



## **Biblioteca Breve**

SÉRIE HISTÓRIA

### CIÊNCIA E EXPERIÊNCIA NOS DESCOBRIMENTOS PORTUGUESES



*Edição sob os auspícios do Comissariado  
para a XVII Exposição Europeia de Arte,  
Ciência e Cultura*

Os Descobrimentos Portugueses  
e a Europa do Renascimento

Lisboa, 1983



CONSELHO DA EUROPA

COMISSÃO CONSULTIVA

FERNANDO NAMORA  
Escritor

JOÃO DE FREITAS BRANCO  
Historiador e crítico musical

JOSÉ-AUGUSTO FRANÇA  
Prof. da Universidade Nova de Lisboa

JOSÉ BLANC DE PORTUGAL  
Escritor e Cientista

HUMBERTO BAQUERO MORENO  
Prof. da Universidade do Porto

JUSTINO MENDES DE ALMEIDA  
Doutor em Filologia Clássica pela Univ. de Lisboa

DIRECTOR DA PUBLICAÇÃO  
ÁLVARO SALEMA

LUÍS DE ALBUQUERQUE

Ciência  
e  
experiência  
nos  
descobrimientos  
portugueses



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

*Título*

Ciência e Experiência  
nos Descobrimientos Portugueses

---

*Biblioteca Breve / Volume 73*

---

1.<sup>a</sup> edição — 1983

---

Instituto de Cultura e Língua Portuguesa  
Ministério da Educação

---

© *Instituto de Cultura e Língua Portuguesa*  
*Divisão de Publicações*  
Praça do Príncipe Real, 14-1.º, 1200 Lisboa  
Direitos de tradução, reprodução e adaptação  
reservados para todos os países

---

*Tiragem*  
6000 exemplares

---

*Coordenação geral*  
Beja Madeira

---

*Orientação gráfica*  
Luís Correia

---

*Distribuição comercial*  
Livraria Bertrand, SARL  
Apartado 37, Amadora – Portugal

---

*Fotocomposição*  
Textype – Artes Gráficas, Lda.  
Rua da Atalaia, 18, 1.º Esq.º

---

*Impressão e acabamento*  
Oficinas Gráficas de Veiga & Antunes, Lda.  
Minerva do Comércio  
Tr. da Oliveira à Estrela, 4, 6, 10

## ÍNDICE

	Pág.
I / ANTECEDENTES DA NÁUTICA DOS	
DESCOBRIMENTOS .....	6
1. A náutica medieval.....	6
2. Carta-portulano, Marino de Tiro e a carta «plana quadrada».....	12
3. O que é a navegação astronómica .....	17
II / O SURTO DA CIÊNCIA NÁUTICA .....	22
1. A navegação portuguesa pelo Atlântico .....	22
2. A navegação pelo largo .....	26
3. A solução da comparação por alturas .....	32
4. A determinação de latitudes .....	42
5. As observações solares.....	52
III / PROGRESSOS DA CARTOGRAFIA .....	59
1. Alguns aspectos da cartografia do século XV.....	59
2. A cartografia portuguesa do século XV.....	63
3. A escala de latitudes introduzida nas cartas .....	68
IV / O ALVORECER DA MENTALIDADE CRÍTICA .....	78
V / O CONHECIMENTO DA DECLINAÇÃO	
MAGNÉTICA .....	86
1. Retorno à declinação magnética .....	86
2. Como se determinava a declinação magnética .....	93
3. Para que servia a declinação magnética .....	100
4. Alonso de Santa Cruz e o seu «Livro das Longitudes».....	103
5. D. João de Castro e o magnetismo terrestre.....	111
CONCLUSÃO .....	121
NOTAS .....	124
BIBLIOGRAFIA SELECCIONADA.....	131

## I / ANTECEDENTES DA NÁUTICA DOS DESCOBRIMENTOS

### *1. A náutica medieval*

Desde a Antiguidade que os homens do mar, responsáveis pelo êxito das navegações, criaram o hábito de registrar por escrito as indicações consideradas importantes para assegurar o êxito da viagem, caso viessem a repeti-la. Fazendo uma navegação quanto possível costeira, esses primitivos apontamentos dos pilotos e navegadores, não obstante o seu grande interesse histórico, fornecem um pequeno número de dados. Lendo, por exemplo, o *Périplo do Mar Eriteu*<sup>1</sup>, redigido em grego por autor desconhecido antes de iniciada a nossa era, verifica-se que esse texto aponta o nome dos principais portos do Mar Vermelho, indicando quase sempre a distância (em estádios) que separa entre si dois ancoradouros consecutivos, e ainda algumas breves informações sobre os habitantes (ictiofágios e agriofágios, por exemplo) que viviam nas terras circunvizinhas desses lugares marítimos. Mas os esclarecimentos prestados são, na maioria dos casos, sucintos e imprecisos; é certo que, excepcionalmente, podem descer a alguns pormenores de interesse, mas nunca apontam o rumo pelo qual o navio

devia ser encaminhado <sup>2</sup>, como na Idade Média se leria nos textos análogos; tal falta é apenas significativa de que a navegação não se fazia nesse tempo por rumos geográficos ou magnéticos; o piloto impunha à sua embarcação, como já ficou dito, uma derrota à vista de costa, e isso dispensava qualquer tipo de orientação geográfica, que se tornaria mais tarde indispensável, quando tais condições se alteraram.

Há testemunhos suficientes, embora de diversas origens, de terem existido vários textos deste tipo; eles constituem os mais antigos livros de náutica de que temos conhecimento, sendo de salientar que não há naqueles que nos chegaram em fragmentos ou integralmente outros dados suplementares que pudessem auxiliar o piloto na sua tarefa. Para citar um exemplo, direi que nenhum desses textos alude a qualquer determinação de latitude, que aliás seria absolutamente inútil para a arte de navegar a que se recorria; é certo que se tem sustentado ter Pytheas de Marselha medido esta coordenada geográfica umas quatro vezes nas suas deambulações oceânicas, que o teriam levado até a ilha de Tule, às costas da Noruega e ao Báltico <sup>3</sup>; Laguarda Trias estudou-as cuidadosamente, mas a verdade é que tais pretendidas observações foram todas feitas em terra e em lugares desconhecidos (apenas de uma delas se sabe que teve lugar em Marselha); o seu interesse para a náutica é, por conseguinte, nulo ou muito longínquo <sup>4</sup>.

As navegações mediterrânicas da Idade Média, seriam bastante mais exigentes à medida que se intensificaram, e sobretudo depois que os pilotos começaram a utilizar a «agulha marear»; este acontecimento de que se não sabe exactamente a história, verificou-se, o mais tardar, no decorrer do século XIII (embora existam em autores

européus referências às propriedades da agulha magnetizada anteriores a essa data). Como consequência dele, os «périplos» da Antiguidade, já então chamados «portulanos», passaram a acrescentar às distâncias que separavam dois portos o rumo (magnético) que o piloto devia adoptar para se dirigir de um a outro.

Dois outros aperfeiçoamentos da náutica aparecem também antes do século XV: a «carta de navegar» (a que modernamente se deu o nome de «carta-portulano», por estar intimamente relacionada com os textos náuticos designados por portulanos) e a «toleta» ou «raxon de marteloio». Quanto à carta, e a despeito de muitas especulações que em torno do seu traçado têm sido feitas, continuo persuadido que ela de facto surgiu exclusivamente como desejo de dar expressão gráfica aos portulanos; quer dizer que, em minha opinião, não seguiu qualquer sistema de representação matemática, como muitos historiadores pretenderam, por vezes relacionando-a sobre o muito falado sistema de projecção de Marino de Tiro, de que não há notícias satisfatórias; um estudo atento das cartas deste tipo mostra, com efeito, que nelas se utilizaram os elementos que estavam escritos nos portulanos, e que foram transpostos para o desenho tal como hoje ainda se faz um levantamento topográfico expedito, para representação de áreas restritas; é claro que, dada a extensão das áreas representadas na carta portulano, ela apresentava-se *geograficamente* errada; mas cortada de linhas de rumos magnéticos (inicialmente em números de dezasseis, que foi dentro de pouco tempo duplicado), ou seja, exactamente os rumos seguidos pelos pilotos, adaptava-se perfeitamente à náutica, quer dizer, estava *nauticamente* correcta. Tanto assim é que os seus erros só

vieram a ser notados pelos seus utilizadores quando a arte de navegar passou a recorrer a outros dados que entravam em conflito aberto com o traçado da carta, como adiante direi.

Os dois dados até aqui referidos saíram da prática dos pilotos; os portulanos correspondiam ao mais elementar cuidado de preservar experiência vivida, e não envolviam, de início (na sua fase de «périplos») mais do que o cálculo estimado das distâncias percorridas (com tendência para arredondar os números para as centenas, nos textos da Antiguidade) e a leitura, feita pela bússola, do rumo adoptado; o desenho da carta, embora exigisse já uma técnica (e ficaram célebres as escolas mediterrânicas de Génova, Veneza e Maiorca), não implicava mais do que alguns conhecimentos muito elementares de geometria.

Segundo vários autores o caso seria de índole completamente diferente a respeito da «toleta de marteloio». Não importa aqui descrever com minúcia este auxiliar da navegação, apresentado umas vezes através de um conjunto de enunciados e outras através de tabelas que os condensavam e talvez facilitassem o seu uso; bastará dizer que a «toleta» ensinava ao piloto o modo de regressar ao rumo directo entre dois pontos, quando por qualquer razão (vento contrário, interposição de uma ilha, etc.) dele tivesse de se afastar, ensinando-lhe, ao mesmo tempo, qual o caminho que o navio avançara, apesar do desvio, que era obrigado a fazer em relação ao sentido do rumo inicial.

Admite-se muitas vezes que tais tabelas, ou as regras correspondentes, teriam a sua origem em cogitações do catalão Raimondo Lullo (séculos XIII-XIV), ideia a que se acrescenta com frequência a suposição de que os números registados nos enunciados ou nas tábuas

derivaram de cálculos trigonométricos. Suponho que o trecho geralmente citado da sua *Ars magna generalis et ultima*<sup>5</sup> pode inculcar a ideia de «toleta», muito embora ainda a esta não chegue; mas também penso que os valores em discussão possam ter sido obtidos por via gráfica, procedimento em que os técnicos medievais eram extremamente hábeis.

A estes elementos da náutica da Idade Média falta apenas acrescentar um dado que se denomina o «estabelecimento do porto». De facto, os navegadores dos séculos XIII-XIV fixavam a hora de praiamar no dia de lua-nova em dado porto (a isso se chamava «estabelecimento do porto»), e sabiam dessa hora inferir as horas das marés em dias subsequentes. Também neste caso, embora se conheçam listas do «estabelecimento» para vários portos (a mais antiga das quais data do século XIII), o seu conhecimento, muito importante para os pilotos, foi de início muitas vezes facultado em forma de gráfico, como se vê na carta catalã de Cresques (século XIV), hoje conservada na Biblioteca Nacional de Paris.

Estes dados para a arte náutica andavam em geral dispersos; os pilotos ainda não tinham tomado a iniciativa de juntar num único manuscrito as cartas de navegar a cadernos em que transcrevessem os portulanos e as poucas regras náuticas que aplicavam e acabamos de citar. É certo que há várias referências dos séculos XIII-XIV a livros respeitantes à arte de navegar; mas aquele que sobreviveu, intitulado *Il Compasso da Navigare*, da segunda metade do século XIII, inclui apenas portulanos; de outros que são referidos na documentação conhecida, como um *Livro de Navegar* que foi comprado por o rei de Aragão<sup>7</sup>, desconhece-se o conteúdo, mas é de admitir que não se afastasse muito daquele texto italiano.

Por outro lado, devo sublinhar que os dados dessa náutica praticada no Mediterrâneo, e ao longo das costas atlânticas até o Canal da Mancha, ou mesmo, e mais tarde, até o Mar do Norte, era constituída por regras resultantes de observações repetidas durante dezenas ou centenas de viagens, ao longo de muitos anos. Ressalvado porventura o caso da «toleta de marteloio», que pode ter tido uma base em cálculo trigonométrico, (muito embora, repito, propenda a crer que teve origem gráfica), todos os dados utilizados na arte de navegar dessa época são consequências directas da mesma prática da navegação, ou seja, trata-se de conquistas a que gradual e progressivamente se chegava prestando atenção ao meio e às condições em que se navegava.

Neste sentido, a náutica com que os Portugueses tiveram contacto já no decorrer de Trezentos mas, principalmente, durante o século imediato, quando arrancaram para a grande aventura dos Descobrimentos, não se pode afirmar que tivesse a mínima relação com qualquer Ciência (Astronomia ou Matemática, por exemplo), salvo talvez o muito pouco que se pedia à Geometria para facilitar o traçado de cartas e dos gráficos já referidos. Esses dados eram sem dúvida consequência da experiência acumulada por sucessivas gerações de pilotos, entendendo-se aqui a palavra experiência no sentido que já acima ficou claro: simples acumulação de informações, obtida por sucessivas gerações, o que permitia, por último, a selecção de regras ou de ensinamentos úteis para os navegantes. Se existia já uma intenção de interrogar a natureza, o que é inegável, ela confinava-se aos aspectos relacionados com a tarefa que cumpria aos pilotos realizar (levar o navio ao porto de destino sem grandes contratempos), e não

ambicionava certamente rasgar horizontes para além desses limites. E nem o recurso a ensinamentos muito simples de Astronomia de posição, a fim de se determinarem a bordo latitudes, como têm pretendido alguns autores, foi necessário; a náutica que praticavam dispensava em absoluto o conhecimento de tal coordenada geográfica, que aliás nenhum portulano regista nem qualquer carta aponta.

Temos assim que a arte de navegar recebida pelos Portugueses era no verdadeiro sentido da palavra uma «arte». Traduzia-se em procedimentos práticos com fundamento em utensílios muito simples: a carta, a bússola, um par de compassos para «marcar o ponto» na carta, e algumas regras avulsas que o contacto de séculos com o mar, e com a manobra de arribar ou largar de um porto, tinham levado a um estado de satisfatório aperfeiçoamento.

## *2. Carta-portulano, Marino de Tiro e a carta «plana quadrada»*

De todo o material da arte náutica medieval que venho de referir, tem sido a carta-portulano a mais sujeita a especulações nos últimos cem anos.

É evidente que a carta-portulano é consequência de uma repetida experiência de navegar, traduzindo, como já ficou dito, a transcrição gráfica das indicações dos roteiros, aperfeiçoados ao longo de muitas dezenas, se não centenas de anos. Todavia, não se pode deixar de sublinhar que se usa aqui a palavra «experiência» no sentido de «prática repetida», e que, por outro lado, o desenho da carta-portulano não implica de modo algum,

a nosso ver, qualquer mais ou menos complicado sistema de representação plana da esfera, problema por demais transcendente para os desenhadores das escolas cartográficas mediterrânicas medievais.

Não há dúvida que esse problema da representação plana da esfera terrestre preocupou alguns sábios da Antiguidade, com especial relevo para Cláudio Ptolomeu que, na sua obra denominada *Cosmografia* (hoje mais conhecida por *Geografia*), dedica espaço relativamente extenso ao assunto. No entanto, por um lado, tudo indica que essa justamente célebre obra do geógrafo alexandrino ainda não era conhecida na Itália no século XIII, quando se desenharam os primeiros portulanos, visto que o conhecimento no ocidente do original grego, e a sua imediata tradução para latim, datam só do primeiro quartel do século XV; e por outro lado, está fora de dúvida que as soluções apresentadas por Ptolomeu para o problema nada têm a ver com o carácter «topográfico» da carta-portulano.

Passando em claro sobre outras hipóteses a respeito da origem da carta-portulano, todas inconsistentes e facilmente contraditáveis, detenhamo-nos naquela que tem sido mais arduamente defendida. Muitos historiadores da cartografia, e entre nós com relevo especial para Armando Cortesão<sup>8</sup>, consideraram que a carta-portulano fosse descendente directa da representação que teria sido proposta por Marino de Tiro (c. 70-130 A.C.). A exposição de Marino sobre o caso pode considerar-se irremediavelmente perdida, e só é conhecida através de vagas referências indirectas, entre as quais avulta a de Ptolomeu. Contudo, para os defensores de tal dependência, o conhecimento do texto do cartógrafo e geógrafo de Tiro teria chegado, por vias que

nunca foram claramente explicadas, aos marinheiros do Mediterrâneo, supondo alguns que os árabes, e em especial al-Edrisi, fossem os intermediários. Admitiu-se até que os navegadores dos mais recuados tempos já tivessem ao seu dispor cartas para navegar, e que todas elas descendessem da chamada «projecção» de Marino. Para os historiadores que seguiram esta corrente de suposições era absolutamente inadmissível que os «périplos», escritos nesses tempos antigos, não andassem acompanhados de cartas que os ilustrassem; o sábio Nordenskiöld, perante o chamado «périplo de Scilax», não recuou em admitir que as instruções nele contidas «serviram possivelmente como texto explanatório de um mapa ou carta do Mar Mediterrâneo e do Mar Negro»<sup>9</sup>.

