta, divina, Dei, cuncta, Diana, aevi*) que não tinham qualquer interesse para os pilotos<sup>37</sup>. Dos textos que referimos, esta mnemónica só é dada em CHAVES [1584, ff. 124v-125r].

#### 4. A AGULHA DE MAREAR E A DETERMINAÇÃO DA LONGITUDE

Quando nos finais do século XIII a agulha de marear (Moya denomina-a *aguja del marear, aguja de marear, brujula* ou simplesmente *aguja*) começou a ser usada na navegação, era constituída por uma simples agulha de ferro magnetizado untada com azeite e posta a flutuar num recipiente com água; mas no século XVI já existia uma versão mais elaborada em que os ferros da agulha estavam ligados a uma rosa-dos-ventos, de modo a que o conjunto não sofresse com os movimentos da embarcação [COSTA, 1960, p. 164]. A rosa-dos-ventos de que fala Pérez de Moya [1564, f. 173]

tinha 32 rumos e era por vezes decorada com uma flor-de-lis que indicava o Norte. Moya não descreve a sua construção ou constituição, mas aconselha a leitura da *hoja 80 del arte marear cap. primero del [6º] libro*, onde se trata o assunto<sup>38</sup>. Segundo Medina [1545, f. 82r], os marinheiros sustentavam que a agulha só indicava o pólo Norte no meridiano que passava nas ilhas dos Açores e, a partir daí, desviava-se para Este (*nordesteava*) ou para Oeste (*noroesteava*).

Já em 1535, Faleiro dizia que nas ilhas dos Açores, e mais precisamente na ilha do Corvo, a agulha de marear apontava para o pólo; no seu texto encontrámos a descrição mais parecida com a que Moya faz:

Nota navegando de la isla del Cuerbo o de alguna de las de los Azores en las cuales el aguja puntualmente demanda el polo yendo a occidente las agujas noroestean y navegando del mismo meridiano a oriente<sup>39</sup> nordestean. Y quanto mas las agujas se pasan del dicho meridiano a una de las dichas bandas o de oriente a occidente tanto mas o menos nordestean. O noroestean. Segun la parte donde caminan [PÉREZ DE MOYA, 1564, f. 173]

Navegando desde el meridiano dela yslandia del cuervo o de outra qualquiera de las de los açores en que la aguja puntualmente demanda pólo yendo a occidente las agujas noroestean; y navegando desde el mismo meridiano a oriente nordestean. (...) Y quãto mas las naos se apartã del meridiano psuuesto tãto mas las agujas nordesteã o noruesteã: segun la parte para que se apartan [FALEIRO, 1535, f. 79]

E para saber quanto a agulha nordesteava ou noroesteava, usava um instrumento que consistia de uma placa circular de cartão cujo bordo era graduado de 0° a 90°, de 10° em 10°, contados desde o ponto que representava o pólo Norte até ao Equador, para a direita e para esquerda (figura 8). A placa tinha no meio uma cavidade circular, com o mesmo centro, que permitia ver a agulha de marear aí colocada e saber quanto ela se inclinava para nordeste ou para noroeste. O instrumento tinha como acessório um semicírculo de ferro ou aço muito fino, e de diâmetro igual ao da circunferência (conjunto conhecido por alidade mater de marcar, ou prato azimutal). Moya também refere este instrumento, que designa por *figura*, dando indicações semelhantes às de Faleiro sobre o modo de o construir e utilizar:

La cual figura sirve para que se haga de papelones, muy yqual y dividida en las lineas que tiene y otros tantos a la parte inferior [.]. Y de raya a raya hay 10 grados. Han de estar divididos sus 10 de uno en uno asi - - - - - . Ejemplo. Y ha de quedar sola la circunferencia porque lo demas ha de estar horadado o cortado para que se ponga de modo que el aguja este dentro y apunte la flor en alguna senal de ella para que se vea lo que nordestea o noroestea o quando muestra perfectamente al norte. Lo cual mostrara quando derechamente estubiere o senalare en lo alto en la raya que el instrumento tiene un triangulo porque aquel es el norte [PÉREZ DE MOYA, 1564, f. 178].

E para que sepamos lo que las agujas nordestean y noroestean conviene hazer un instrumento dela manera y forma dela figura que enel presente capitulo hallareys: que sea muy redondo y plano y tan grande que se pueda dividir en 360 grados: los quales se hã de señalar com una regla: de manera que siendo sacados desde el centro del solamente sean señalados en la circunferencia. Y desde el punto en que quisierdes que el aguja señale el polo empeçareys a graduar de ambas as partes, empeçando en uno y acabando en la linea que señaldes por equinocial en noventa. Y desde el otro polo hasta la equinocial podreys graduar otros tantos: aun que nos es necessário [FALEIRO, 1535, f. 81].

A figura que acompanha a explicação de Moya (figura 8) é análoga à proposta por Faleiro; e ele parece ter seguido a sua sugestão sobre a possibilidade de dispensar a graduação do semicírculo inferior.

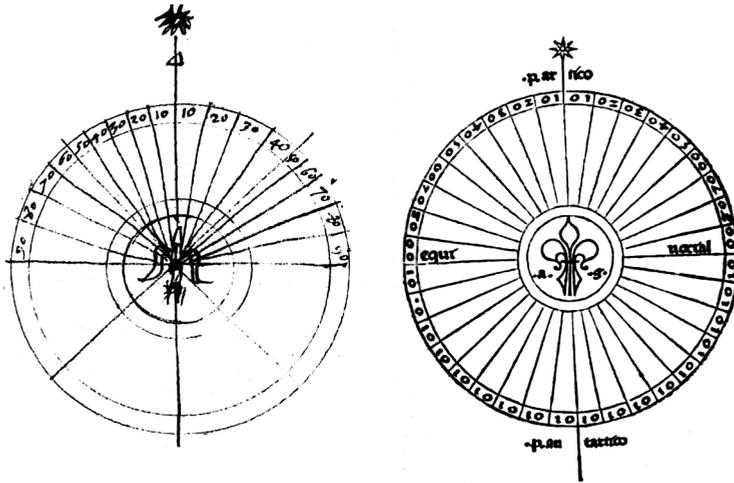


Figura 8: À esquerda está o esboço dado em Pérez de Moya [1564, f. 178] para determinar quanto nordestea ou noroesteia a agulha; à direita, o instrumento dado em Faleiro [1535, f. 83].

A ideia de que Moya se inspirava no trabalho de Faleiro é reforçada com uma nota em que admite, erradamente como ele, que a declinação magnética da agulha variava proporcionalmente com a longitude:

Nota. Si la una parte de la dicha isla [do Corvo] y navegando por un paralelo que este 90 grados de longitud de la dicha isla del Cuervo las agujas iran siempre acrecentando en su nordestear o noroesteear. Y pasando de los dichos 90 grados por el mismo paralelo por la misma proporcion que hubiesen nordesteado o noroesteado se tornarian a emendar hasta tanto que llegando a otros 90 grados que serian todos 180 de longitud de la dicha isla del Cuervo [...] la aguja tornaria a demandar precisamente el polo [PÉREZ DE MOYA, 1564, ff. 173-173v].

Aun que es de tener que parti do una não dlla dicha ysla [do Corvo] y navegado por un paralelo que esta .xc. grados de lógitud las agujas yrã siempre acrec tãdo en su nordestear o noruestear: y passando adelãte delos .xc. grados por el mismo paralelo por la misma pporciõ que oviessen nordesteado o noruesteado lo tornaria a em dar: de manera que quãdo oviessen navegado otros .xc. grados, que estaria en .clxxx. grados de lógitud dela ysla que se há dicho: y justam te estaria enel antípoda y meridiano oposito dlla enel mismo paralelo, las agujas tornaria a demãdar precisam te el pólo como demãdãvã en la ysla y meridiano de que empeço su viaje [FALEIRO, 1535, ff. 79r-80r].

Moya propõe que o instrumento se faça em cartão, material demasiado frágil para ser usado nas embarcações, por isso pensamos que ele não o destinava às observações no mar, mas sim à instrução prática, em terra, de pilotos ou candidatos a sê-lo<sup>40</sup>.

## 5. AS MARÉS

O conhecimento dos horários das marés permitia aos marinheiros saber a melhor hora para se aproximarem do porto, entrarem na barra e identificarem os baixios<sup>41</sup>. A fixação das horas das marés para um dado porto e em certo dia baseava-se no conhecimento da idade da Lua nesse dia e das horas a que no dito porto ocorriam as vazantes e as enchentes em dia de lua nova. No estudo das marés, Moya recomenda a leitura da *Arte de Navegar*, por isso, começamos por introduzir alguns conceitos relacionados com este tema, tal como são expostos por Medina.

### 5.1. O *aureo numero*

Na determinação das conjunções (e das oposições) do Sol e da Lua em todos os meses de um certo ano, isto é, dos momentos em que, nesse ano, estes dois astros se encontravam no mesmo ponto (respectivamente em pontos opostos) do zodíaco, os marinheiros recorriam ao chamado áureo número (Moya também o designa por *aureo numero*) que estava relacionado com 19 (o período de um ciclo lunar), que é o número mínimo de anos necessário para que o Sol e a Lua ocupem toda a variedade possível de posições no zodíaco, incluindo as conjunções e oposições. Moya não indica como se obtém o áureo número, mas usa-o na resolução de problemas práticos, como vamos ver em seguida<sup>42</sup>. Começamos por referir-nos a uma tabela (figura 9), dada no manuscrito, que permite conhecer, de um modo fácil e rápido, os dias da conjunção da Lua e do Sol. Suponhamos que se quer saber o dia em que ocorreu (ou ocorrerá) a conjunção no mês M do ano A. Determina-se o áureo número de A e procura-se esse número na tabela. Depois, conta-se o número de casas existentes entre a que contém o mês M e a que contém o áureo número, incluindo essas casas na contagem. O resultado corresponde ao dia da conjunção. Essa contagem faz-se de cima para baixo, a partir da casa que corresponde ao mês M e até à que contém o número áureo, recomeçando do início, se necessário. Pérez de Moya [1564, ff. 177v-178] exemplifica os passos a dar para determinar o dia da conjunção no mês de Março de 1563. Como o áureo número de 1563 é 6, conta-se (na coluna *Dias*) os dias vão desde a linha onde está Março até à linha onde está 6, incluindo as linhas correspondentes a Março e a 6. Obtém-se 23, que é o dia da conjunção do Sol e da Lua no mês de Março de 1563. Neste exemplo, o áureo número está colocado, na tabela, abaixo do mês em questão mas quando tal não acontece é necessário voltar à primeira linha (Moya diz *daremos vuelta a la tabla*), depois de atingir o fim da tabela.