Em reforço da tese da influência de Marino na cartografia náutica medieval, publicou recentemente o historiador Rolando Laguarda Trias um desenvolvido estudo em que sustenta existir uma carta-portulano desenhada de acordo com os supostos princípios que teriam sido definidos por aquele geógrafo grego<sup>10</sup>. Este erudito estudioso uruguaio toma para ponto de partida uma das duas cartas pertencentes ao Top Kapu Sorayu de Istambul, que foram apresentadas e estudadas por Marcel Destombes em 1936<sup>11</sup>. A carta está muito deteriorada, mas representa a bacia do Mar Negro. Laguarda Trias, depois de notar que o desenho da área esboçada na carta é muito mais correcto do que o traçado de Ptolomeu, aceita que o mapa em questão não seja uma verdadeira carta portulano; no entanto, relaciona-a directamente com os desenhos deste último tipo, e também com a tradição de Marino, que para ele seria certamente a que deu lugar à carta marítima a que chamamos carta-portulano.

Em minha opinião, os dados estão aqui tomados de maneira inversa. De facto, a carta de Istambul aparenta estar coberta de uma quadrícula, o que a relacionará com Marino, quando se aceitar que este geógrafo imaginou o que hoje abusivamente se chama a «carta plana quadrada». Esta, de facto, nunca existiu, senão nas teorias de historiadores mais imaginativos, embora tenha uma razão de ser: de facto, em consequência dos progressos que os Portugueses foram obrigados a introduzir na navegação, em inícios do século XVI, passaram a ser inseridas escalas de latitude nas cartas, a que correspondiam iguais valores para cada grau em toda a extensão do desenho; e, não muito depois, embora de modo arbitrário, passou também a inscrever-se a mesma graduação no equador. Daqui resulta que, traçando os paralelos e os meridianos, correspondentes às duas escalas, a carta ficaria coberta de uma rede quadricular, tal como se admitia que Marino tivesse feito, e tal como Laguarda Trias encontrou na carta de Istambul.

Como a seu tempo veremos mais detidamente, foi espúria a introdução de escalas de latitudes e de longitudes em cartas desenhadas pelos princípios que orientavam os cartógrafos medievais e que continuavam a ser adoptados pelos Portugueses. Da carta não estar preparada para esse «acrécimo» resultou de modo irreversível a crise da Cartografia latente durante todo o século XVI, e de que os navegadores foram os primeiros, talvez, a dar-se conta. Quer isto dizer que a carta, sendo de facto plana (como é óbvio), apenas continha erradamente os meios para lhe ser sobreposta uma quadrícula, isto é, nunca foi *correctamente* uma carta quadrada. Não há, pois, necessidade de congeminar sistemas cilíndricos de projecção para dar uma

explicação que, por artes milagrosas, torne correcto o que é de facto falso.

Para finalizar estas referências a um tema que é ainda hoje muito discutido, e nos poderia levar muito longe, direi, resumindo, que:

a) é totalmente desconhecido o sistema de representação de Marino de Tiro, pelo que admitir-se que se encontra traduzido na carta de Istambul é mera suposição carecida de prova;

b) Al-Edrisi não deve ter sido o transmissor dessa cartografia clássica para o Mediterrâneo dos séculos XIII-XV, pois as cartas que dele se conhecem também não obedecem a qualquer princípio de representação científica;

c) a inegável correcção da bacia mediterrânica representada nas cartas-portulano, comparativamente com os desenhos ptolomaicos, resulta de um muito melhor conhecimento da área representada, o que não deve surpreender-nos se atentarmos a que entre os dois tipos de esboços medeiam dez séculos; mas, em minha opinião, nada tem a ver com os sistemas de representação adoptado (matematicamente bem definido em Ptolomeu; empiricamente esboçado nas cartas marítimas); e

d) essa carta náutica nunca se transformou, de facto, numa carta «plana quadrada», como facilmente se poderá verificar unindo, num qualquer dos monumentos cartográficos desenhados por cartógrafos portugueses do século XVI, pontos assinalados que sabemos estarem situados a igual latitude, mas que no desenho se não encontram sobre a mesma linha transversal.

### *3. O que é a navegação astronómica?*

Quando se indaga em que época os navegadores iniciaram a prática de uma navegação astronómica, as respostas obtidas podem ser radicalmente diferentes — e ambas correctas. De facto, e em última análise, elas dependerão do sentido em que se entenda a expressão «navegação astronómica».

Assim, quando a designação é entendida no sentido de uma simples observação de certas estrelas, para orientar o rumo da singradura, pode-se dizer que certamente foram «astronómicas» as náuticas de todos os tempos. Aliás é bem sabido que não só os marinheiros se «orientaram» desde sempre pelas posições de certas estrelas: também aqueles que viajavam os grandes caminhos que, por terra, ligavam lugares muito afastados, recorriam à orientação de certas estrelas mais evidentes para escolher o trilho a seguir.

Todavia, não é nesse sentido primitivo que os historiadores dos nossos dias entendem a «navegação astronómica»; para eles, com efeito, uma arte de navegar só merece tal qualificativo quando a observação dos astros é feita no mar e utilizada para alguma medida de interesse imediato para dirigir a navegação.

Já acima escrevi que, neste sentido, e em contradição com o parecer de Laguarda Trias, a longa viagem de Pytheas de Marselha nunca pode ser considerada astronómica, porque as quatro observações de latitudes que lhe são imputadas não foram feitas no mar, nem parece que tenham servido para fins náuticos. Se Pytheas realmente fez essas observações (o que é inseguro, dado o modo como o seu diário foi reconstituído), foi

certamente para localizar (embora imprecisamente) os lugares atingidos.

Embora só de um modo esporádico, também se tem por vezes adiantado que já no século XIV se teria praticado no Atlântico, uma navegação astronómica, não se hesitando até em garantir que já então se observariam latitudes no mar. Armando Cortesão, com quem muitas vezes discuti este problema, estava convencido de que os marinheiros portugueses do tempo de D. Dinis já praticavam frequentemente a determinação daquela coordenada geográfica. Os seus principais argumentos baseavam-se na relativa precisão das representações da orla marítima portuguesa em cartas do século XIV e na lista de latitudes (que inclui as de Lisboa, de Santarém e de Coimbra) inserida nos chamados *Almanaques Portugueses de Madrid*<sup>12</sup>.

Quanto ao primeiro argumento, deve ser salientado que qualquer área restrita representada cartograficamente pelos processos de rumo e estima oferece igual precisão, mesmo a respeito de diferenças de latitudes que abusivamente calculemos na carta (e digo abusivamente, porque o desenho *não atendeu* à coordenada). Se fizermos esses cálculos para a costa italiana do Mediterrâneo encontraremos o mesmo grau de rigor, e está hoje averiguado que no Mediterrâneo não foi praticada a navegação astronómica até ao século XVIII.

Quanto aos *Almanaques*, é verdade que eles incluem as latitudes referidas, mas também é inegável que não têm qualquer relação com a náutica. Provam, é certo, que em Coimbra (onde foram copiados e parcialmente traduzidos) havia quem prestasse atenção a essa particularidade, e que no reino alguns astrólogos sabiam obter latitudes; mas isso nada tem de surpreendente, dado

que as regras para a determinação dessa coordenada geográfica pelas estrelas ou pelo Sol ocorriam em diversos textos, nomeadamente em muitos dos vários tratados medievais sobre o astrolábio, e também nos justamente célebres *Libros del Saber de Astronomia*, que Afonso X de Castela mandou compilar. É de notar, aliás, que os *Almanaques*, contendo tábuas do Sol, não referem as declinações astronómicas do mesmo astro para os vários dias de um ano ou de quatro anos sucessivos, dado que seria indispensável para o cálculo da latitude; em todo o caso, deve reconhecer-se que esse elemento podia ser obtido, com valores grosseiros, por processos gráficos, a partir dos números apontados para a longitude solar (ou antes, e para se ser rigoroso, para o chamado «lugar do Sol») nas tábuas do códice.

Sendo irrecusável, por consequência, que em Portugal se fizeram observações de latitudes antes de meados do século XIV (pelo menos as das três cidades indicadas), não é lícito por isso admitir que a prática logo passasse aos marinheiros e pilotos, quando o manuscrito em que foram registadas nada tem a ver com a actividade marítima. Podemos, de resto, perguntar para que serviria a estes homens, habituados a uma navegação costeira e a guiarem-se por outras regras, uma nova prática que nada tinha a ver com o uso da náutica mais avançada nessa época, admitindo, o que é incerto, que todos os marinheiros a conheçam e a dominavam sem hesitações.

Efectivamente, o marinheiro medieval, como o marinheiro de todas as épocas foi sempre um homem ligado a uma rotina — rotina que naqueles recuados tempos se manteve inalterável durante séculos. Quando modificou a sua maneira de proceder, foi porque a tanto as necessidades o obrigaram; e isso só

veio a dar-se no Atlântico em meados do século XV, como adiante se verá.

Pode-se argumentar que as viagens aos arquipélagos das Canárias, da Madeira e dos Açores, que por vezes se pretende terem sido já frequentes durante o século XIV, haviam fatalmente de impor aperfeiçoamentos na arte náutica tradicional. Não me parece que tal se tornasse necessário para viajar até às Canárias e à Madeira, que foram visitadas (ou simplesmente reconhecida a Madeira) durante aquele século; as visitas às Canárias realizaram-se com uma frequência assinalável a partir de 1341, aproximadamente, podendo considerar-se que a navegação até lá se tornou rotineira, sem qualquer pausa que em geral era exigida para se modificarem as práticas navais.

A visita aos Açores exigiria, porventura, uma solução astronómica análoga à que foi adoptada no Oceano Índico (Golfos de Cambaia e de Bengala), e também, segundo tudo indica, nas viagens atlânticas de Cristóvão Colombo. Consistiu essa novidade, que os Portugueses também adoptaram no século XV, em traçar derrotas segundo paralelos, medindo as mesmas alturas de uma estrela (em geral a Estrela Polar) à sua passagem pelo meridiano do lugar. Se tal se tivesse praticado no Atlântico durante o século XIV, estaríamos na verdade em presença de uma navegação astronómica, pois era necessário medir à altura de uma estrela, e repetidas vezes. Mas não creio que assim tenha acontecido, porque me parece inaceitável que o arquipélago dos Açores tivesse sido descoberto durante o século XIV; não é aqui o lugar para expôr as razões que me levaram a esta conclusão, mais radical do que a defendida numa obra anterior <sup>13</sup>, onde ainda admitia a possibilidade do conjunto daquelas ilhas ter sido visitado de maneira

ocasional e fortuita, sem que da tal viagem ou de tais viagens tivesse resultado qualquer projecto para o seu aproveitamento económico e da visita tivessem até sobrevivido notícias precisas.

Creio encontrarmo-nos em condições de concluir mais uma vez que, ao iniciarem a exploração atlântica, os navegadores portugueses de Quatrocentos tinham ao seu dispor roteiros e um pequeno conjunto de regras náuticas, criados ao longo dos anos a partir de uma experiência directamente vivida; esses dados respondiam, no seu conjunto e de maneira bastante satisfatória, às necessidades sentidas pelos marinheiros. Não será demasiado chamar de novo a atenção para a circunstância de tal *experiência* traduzir somente a observação do que se passava no mar ou se vivia a bordo; como não será supérfluo sublinhar mais uma vez que tal náutica não pode ser classificada de astronómica. Só as navegações atlânticas, dominadas por outros condicionalismos, viriam a alterar essa rotina herdada do Mediterrâneo.

## II / O SURTO DA CIÊNCIA NÁUTICA

### *1. A navegação portuguesa no Atlântico*

Já ficou dito que dispomos de provas indubitáveis de terem os marinheiros peninsulares visitado as Canárias e, pelo menos, avistado o grupo de ilhas da Madeira durante o século XIV. Sobre as Canárias, além da comprovação cartográfica, existem diferentes documentos que referem visitas sucessivas desde 1341 até final do século, tendo na primeira delas, que por vezes é atribuída à iniciativa do nosso rei D. Afonso IV, participado muito provavelmente portugueses; quanto às outras, foram de iniciativa catalã ou maiorquina (Franceses Desvalers, 1342; Domingo Gual, do mesmo ano; Arnáu Roger, dez anos mais tarde; etc.) ou castelhanas (em 1393). Mas é de suspeitar que outras se tenham realizado, não devidamente documentadas, e de que hoje apenas há suspeitas <sup>14</sup>.

Não interessa que me detenha sobre os objectivos finais destes exploradores e aventureiros; mas já importa sublinhar que eles saíam do trilho da navegação corrente dos mercadores italianos, que já praticavam então a via marítima, contornando a Península com as suas

mercadorias destinadas ao norte da Europa, em lugar de as desembarcarem no Sul de França, donde eram encaminhadas por terra aos seus destinos, como se praticara até uns três ou quatro séculos antes. Os povos peninsulares, embora timidamente, iniciavam o desbravamento do Atlântico.

Essa actividade — a navegação até ao arquipélago das Canárias — tem um muito maior significado do que o da descida até ao Estreito de Gibraltar das galés que, já sem dúvida durante aquele mesmo século, ali exerciam um corso contra mouros, pelo menos tão desenfreado quanto aquele a que os magrebinos submetiam, nas mesmas paragens, e ao longo de toda a costa portuguesa, a navegação cristã. De facto, no retorno das viagens às ilhas Canárias, a despeito de tal regresso não oferecer ainda grandes dificuldades, os pilotos e homens de mar devem ter defrontado por vezes condicionalismos diferentes dos habituais — circunstância que se lhes tornaria muito mais evidente, claro está, quando embarcados em navios de remo e velas, e pretendiam usar o pano nas singraduras. Todavia, a relativamente curta distância a que as Canárias se encontram, não deve ter tornado crítica tal dificuldade; aliás, parece de aceitar que por esse tempo as embarcações a que os navegadores recorriam fossem predominantemente galés, portanto accionadas sobretudo pela força de remadores, se bem que pudessem eventualmente montar uma vela.

Pouco depois de 1430 iniciar-se-ia, porém, a grande aventura da exploração da costa africana para Sul do Cabo Bojador, que já aparece apontado com este nome na cartografia mediterrânica do século XIV; e o muito parco número de topónimos, ou a sua completa ausência para além desse limite, dá claramente a entender que as

navegações então iniciadas eram pioneiras, ou que não havia informações das empreendidas antes daquele ano.

A cronologia das viagens iniciadas posteriormente a essa data ainda hoje é motivo de dúvidas que podem gerar acaloradas polémicas. Não vou preocupar-me com esse aspecto do problema, que pouco interessa ao meu propósito, e aceitarei a cronologia tradicional, fixada por Damião Peres <sup>15</sup>; se nela porventura existem erros, eles não excederão nunca um ou dois pares de anos, o que não tem qualquer relevância na pouca precisa cronologia das conclusões que delas se podem inferir a respeito da evolução da náutica.

No ano de 1434, segundo Azurara, Gil Eanes teria conseguido, depois de várias tentativas infrutíferas, ultrapassar o Cabo Bojador. Pensa-se hoje que o cronista exagerou as dificuldades, porque a dobragem do famoso Cabo não oferece entraves náuticos de monta. Em todo o caso, foi um passo decisivo, pois o feito marca o início imparável de uma arrancada para Sul.

Com efeito, ainda nesse mesmo ano, ou no imediato, o mesmo navegador, acompanhado de Afonso Gonçalves Baldaia, atingiu, em nova viagem, 50 léguas para além daquele Cabo, interrompendo a exploração na chamada então Angra dos Ruivos (hoje Garnet Bay), no paralelo 24° 41' Norte. Em 1436 Baldaia empreendeu sozinho nova expedição tendo chegado ao Rio do Ouro (topónimo retomado do século XIV) e à Angra dos Cavalos, quedando-se na Pedra da Galé, a 22° 3' de latitude Norte.

A morte do rei D. Duarte e as perturbações políticas que se lhe seguiram travaram durante cinco anos este empreendimento. De facto, o cronista só reporta ao ano de 1441 a viagem em que Antão Gonçalves chegou até

um lugar que ficou conhecido por Porto Cavaleiro (parece que pelo facto de Nuno Tristão ter aí recebido as honras de cavalaria); o topónimo foi mais tarde substituído pela designação de Angra de Gonçalo de Sintra, ignorando-se a razão da mudança. Nesta viagem de 1441 foi o navio de Nuno Tristão que desceu mais a Sul, chegando até o Cabo Branco.

Dois anos mais tarde o mesmo navegador descobriria as ilhas de Arguim e das Garças, e em 1444 seria Lançarote a atingir a ilha de Naar (segundo Duarte Leite), sendo este o primeiro cometimento realizado depois de ter sido passada a carta régia que mandava entregar ao Infante D. Henrique a orientação e o monopólio de todas as viagens africanas.

Em 1446 Nuno Tristão atingiu um rio onde foi atacado pelos povos locais com flechas envenenadas, tendo perdido a vida com quase todos os companheiros (apenas sete se salvaram); este rio veio depois a chamar-se dos Barbarins (actual Salum) como nos mostrou o almirante Teixeira da Mota no seu magistral trabalho sobre o descobrimento da Guiné <sup>16</sup>.

Neste lapso de uma dúzia de anos, os navegadores não se limitaram a anotar os acidentes costeiros, a procurar contactos com as populações ribeirinhas, a aprisionar ou a comprar escravos, e também a sonhar com riquezas (e o ouro é uma ideia neles dominante), que se lhes mostravam apenas como fugidias promessas. Não podiam deixar de se interessar pelas características dos mares que sulcavam, pois a sua sobrevivência podia depender do bom ou mau conhecimento que deles tivessem. E, usando navios de velas, tinham igualmente de prestar grande atenção às

correntes e ao regime dos ventos, pois desse conhecimento dependia o êxito da viagem.

Estes dois últimos factores apontados viriam a ser, afinal, os determinantes das grandes alterações de que veio a beneficiar a náutica. Com efeito, cedo os pilotos e marinheiros se deram conta de que, se as viagens para Sul eram facilitadas por correntes e ventos de feição, para o retorno costeiro tanto uns como outros dificultavam muito a navegação. O estudo do regime de ventos e correntes numa larga faixa Atlântica que vai desde o paralelo de Lisboa até ao da Guiné, mostra-nos que os ventos sopram predominantemente, e durante todo o ano, de quadrante entre o norte e o nordeste, tendo as correntes a mesma orientação. Deste modo, o regresso da costa africana tornava-se demorado e penoso, mesmo quando se passou a preferir a caravela como embarcação mais adequada a um tipo de navegação feita em circunstâncias pouco favoráveis.

## *2. A navegação pelo largo*

Mas se ventos e correntes não permitiam ou dificilmente permitiam a navegação junto à linha costeira africana no sentido de Sul para Norte, facilitavam, pelo contrário, toda a viagem que engolfasse o navio. A tentativa a fazer seria, pois, a de procurar contornar ventos e correntes, até apanhar circunstâncias favoráveis para navegar até a costa portuguesa.

Consequência de uma atenta observação dos fenómenos da Geografia Física, e produto também de uma aventura arrojada, ignora-se o nome do primeiro piloto que ensaiou com bons resultados esta «volta pelo

largo». Propendo a crer que tal solução náutica apenas deve ter sido tentada depois do descobrimento dos Açores, que a carta de Gabriel de Valseca data de 1427 e atribui a Diogo de Silves; com efeito, só com o desenvolvimento do arquipélago (excluídas as ilhas de noroeste, Flores e Corvo, que só muito mais tarde foram encontradas) se poderia ter reconhecido que a ligação das ilhas com Lisboa ou Lagos se podia fazer de modo bastante fácil, navegando aproximadamente segundo um paralelo. Não me restam dúvidas de que a praticabilidade de tal derrota, e a viagem até aos Açores com escala na Madeira, só se tornaram soluções náuticas relativamente bem conhecidas na década de 1430-1440; deste modo se entenderá que o povoamento do arquipélago açoriano apenas fosse oficialmente decidido doze anos depois do seu descobrimento, quando a Madeira estava a ser povoada, e com bons resultados, desde 1425.

Não possuímos qualquer informação directa a tal respeito, mas não me parece muito arrojado admitir que navios por vezes visitassem os Açores vindo de rota batida da costa africana. A escala nas ilhas açorianas foi prática usual na derrota de torna-viagem da carreira da Índia, durante os séculos XVI e XVII; teria sido iniciada ainda no século XV, se bem que não saibamos exactamente quando.

Pode-se em todo o caso adiantar que o Mar do Sargaço foi reconhecido, embora de início de modo impreciso, talvez por volta de 1435. É certo que nenhum documento dos nossos Arquivos regista o acontecimento, mas anota-o a cartografia italiana, sempre tão bem informada acerca das viagens portuguesas, que a ela temos de recorrer para solucionar alguns problemas da história dos Descobrimentos do século XV.

Já numa sua carta desenhada em 1435 (carta importante a vários títulos) o cartógrafo Andrea Bianco nos indica, com uma legenda situada erradamente a *norte* dos Açores, que «este é o mar de Baga» («questo xemar de Baga»), quer dizer, o Mar dos Sargaços; numa outra carta do mesmo cartógrafo datada de 1448 a legenda repete-se, mas já colocada correctamente para Sul daquele arquipélago. É evidente que o reconhecimento desta particularidade implica a realização de viagens muito distantes da costa africana, sendo de supor que também a manobra acima designada por «volta pelo largo», usada como meio mais rápido para regressar a Portugal.

O cronista Azurara confirma a suposição exactamente a respeito do retorno dos sobreviventes da caravela de Nuno Tristão. Entre eles encontrava-se um único marinheiro de profissão, mas simples grumete, e que logo declarou nada saber sobre a arte de rotear. Contudo estava a bordo, entre os sobreviventes, um jovem de nome Aires Tinoco, que já decerto observara como os pilotos procediam na torna-viagem; assim, e embora o cronista faça intervir nas suas decisões a influência divina, é certo que ele soube conduzir o navio na «volta pelo largo», que o trouxe de retorno ao reino ao cabo de dois meses de navegação<sup>17</sup>.

Para ser possível chegar à definição desta rota, que envolvia uma solução náutica pela primeira vez posta em prática na história da navegação, os marinheiros tiveram de acumular observações em muitas viagens, e delas tirar consequências práticas. Num dos sentidos então mais correntes da palavra, pode-se falar aqui de «experiência»; uma experiência que nada tem a ver, como é evidente, com a «experimentação» da ciência moderna, mas sim com a recolha de dados que o acaso colocava à vista de

pilotos e marinheiros. Uma «experiência» ou uma «vivência» que «ensinava coisas», como afirmava (em sentido moral, embora), o cronista Azurara, mas que as ensinava, é bom tê-lo presente, a homens que sabiam aproveitar a lição.

É claro que o tipo de derrota assim adoptado, não podia deixar de trazer aos pilotos um sério problema. Habitados a navegar nas proximidades da costa e a referenciar com assiduidade lugares nela situados, a questão de corrigir a posição do navio, porventura erradamente fixada pelos processos náuticos em uso, era tarefa fácil; mas a situação alterava-se completamente quando passassem a seguir uma via em que singravam em mar aberto durante largas semanas, como aconteceu na navegação de Aires Tinoco, segundo relata o cronista, e não há motivo para pôr em dúvida a sua informação.

Como resolver esta dificuldade? No fundo, ela resumia-se a encontrar um meio que permitisse a fixação na carta, com limitada possibilidade de erro, da posição ocupada pelo navio em cada dia. Estou mesmo em crer que, de início, nem tanto se exigiria: bastava, com efeito, saber quando, navegando em rumos do quadrante de noroeste, se atingia o local em que se aconselhava a marcha no sentido leste-oeste, em direcção à costa portuguesa.

Acredito de igual modo que, inicialmente, os pilotos se conduzissem *apenas* pela orientação dos ventos; subindo em latitude (que, repita-se, ainda *não* determinavam), começavam a inflectir para a Península logo que eles se mostrassem de feição, ou logo que a rota seguida os colocasse à vista das ilhas dos Açores. Em todo o caso, a precariedade do primeiro destes dois modos de proceder, que porventura foi o mais corrente, é bem clara; e a escala

ou a passagem à vista das ilhas açorianas era um recurso ainda muito aleatório.

É, assim, presumível que os navegadores, ao praticarem este tipo de navegação, cedo se tivessem começado a preocupar com a maneira como dia a dia podiam saber aproximadamente o paralelo em que se encontravam; ou, para me explicar de maneira talvez mais próxima da realidade, eles passariam a preocupar-se em descobrir um processo que lhes permitisse saber quantas léguas teriam de navegar no sentido Sul-Norte até alcançar o paralelo de Lisboa ou de Lagos. Há neste desejo, que não está claramente expresso em qualquer texto, mas que se adivinha pelos resultados, uma posição já indagadora por parte de marinheiros e pilotos; acredito que não teriam sido esses homens, de medíocre cultura, a encontrar a solução para tal dificuldade; mais culto seria talvez Martim Afonso de Sousa e não soube encontrar explicação para certos factos observados no decorrer da sua viagem ao Brasil, tendo, depois do regresso, consultado Pedro Nunes, que o satisfez em um dos tratados que em 1537 se imprimiram como anexos ao *Tratado da Esfera*<sup>18</sup>.

Os pilotos e marinheiros não saberiam resolver o problema; mas também me não parece de aceitar a romântica hipótese de Oliveira Martins, que visionou a corte do Infante D. Henrique frequentada por inúmeros sábios de vários países, reunidos pelo príncipe para dar apoio técnico (como hoje se diria) às navegações. De facto, a solução da dificuldade que os preocupava a todos está insinuada numa obra didáctica de grande sucesso, o *Tratatus de Sphaerae*, de Johannes de Sacrobosco, que desde a data da sua redacção (segunda metade do século XIII) foi muito divulgada, e todos os

astrólogos bem preparados sem dúvida conheciam; e não se esqueça que na sua corte dispunha o príncipe de pelo menos cinco físicos (logo, também astrólogos), como apurou Sousa Viterbo, sendo de crer que a obra daquele cosmógrafo inglês não fosse estranha a alguns deles, se acaso não era mesmo do conhecimento de todos, como penso ser mais provável.

É certo que Sacrobosco não resolve o problema que preocupava os navegadores de 1435-1445, mas há no seu livro um passo que lhe sugere a solução. Trata-se do trecho em que o Autor ensina, de um ponto de vista meramente teórico, a maneira técnica de medir a extensão do arco de 1º meridiano terrestre. Diz Sacrobosco que, para atingir tal objectivo, o observador teria de esperar por uma noite clara e estrelada, e tomar então a altura da Estrela Polar com um astrolábio; devia em seguida caminhar em direcção ao Norte até que viesse a observar a estrela com a altura anterior acrescida de 1º, a distância entre os dois pontos de observação seria a extensão de um grau de meridiano.

Trata-se, evidentemente, de uma «prática pensada», embora em princípio correcta. Digo que só em princípio porque Sacrobosco não tem o cuidado de prevenir o leitor de que as observações deviam ser feitas com a estrela no mesmo lugar do seu círculo diurno aparente, e de preferência em uma das passagens meridianas (ou nas posições que depois vieram a ser tomadas como tal); por outro lado, parece não haver dúvida de que o astrolábio era instrumento menos indicado neste caso do que o quadrante (depois preferido pelos navegadores, neste tipo de observações); mas, quanto a este aspecto, Sacrobosco pode ser facilmente justificado, pois no seu tempo o quadrante não passava ainda de um instrumento pouco

conhecido, enquanto o prestígio do astrolábio era incontestável. Além disso, falei em «prática pensada» porque seria certamente impossível, como ainda hoje é, percorrer mais de uma centena de quilómetros sem abandonar a linha de um meridiano; a Geodesia, a partir do século XVII, havia de contornar esta dificuldade.

Como quer que seja, a partir do seu processo (mas, insisto: é inaceitável que o tivesse praticado) Sacrobosco acabou por fixar o valor de  $1^\circ$  do meridiano terrestre em 700 estádios — o que tem pouco significado, dado que há várias medidas com o nome de estádio, e não se sabe a qual delas o cosmógrafo queria referir-se. Contudo, e é isso que mais interessa ao problema náutico de que me ocupo, o procedimento apontado oferecia de imediato uma indicação preciosa: de facto, entre dois lugares em que a Polar fosse observada com  $n$  graus de diferença de alturas, a distância entre os respectivos paralelos, contada sobre um meridiano, teria de ser  $n \times 700$  estádios, ou preferentemente,  $n \times 16,6$  léguas, já que foi o módulo de  $16 \frac{2}{3}$  léguas por grau que, desde o início, parece ter sido adoptado na marinha portuguesa; Teixeira da Mota pôde mostrar que esse valor já corria, pelo menos, desde os primeiros tempos da actuação de Bartolomeu Dias <sup>19</sup>.

### *3. A solução da comparação de alturas*

Devemos aqui atender, em primeiro lugar, ao facto de tal procedimento, que até agora apenas foi apresentado como hipótese que potencialmente podia ser usada para resolver uma dificuldade náutica embaraçante, provir de um texto de carácter científico, embora de características rudimentares. Já ficou dito que o tratado cosmográfico de

Sacrobosco teve enorme difusão; livro didáctico, que o era acima de tudo, foi das obras mais duradouras desse género; desdobrou-se em milhares de cópias e comentários (ainda hoje sobrevivem largas dezenas de uns e outros) e foi publicado em grande número de edições logo depois de inventada a imprensa, tanto em latim como em línguas vulgares. A sua influência persistiria até ao século XVIII.

E Portugal não ficou indiferente a este interesse. Vertido em português por tradutor desconhecido, o texto (com algumas pequenas lacunas) aparece integrado nos guias náuticos do início do século (editados, segundo se pensa, em 1509 e 1516), com uma possível edição *princeps* ainda do século XV (última década) em que muitos especialistas têm insistido, mas que tenho por muito duvidosa. Como quer que seja, a tradução do texto para a nossa língua, editada em 1509 (?), mostra o apreço em que o livrinho era tido entre nós; e que esse apreço remontaria ao século de Quatrocentos, é facto para mim muito provável, em virtude da cópia latina dele existente em um dos códices alcobacences <sup>20</sup>.

Aliás, no século XVI a obra continuou a despertar o maior interesse no nosso país, como o comprovam a nova tradução redigida por Pedro Nunes, o breve epítome latino que este cosmógrafo fez editar do texto, o comentário de André de Avelar e vários outros comentários que ainda se mantêm inéditos e são de menor interesse, como o de André de Melo existente num manuscrito da Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra <sup>21</sup>. Mas testemunho porventura ainda mais vivo da importância do cosmógrafo inglês em Portugal será o nome de «Aula de Esfera» que se dava correntemente a uma classe de Cosmografia sustentada pela Companhia

de Jesus durante mais de um século no seu Colégio de Santo Antão, de Lisboa; e é interessante notar que, apesar do título da cadeira, nela se abordavam temas variados, desde a Astrologia à Arte de Navegar, como nos sumários por mim publicados há anos <sup>22</sup> se pode facilmente verificar.

Outra prova da penetração do *Tratado* de Sacrobosco em Portugal encontra-se nos questionários, acompanhados das respectivas respostas, que sobre matérias cosmográficas elementares se encontram em guias náuticos e livros de marinharia portugueses. Presumo que tais questionários espelham de modo velado os exames de madureza que, a partir pelo menos de meados do século XVI, os candidatos a pilotos eram submetidos para serem admitidos na profissão. Mesmo o mais completo destes questionários — que, do meu conhecimento, é indiscutivelmente o integrado num guia náutico manuscrito e inédito existente no Observatório Astronómico da Universidade de Coimbra — mostra o carácter recitativo das respostas que os candidatos deviam dar para satisfazer o cosmógrafo-mor e os seus assessores, não sendo por isso de surpreender que tantas queixas se ouvissem quanto à sua preparação *teórica* dos pilotos. Mas também é certo que, se eles respondiam automaticamente por palavras, que talvez mal entendessem, a perguntas tais como: «O que é horizonte?»; «O que se entende por equinocial?», etc, também é exacto que tinham o «sentido do mar», e que do século XVII há exemplo de um piloto ter sido suspenso da sua profissão por não saber ler, depois de ter conduzido várias naus à Índia e no retorno!

Parece-me, pois, suficientemente justificada a afirmação de que o livrinho de Sacrobosco foi bem

conhecido no nosso país durante os séculos XVI e XVII; e conjecturo que também no século XV, apesar de só encontrar um autor desse século que o cita, e uma única cópia latina da exposição que nessa época deverá ter sido feita em Alcobaça.

Todavia, mesmo que o cosmógrafo inglês não tivesse chegado então ao conhecimento dos portugueses, a ideia que no seu texto fundamental nos transmite, e poderia ter sugerido a resolução do problema náutico apontado, devia ter-se tornado trivial, e podia ser apanhada no cabedal de cultura, necessariamente diversificado, de qualquer astrólogo; e os astrólogos do reino contavam-se então certamente por largas centenas.

Eis aqui um primeiro exemplo, mas significativo, de como a «ciência», embora no seu estágio mais elementar, pôde inferir na arte náutica. Com efeito, não há dúvida que o método de comparação de alturas foi praticado, pois temos disso testemunhos seguros, apesar de se encontrar apenas transcrito em texto já demasiado tardio. Terei de falar dele, mas parece-me que devo previamente referir-me à evolução a que o processo foi sujeito, à medida que ia sendo posto em prática. Não deverei afastar-me muito da realidade se admitir que passou por quatro fases:

a) De início, os navegadores mediriam, em cada noite em que tal fosse possível, a altura da Estrela Polar; penso que com o tempo devem ter aprendido a tomá-la sempre na mesma posição do seu círculo diurno aparente — que possivelmente seria o suposto trânsito meridiano <sup>23</sup>. Comparavam depois a altura obtida com a correspondente altura em Lisboa, ficando, como já se disse, a saber quantas léguas deviam navegar no sentido

Sul-Norte para atingir aproximadamente o paralelo da capital do reino.

b) Numa segunda fase, verificaram certamente que não era apenas a distância do paralelo de Lisboa que lhes podia interessar. De facto, vindos da Costa da Guiné, eles podiam querer dirigir-se antes à Madeira ou a qualquer porto ou lugar da costa africana. Passaram então a escrever na própria tábua do quadrante, a fim de não se esquecerem das respectivas alturas, os nomes dos lugares mais frequentados, em face da graduação do quadrante a que, nesses lugares, correspondia a altura da estrela. Este procedimento é atestado pelo relato feito a Martinho da Boémia pelo velho navegador Diogo Gomes, quando afirma ter escrito na tábua do quadrante a altura do «pólo ártico» quando visitou a Guiné <sup>24</sup>.

c) Um outro aperfeiçoamento deste modo de proceder resultou de se verificar que a comparação de alturas podia ser feita com outra estrela que não fosse a Estrela Polar. Era indispensável, no entanto, saber definir com precisão a sua maior altura (ou seja, a respectiva passagem meridiana), o que, tal como no caso da Polar, se inferia de posições perfeitamente definidas por outras estrelas que os pilotos conheciam bem.

d) Bem cedo os pilotos se dariam conta de que uma única posição da estrela no círculo aparentemente por ela descrito em um dia era insuficiente para o fim desejado; de facto, e essa circunstância verificar-se-ia algumas vezes com frequência, e até em vários dias sucessivos, o céu podia encontrar-se obscurecido à hora da observação, o que colocava os navegadores na incerteza a respeito das suas posições aproximadas durante dilatado tempo. A solução para esta dificuldade veio ainda, certamente, dos astrólogos. Eles observaram em Lisboa (e fizeram com

certeza observar em outros postos tomados habitualmente como referência — estando neste caso a Ilha da Madeira) as alturas da Polar em oito lugares do seu círculo diurno aparente; esses lugares correspondiam aproximadamente aos rumos principais e intermediários da rosa-dos-ventos, e os oito valores das alturas passaram a ser apresentados graficamente, já que se tornava então impossível escrevê-los todos na tábua do quadrante.