Moya pode ter recorrido às indicações de Medina para determinar o áureo número, mas não usa o seu procedimento, nem o de Cortés. Contudo, aplicando o método de Medina ao primeiro exemplo de Moya, obtém-se o mesmo resultado.

Días	Para saber las conjunciones de la [luna] [áureo número do ano]	
1	8	Marzo
2		Abril
3	16	Mayo
4	5	Junio
5		Júlio
6	13	Agosto
7	2	Septiembre
8		Octubre
9	10	Noviembre
10		Deziembre
11	18	Enero
12	7	Hebrero
13		
14	15	
15	4	
16		
17	12	
18	1	
19		
20	9	
21		
22	17	
23 <sup>a</sup>	6	
24		
25	14	
26	3	
27		
28	11	
29		
30	19	

Figura 9: Tabela auxiliar para calcular o dia da conjunção do Sol e da Lua num dado mês de um dado ano, a partir do áureo número do ano em questão. Os números do lado esquerdo são os dias da conjunção do Sol e da Lua no mês expresso na linha correspondente da segunda coluna da tabela. Pérez de Moya [1564, f. 177v].

## 5.2. O horário das marés

Sabemos por Moya que a *Arte de Navegar* de Medina lhe serviu de base ao estudo das marés; no entanto ele não se limita a uma mera transcrição do texto de Medina, imprimindo-lhe uma apresentação um pouco diferente que possibilita uma consulta fácil. Pérez de Moya [1564, f. 180v] observa que, nas 24 horas em que realiza o seu movimento de rotação, a Lua provoca duas marés crescentes, a que chama *aguas vivas*, e duas decrescentes, que são *aguas muertas*, e descreve o comportamento das águas do mar em 30 dias, dividindo-o em quatro *quartos*. No primeiro quarto, que vai desde o primeiro dia de Lua até ao oitavo, as águas vão minguando (*la mar cada dia mengua mas*); no segundo, ou seja, até aos quinze dias, as águas vão crescendo (*la mar crece cada dia mas*) até a maré ficar cheia; durante o terceiro quarto minguam e no quarto quarto crescem até ao dia da conjunção. Para determinar os horários das marés, Pérez de Moya [1567, p. 187r] indica os mesmos dois processos de Medina, dos quais um depende directamente do conhecimento do dia de conjunção do Sol e

da Lua, ou novilúnio (Moya chama-lhe *novilunio*) e o outro recorre ao rumo do Sol. Mas não o faz pela mesma ordem. Pelo primeiro processo, regista-se a hora a que ocorre a praia-mar (*preamar*) no dia de lua nova e estabelece-se que em cada um dos dias seguintes a mesma maré se observará mais tarde  $\frac{4}{5}$  de hora do que no dia anterior. Esta dependência dos novilúnios deve ter estado na opção de Moya e Medina de incluírem nos seus trabalhos tabelas (figura 10) que davam a conhecer a hora da praia-mar para os vários dias de lunação, partindo do dia de lua nova.

Regras para as marés				Dias.	Horas.	Quintos.
Dias da Lua	Horas	Quintos	Dias da Lua			
0	3	0	15	1		4
1	3	4	16	2	1	3
2	4	3	17	3	2	2
3	5	2	18	4	3	1
4	6	1	19	5	4	
5	7	0	20	6	4	4
6	7	4	21	7	5	3
7	8	3	22	8	6	2
8	9	2	23	9	7	1
9	0	1	24	10	8	
10	1	0	25	11	8	4
11	1	4	26	12	9	3
12	2	3	27	13	10	2
13	1	2	28	14	11	1
14	2	1	29	15	12	
15	3	0	30	16	12	4
				17	13	3
				18	14	2
				19	15	1
				20	16	
				21	16	4
				22	17	3
				23	18	2
				24	19	1
				25	20	
				26	20	4
				27	21	3
				28	22	2
				29	23	1
				30	24	

Figura 10: Tabelas que dão a hora da praia-mar em cada dia, sabendo em que hora se deu a praia-mar no novilúnio. À esquerda em Pérez de Moya [1564, f. 176v] e à direita em Medina [1545, f. 92r].