Esclareço agora que, quanto à primeira fase, ela está expressa num passo da edição de 1563 do *Reportório dos Tempos* traduzido e publicado por Valentim Fernandes (edição *princeps*: 1518), e sem margem para dúvidas. O trecho deve ser muito anterior à data da edição, a avaliar pela náutica bem mais evoluída que se praticava desde o princípio do século, ignorando-se porque motivo o editor o incluiu no final de um livro que, em princípio, nada tinha a ver directamente com a navegação <sup>25</sup>; como quer que seja, ele é bem claramente conclusivo a respeito da prática da primeira fase referida, pois informa que, partindo alguém de Lisboa, devia notar o lugar da graduação do quadrante por onde passava o fio de prumo ao apontar à Polar, e assinalar esse ponto; explica que a observação devia ser feita quando as Guardas da Ursa Menor se encontrassem leste-oeste com a Estrela Polar, posição que devia ser respeitada em observações subsequentes; depois do piloto ter navegado um, dois ou mais dias, se quisesse saber quanto estava afastado (o texto diz «diferenciado») de Lisboa, bastava-lhe ver, com nova pontaria à estrela, feita nas mesmas condições a respeito das Guardas, onde lhe passava o prumo do instrumento; a diferença de graus, demarcada por este ponto e pelo ponto assinalado em Lisboa, dava a distância pedida, depois de multiplicada pelas  $16 \frac{2}{3}$

léguas em que, como já disse, estava calculado o valor de 1° do meridiano da Terra <sup>26</sup>.

Quanto à fase assinalada em b) não disponho de qualquer testemunho directo de que tivesse sido usada; mas infiro-a como extremamente provável por, no mesmo trecho publicado por Valentim Fernandes, se falar do aproveitamento do Sol para o mesmo fim e se referir expressamente a Ilha da Madeira, como adiante direi.

É ainda o mesmo trecho do *Reportório dos Tempos* que mostra terem os pilotos recorrido a outras estrelas com o mesmo objectivo, como ficou dito em c). O passo alucidativo aconselha o piloto a usar qualquer estrela que conhecesse no céu, mas do contexto verifica-se que havia uma restrição; o astro devia culminar a Sul do lugar de observação, já que o anónimo autor determina que a observação fosse feita só quando a estrela se encontrasse exactamente no rumo do meio-dia, marcado pela bússola. Claro que esta restrição era desnecessária; além disso a regra, não atendendo à possível declinação magnética (pois manda fixar o rumo Sul pela agulha de marear sem qualquer possível correcção), foi redigida decerto ainda no século XV, e antes de ser conhecido esse fenómeno do magnetismo terrestre, ou, pelo menos, antes de se saber calcular essa inflexão da agulha para leste ou para oeste <sup>27</sup>.

Também não há qualquer dúvida quanto ao recurso a uma de oito alturas da Polar para o mesmo fim. As regras vêm expostas por extenso, embora com várias gralhas, nas páginas finais do *Reportório dos Tempos* de que nos temos servido; mas também foram graficamente transcritas em forma de «rodas», que se encontram impressas, por exemplo, na 1.ª edição da já várias vezes referida obra editada por Valentim Fernandes ou no *Guia Náutico de Munique*, que provavelmente saiu dos prelos em

1509<sup>28</sup>; estas rodas apresentam oito raios correspondentes aos rumos principais e intermédios, estando escrita na extremidade de cada um deles a altura da Estrela Polar quando as Guardas da constelação atingissem o respectivo rumo. Advirta-se, ainda, que os rumos não eram em geral indicados pelas designações actuais; considerava-se um homem representado no céu, com o centro do tronco no pólo norte da esfera celeste, deduzindo-se os nomes dos rumos das partes do corpo humano assim desenhado: Cabeça para o Norte; ombro esquerdo para Nordeste; braço esquerdo para o Leste; etc. Estamos a relacionar os nomes com o *Reportório dos Tempos*, em que a figura humana da roda está representada de frente; mas há casos em que ela se apresenta de dorso, e isso dá lugar por vezes a dificuldades de interpretação em textos desacompanhados de representação gráfica; como é evidente, neste último caso à designação de ombro esquerdo corresponderia o Noroeste, à de braço esquerdo o Oeste, e assim por diante.

Como o depoimento de Diogo Gomes, acima referido, se reporta a um ano pouco posterior a 1460, pode-se aceitar que a navegação praticada pelos pilotos portugueses começou a depender da Astronomia a partir dos primeiros anos da segunda metade do século XV; esta data compagina-se perfeitamente com a época em que deve ter ficado definitivamente proposta a manobra da «volta pelo largo», que suponho poder situar um pouco antes de 1450; os cerca de dez anos decorridos entre este facto e a prática de Diogo Gomes não são demais para se dar conta de existência de um problema de fundo a resolver e de se lhe procurar e encontrar a respectiva solução.

Em todo o caso, é interessante notar que já nesta fase dos primeiros passos da navegação astronómica os astrólogos que foram chamados para estudar o problema, teriam, segundo penso, desejado substituir a observação de estrelas por observações solares, que eram bem mais fáceis. Afirmo-o baseado ainda no precioso capítulo que foi acrescentado à edição de 1563 do *Reportório dos Tempos*, capítulo que incontestavelmente nos transmite os mais antigos procedimentos da astronomia náutica que até nós chegaram.

Na verdade, o texto também se refere às chamadas «pautas do Sol» e ensina como se podia calcular a singradura percorrida pelo navio a partir de observações do astro. Naturalmente que esta última prática se baseava, como para qualquer outra estrela, numa comparação de alturas, mas em circunstâncias diferentes, pois, como é sabido, o sol é uma estrela que percorre aparentemente a eclíptica no período aproximado de um ano. O que significa que, em dado lugar, a altura meridiana do Sol, medida em determinado dia, não coincide com a altura, também tomada ao meio-dia, logo no dia imediato; tal caso não se verificava com a Estrela Polar, ou com qualquer outra estrela, pois as alturas correspondentes às suas culminações superiores mantinham-se praticamente invariáveis por muito tempo.

Qual seria então o modo de recorrer ao Sol? Como já disse, o texto fala em «pautas» desse astro, sem explicar o que fossem. Todavia, recorrendo aos *Almanaques Portugueses de Madrid*, António Barbosa logrou dar uma explicação cabal para esse passo que parecia um tanto misterioso <sup>29</sup>. Com efeito, era possível calcular para Lisboa, e de antemão, as alturas meridianas do Sol para todos os dias de um ano; escritas tais alturas em tábuas,

estas constituiriam aquilo a que no texto de 1563 se chama «pautas» (aliás acrescentando que existiam umas preparadas para Lisboa e outras para a Madeira); a comparação da altura meridiana do Sol tomada no mar em determinado dia, com a altura marcada na «pauta» de Lisboa para a mesma data, permitia, tal como no caso das estrelas, calcular a distância meridiana entre os paralelos dos dois lugares.

A explicação proposta por António Barbosa é perfeitamente aceitável, e ainda mais o é por ter o suporte de aparecerem duas «pautas» do mesmo tipo nos referidos *Almanaques Portugueses de Madrid*; só com uma diferença: as alturas meridianas do Sol, também calculadas para Lisboa, não são dadas para todos os dias de um ano, mas de três em três dias numa delas e de cinco em cinco na outra. Por curiosidade acrescenta-se que no capítulo do *Reportório dos Tempos* também se considera legítimo comparar alturas do Sol, sem atender ao seu movimento na eclíptica, até ao máximo de uma diferença de dois dias.

Devo de novo dizer, para encerrar estas considerações, que continuo a não atribuir aos *Almanaques Portugueses de Madrid* qualquer relação directa com a náutica astronómica. Como escrevi noutra oportunidade, o facto de existirem em meados do século XIV em Portugal homens capazes de resolver os elementares problemas astronómicos que se puseram um século mais tarde à náutica (e os *Almanaques* deixam-nos a convicção de que existiram) não significa que o tivessem feito, porque a navegação, tal como era praticada nesse tempo, o não exigia. De facto, não compartilho da opinião de alguns Autores que fazem remontar ao século XIV a navegação por latitudes; em meu entender — e pelos testemunhos

que venho de expor — até mesmo a navegação por altura só se teria iniciado, segundo os testemunhos invocados, por volta de 1460.

#### *4. A determinação de latitudes*

A Astronomia, como acaba de ser visto, passava a ter um papel dominante na náutica praticada no início da segunda metade de Quatrocentos. É certo que deixava ainda imprecisa a posição do navio, pois apenas o situava em determinado paralelo; a marcação rigorosa do «ponto» (como foi designada a anotação da posição do navio na carta) só poderia ficar completamente resolvida quando se tornasse possível determinar longitudes no mar de maneira prática e não susceptível de erros muito fortes, o que só foi conseguido no século XVIII, através da invenção do cronómetro por John Harrison, que dedicou toda a sua longa vida a esse problema apaixonante. Não quer isto dizer, no entanto, que não fossem conhecidos processos teoricamente correctos para determinar a diferença de longitudes geográficas de dois lugares, mas que na prática eram inexecutáveis por não se saber «conservar o tempo» de um lugar (isto é: manter com exactidão, como o cronómetro veio a fazer, a hora desse lugar) e por outras razões. Por exemplo: no caso, bastante vulgar, em que pretendia recorrer a certas observações lunares, o processo proposto era teoricamente correcto mas esbarrava também com o deficiente conhecimento do movimento da Lua, que só depois de Newton se pôde estabelecer de modo satisfatoriamente aperfeiçoado. Voltarei ao assunto mais à frente.

A «marcação do ponto» exigia, pois, que fossem conhecidas as duas coordenadas geográficas. Para a longitude, além dos métodos astronómicos que já disse serem inaplicáveis, acreditou-se que havia outro meio de a obter — o que constituiu, sem dúvida, a maior ilusão da história da náutica do século XVI; dele me ocuparei também mais adiante. De qualquer modo, deve-se perguntar como foi introduzida a latitude, pois que até aqui apenas temos falado de comparação de alturas.

Não tenho dúvida de que foi exactamente este processo de comparação de alturas que conduziu *naturalmente* os astrólogos à convicção de que as estrelas também podiam fornecer a latitude. E considero que foram as rodas com as oito alturas da Estrela Polar para Lisboa que levaram os técnicos à resolução do problema. Efectivamente, quando essas alturas são comparadas com a latitude de Lisboa (calculada então, por números redondos, em  $39^{\circ}$  N.), verifica-se que delas se pode obter este número mediante a adição ou a subtracção de certas constantes. Por exemplo: para a roda representada no *Reportório dos Tempos*, quando as Guardas estivessem na cabeça, a altura da Polar em Lisboa seria de  $36^{\circ}$ , havendo que acrescentar  $3^{\circ}$  a este número para se obter a latitude daquela cidade; e de maneira semelhante para os outros sete rumos.

Esta observação trivial deu lugar a uma volta nos regimentos náuticos. Admitindo-se que as constantes assim obtidas eram as mesmas para todos os lugares em que a Estrela Polar fosse visível<sup>30</sup>, passou-se a exigir dos pilotos que calculassem latitudes, observando a altura da Polar uma das posições tradicionais, e corrigindo-a do valor atractivo ou subtractivo que, para a mesma posição da estrela, resultava da comparação da sua altura em

Lisboa com a latitude da cidade. Para assim procederem, os pilotos dispunham de «rodas» com as correcções escritas na extremidade de oito raios, em conformidade com as «rodas» das alturas anteriormente usadas; ou, em alternativa que com o tempo se foi impondo, eram-lhes ensinadas oito regras que traduziam por palavras o que estava representado naqueles gráficos. Esse conjunto de enunciados ficou conhecido na história da náutica por «regimento da Estrada do Norte»; é tipo, por via de regra, como o primeiro passo da navegação astronómica, mas sem justificação, visto que teve antecedentes, como suponho ter ficado bem claro nas páginas anteriores. Em todo o caso, na primeira década do século XVI já o processo de comparação de alturas devia ser considerado como velharia, pois só assim se pode explicar que o *Guia Náutico de Munique* se dispensasse de o referir, dando, pelo contrário, grande ênfase ao regimento.

Esta conquista no campo da técnica de navegação, devia imediatamente pôr o problema da utilização de outras estrelas e do Sol para o mesmo fim. Suponho que tais ideias tivessem aflorado mesmo antes do aproveitamento da Estrela Polar, em virtude das viagens prosseguirem cada vez mais para Sul, e aquela estrela deixar de ser visível; e esta falta de visibilidade da estrela colocava de modo urgente a questão de solucionar a determinação de latitudes por outros meios.

É de admitir que, ao transporem o Equador, depois de terem deixado de avistar a Polar, a primeira ideia dos pilotos tivesse sido a de encontrar no hemisfério Sul uma estrela que, tal como aquela estava próxima do pólo ártico, descrevesse o seu movimento diurno aparente não muito longe do pólo antárctico. É possível que essa preocupação se verificasse antes de 1480, mas só dela

temos conhecimento através da carta que o físico (médico) mestre João, castelhano, escreveu do Brasil a D. Manuel em 1500. Ele anexa à carta um esboço com a posição relativa de algumas estrelas mais em evidência no céu austral, mas não representa as três da constelação Octante, que haviam de servir para a elaboração, a respeito do hemisfério Sul, de um regimento análogo ao da Estrela do Norte; o astrólogo, segundo penso, anota uma estrela dessa constelação sem interesse para o fim em vista, mas isso não é insólito, porque as três estrelas em condições de aproveitamento para regras análogas às do Norte (embora com erros mais fortes) são dificilmente visíveis, pelo seu escasso brilho. O regimento viria a aparecer nas compilações de João de Lisboa, de Bernardo Fernandes e de André Pires, referente à  $\gamma_2$  Octantis, que é uma estrela da 5.<sup>a</sup> grandeza, definindo com duas outras, da mesma constelação e de igual grandeza, um pequeno triângulo.

Acontece que as regras enunciadas para a  $\gamma_2$  decalcadas sobre as da Estrela Polar por simples semelhança, e sem a base empírica que estava subjacente a estas, só são correctas para as posições correspondentes às passagens meridianas da estrela, a que os três textos atribuem 5° de distância polar, valor aproximadamente certo; para as outras posições, os índices de correcção às alturas medidas estão francamente errados; por isso é de admitir que o incorrecto regimento tivesse sido estabelecido por pilotos ou homens menos conhecedores de Astronomia, que agiram por decalque sobre o regimento da Polar, sem ter em atenção as circunstâncias diferentes em que a Estrela se encontrava. Tratei desta questão com minúcia há anos <sup>31</sup>, pelo que me abstenho de entrar aqui em mais pormenores; apenas ajuntarei que o

facto do astro ser dificilmente identificável deve ver ditado a condença do respectivo regimento.

Outras vias, porém, estavam abertas à determinação de latitudes nos textos tradicionais de Astronomia. Elas fundamentavam-se em observações meridianas do Sol ou de Estrelas facilmente reconhecíveis; a altura do astro no trânsito meridiano e conhecimento da sua declinação permitiam obter aquela coordenada geográfica por simples adições ou subtracções. Todavia, a maneira de proceder com o Sol e com as estrelas era um pouco diferente, porque a declinação destas se mantinha praticamente constante ao longo de muito anos, e a do Sol varia de dia para dia no decorrer do ano.

São várias as estrelas que encontramos citadas em textos do século XVI atribuíveis a homens do mar, com o objectivo de se inferir da sua altura meridiana a latitude do observador; em todos os casos que conheço, a passagem pelo meridiano do lugar podia ser facilmente inferida das posições que uma ou várias estrelas bem visíveis tomavam no mesmo instante.

Assim, para dar o exemplo mais comum, direi que a respeito do Cruzeiro do Sul, de que se observou então com muita frequência a estrela mais próxima do pólo, ou seja, a  $\alpha$  Crucis, a altura devia ser tomada quando essa estrela e a oposta, ou  $\gamma$  Crucis, definissem uma linha perpendicular ao horizonte. Essa posição das duas estrelas correspondia, muito aproximadamente, à passagem da  $\alpha$  Crucis pelo meridiano; aliás os textos atribuem à estrela uma distância polar de  $30^\circ$ , que também está dentro dos limites aceitáveis, pois o seu verdadeiro valor era de  $29^\circ 42'$ .