Na tabela de Moya na entrada de hora correspondente ao 9º dia de Lua o número 0 significa 10, e na entrada dos dias 10º e 11º o número 1 significa 11. Além disso, na entrada de hora correspondente ao 13º dia o número 1 significa 1 hora depois das 12 horas. Notamos, por exemplo, que os números relativos à linha de 8 dias de Lua são calculados por  $3 + 8 \times \frac{4}{5}$  (onde 3 corresponde a 0 dias e  $\frac{4}{5}$  é o que a maré cresce em cada dia). Observando as duas tabelas vemos que a de Moya permite uma leitura directa e é mais resumida e mais fácil de memorizar, pois põe em evidência a repetição de valores que ocorrem de 15 em 15 dias (o que dá a lunação completa, se admitirmos que entre eles há uma diferença de 12 horas)<sup>43</sup>.

Pérez de Moya [1564, f. 176v] dá um segundo processo, relacionado com a passagem da Lua nos diferentes rumos, que indica por *reglas* reglas por las mareas: se a Lua está no nordeste ou no sudoeste é praia-mar; se está no leste ou no oeste é meia jusante (*media jusante*); se está no noroeste ou no sueste é baixa-mar (*baxa mar*); se está no norte ou no sul é meia montante (*media montante*). Para saber a posição da Lua nos rumos, os marinheiros recorriam à posição do Sol nos rumos; e esta era obtida com o auxílio da agulha de marear, se fosse de dia, ou da estrela Polar, no hemisfério Norte, se fosse de noite. Costa [1960, pp. 263-264] observa que os marinheiros antigos tinham imaginado uma rosa horária ou equatorial que consistia numa rosa da agulha de marear onde estavam marcadas as 32 quartas. Esta podia representar um relógio horário para o Sol e para a Lua, equivalendo cada quarta à duração de 45 minutos. Colocando-a paralelamente ao Equador e com o Sul para cima, ela mostra ao meio-dia o Sol no Sul, às três horas da tarde no Sudoeste, às seis horas no Oeste, às nove no Noroeste, à meia-noite no Norte, etc. A correspondência entre as direcções marcadas nessa “rosa” e as 24 horas do dia permitia saber em que rumo estava o Sol em cada hora do dia<sup>44</sup>. Moya explica que, para se saber em que rumo estava o Sol, por exemplo às quatro horas da madrugada, se calcula o produto de 4 por 15 (dá o número de graus que correspondem a 4 horas) e se divide o resultado por  $11\frac{1}{4}$  (ângulo formado por dois rumos consecutivos). Marcando esse número a partir do Norte, obtém-se o rumo em que se encontra o Sol; se em vez de 4 da madrugada se tratasse das 4 horas da tarde, a contagem era feita a partir do Sul. Conhecida a posição que num dado momento o Sol ocupava nos rumos, bastava calcular o número de rumos que a Lua está afastada do Sol (multiplicando os dias de Lua por 12 e dividindo por  $11\frac{1}{4}$ ) e tomar o resultado ‘para trás’ (uma vez que o movimento da Lua é de ocidente para oriente) do rumo do Sol, para saber a posição da Lua. Por exemplo, para o 1º dia de Lua tem-se  $(1 \times 12) \div 11.25 \approx 1.07$ ; marcando 1 rumo (toma-se a parte inteira de 1.07) em sentido anti-horário (porque a Lua se atrasa em relação ao Sol) a partir do rumo do Sol nesse dia, obtém-se a posição da Lua no nordeste; o mesmo sucede para todos os dias até ao 14º. No 15º dia faz-se um acerto subtraindo 1 ao resultado obtido, porque há 32 rumos e apenas 30 dias de Lua; assim, em vez  $(15 \times 12) \div 11.25 \approx 16$  considera-se 15; por isso, quando o Sol está em sudoeste, a Lua está em nordeste. No 16º dia recomeça o processo [PÉREZ DE MOYA, 1564, ff. 199v-200]. Concluindo: desde o 1º dia de Lua até ao 15º, andando o Sol entre o 1º rumo (*Nordeste quarta al este*) e o 14º rumo (*Sursudoeste*) a Lua está no nordeste (*Nordeste*), e estando o Sol entre o 16º rumo (*Sudoeste quarta al oeste*) e o 29º (*Nornordeste*) a Lua está no sudoeste (*Sudoeste*)<sup>45</sup>.

A posição do Sol e da Lua nos rumos permitia saber os períodos de crescimento e decrescimento das marés. No registo dado em Pérez de Moya [1564, f. 181] figuram as horas da praia-mar de acordo com a posição do Sol; na primeira coluna são indicados os primeiros quinze dias de lua depois da conjugação e na segunda os últimos 15. Na terceira coluna Moya dá a posição do Sol, que corresponde aos dias de Lua indicados nas duas colunas anteriores. Na quarta coluna marca a hora da

praia-mar correspondente à posição do Sol no rumo, que será antes ou depois do meio-dia conforme se refere ao dia representado na primeira ou na segunda coluna. Pela consulta desta tabela fica-se a saber que no 1º dia de Lua depois da conjunção o Sol está no rumo nordeste quarta a este (*Nordeste cuarta al este, ou, nordeste 4ª al leste*) e a praia-mar é às 3<sup>3</sup>/<sub>4</sub> da manhã, e que no 16º dia de Lua depois da conjunção a praia-mar é às 3<sup>3</sup>/<sub>4</sub> da tarde.