A regra que vem de ser escrita deve ter sido obra de astrólogo. Mas a verdade é que alguns textos apresentavam para a  $\alpha$  Crucis um regimento paralelo ao da Polar, considerando oito posições daquela estrela no seu círculo diurno, o que está fortemente errado em todos os enunciados que conheço da primeira metade do século XVI. Em 1568 já Bartolomeu Velho alterava os índices correctivos correspondentes aos rumos dos ombros e dos rumos opostos <sup>32</sup>, números aliás revistos mais tarde pelo cosmógrafo castelhano André Garcia de Cespedes, de maneira completamente satisfatória.

É minha opinião, contudo, que do regimento do Cruzeiro do Sul só se aproveitavam, em geral, as regras respeitantes aos trânsitos meridianos da estrela. Infiro-a da circunstância de existirem várias regras semelhantes para outras estrelas em que a preocupação é atender a esse trânsito (e à declinação da estrela, claro está), que fica sempre definido, como já acima escrevi, da posição tomada no mesmo instante por estrelas bem conhecidas.

Já no *Livro de Marinbaria* de João de Lisboa aparece uma lista de seis estrelas que podiam ser utilizadas com esse fim. Um guia náutico de Manuel Lindo, que Luís de Matos publicou há anos <sup>33</sup>, e que é provavelmente mais tardio do que a parte da compilação de Lisboa onde aquela lista se pode ler, aponta já mais de meia centena de estrelas de primeira e segunda grandeza que podiam ser utilizadas. Todavia, há diferença fundamental entre os ensinamentos de Manuel Lindo e as regras que encontramos nos livros compilados por pilotos e marinheiros; as daquele são, com efeito, determinadamente de carácter teórico, nunca indicando como definir a passagem meridiana de modo prático, mas criticando Johannes de Monterégio e «outros autores» a

respeito dos erros assinaláveis nos valores que eles tinham atribuído às coordenadas equatoriais das estrelas consideradas. Além disso, Manuel Lindo defende a observação das alturas de duas estrelas, e aconselha, a partir daí, a solução gráfica do problema da latitude sobre uma poma e com o recurso a um compasso de pontas curvas, tal como Pedro Nunes aconselhara dois anos antes que se fizesse com o Sol. Claro que este modo de proceder era pouco prático, e logo se suspeita que apenas podia ser aconselhado por um homem com conhecimentos de Astronomia mas certamente sem prática de navegação. Com efeito, chegaram à nossa notícia regimentos de algumas estrelas em que se precisa sempre o instante em que elas deviam ser observadas. Darei como exemplo: a Alfaca da constelação Coroa Boreal, a respeito da qual se diz que se lhe deverá tomar a altura quando as duas mais luzentes do conjunto se dispusessem na direcção Norte-Sul <sup>34</sup>; a Estrela Canopo, cuja posição meridiana é deduzida da orientação leste-oeste das estrelas  $\alpha$  e  $\gamma$  do Cruzeiro do Sul, facto aliás observado pelo piloto Lourenço Marques, segundo se diz no texto (e esta particularidade vem em apoio da ideia, já expressa, de que tais regras expeditas seriam devidas a homens práticos no mar e não a astrónomos de gabinetes e de observatórios); a estrela da Barca, ou  $\alpha$  da Ursa Maior, que passaria pelo meridiano local quando as estrelas «do leme» da mesma constelação (ou seja, as estrelas  $\epsilon$  e  $\eta$  da Ursa Maior) se dispusessem na direcção leste-oeste <sup>35</sup>; etc.

Convém insistir um pouco na distinção que fazemos entre regras preparadas para uso de pilotos e marinheiros e as regras provenientes de astrólogos e astrónomos. Listas de estrelas como as de Manuel Lindo apareciam,

frequentemente, e quase sempre com a indicação das respectivas coordenadas, em muitos textos medievais. Citarei dois: os já referidos *Almanaques Portugueses de Madrid* e os *Libros del Saber de Astronomia*; Manuel Lindo retomou essa tradição, dando, além de uma lista satisfatória em número, a regra para se obter a latitude a partir da altura máxima da estrela; esta prática foi depois repetida por muitos autores que escreveram sobre náutica, não só em Portugal como em Espanha e em Inglaterra, por exemplo. No nosso país citarei os casos de João Baptista Lavanha (1595), texto em que as regras diferem das de Manuel Lindo <sup>36</sup>, de Valentim de Sá (1624) e de Manuel de Figueiredo (1625).

Teria este procedimento aconselhado pelos cosmógrafos sido aceite e praticado pelos pilotos? Tendo em vista o contexto de um folheto publicado por Adriaen Veen no final do século XVI <sup>37</sup>, e traduzido em português poucos anos volvidos, a resposta à pergunta teria de ser positiva; de facto, esse texto holandês dá instrução de carácter prático quanto à maneira como os pilotos deviam registar as suas observações nos diários de bordo; Veen faz nele referência a 14 observações de latitudes, das quais seis são obtidas a partir da medida de alturas de estrelas: duas pela Estrela Polar, uma pela estrela Cauda Leonis, outra pela Cor Scorpionis e ainda duas mais pela estrela denominada Spica da constelação Virgem. É de notar, contudo, que Adriaen Veen não era um marinheiro, e que o seu folheto pretendia apenas introduzir na arte de navegar a chamada «carta globosa» (ou seja, um semi-globo onde o «ponto» fosse mais facilmente marcado), em detrimento da projecção de Mercator, sugestão que ainda foi ensaiada, sem grande êxito, durante alguns anos do início do século XVII por

alguns pilotos do seu país; e o tradutor português do texto, que tudo leva a crer tivesse sido o Pe. Francisco da Costa, professor do Colégio de Santo Antão <sup>38</sup>, também era um homem de formação teórica, embora os problemas da náutica lhe merecessem curiosidade e interesse e nas duas obras já citadas se encontrem observações pertinentes a respeito da arte de navegar. Todavia, quando percorremos os diários de bordo portugueses do final do século XVI <sup>39</sup> e início do século XVII, verifica-se que se contam por centenas as vezes em que a latitude é registada no texto, mas com excepção de uma meia dúzia de casos, sempre foi obtida pelo Sol.

Quer isto dizer que existia um nítido confronto entre os conselhos dos teóricos e a atitude dos práticos. Esse conflito já se verificava, de resto, no tempo em que Pedro Nunes exercia o cargo de cosmógrafo-mor, e em que não se coibia (e às vezes sem razão...) de repreender o procedimento dos pilotos. Ele queria, por exemplo, que estes adoptassem 4° 10' para a distância polar da Estrela do Norte, quando os marinheiros preferiam 3° 30', estando este valor, de facto, mais próximo do valor correcto. Nunes também aconselhava o recurso de cinco tábuas solares, enquanto os pilotos sempre preferiram simples tábuas de declinações do astro, que na verdade eram mais práticas.

Por outro lado, no seu *Tratado em defesa da carta de marear* <sup>40</sup>, Nunes não só patenteia ter em pouca consideração as opiniões dos pilotos e mareantes, como se mostra ressentido das críticas a que estes o não poupavam. Para o cosmógrafo tudo devia ser feito de acordo com a ciência, ponto de honra para ele: «E sou tão escrupuloso — escreveu — em misturar com regras vulgares desta arte, termos e pontos de ciência, de que os

pilotos tanto se riem...» Em seu entender, os práticos procediam levianamente quando, por exemplo, criticavam a carta de navegar e a consideravam errada; cabia-lhe a ele, Cosmógrafo-mor, desculpar a carta dessas acusações, filhas da ignorância, da contumácia e de enganos; e, no entanto, ele mesmo havia de indicar noutra parte da sua obra que a carta mediterrânica estava errada por apresentar distorções! Na verdade, os reparos dos homens habituados a utilizar a carta tinham fundamento, como no capítulo imediato direi.

Mas, se Nunes não poupava os pilotos, que se atreviam a falar do Sol, da Lua, dos seus círculos e dos seus movimentos sem um mínimo de conhecimentos, os pilotos não eram menos críticos a respeito do Cosmógrafo que todos os anos superintendia na preparação técnica das armadas da Índia, a avaliarmos por este seu desabafo: «Bem sei quão mal sofrem os pilotos que fale na Índia quem nunca foi nela, e pratique no mar quem nele não entrou...».

Era o conflito surdo entre um homem de ciência, que pretende fundamentar nela a acção prática, e outros homens que no dia a dia eram obrigados a encontrar soluções de recurso para muitas dificuldades com que deparavam, sem qualquer possibilidade de recorrer ao conselho de cientistas. É evidente que estas duas posições irreduzíveis seriam insustentáveis: sem as navegações, realizadas numa época em que ainda se ia avançando para o desconhecido, jamais Pedro Nunes teria tido notícia do céu do hemisfério Sul, que num dos seus textos aponta como descoberta sensacional, muito embora nunca aluda a qualquer estrela que se encontrasse fora de sua observação (não há nas obras de Nunes nem uma palavra sobre o Cruzeiro do Sul, por exemplo). Mas sem a

Astronomia teórica herdada da Idade Média, também teria sido decerto mais difícil para os pilotos recorrerem ao Sol para as suas determinações de latitudes, questão de que em seguida me ocuparei.

##### *5. As observações solares*

As observações solares na náutica portuguesa do século XV para a determinação de latitudes, radicam-se em várias obras medievais, quase sempre tratados sobre o astrolábio ou sobre o quadrante. Eram certamente bem conhecidas em Portugal, e daí o ter-se pensado em acrescentar as regras conhecidas, e geralmente incompletas, a todas as situações em que os pilotos se encontrassem no mar.

Segundo o testemunho de Cristóvão Colombo, pelo ano de 1485 já mestre José Vizinho, astrólogo que teve influência no desenvolvimento da náutica astronómica, andava pela Guiné ensaiando o regimento. Penso que estas primeiras observações tivessem sido feitas ainda apenas em terra, já que, segundo uma informação de João de Barros, na sua famosa viagem para a Índia, Vasco da Gama ainda não confiava em tais observações realizadas a bordo e em pleno mar.

Os resultados que Vizinho trouxe para Portugal devem ter sido satisfatórios; assim se explica que Bartolomeu Dias, na viagem de 1488, em que descobriu a ligação do Atlântico com o Índico, já fosse apetrechado para mandar determinar latitudes, como se sabe a partir de uma outra nota de Colombo, embora com indicações claramente erradas.

Já ficou dito que para se poder usar a altura meridiana do Sol no cálculo da latitude era necessário conhecer a declinação do astro no dia da observação, tendo-se acrescentado que, em virtude do movimento anual aparente do Sol na eclíptica, esta coordenada equatorial variava de dia para dia. Era, portanto, necessário saber calculá-la, ou conhecê-la através de tábuas.

Sem entrar em muito pormenor, poderei dizer que o recurso às tábuas foi o que prevaleceu. As efemérides medievais já continham, em alguns casos, os dados necessários para a sua preparação; e eles aparecem também no *Almanaque Perpétuo* de Abraão Zacuto, que, embora só editado em Leiria em 1496, já devia correr manuscrito muitos anos antes, pois as tábuas nele contidas indicam valores de coordenadas a partir de 1473<sup>41</sup>. Para o Sol existem no texto quatro grupos de tábuas anuais, que indicam, para um quadriénio (1473-1476), a localização do Sol nos pontos que dia a dia, e à passagem pelo meridiano, ocupava na eclíptica; o valor é dado pela indicação do signo do zodíaco em que o astro se encontrava e pelo número de graus, minutos e segundos (entre 0° e 30°) já percorridos nesse signo. A coordenada eclíptica assim fixada, correspondente à actual longitude celeste, denominava-se então o «lugar do Sol», como já disse. Como o calendário então em uso não compensava, em rigor, o excesso da duração, em relação a um número inteiro de dias, do movimento anual aparente do Sol, a partir de 1476 as tábuas podiam continuar a ser usadas depois de acrescentadas de 1' 46" por cada período de quatro anos decorridos sobre o «ano raiz».

Uma vez sabido o lugar do Sol, uma quinta tábua podia fornecer a declinação; mas esta tábua, por dar a declinação apenas para graus inteiros dos «lugares» nos

vários signos do zodíaco, exigia quase sempre do manipulador uma interpolação, o que, por sua vez, implicava operações aritméticas de execução nesse tempo bastante complicada.

A obtenção de uma declinação solar por tal via não era certamente uma operação simples; e, como tal, ficaria facilmente sujeita a erros inaceitáveis, se fosse realizada por quem tivesse pouca prática no cálculo das operações de multiplicação e de divisão, nesse tempo consideradas ainda bastante delicadas. E parece claro que os pilotos, na sua maioria, pelo menos, não estariam em condições de cumprir semelhante tarefa. Por isso os astrónomos e os aritméticos procederam ao cálculo prévio das declinações solares para todos os dias de um ano ou para todos os dias do ciclo de quatro anos fixado no *Almanaque* de Zacuto, fornecendo depois aos marinheiros tabelas que lhes indicavam diariamente a coordenada que tinham de usar.

Já noutra lugar fiz a história das tábuas de declinações solares, e não irei aqui repetir-me <sup>42</sup>. Importa, no entanto, sublinhar que, neste caso, mais uma vez a ciência interveio de modo decisivo. Foi um cientista (Vizinho) o homem encarregado de verificar, corrigir e acrescentar as regras para a determinação de latitudes por observações de alturas meridianas solares; foi um astrólogo-astrónomo (Zacuto) o autor do *Almanaque* donde saíram as tábuas de declinação solares para uso náutico; e foram aritméticos (de um deles sabemos o nome, Gaspar Nicolas, porque Valentim Fernandes o refere) que se deram ao trabalho de calcular essas tábuas de declinações. Aqui, de novo, as dificuldades dos marinheiros tinham de ser resolvidas pela intervenção da ciência, por muito incipiente que ela fosse.

Todavia, não creio que na corte de D. João II, nem mais tarde na de D. Manuel, se tivesse reunido, por ordem de um ou outro rei, um grupo de sábios astrónomos para resolver estes problemas náuticos, que certa historiografia considerou como existente e constituindo como que um conselho consultivo que se denominou «Junta de Matemáticos» (a designação inclui, como é evidente, astrónomos e cosmógrafos). A ideia vinha já do século XVII, mas tomou vulto no final do século XIX; os seus fundamentos são os seguintes: 1.º) quando Cristóvão Colombo propôs ao Príncipe Perfeito o descobrimento de Cipango navegando para poente, o rei mandou o navegador avistar-se com o bispo de Ceuta, Diogo Ortiz, José Vizinho e mestre Rodrigo, segundo informa João de Barros; 2.º) de acordo com este mesmo cronista, a navegação por alturas do Sol teria sido discutida pelos três astrólogos citados (Ortiz ou Calzadilla, nome por que também era conhecido, era igualmente dado a estudos astrológicos) e por Martinho da Boémia; e 3.º) quando Pero da Covilhã e Afonso de Paiva preparavam a sua viagem por terra ao Oriente, teriam discutido particularidades da aventura com o mesmo Ortiz e com os mesmos dois judeus, mestres José e Rodrigo, segundo nos transmite Francisco Álvares na sua *Verdadeira informação da Terra do Preste João das Índias*.

A intervenção de Martinho da Boémia no problema da determinação de latitudes pelo Sol está hoje posta de lado. De facto, Barros diz-nos que ele fora discípulo do célebre astrónomo João de Monterregio; a ser assim, certamente teria inculcado aos companheiros da hipotética «Junta» os trabalhos do seu antigo mestre, e a partir do início deste século ficou provado (por Ravenstein e Bensaúde) que na resolução do problema

apenas foram usados elementos fornecidos pela já referida obra de Zacuto. Não há dúvida que o Príncipe Perfeito recorria a quem na corte lhe pudesse dar solução aos problemas da nova arte de navegar; além dos citados, há notícia de que também se serviu de mestre Moisés, e que, no início da década de 90, utilizou os serviços de Abraão Zacuto, chegando este a intitular-se astrónomo do rei; mais tarde, D. Manuel foi certamente quem encarregou Gaspar Nicolas de calcular as tábuas de declinações solares de tipo quadrienal, que Valentim Fernandes publicou em 1518, no seu *Reportório dos Tempos*, e que, quase com certeza, já antes tinham sido publicadas no *Guia Náutico de Évora* (a dúvida existe por ser conjectural o ano de 1516 como o da edição deste último livro). Mas não parece que os homens consultados se organizassem como «grupo» ou «junta». Tal organização, se alguma vez tivesse existido, decerto se teria mantido através do tempo, com as atribuições e a organização que para ela conjecturaram Garção Stockler e Alexandre von Humboldt; ora nada disso se verifica; e quando, na década de 1530-1540, D. João III pensa criar uma superintendência sobre os assuntos náuticos (parte técnica), criou o cargo de cosmógrafo-mor e nomeou para ele Pedro Nunes. Que a solução se mostrou satisfatória mostra-o o facto de ter sido essa a estrutura que se manteve até ao século XVIII, apesar de alguns dos homens que desempenharam o lugar não terem estado, segundo creio, ao nível das responsabilidades que sobre eles recaíam.

Uma palavra mais, antes de mudar de assunto. Da leitura dos textos náuticos portugueses do século XVI conclui-se, sem sombra de dúvida, que o instrumento preferido pelos pilotos nas suas observações foi o

astrolábio; é certo que há referências esporádicas ao quadrante (ainda representado na edição de 1563 do *Reportório dos Tempos*) e à balestilha (que João de Lisboa até ensina a usar com o Sol, sem que a vista do observador sofresse com isso); mas o astrolábio é o instrumento mais falado. Todavia, uma questão se impõe: de que astrolábio se trata? O tradicional astrolábio planisférico, baseado numa chapa circular de cobre, repleta de traçados que permitiam a resolução de vários problemas de astronomia elementar? De um astrolábio com a mesma configuração, mas reduzido, nessas particularidades, ao mínimo indispensável para dar resposta a perguntas correntes, tal como está representado nos desenhos de Diogo Ribeiro?

Uma resposta precisa a esta questão é impossível. Mas já é possível dizer com segurança que os construtores de astrolábios foram eliminando do instrumento tudo o que não tinha interesse para fins de navegação — e acabaram mesmo por substituir o disco metálico por um anel graduado em que se mediam as alturas ou as distâncias zenitais dos astros. Criou-se, deste modo, o «astrolábio náutico», para o qual certamente contribuíram as observações e os conselhos de navegadores e de pilotos, que não deixariam de transmitir aos homens encarregados da construção o que lhes era estritamente necessário para o desempenho das suas tarefas.

Não se pense que esta transformação, imposta pela prática, não tenha tido uma certa projecção nos observadores estrangeiros que, em Lisboa, acompanhavam as navegações portuguesas, os seus êxitos e insucessos, e também a técnica que nelas se punha em prática. É o que se vê de uma informação escrita em Veneza no ano de 1517, por um certo Alexandre, sobre a actividade marítima de Portugal e sobre alguns aspectos

da arte de navegar praticada pelos pilotos portugueses; do título do texto depreende-se, de resto, que os dados fornecidos pela informação teriam sido também obtidos pelo relator em Veneza, talvez de algum navegador que recentemente tivesse passado por Lisboa <sup>43</sup>. Para o que me importa aqui tratar, direi que à margem desse texto se encontra o mais antigo, embora tosco, desenho de um astrolábio náutico, e que no contexto Alexandre se lhe refere, anotando as diferenças que o separavam do astrolábio astronómico. Com efeito, depois de afirmar que os portugueses navegam com quadrante e astrolábio, entra em certos pormenores acerca do último instrumento, que mais lhe chamara a atenção, decerto pelas alterações que apresentava em relação ao modelo habitual; assim as pínulas da mediacina estavam mais próximas entre si e não se colocavam junto ao limbo, o que facilitava a observação do Sol; além disso, o astrolábio reduzia-se ao limbo graduado, e nas faces já não estava representado o zodíaco «com as suas estrelas na sua rede», nem tão pouco o céu com seus azimutes e almucântara, nem a escala quadrada de alturas no dorso. Era, pois, um astrolábio reduzido somente às peças que tinham interesse para os fins a que se destinava, (medida da altura ou da distância zenital de astros), inovação que não podia escapar a um observador atento e que Alexandre registou com bastante minúcia, como acabo de dizer.

### III / PROGRESSOS DA CARTOGRAFIA

#### *1. Alguns aspectos da cartografia do século XV*

Quando se estudam, mesmo superficialmente que seja, os mais antigos exemplares conhecidos da cartografia portuguesa, nada neles encontramos (a não ser a novidade de novas costas representadas), que os distinga da cartografia mediterrânica; ou seja, os seus autores prolongarem para o Atlântico a técnica artesanal das cartas-portulano, a que me referi no Capítulo I. Técnica artesanal, entenda-se, no sentido de ser uma técnica intuitiva, correspondendo a uma transcrição gráfica dos portulanos (roteiros) através de princípios que correspondem aos levantamentos topográficos de pequenas áreas, por processos directos e um tanto elementares, que ainda hoje estão em uso.

Que Jaime de Maiorca (ou Jafuda Cresques) tenha trazido para Portugal essa técnica de construir cartas, é facto que vem sendo geralmente aceite. É certo que alguns lhe atribuem mais amplas missões, e até secundarizam a sua acção como cartógrafo, para salientar que ele veio para Portugal sobretudo pelas suas qualidades de geógrafo, de cosmógrafo, de perito na arte

de navegar e na construção de instrumentos <sup>44</sup>. Não acompanho estas fantasias históricas que apenas se abonam em presunções mais do que discutíveis. E quanto ao primeiro pressuposto — ou seja, que o judeu maiorquino veio para Portugal ensinar Cartografia — sem o pôr definitivamente de parte, aceito-o com algumas reservas. Não que acredite, como Armando Cortesão acreditou, que à data da provável chegada de Jaime de Maiorca a Portugal, já aqui se faziam cartas há mais de um século; esta afirmação parece-me um descabelado exagero, sem o mínimo fundamento ou indício em que se apoie. Mas, seguindo a cronologia que é de uso propor para a vida e actividade de Jaime, teremos que ele chegou a Portugal em 1420; assim o diz, de resto, Duarte Pacheco Pereira (e o seu depoimento pesa) e o confirma também João de Barros (cujas afirmações são por vezes mais discutíveis). Em todo o caso, quando em 1420 chegou a Portugal, Jaime de Maiorca já não era novo; se, como querem os seus biógrafos, ajudou o seu pai, Abraão Cresques, a desenhar o célebre planisfério catalão de Paris, que data de 1375, não será muito atrevido dizer que mestre Jaime já rondaria, se é que não ultrapassava, os sessenta anos. Havia que aproveitar dele, e o mais rapidamente possível, os conhecimentos que podia transmitir, mas isso não aconteceu; estou inteiramente de acordo com a indicação de Charles Verlinden quando afirma que a mais antiga carta portuguesa, de que se tem conhecimento indirecto, datará de 1443 <sup>45</sup>, como adiante mais de espaço repetirei. Poderá aceitar-se que decorresse um período de vinte anos sem que o magistério de Jaime de Maiorca desse os seus frutos? A ser assim, é muito provável que tal carta tivesse aparecido já depois da

morte do mestre cartógrafo que, a ser vivo, já ultrapassaria os oitenta anos quando ela foi desenhada

Da cartografia portuguesa do século XV poucos exemplares sobreviveram, e todos são do final do século. Supõe-se geralmente — e a suposição tem forte apoio na toponímia adoptada — que alguns cartógrafos italianos e catalães tivessem aproveitado informações portuguesas, em especial de carácter cartográfico, para esboçar as suas cartas. O caso do catalão Gabriel de Valsequa é típico desse género de influências; ele assinala o arquipélago dos Açores e indica, numa legenda, que teria sido descoberto em 1427 (ou 1432) por Diogo de Silves (o apelido do descobridor foi durante anos discutido, mas hoje aceita-se geralmente a leitura de Damião Peres, aqui adoptada); além disso, porém, ele representou a costa africana para além do Cabo Bojador e até ao Cabo Roxo, com contornos que se repetem na carta de Andrea Bianco, mas sem qualquer nomenclatura a acompanhar os acidentes da costa. Além destes dois cartógrafos, podemos apontar os nomes de Roselli, de Soligo e de Grazioso Benincasa, que preenchem, com os seus traçados cheios de topónimos de origem portuguesa, a lacuna que há, para essa época, de cartas desenhadas em Portugal.

Deste conjunto faz excepção, a meu ver, o cartógrafo Fra Mauro, autor de um planisfério ainda existente, que já deu lugar a que corresse rios de tinta, e de um outro que lhe foi encomendado pelo rei D. Afonso V, e que levou certamente descaminho, embora alguns o identifiquem com o sobrevivente. Mas este não é, de modo algum, a obra-prima da Cartografia medieval, como já levemente se escreveu. Sem dúvida que o frade-cartógrafo não podia dispor de notícias rigorosas

sobre todo o mundo que representou no seu desenho; mas até em relação às zonas bem conhecidas o seu planisfério tem falhas; se foi aquele que o rei de Portugal lhe pediu para desenhar, sabe-se que, estando o trabalho já adiantado, e tendo sido visto por alguém para tal encarregado, esse perito justamente considerou o trabalho medíocre, e só aconselhou que se pagasse a Mauro a quantia que estava em dívida por força do contrato estabelecido, para se não perder o dinheiro que já se dispendera. O estudo minucioso do planisfério está feito, pelo que é dispensável deter-me aqui em outras particularidades <sup>46</sup>; direi apenas que, para Armando Cortesão, o objectivo principal de Fra Mauro seria mostrar que «a África era um continente circumnavegável», sem encontrar razões para explicar por que motivo o cartógrafo quis patentear esse seu ponto de vista, o que levou o sábio historiador da Cartografia a considerar tal facto um enigma; e, com efeito, o menos que se pode dizer de alguém que pensasse em 1459 existir uma ligação do Atlântico com o Índico, é que se tratava de um cartógrafo com imaginação arrojada. Para mim, contudo, não é necessário ir tão longe: basta ver em Fra Mauro um erudito puro; como ele devia ser (embora com erudição clássica bebida em fontes muito próximas), para se compreender perfeitamente o que está correcto e o que é anacrónico no seu planisfério.

No último quartel do século as informações portuguesas de carácter cartográfico tiveram ainda mais ampla divulgação. Esta afirmação é comprovada pela representação da África no planisfério de Henricus Martellus, desenhado em 1489. Esse desenho é consequência aparente da viagem de Bartolomeu Dias, realizada no ano anterior; povoa de topónimos toda a

costa ocidental do Continente, e uma pequena parcela da orla marítima para além do Cabo da Boa Esperança; os contornos de toda esta parte são relativamente aceitáveis, ressalvado o Golfo da Guiné, que não se encontra devidamente demarcado. Por outro lado, a largura do continente africano está claramente encurtada, dando-lhe uma configuração que de maneira nítida contrasta com o aproximado rigor com que ele é apresentado no planisfério português dito de Cantino, desenhado em 1502. Mas o que sobretudo faz contraste na carta de Martellus é o Oriente, representado de acordo com Ptolomeu (já várias vezes impresso em 1489) com a ribeira de África Ocidental, o Mediterrâneo (inspirado nas cartas-portulano) e até o norte da Europa. Há nesta carta indícios claros, por consequência, de um conflito latente entre a Cartografia de origem erudita e a de raiz prática; mas não era só esse o conflito com que a arte de cartografar teria de se debater, como mais adiante se verá.

## *2. A cartografia portuguesa do século XV*

Retomarei agora o problema da Cartografia portuguesa do século XV. Num lúcido estudo publicado em 1979 <sup>47</sup>, Charles Verlinden, como já brevemente referi, analisou a questão de modo sumário mas convincente. Baseou-se o erudito historiador belga num documento de 1443 e na *Crónica da Guiné* de Azurara. O documento <sup>48</sup>, assinado pelo infante D. Pedro em nome do rei D. Afonso V, de quem era tutor e que, nessa qualidade, regia o reino, concedia a exploração comercial para os portos e lugares situados além do Cabo Bojador ao Infante D. Henrique. Assim, se o texto é inequivocamente uma carta de

privilégio, um dos seus passos, como salientou Verlinden, tem muita relação com o aspecto que nos interessa aqui. De facto, ao referir-se às repetidas tentativas patrocinadas pelo infante D. Henrique para que o Cabo Bojador fosse ultrapassado, D. Pedro reconhece que «não havia ninguém na Cristandade que desse [lugar] soubesse parte, nem sabiam se havia lá povoação ou não, nem diretamente nas cartas de marear nem mapamundo não estavam debuxadas, senão a prazer dos homens que as faziam...».

O facto de o documento afirmar depois que até então os navegadores tinham trazido da costa africana 38 mouros presos, e em seguida que D. Henrique «mandou dela [costa] fazer carta de marear», levou Verlinden, relacionando o número de prisioneiros com os cálculos fornecidos pela *Crónica da Guiné*, a concluir, e em minha opinião com justificadas razões, que a carta visada naquele documento dataria do mesmo ano de 1443, embora pouco depois fosse revista e corrigida, como Azurara também testemunha. É certo — e Verlinden não esqueceu esse facto — que os representantes de Portugal levaram para o concílio de Basileia de 1435 um documento cartográfico que pretendiam ser uma prova dos seus direitos sobre o arquipélago das Canárias, baseando-se na sua maior proximidade de Portugal do que de Castela; mas, na opinião plausível do professor belga, tratar-se-ia, presumivelmente, de alguma carta de origem catalã ou italiana, pois elas circulavam então em grande número.

Temos, portanto, fixada uma data aproximada para o aparecimento da cartografia portuguesa: 1443. E, no entanto, o pequeno número das primeiras cartas portuguesas do século XV que se conhecem, devem ser

todas situadas no último quartel desse século, podendo até a data proposta como provável para algumas delas, ou pelo menos para uma, ser diferida para alguns anos mais tarde. Analisemos a questão mais de perto. Seguindo a exposição sumariada de Armando Cortesão <sup>49</sup>, as cartas portuguesas do século XV são, com efeito, apenas as seguintes:

1) Carta de Pedro Reinel, existente nos «Archives Departamentales de la Gironde», não datada, mas assinada por aquele cartógrafo. Representa toda a Costa da África até o Rio do Padrão, descoberto por Diogo Cão, e devidamente assinalado pelo padrão que este navegador lá mandou erigir. Tem uma particularidade interessante: toda a costa para sul do Cabo Corço, próximo do Castelo da Mina, está desenhada sobre o interior do continente africano, facto para que Cortesão aponta esta explicação plausível mas, como veremos bastante frágil: teria acontecido que Reinel «tendo chegado com o desenho perto da margem inferior do pergaminho, e assim impossibilitado de continuar o traçado da costa, ... o cartógrafo desenhou-a no interior do continente». Quanto à data da carta, ela acaba de ser fixada, depois de várias hesitações, em 1483. Para tal conclusão recorreu à cronologia da primeira viagem de Diogo Cão (que está longe de esclarecida) e ao facto de parecer concluída antes de 1487, visto sobre Granada estar ainda desenhada uma flâmula indicadora da ocupação mourisca. Penso que a carta deve ser posterior à data proposta por Cortesão, a despeito destes argumentos; adiante direi porquê.

2) Carta Anónima de Modena, assim chamada por se conservar na Biblioteca Estense daquela cidade italiana. Representa a costa africana até o Golfo da Guiné;

estudada em pormenor por Fontoura da Costa, que a editou <sup>50</sup> e datou com evidente antecipação de c. 1471; representa a costa de África até o Rio do Lago, e foi esta circunstância que levou Fontoura a datá-la daquele ano. Não se presume sequer quem possa tê-la desenhado, mas é quase certo que foi esboçada em data bastante posterior à apontada, como escreveu Marcel Destombes, que a coloca no final do século XV; Armando Cortesão considerou o problema de difícil resolução, optando por indicação muito vaga: a carta dataria de ano situado «numa das últimas três décadas do século XV».

3) A carta de Jorge de Aguiar, de 1492, que é a única carta portuguesa do século XV, hoje conhecida, devidamente datada e assinada. A sua existência só em 1968 foi tornada pública através de uma breve comunicação que O. Vietor apresentou na I Reunião Internacional de História da Náutica, que se realizou naquele ano em Coimbra <sup>51</sup>. O desenho da costa africana estende-se até a margem inferior do pergaminho, e termina antes da Serra Leoa; mas, tal como na carta de Pedro Reinel, referida em 1) o troço da costa que se segue até ao Castelo da Mina, inclusive, encontra-se desenhado sobre o espaço correspondente ao interior do continente da África.

A menor extensão da costa representada nesta carta, relativamente à de Reinel, permite pôr a hipótese de que a última seja posterior a 1492, e não de 1483, como propôs Armando Cortesão. Além disso, é de presumir que tivessem sido desenhadas várias cartas com a costa africana fraccionada, e a parte meridional traçada no continente; proviriam de um desenho protótipo (talvez da escola de Reinel, como sugeriu Cortesão), dado que entre

os desenhos de Jorge de Aguiar e de Pedro Reinel há várias afinidades que saltam logo à vista.

4) A carta anónima, e não datada, da «Bayerische Staatsbibliothek, de Munique; desenhada sobre pergaminho, representa o Noroeste de África, além da parte da Europa que já aparecia em todos os portulanos. Armando Cortesão assinala-lhe conjecturalmente a data de c. 1500, do que duvido. Creio, com efeito, que ela será mais tardia, portanto já do século XVI, dado o facto muito importante de apresentar na sua margem esquerda uma escala de latitudes, dos 18° aos 61° de latitude Norte. Se bem que se trate de uma indicação ainda tímida, será bom não esquecer que a carta de Cantino, comprada a cartógrafo desconhecido mas certamente de boa reputação como profissional, data de 1502 e, embora nela se desenhassem o equador e os trópicos, não representa qualquer escala de latitudes, que só aparece, e então já completa em relação ao desenho total, na carta de Pedro Reinel de c. 1504<sup>52</sup>. Penso, assim, que a carta de Munique seja posterior a 1502 e anterior à de Pedro Reinel.

5) O fragmento provavelmente de uma carta-portulano, existente no Arquivo Nacional da Torre do Tombo; representa o noroeste do Mar Adriático e do Mar Mediterrâneo, e uma parte das costas francesas e do Sul de Inglaterra. Desconhece-se, naturalmente, o nome do cartógrafo que a desenhou; Armando Cortesão datou-a, sem dizer a partir de que dados, de «depois de 1493, talvez antes do fim do século». Assim, só é possível incluí-la entre as cartas do século XV, de um modo duvidoso.