Os dois processos conduzem a valores que diferem apenas em 3 minutos, mas enquanto os astrólogos consideravam o valor exacto 4/5, os marinheiros adoptavam o valor 3/4 que, embora aproximado, lhes permitia determinar mais facilmente o número de dias, contando-os por quartas da rosa-dos-ventos<sup>46</sup>. Ao incluir as duas possibilidades, Moya cumpre o duplo objectivo de tornar a sua obra atractiva para lições em terra e prática no mar.

## 6. A ARTE DE MAREAR E OS FRAGMENTOS MATHEMATICOS

Três anos após ter escrito a *Arte de Marear* Moya publica os *Fragmentos Mathematicos* (Salamanca, 1567) cujo segundo volume inclui temas de astronomia e de navegação já tratados no manuscrito. Os *Fragmentos* têm características bastante diferentes da *Arte de Marear*; são um trabalho extenso (um pouco menos de 500 páginas), diversificado e organizado, em que o autor mostra os seus vastos conhecimentos. Esta diferença de paradigma traduz-se noutros aspectos peculiares como sejam uma maior exigência nas definições e raciocínios apresentados e o modo como a informação é divulgada. Nos *Fragmentos* as explicações privilegiam a forma retórica, com menos desenhos e esquemas, exigindo ao leitor maior capacidade de abstracção. No tocante às fontes, Moya põe de lado os textos de carácter mais prático e circunscrito à navegação, privilegiando a informação contida em obras mais abrangentes como as de Medina, Cortés e Nunes, a quem menciona explicitamente, por diversas vezes. Não é objectivo do nosso trabalho fazer um estudo comparativo da *Arte de Marear* com os *Fragmentos Mathematicos*, mas podemos afirmar que há tópicos que apenas são tratados na *Arte de Marear*, como termos relacionados com a especificidade da profissão de marinheiro, indicações sobre a constituição de uma embarcação e o seu equipamento, sobre as marés e a sua relação com a posição do Sol e da Lua, o modo determinar a profundidade do local em que a embarcação se encontrava. E outros que apenas existem nos *Fragmentos*, como o método dos eclipses que então se utilizava para determinar a diferença de longitude entre dois lugares. No entanto, os ventos, a roda de léguas, a altura do Pólo e a questão da longitude, só para dar alguns exemplos, são estudados em ambos os trabalhos, embora nem sempre do mesmo modo. A roda das léguas apresentada em Pérez de Moya [1567, entre p. 282 e p. 283] tem valores diferentes dos existentes no manuscrito, e diferentes das referidas pelos outros autores que consultámos, embora próximos dos de Cortés [1551, ff. 87v-88v] (diferem apenas para os rumos correspondentes a 11,25° e 22,5°). Além disso, nos *Fragmentos* Moya considera, invariavelmente, que o

comprimento de 1º de círculo máximo é 17<sup>1/2</sup> léguas, tal como Cortés, Medina e Nunes [PÉREZ DE MOYA, 1567, p. 184], e não inclui o regimento de Enciso nem o de Faleiro. Para a marcação da longitude Pérez de Moya [1567, pp. 345-346] toma como referência o meridiano que passa pela ilha de Tenerife (tal como Ptolomeu), sublinhando a preferência que os cosmógrafos tinham pela ilha do Ferro (*isla del Hierro*), a mais ocidental das ilhas do arquipélago das Canárias.

## 7. NOTAS FINAIS

Como mostramos, Moya baseou os estudos do manuscrito em textos de profundos conhecedores da navegação, como Enciso e Faleiro, mas também em obras de cosmógrafos experientes como Pedro de Medina, Jerónimo de Chaves e Pedro Nunes. Moya fez referência ao *De Sphera* de Sacrobosco e à *Theorica do Sol* de Apiano, que eram textos científicos da maior importância, que só os especialistas estavam habilitados a consultar. Isto significa que os assuntos tratados na *Arte de Marear* não se limitavam aos que, em geral, faziam parte dos guias náuticos da época. É clara a influência que sobre Moya exerceu a *Arte de Navegar* (1545), aliás mencionada por diversas vezes no manuscrito; ele usou a carta de marear dada por Medina e socorreu-se de diversas tabelas da sua obra, como as que indicam rumos e distâncias ou o regimento da Polar. Mas pudemos verificar que o nosso autor não reproduziu literalmente conhecimentos inscritos na *Arte de Navegar*, antes procurou um modo prático e inteligível de os divulgar. Embora Moya não tenha referido a *Chronographia o Reportorio de Tiempos*, nem o nome do seu autor Jerónimo Chaves, repetiu quase textualmente a descrição dos ventos dada nessa obra. Vimos que ao longo do seu texto Moya foi diversificando as fontes em que se documentou; uma das duas rodas de léguas que facultou é dada na *Suma de geographia* e a outra no *Tratado del Sphera y del Arte del Marear*; dos dois regimentos da Polar que apresentou, um está na obra de Medina e o outro nas de Faleiro e Enciso. E estes exemplos repetem-se. Como ficou claro, Moya expôs a tábua de declinação solar que Nunes e Cortés recomendavam; explicando até detalhes relacionados com interpolações lineares dos dados que permitiam melhorar a precisão dos resultados. Na *Arte de Marear* não são pronunciados os nomes de Martín Cortés e de Pedro Nunes, mas diversas passagens do nosso trabalho sustentam que o *Breve compendio de la sphaera y de la arte de navegar* (1551) e o *Tratado em defensam da carta de marear* (1537) lhe eram familiares quando redigiu o manuscrito. E ele mesmo viria a referir os seus autores nos *Fragments Mathematicos* (1567), salientando a autoridade que lhes reconhecia; por exemplo, ao mencionar a carta de marear disse: *Desta pocos antiguos tratarõ. Los modernos que en nuestro tiempo han escripto son, el doctor Pero Nuñez, y el Maestro Medina, y Martín Cortes.*

Pelo tipo de materiais que inclui (rodas, tabelas, um instrumento em cartão) no manuscrito, este parece-nos ter sido pensado para aulas práticas destinadas à preparação científica de pilotos, de marinheiros, ou de aspirantes a sê-lo; mas não

podemos confirmar se teriam sido redigidos propositadamente para esse fim, ou se fariam parte de um trabalho mais vasto sobre navegação que o autor tivesse já preparado, ou estivesse a preparar.

## NOTAS

- \* Este artigo é baseado no último capítulo da minha tese de doutoramento intitulada *A obra matemática de Juan Pérez de Moya no contexto dos saberes matemáticos do século XVI*, defendida em Dezembro de 2011 na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, e orientada por Antoni Malet e António Machiavelo.
- Estou muito grata a Antoni Malet pela troca de impressões que me permitiu e pelas sugestões que me deu. Participação neste trabalho financiada por Fundos FEDER através do Programa Operacional Factores de Competitividade COMPETE e por Fundos Nacionais através da FCT (Fundação para a Ciência e a Tecnologia) no âmbito do projecto PEst-C/MAT/UI0144/2011.
- 1 O *Libro de cuenta* (Toledo, 1554), o *Libro segundo de Arithmetica* (Salamanca, 1557), o *Compendio dela regla dela cosa*, o *Arte mayor* (Burgos, 1558) e a *Arithmetica practica, y speculativa* (Salamanca, 1562) e *Sylva* (Córdova, 1557).
  - 2 A carta faz parte de um conjunto de quatro folhas existente no PORTAL de ARCHIVOS ESPAÑOLES, na secção Archivo General de Indias, INDIFERENTE, 2059, N. 104.
  - 3 De acordo com a informação gentilmente cedida pelo Dr. Manuel Álvarez Casado, arquivista do Archivo General de Indias, nas listas de passageiros da Casa de la Contratación não consta o nome de Pérez de Moya.
  - 4 Ver MEDINA [1563, f. III].
  - 5 Ver MEDINA [1545, Prólogo].
  - 6 Para detalhes sobre a obra de Enciso ver LÓPEZ PIÑERO [1979, p. 199].
  - 7 Como se lê em LOPÉZ PIÑERO [1979, p. 200], trata-se de uma obra muito rara onde se estudam temas de cosmografia e náutica. De acordo com FERNÁNDEZ NAVARRETE [1846, Tercera parte, sem paginação, nº 16] Francisco Faleiro, que era natural da Covilhã, esteve ao serviço do rei de Espanha para juntamente com o seu irmão Rui Faleiro, acompanhar os preparativos da viagem de Fernão de Magalhães à Índia.
  - 8 Sobre o impacto desta obra ver SELLÉS [2004, p. 183]. Sobre a biografia de Medina, a sua obra e actividade, ver FERNANDEZ NAVARRETE [1846, sem paginação, nº 9 e nºs 22- 25].
  - 9 Sobre esta obra pode ler-se WILKINSON [2010, p. 122].
  - 10 Ver [FERNÁNDEZ NAVARRETE, 1846, terceira parte, nº 30].
  - 11 Ver [PÉREZ DE MOYA, 1564, ff. 175v-176].
  - 12 Martín Cortés nota que os marinheiros do *mar oceano* (ou seja, do atlântico) usavam nomes que deviam ter origem na língua alemã ou flamenga, porque estas nações navegavam nesse mar, e que os do *mar mediterraneo* usavam nomes de origen toscana, considerando a parte do mar donde sopravam; por exemplo, vento *greal*, o que vinha da Grécia, etc. [CORTÉS, 1551, ff. 61r-61v].
  - 13 Ver [MEDINA, 1545, f. 17v].
  - 14 Ver [COSTA, 1960, pp. 195, 207].
  - 15 Como pudemos verificar, o assunto é tratado no capítulo 8 do *libro 3*, em Medina [1545, f. 31v].
  - 16 Moya não usa os termos relevar e afastar, nem quaisquer outros com o mesmo significado, mas de acordo com COSTA [1960, pp. 355 e 357], eles são usados nos Manuais de Munich e de Évora.
  - 17 Como está documentado em CORTÉS [1551, f. 23v].
  - 18 Manoel Pimentel (1650-1719) foi cosmógrafo mor do reino de Portugal. Para mais dados biográficos de Pimentel, ver CORREIA [2010, pp. 125-128].
  - 19 Em PÉREZ DE MOYA [1564, f. 175v].
  - 20 Em PÉREZ DE MOYA [1564, f. 196]. Também em PÉREZ DE MOYA [1564, f. 179 e 169v].
  - 21 Também em MEDINA [1563, f. 13v].