### 3. *A escala de latitudes introduzida nas cartas*

Não adiantei até aqui uma palavra acerca das características da cartografia portuguesa, mas parece que ninguém se surpreenderá se afirmar que ela é subsidiária da técnica das escolas cartográficas do Mediterrâneo. Por um lado, se aceitarmos que Jaime de Maiorca foi o mestre dos cartógrafos, temos de admitir que ele lhes ensinou a fazer as cartas do tipo daquelas que na oficina de seu pai se desenhavam; por outro lado, é indiscutível que a escola cartográfica catalã-maiorquina gozava, bem como as escolas italianas, de grande prestígio entre os meios náuticos de toda a Europa.

Além do mais, as cartas serviam uma náutica que, de início, coincidia com aquela que tinha dado lugar à carta-portulano, e por isso não existia qualquer razão que impedisse os construtores a rever uma técnica comprovadamente satisfatória. Todavia, e como já antes ficou dito, as condições de navegação obrigaram a alterar a náutica, que passou a basear-se em observações astronómicas, para as quais a carta tradicional não estava preparada. Já direi que o caso foi pressentido ainda no século XV, mas só com a introdução de escalas de latitudes nas cartas, acontecimento que teve lugar no início do século XVI, como se viu, foi possível dar conta de que, sendo elas desenhadas pelos rumos da agulha, não corrigidos da declinação, estavam em desacordo com a navegação em que se mediam latitudes; onde os valores da declinação fossem mais acentuados, mais deformada, *do ponto de vista geográfico*, ficaria a carta. Essa circunstância ocorria exactamente nas proximidades da Terra Nova; os erros eram aí tão acentuados, quando se tomava por referência a escala geral de latitudes, que os cartógrafos

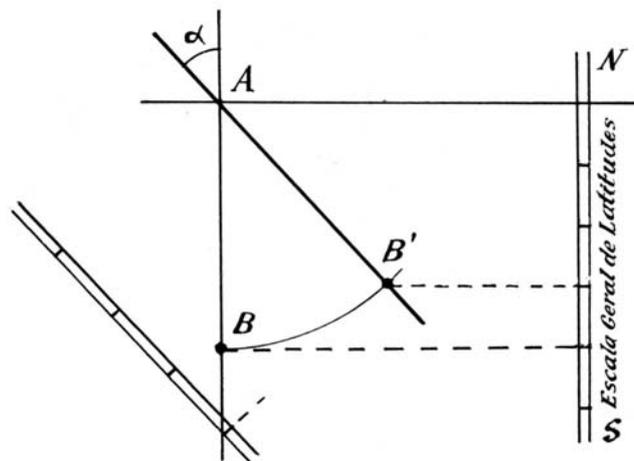
imaginaram a inserção de uma escala oblíqua, *apenas* utilizável para a navegação naquela área, como já escrevi que acontece na carta de Pedro Reinel de c. 1504.

Não queria descer aqui a pormenores demasiadamente técnicos, mas julgo que a questão de que me ocupo só ficará devidamente aclarada se exemplificar através de um desenho as contradições geradas entre as cartas de rumo magnético (não corrigidos) <sup>51</sup> e a navegação por latitudes.

Para que a exposição fique clara, convirá em primeiro lugar dizer em que consiste ou como se define a declinação magnética, de que teremos ainda de tratar mais largamente no Capítulo IV. Pois bem: considere-se que uma agulha de aço devidamente magnetizada é colocada de modo a ter movimento livre em torno do seu centro de gravidade; nesse caso, o campo de magnetismo terrestre obrigá-la-á a rodar em redor do ponto de apoio até o seu eixo se fixar numa certa direcção que, na maioria dos casos, não coincidirá com a linha do meridiano geográfico do lugar; se tal acontecer, o ângulo do eixo da agulha com a linha meridiana é o valor da declinação magnética, dizendo-se que ela «nordesteia» se a sua extremidade Norte aponta para Nordeste do meridiano local, e que «noroesteia» se a mesma extremidade se situa a Noroeste. Os pontos da terra em que a declinação é nula definem as chamadas linhas «agónicas»; tiveram um importante papel em «pseudo-teorias» sobre o magnetismo terrestre, como adiante direi. Por agora limito-me a acrescentar que a agulha sofre ainda, em geral, um outro efeito da influência do campo magnético da Terra: de facto, em lugar de se manter horizontal, por via de regra o plano da agulha define um ângulo mais ou menos acentuado com o plano do horizonte; deu-se a esse ângulo o nome de inclinação.

Adiante mostrarei como os pilotos do século XVI conheciam bem o fenómeno da declinação (e alguns deles também o da inclinação) e como cedo notaram que ela variava de lugar para lugar; só muito mais tarde se reconheceria que o valor da declinação magnética num dado lugar está sujeito a variações (chamadas «seculares»).

Feita esta breve digressão, voltemos ao problema da carta de marear. Considere-se que um navegador partia de um ponto A, marcado numa carta com a escala de latitudes geográficas NS, isto é, no sentido Norte-Sul geográfico; e suponha-se que a agulha declinava para noroeste do ângulo  $\alpha$ , que intencionalmente supomos de aproximadamente  $45^\circ$ , com claro exagero. Se o piloto navegasse pela agulha no sentido da direcção Norte-Sul



por ela apontada, ao fim de 70 léguas de navegação, que correspondem a  $4^\circ$  de meridiano, ele supor-se-ia no ponto B, quando de facto se encontrava em B'; e devia

ficar muito surpreso ao verificar na escala de latitudes e pelas suas observações que o ponto de chegada apenas faria 3° de diferença do ponto de partida. As 70 léguas de navegação podiam ser lidas se na carta se recorresse à escala representada à esquerda do desenho e que, no fundo, não é senão uma escala fictícia de latitudes.

Como reagiram os navegadores, ou pelo menos alguns navegadores e os técnicos da náutica a esta anomalia? Creio que a primeira reacção é bastante anterior à introdução da escala de latitudes na cartografia, e foi ditada por quem, navegando já por alturas, encontrou discrepâncias entre as suas observações astronómicas e a carta. A prova encontra-se no relato de Diogo Gomes, e num passo que, segundo suponho, alude a uma viagem feita entre 1460 e 1462; depois de referir que mediu a altura do pólo ártico com um quadrante, e que a escreveu na tábua do instrumento, o navegador conclui: «... e achei este [o ponto marcado no quadrante] melhor do que a carta. É certo que na carta se vê toda a navegação, mas, se alguma vez erramos, nunca mais voltamos ao destino previamente fixado».

O trecho não é muito claro, mas parece-me poder interpretá-lo deste modo: 1.º a comparação da altura que Diogo Gomes mediu com a de outro ponto que não cita ter-se-ia mostrado mais de acordo com as léguas por ele estimadas na singradura do que as medidas na carta; 2.º navegando por rumo e estima, quando se cometesse um erro seria muito mais difícil corrigi-lo do que quando durante a navegação se fossem praticando medidas de alturas.

Se as minhas interpretações estão certas (o que ponho com ressalva, porque o referido passo de Diogo Gomes

tem sido sujeito a críticas e a largas controvérsias), o piloto estava dentro da razão.

Mais afirmativa, e por isso mesmo menos sujeita a levantar dúvidas, é uma referência que ao caso faz o piloto João de Lisboa no seu *Tratado da Agulha de Marear*. O passo a que me refiro lê-se logo na parte introdutória dessa breve e por vezes não muito clara exposição, e diz o seguinte <sup>54</sup>: «... hás-de saber que as agulhas todas... noroesteam e nordesteam, segundo os lugares onde estão... e porém hás-de saber que umas fazem mais afastamento que outras, por serem feitas umas orientais e outras ocidentais; e porque os antigos não sentiram esta variação, andavam mudando os ferros da agulha fora da flor de liz, para que naqueles meridianos em que as cevavam [isto é: magnetizavam] fossem fixas nos pólos do mundo; e por esta razão achamos [nas cartas] as costas falsas por uma quarta e por duas; e para se isto haver de emendar, era necessário navegar pela verdade; ainda que na costa, enquanto não for emendada [a carta], não navegareis senão pelo costumado, porque com o falso se há-de navegar o falso, e com o verdadeiro o verdadeiro».

Omiti na transcrição um passo que suponho espúrio ao texto, mas mais adiante será analisado, e fiz a intromissão de algumas poucas palavras que, penso, esclarecem o sentido do discurso. Apesar disso, reconheço que ele pode não ser muito explícito para quem não esteja familiarizado com o tema; tentarei, por consequência, pô-lo a claro, se bem que para o fim que me proponho agora só as palavras finais do trecho interessem.

Que diz João de Lisboa? Várias coisas, que podemos sumariar assim: 1.<sup>a</sup>) as agulhas magnéticas sofrem em

geral desvios para noroeste ou para nordeste da linha Norte-Sul geográfico, facto reconhecido desde o final do século XV, pelo menos <sup>55</sup>; 2.<sup>a</sup>) que a declinação da agulha variava de lugar para lugar; 3.<sup>a</sup>) que no mesmo lugar agulhas diferentes indicavam com frequência declinações (aparentes) distintas, pelo facto de muitos construtores (mas não os portugueses, acrescentarei) terem o hábito de colar a rosa de papelão à agulha de modo que a flor de liz apontasse o Norte geográfico do local de construção; claro que ao proceder sempre assim a linha do eixo da agulha viria a definir com a linha Norte-Sul da rosa dos ventos um ângulo variável de ponto para ponto; quer dizer, agulhas de diferentes origens denunciavam em geral, *mas só aparentemente* declinações diferentes no mesmo lugar; 4.<sup>a</sup>) os marinheiros, desconhecendo porventura a razão dessas diferenças, desmontavam as agulhas e magnetizavam-nas de novo, montando-as em seguida de tal modo que a flor de liz apontasse para o pólo Norte no lugar em que se encontravam; 5.<sup>a</sup>) desta maneira, insistia-se no erro inicial, alterando-lhe apenas o valor; e assim, sendo as cartas traçadas pelos rumos magnéticos de tais agulhas, naturalmente que as costas ficavam nelas delineadas com erros de orientação que, segundo Lisboa, podia ir até duas quartas — valor de que, na verdade, se aproximava então na área da Terra Nova; e 6.<sup>a</sup>) João de Lisboa, apesar de reconhecer o erro praticado na navegação, aconselha a que se continue a navegar da maneira tradicional, pois as cartas estavam incorrectas, e só se poderia navegar pelo verdadeiro depois delas corrigidas.

É certo que na parte por mim omitida há, no códice da Torre do Tombo, uma referência que inclui um erro palmar; essa parte não se encontra em outras cópias do

manuscrito, mas João de Lisboa perfilhava o erro nele contido, porque o repete noutro passo do seu trabalho, como já direi. No entanto, expurgado esse erro, o que fica é de uma clareza e de uma oportunidade irrecusáveis. E importa salientar a última crítica, em que o piloto, de maneira bem simples, diz que as cartas tradicionais estavam desenhadas com erros, que a navegação de alturas não se compaginava com elas, que era necessário corrigir a cartografia, mas que, enquanto tal não fosse feito, se devia continuar a fazer fé na navegação de rumo e estima.

Não me parece demasiado salientar o significado que tem a crítica certa de um piloto que, mesmo que fosse muito instruído, não era certamente um sábio nem um erudito. Com João de Lisboa, como já antes com Duarte Pacheco Pereira (mas este irrecusavelmente mais lido), surge uma geração de homens do mar com capacidade de analisar friamente os problemas, de denunciar ideias feitas e de propor soluções adequadas às dificuldades que enfrentavam. É claro que João de Lisboa nem sempre foi tão límpido nos seus juízos; veremos mesmo que claudicou, algumas vezes, como se verificou ao acatar e defender uma ideia errada espalhada no seu tempo, e só contradita (que não eliminada...) por D. João de Castro. Mas o trecho que referi e comentei é, em meu entender, de uma observação exemplar, e decerto ainda mais notável por ter sido redigido em 1514, ou mesmo antes.

Os erros das cartas que se desenhavam também foram denunciados por D. João de Castro e por Pedro Nunes. Castro ocupa-se da questão no roteiro de Lisboa a Goa, expondo as suas críticas de modo que foi repetido por Aleixo da Mota, o Pe. Francisco da Costa, o Pe. Cristóvão Bruno e o cosmógrafo castelhano André

Garcia de Cespedes. O problema é profundo embora não muito claramente tratado num parágrafo do *Roteiro de Lisboa a Goa* que se apresenta sob o título «Notação famosa e muito proveitosa»<sup>56</sup>.

Não repetirei aqui a análise desse trecho que já noutra oportunidade fiz; mas direi, em resumo, que D. João de Castro procura nele encontrar e encontra uma explicação, baseada na variação da declinação das agulhas, para o facto da costa do Brasil estar mais para poente do que as cartas do seu tempo a colocavam; e para mostrar também que, pelo contrário, mas pelas mesmas razões, no Atlântico Sul a distância que separava o Brasil do Cabo da Boa Esperança era muito inferior ao que as cartas representavam. Perguntar-se-á como é que os pilotos se podiam guiar por tais cartas, mas D. João de Castro explica, interrogando o leitor: «... partindo do Brasil para o Cabo da Boa Esperança, quem duvidará [que] os pontos que os pilotos vão pondo em suas cartas serem todos muito mais dianteiros e orientais por muitas léguas, do que em verdade se deve fazer, por razão do caminho que imos fazendo?».

A denúncia dos erros da cartografia é incisiva e pertinente, mas Castro voltaria a ela numa informação que deu a D. João III sobre a localização das Molucas, problema que continuava a ser ponto de discórdia entre os reis de Castela e Portugal, apesar de conferências, trocas de emissários e até da compra do direito às ilhas feitas por D. João III. Este parecer não está datado, mas parece ter sido escrito em Lisboa, e talvez o fosse no ano de 1542. O copista do códice que o transcreve cometeu inúmeros erros, muitos dos quais eliminei na lição que dei do documento<sup>57</sup>; neste, D. João de Castro reporta-se a

cada passo à cartografia errada do seu tempo, sendo nesses erros que baseia muitos dos seus argumentos.

Também Pedro Nunes, como já ficou dito e não podia deixar de ser, deu por esses erros e deles falou; apesar de defender a carta de marear, tendo escrito, como se sabe, um «tratado» nesse sentido, é precisamente nele que aponta tais defeitos da cartografia. Declara o cosmógrafo que durante muito tempo chegara a pensar na correcção da parte do nascente das cartas mediterrânicas, mas que abandonara a ideia por não terem grande influência nas navegações os erros que aí se notavam, pois os pilotos que para essas partes navegavam, a maior parte dos dias tinham visto de terra e podiam por ela corrigir os seus pontos, se eles estivessem mal marcados; além disso, a correcção que se propusera fazer seria inútil, porque esses tais pilotos não usavam nas suas rotas astrolábios ou quaisquer outros instrumentos de alturas, marcando os pontos por rotas e estima, «se alguma hora se enganam, não podem nisso durar muito». Todavia, Nunes acrescenta que, tendo posteriormente sido localizadas por suas latitudes as costas do poente e da Guiné, quando se fez a ligação das duas representações, tinham ficado os portos do levante «fora das suas alturas»; e dá exemplos: Roma aparecia situada no paralelo dos 46°, quando a sua latitude seria 41,5°; Rodes situava-se em 42°, quando devia estar em 36°; etc.<sup>58</sup>

Em minha opinião não é razoável atribuir estes erros, como fez Nunes, ao facto dos pontos da Costa da Guiné terem sido fixados por latitudes, e disso não «bater certo» com o traçado do Mediterrâneo; o estudo de qualquer carta-portulano mostra facilmente que a bacia mediterrânica apresentava distorções, mesmo antes de ser conhecida a Guiné; além disso, os pontos da costa

guineense foram marcados na carta por rumo e estima, tal como antes o tinham sido os lugares, ilhas, cabos, etc. no Mediterrâneo. A causa dos erros detectados era, de facto, a já apontada: a introdução de uma escala de latitudes num esboço que não estava para isso preparado. Deste modo e do que ficou, parece que João de Lisboa e D. João de Castro teriam sido mais realistas do que o Cosmógrafo-mor.

#### IV/ O ALVORECER DA MENTALIDADE CRÍTICA

Esta digressão pela breve análise de algumas considerações que na época se fizeram sobre a natureza da carta de navegar, pondo em causa o seu rigor e a sua utilização em náutica, parece-me que terá mostrado de maneira inequívoca que uma nova mentalidade estava nascendo. O piloto, o marinheiro, o navegador ilustrado ou o homem de ciência, para além do hábito da observação, passava a sentir-se também no direito de exercer uma crítica, e de emitir uma opinião contrária à tradicional. Isso resultava de uma série de observações directas, ou de uma experiência que com elas se confundia <sup>59</sup>, e conduzia igualmente à imperiosa necessidade de rever ideias antigas e em geral aceites pelo peso da autoridade de quem as sustentara ou divulgara. A posição de respeito pelos ensinamentos dos Antigos, que o Humanismo tanto contribuiu para fortalecer, estava dia a dia a perder força, em virtude dos novos dados coligidos nas viagens que levavam os homens ao contacto com a verdade e que punham em causa certas afirmações tradicionais <sup>60</sup>. Três homens do século XVI, e todos eles viajantes, podem ser apontados como paradigmas desta nova mentalidade crítica que viria a abalar alguns aspectos

da ciência herdada: Duarte Pacheco Pereira, que actuaria sobretudo no campo da Geografia; D. João de Castro, a que adiante voltarei, nos seus estudos sobre o magnetismo terrestre; e Garcia da Orta, com o seu contributo, à vista das espécies descritas, para o perfeito conhecimento das plantas medicinais do Oriente. Todos eles se prevalecem da observação e da experiência, se bem que seja a última palavra, embora com o sentido da primeira (como já notou Barradas de Carvalho) aquela que com maior incidência aflora nos seus textos; aliás, e ressalvado o caso de D. João de Castro, nenhum dos autores citados está ainda sequer próximo de um «experimentador» moderno; a importância da sua intervenção reside, sobretudo, nas observações que fizeram e que contraditavam ideias feitas.