- 22 O báculo mensório é descrito com detalhe em PÉREZ DE MOYA [1573, vol. 2, p. 96].
- 23 SILVA [1972, pp. 148-149] nota que no final do século XV esta distância era  $3^{\circ} \frac{1}{2}$  e no final do século XVI era menos de  $3^{\circ}$ .
- 24 Ver [ALBUQUERQUE, 1972, pp. 78-79].
- 25 De qualquer modo, como diz Albuquerque [1972, p. 79] esses números mais correctos não eram adoptados pelos pilotos, para quem, segundo a precisão dos valores tomados não excedia, em geral, um quarto de grau.
- 26 [SILVA, 1972, p. 166].
- 27 [COSTA, 1960, p. 68] e [ALBUQUERQUE 1972, pp. 93-94].
- 28 Uma outra possibilidade era usar a agulha magnética, como refere PIMENTEL [1746, p. 37].
- 29 Por exemplo, MEDINA [1545, ff. 38v a 49v] trata-o de forma exaustiva ao longo de vinte e uma páginas documentando as explicações dadas com figuras elucidativas.
- 30 Ver [COSTA, 1960, p. 83] e [NAVARRO BROTONS, 2004, p. 232].
- 31 Estas tábuas vêm já publicadas na edição de 1519 da *Suma de geographia*, com alguns erros de impressão, como se lê em COSTA [1960, p. 99].
- 32 Ver [PÉREZ DE MOYA, 1564, f. 183].
- 33 Ver [NAVARRO-BROTONS, 2004, p. 232].
- 34 Como a declinação do Sol é o arco de meridiano compreendido entre o Equador e o seu lugar no zodíaco, quaisquer quatro pontos da Eclíptica igualmente distanciados dos equinócios têm declinações iguais e, por isso, o Zodíaco podia dividir-se em quatro quartas com igual declinação.
- 35 O arco compreendido entre dois signos consecutivos tem, em média,  $30^{\circ}$  (que correspondem a 30 dias).
- 36 Ver COSTA [1960, p. 91].
- 37 ALBUQUERQUE [1991, p. 178 e 180].
- 38 Ver [PÉREZ DE MOYA, 1564, f. 172v].
- 39 No manuscrito está escrito occidente.
- 40 No trabalho de Faleiro não encontramos referência ao material usado na construção do instrumento, mas COSTA [1960, p. 172] admite que seria de latão ou de madeira.
- 41 Dos autores do século XVI que consultámos, foi Martín Cortés quem melhor exprimiu esta ideia [CORTÉS, 1551, f. 53].
- 42 Para obter o áureo número de um ano, por exemplo A, de memória (ou seja, *sin mirar el libro*) Moya determina o resto da divisão de A-1500 por 19. Se esse resto for zero, o áureo número é dezanove, se for um, o áureo número é um, e assim sucessivamente.
- 43 CORTÉS [1551, f. 55r] dá os mesmos valores de Moya. COSTA [1960, pp. 267-268] sublinha que as obras sobre *Arte de Navegar* do fim do século XVI já contêm uma tabela a começar em 3 horas no dia do novilúnio.
- 44 Mais detalhes sobre este assunto em SILVA [1945, pp. 411- 422].
- 45 As mesmas considerações são feitas em MEDINA [1545, ff. 90v-91].
- 46 Ver SILVA [1945, p. 412].

## BIBLIOGRAFIA

- ALBUQUERQUE, L. (1972) *Curso de História da Náutica*. 1ª edição, Coimbra, Almedina, 1 vol.
- (1986) *Introdução à História dos Descobrimentos Portugueses*. 3ª edição, Men Martins, Europa-América, 1 vol.
- (1991) *Historia de la Navegación Portuguesa*. 1ª edición, Madrid, Editorial Mapfre, 1 vol.
- APIANO, P. (1548) *Libro dela Cosmographia de Pedro Apiano, el qual trata la descripcion del Mundo, y sus partes, por muy claro discurso y lindo artificio, augm tado por el doctissimo varon Gemma Frisio, doctor en Medicina, y Mathematico excellentissimo: com otros dos*

- libros del dicho Gemma, de la materia misma.* Enveres, G. Bontio, 1 vol. 1ª edición latina 1529.
- CHAVES, J. (1584) *Chronographia o Reportorio de Tiempos, el mas copioso y preciso, que hasta ahora ha salido a luz. Compuesto por Hieronimo de Chaves, Astrologo y Cosmographo.* Sevilla, F. Diaz, 1 vol. 1ª edición 1548.
- CORREIA, C. A. C. (2010) *A Arte de Navegar de Manoel Pimentel (as edições de 1699 e 1712).* Lisboa, FL-Dissertações de Mestrado: [539].
- CORTÉS, M. (1551) *Breve compendio de la sphaera y de la arte de navegar con nuevos instrumentos y reglas: exemplificado con muy subtiles demonstraciones.* 1ª edición, Sevilla, A. Alvarez, 1 vol.
- COSTA, A. F. (1960) *A Marinharia dos Descobrimentos.* 3ª edição, Lisboa, Agência Geral do Ultramar, 1 vol., 1ª edición 1934.
- FALEIRO, F. (1535) “Tratado del Sphaera y del Arte del Marear compuesto por Francisco Faleiro natural del Reyno de Portugal”. En J. Bensaúde (eds.) *Opera Omnia do Académico Titular Fundador da Academia Portuguesa da História, Joaquim Bensaúde (1859-1952).* “Academia Portuguesa da História”, IV. Lisboa, 9-110.
- FERNANDÉZ DE ENCISO, M. (1530) *Suma de geographia: que trata de todas las partidas e provincias del mundo, en especial de las índias. E trata largamente del arte del marear juntamente con la esfera en romance, con el regimiento del sol y del norte: agora nuevamente emendada de algunos defetos que tenia en la impression passada.* Sevilla, J. Cromberger, 1 vol. 1ª edición, Sevilla, 1519.
- FERNÁNDEZ DE NAVARRETE, M. (1846) *Disertación sobre la Historia de la Náutica, y de las Ciencias Matemáticas que han contribuido á sus progresos entre los españoles.* Madrid, Real Academia de Historia. A título póstumo.
- LÓPEZ PIÑERO, J. M. (1979) *Ciência y técnica en la Sociedad española de los siglos XVI e XVII.* Barcelona, Labor Universitaria, 1ª edición 1969.
- MALET, A. & SILVA, M.C. (2012) “A Arte de Marear (1564) de Juan Pérez de Moya: uma transcrição anotada”. *Llull, Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, 35(76), 427-473.
- MEDINA, P. (1545) *Arte de Navegar: en que se contienen todas las reglas, declaraciones, secretos y avisos, que a la buena navegacion son necessaros, y se deven saber.* 1ª edición, Valladolid, F.F. de Córdoba, 1 vol. <<http://bibliotecadigitalhispanica.bne.es>> (consultada em 11 de Abril de 2009).
- (1563) *Regimiento de navegación: contiene las cosas que los pilotos han de saber para bien navegar: y los remedios y avisos que han de tener para los peligros que navegando les pueden suceder.* 1ª edición, Sevilla, S. Carpintero, 1 vol.
- NAVARRO-BROTONS, V. (2004) “Astronomy and Cosmography 1561-1625. Different aspects of the activities of Spanish and Portuguese Mathematicians and cosmographers”. Em L. Saraiva and H. Leitão (eds.) *The Practice of Mathematics in Portugal.* “Imprensa da Universidade”, Coimbra, 225-274.
- NUNES, P. (1537) *Tratado que ho doutor Pero nunez Cosmographo del Rey nosso senhor fez em defensam da carta de marear: cõ o regim to da altura.* Série “Obras”, 1. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian. 2002.
- PÉREZ DE MOYA, J. (1564) *Arte de Marear.* Ms L-III-24 del Monasterio de San Lourenzo del Escorial.

- PÉREZ DE MOYA, J. (1567) *Obra Intitulada Fragmentos Mathematicos. Libro segundo, trata cosas de Astronomia, y Geographia, y Philosophia natural, y Sphera, y Astrolabio, y Nauegacion, y Relojos*. 1ª edición, Salamanca, J. de Canova, 1 vol.
- (1573) *Tratado de Mathematicas en que se contienen cosas de Arithmetica, Geometria, Cosmographia y Philosophia natural. Con otras varias materias, necesarias a todas artes Liberales, y Mecanicas*. 1ª edición, Alcalá de Henares, J. Gracian, 3 vols.
- PIMENTEL, M. (1746). *Arte de navegar em que se ensinão as regras praticas, e os modos de cartear, e de graduar a Balestilha por via de números, e muitos problemas uteis á navegação, e Roteiro das viagens, e costas marítimas de Guiné, Angola, Brazil, Indias, e Ilhas Occidentaes, e Orientaes*. 5ª edição (?), Lisboa, M.M. da Costa, 1 vol., 1ª edição 1696.
- SELLÉS, M. A. (2004) “El Arte de la Navegación en la Península Ibérica”. En *Los Orígenes de la Ciencia Moderna. Actas Años XI y XII*. “Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia”. Canarias, 167- 186.
- SILVA, L. P. (1945) *Obras Completas de Luciano Pereira da Silva* (2º vol.), 1ª edição, Coimbra, Agência Geral das Colónias.
- (1972) *A Astronomia de «Os Lusíadas»*. 2ª edição, Lisboa, Junta de Investigações do Ultramar, 1ª edição 1915.
- WILKINSON, A. S. (2010) *Iberian Books. Libros Ibéricos. Books Published in Spanish or Portuguese or on the Iberian Peninsula before 1601. Libros publicados en español o portugués en la Península Ibérica antes de 1601*. 1ª edición, Leiden, Brill, 1 vol.