Já disse que adiante voltarei ao caso de Castro; por agora direi algumas poucas palavras sobre Duarte Pacheco Pereira, apontando alguns passos mais significativos da sua obra, para o tema que nos ocupa <sup>61</sup>. O caso de Duarte Pacheco é particularmente interessante porque ele, deitando por terra muita ideia feita, e tendo algumas vezes perfeita consciência de ser inovador, dá em vários passos do *Esmeraldo* provas de uma credulidade quase ingénuas, colocando-se deste modo numa área de transição. Isso torna a sua obra extremamente significativa. Citarei alguns exemplos comprovativos dessas duas facetas da mentalidade de Duarte Pacheco Pereira.

Na conta de uma crítica objectiva e, portanto, positiva, podem ser lançados alguns passos bastante claros. Para começar, direi que Pacheco faz referência à quarta parte do Mundo (a América), que D. Manuel teria mandado descobrir, salientando que todos os antigos cosmógrafos

não falaram dela, por de todo a desconhecerem (esta referência, de resto, é por ele feita duas vezes). Fala também das navegações de circum-navegação da África que teriam sido feitas na Antiguidade (Menelau, Hanão e Eudoxo); mas delas nada se poderia aproveitar, porque os respectivos escritos se tinham perdido; deste modo, os conhecimentos a tal respeito reduziam-se àquilo que o rei, a quem se dirige, por sua diligência e despesas mandara descobrir; além disso, tudo o que se escrevera sobre o orbe, sem o «exercício e fundamento da arte da marinharia», de pouco podia valer, porque, o «lume do descobrimento» nela se baseia: quer dizer, o que pelos «antigos escritores e assim pelos modernos *ficou por dizer* para sabedoria e cumprimento desta navegação das Etiópias da Guiné e das Índias e outras partes, *nós o digamos e descrevamos*». E é esta uma das causas que dá para a origem do seu livro. Ao referir o Monte Atalante, e mencionando expressamente Plínio e Ptolomeu (deste cita uma obra intitulada *De situ Orbis*, que o cosmógrafo alexandrino nunca escreveu), alude à opinião de autores clássicos que tinham tal monte por tão alto que excedia as nuvens; e logo acrescenta que, não tendo os antigos escritores praticado aquela província como os Portugueses acabavam de fazer, «não é maravilha caírem em erros»; de facto, não existia tal monte em toda aquela região. Ao falar da terra dos azenegues e do trato do ouro que vem da Guiné, anota: «E desta terra nunca os antigos escritores souberam o que nós ora sabemos, porque se o tiveram sabido, não com pequena festa se alegraram». Ao aludir de novo às coisas da Etiópia (ou seja: a Costa da Mina), não é sem orgulho que adianta ser-lhe lícito falar delas, pois as vira: «às quais, primeiro que as praticássemos, pelo que se lia delas em alguns escritores,

nos eram graves de crer»; por outro lado, tinham sido encontrados naquela área tantos animais (quadrúpedes e aves) tão diferentes dos conhecidos, que às primeiras notícias do caso levadas para Lisboa os navegadores não eram acreditados; «até que a prática dos que depois lá foram fez dar crédito a uns e a outros». Ao falar da terra que se estendia da serra de Fernando Pó ao Cabo Lopo Gonçalves, diz: «e esta terra é muito vizinha do círculo equinocial, da qual os Antigos disseram que era inabitável, e nós, por experiência, achámos o contrário»; e logo adiante retoma mais de espaço esta ideia, no seguinte trecho que me parece de interesse transcrever na íntegra, apesar da sua extensão: «A experiência nos faz viver sem engano das abusões e fábulas que alguns dos antigos cosmógrafos escreveram acerca da descrição da terra e do mar, os quais disseram que toda a terra que jaz debaixo do círculo equinocial era inabitável, pela grande quentura do Sol. E isto achamos falso e pelo contrário; porque (...) nesta terra há muita habitação de gente (...), e «a experiência» lhe tinha ensinado, que a linha equinocial passava sobre o Cabo de Lopo Gonçalves <sup>62</sup>.

Para o fim em vista, penso que estes exemplos são em número suficiente. Duarte Pacheco acentua em todos eles a supremacia dos conhecimentos adquiridos no seu tempo pela *observação*, pela *prática* e pela *experiência* sobre os conhecimentos dos autores clássicos. As três palavras aparecem no contexto com significados que considero equivalentes: o da apreensão do real, por inesperado ou insólito que fosse, em relação às ideias correntes, através dos sentidos ou de procedimentos novos, como a medida de latitudes.

Há anos levantei o problema do sentido em que a palavra *experiência* foi aplicada nos séculos XV e XVI, por

estar certo de que ela não correspondia à mesma ideia em todos os textos em que apareceu <sup>63</sup>; não me deterei no caso porque Barradas de Carvalho dedicou um estudo excelente à análise desta questão; nesse trabalho regista cerca de oitocentas incidências da palavra *experiência* em textos portugueses, desde o final do século XIV (1379) até 1580, e reúne-as pelo seu significado, não faltando nessa catalogação um grupo que o Autor entende conter frases que revelam aquilo a que chama uma *pré-história da experiência científica* ou a *pré-história da experimentação* <sup>64</sup>.

Tenho esta classificação por demasiado imprecisa, não obstante reconhecer que é atraente. De facto, em meu entender, o vocábulo *experiência* tem, em Duarte Pacheco, como já disse, o sentido de observação ou de prática; mas em qualquer texto de D. João de Castro a palavra já é, sem dúvida alguma, empregada num sentido muito mais moderno; alias, a maneira de agir do vice-rei da Índia comprova, em minha opinião, esse sentido que tinha para ele a palavra *experiência*, como se verá no último capítulo desta exposição.

Retorno à análise da obra de Duarte Pacheco Pereira, a fim de dar exemplos da credulidade do Autor, e também (acrescento agora) da repetição de ideias feitas, que ele ainda aceita sem qualquer sentido crítico. Logo no Prólogo do seu precioso livro, referindo-se ao Infante D. Henrique diz que «ele foi o princípio e causa que os Etiópios, quase bestas em semelhança humana, alienados do culto divino...» <sup>65</sup>; ora esta frase é um lugar comum, que podia ter sido apanhado na carta de Jerónimo Monetário para D. João II que Álvaro da Torre traduziu <sup>66</sup>, e que estendia as suas raízes pela Idade Média, como me certifico pela leitura deste passo dos *Libros del Saber de Astronomia* <sup>67</sup>, em que, falando-se daqueles que habitam

nas partes do meio-dia (ou seja: do Sul), se declara que «... los que y moran son negros e etiopes (...) semblantes a bestias, que non an ley, ni reglas, no derechos, ni saber, ni maestrias». No Capítulo II da 1.<sup>a</sup> parte do *Esmeraldo*, Duarte Pacheco conforma-se com as ideias dos Antigos a respeito da distinção das terras e dos mares; cita em primeiro lugar a *História Natural* de Plínio, que declarara serem todas as águas «postas no centro da terra»; e esta conclusão, segundo Pacheco, não se poderia negar; em seguida, depois de referir Vicente de Beauvais, insistirá no mesmo ponto de vista, mas desta vez abonando-se também na sua experiência pessoal: «... pelo qual conluo que o mar oceano não é outra cousa senão uma mui grande lagoa metida dentro da concavidade da terra...»<sup>68</sup>.

Também a respeito do Rio Senegal prevalece no *Esmeraldo* a errada ideia que o considerava um braço do Nilo. Diz Pacheco que, quando aquele rio foi descoberto, o infante D. Henrique afirmara tratar-se do «braço do Nilo que corre pela Etiópia contra o Ocidente, e disse a verdade»; esta é também a opinião do Autor, que duas ou três páginas mais adiante se afirma convicto de que o Senegal saía de «uma grande alagoa do rio Nilo, que tem de longo trinta léguas e dez de largo; e portanto parece que este é o braço que o Nilo lança pela Etiópia inferior...»; a despeito de dubitativo na forma, Duarte Pacheco aparenta não ter dúvida quanto a este pormenor geográfico.

Por vezes Pacheco confunde uma razão objectiva e correcta, com ideias apriorísticas e incorrectas. Por exemplo: ao falar do arquipélago de Cabo Verde, ele diz que as ilhas são estéreis, por se situarem na vizinhança do trópico de Câncer; a tão injustificada razão

acrescenta, porém, esta explicação absolutamente exacta: «e têm [às Ilhas] pouco arvoredo por causa de nelas não chover mais do que os ditos três meses [Agosto, Setembro e Outubro]»<sup>69</sup>.

A tradição medieval ainda, por vezes, pesava sobre o Autor do *Esmeraldo*. Quando fala da Serra Leoa, depois de informar que aí se resgatava ouro e de louvar os colares de marfim fabricados na terra, adianta, transpondo para aquele lugar africano uma lenda que tivera durante séculos forte aceitação: «Também há aqui homens selvagens, a que os Antigos chamaram Sátiros, e são todos cobertos de um cabelo ou sedas quase tão ásperas como de porco; ...». Adiante, repetirá a informação: na região de Benim viveriam nos montes esses homens do mato, a que os Negros locais chamavam «òsá», e «são cobertos de sedas como porcos»; de uma maneira frágil, embora, Pacheco supunha poder confirmar a sua existência, pois afirma que ouvira já de noite os seus gritos, «e tenho uma pele de um destes selvagens»<sup>70</sup>.

Se aqui não é lícito, de certo modo, duvidar do facto — os sátiros de que fala Pacheco seriam meros antropóides por ele mal identificados —, já a propósito das cobras existentes na área da Guiné a sua credulidade é sem limites. O trecho inicia-se, no entanto, por uma afirmação verosímil: a existência de ofídeos com «20 pés de longo», ou seja, de aproximadamente cinco ou seis metros de comprimento. Mas logo acrescenta: «e, além destas, há outras cobras tão grandes que têm um quarto de légua (sic) de longo, (...) e destas há aí poucas...»; mas quando «são tamanhas, como digo, logo saem das alagoas onde se criam e vão buscar o mar; e por onde levam seu caminho muito dano fazem; (...) e tanto que entram no mar todas se desfazem em água»<sup>71</sup>.

Sem dúvida que Duarte Pacheco interpretou mal o que lhe contaram (talvez por deficiente conhecimento recíproco das línguas que ele e o seu informador falavam), ou tomou por relato verdadeiro alguma lenda local. Em todo o caso é grave que um Autor como ele, considerando a experiência como «madre das coisas», depois de dizer que tais cobras raramente apareciam, pois por vezes decorriam dez anos e mais sem que alguma se visse, remata com este comentário de peso no sentido de convencer o leitor: «E isto é duro de crer a quem não tem a prática destas cousas como nós a temos». (Permito-me, de passo, chamar a tenção para a circunstância de mais de uma vez surgir no *Esmeraldo* a palavra *prática* com o sentido de *experiência* ou de *observação*).

Duarte Pacheco Pereira é, pois, um homem de transição. Mas o pensamento humano estava, como ele revela, em ebulição, e a linha limitadora seria ultrapassada. As obras dos grandes nomes da Antiguidade (Ptolomeu, Plínio, Dioscórides, etc), iam ser revistas à luz da *observação*, da *prática* e da *experiência* que através das navegações se faziam; mau grado a atitude dos Humanistas <sup>72</sup>, a ciência ia ser construída através desses meios mais férteis para o conhecimento da realidade e não pela repetição de afirmações axiomáticas que nos livros desses sábios se continham. E para isso contribuíram decididamente os homens que navegavam e visitavam todas as partes do mundo.

## V / O CONHECIMENTO DA DECLINAÇÃO MAGNÉTICA

### 1. Retorno à declinação magnética

Se em Duarte Pacheco Pereira a palavra *experiência* não tem o sentido que hoje se lhe atribui, como atrás ficou dito, e suponho que também suficientemente documentado, isso não quer dizer que a «experiência» não tivesse feito a sua intromissão em certos problemas que os navegadores defrontaram, embora nem sempre de modo correcto. Seria fácil apontar aqui alguns exemplos disso, transcrevendo-os do pequeno número de «Livros de Marinharia» da época que até nós chegaram; citarei apenas a «Regra para cobrar o ponto perdido», do *Livro de Marinharia* de Gaspar Moreira <sup>73</sup>, ou a «Regra para saberes demandar uma ilha», do *Livro de Marinharia* de João de Lisboa <sup>74</sup>; a primeira mereceu de D. António de Ataíde, que foi possuidor do códice, o seguinte comentário marginal: «pontos menos certos e embaraçados»; e a segunda, além de confusamente exposta (para o que podem ter contribuído desatenções de copista), nem uma regra chega a ser, pois atende apenas a um caso particular, sendo além de tudo duvidoso que do procedimento aconselhado o piloto pudesse vir a encontrar a ilha

«falhada» por erro de rumo (hipótese excluída no texto) ou por influência de correntes.

Haverá interesse em analisar detidamente esses textos, trabalho que nunca foi feito; eles são quase com certeza da autoria de pilotos ou marinheiros, e revelarão, sem dúvida, não só a cultura deficiente dos seus autores, como o carácter de «expediente» fruste que na sua maioria denunciavam. Mas não é agora o momento mais apropriado para deles me ocupar, e por isso guardarei para outra oportunidade o comentário a que deveria submetê-los.

A minha preocupação, de imediato, é fazer a história do modo como foi considerado um fenómeno da Natureza nos séculos XV e XVI, numa evolução que, partindo de ideias apriorísticas e erradas, acabou por receber um tratamento verdadeiramente científico. Trata-se dos efeitos do campo magnético terrestre, e mais particularmente a declinação (já definida no Capítulo II), pois foi ela que verdadeiramente preocupou os pilotos do século XVI.

A história do aparecimento da agulha de marear (bússola) na náutica ainda hoje é controversa. Não retomarei aqui as polémicas mais acesas a que tem dado lugar, e nem sequer tentarei resumi-las. Por comodidade, aceitarei sem discussão que por meados do século XIII já a bússola era usada a bordo dos navios, quer tenha sido ou não o piloto amalfitano Flavio Gioia o autor da inovação; digo por comodidade porque há textos anteriores a essa época com referências a fenómenos magnéticos naturais — e alguns historiadores sustentam que a agulha teve origem oriental (chinesa), tendo chegado ao Mediterrâneo através dos Árabes.

De qualquer modo, é indiscutível que, se os marinheiros dos séculos XIII e XIV não conheceram o fenómeno da declinação, tão pouco o conheceram os teóricos desse tempo que se ocuparam do magnetismo terrestre, e entre eles Pedro Peregrino, que entre todos sobressai <sup>75</sup>. Mas esta negativa põe naturalmente a questão de se saber quem descobriu esse comportamento da agulha magnética.

Vários historiadores da ciência têm atribuído a descoberta a Cristóvão Colombo, que nas suas quatro navegações se teria apercebido do desvio, anotando-o mais de uma vez nos diários das suas primeira e terceira viagens <sup>76</sup>; o grande navegador tê-lo-ia feito, de resto, em termos muito precisos, e que por isso não deixam margem para dúvidas, usando também, pela primeira vez, as palavras «nordestear» e «noroestear», para exprimir que o eixo da agulha se situava a leste ou a oeste, respectivamente, do meridiano do lugar de observação, tal como fez João de Lisboa num passo já por mim referido; essas palavras tornaram-se logo correntes na linguagem náutica, como já ficou dito.

Todavia, como é bem sabido, os diários das viagens do almirante não são obra de seu punho, sendo hoje muito difícil, se não impossível, reconduzir o texto porventura corrigido e alterado à sua limpidez original; de facto, os trechos com referência à declinação magnética podem muito bem ter sido introduzidos ou afeiçoados pelo redactor da versão dos diários que até nós chegou. Além disso, alguns historiadores, a partir dos estudos de August Wolkenhauer <sup>77</sup>, aceitam que o fenómeno já era conhecido antes de Cristóvão Colombo, baseando-se essencialmente em duas provas indirectas, que são as seguintes: 1.<sup>a</sup>) num dos registos atribuídos ao almirante,

ele teria afirmado que as agulhas flamengas de que dispunha «noroesteavam» uma quarta, enquanto as agulhas genovesas apontavam certeira para o Norte do lugar de observação. Quer isto dizer que na montagem de umas ou outras se atendera ao valor da declinação local, colando-se a agulha ao papelão da rosa dos ventos de modo que a ponta norte desta aí apontasse para o Norte geográfico, procedimento que aliás já aqui foi referido, a propósito do texto de João de Lisboa; e se tal foi feito em Génova ou na Flandres é porque o conhecimento da declinação já era anterior à observação de Colombo; 2.<sup>a</sup>) em alguns relógios de Sol preparados em Nuremberga na segunda metade do século XV, mas antes de 1492, os fabricantes mostraram ter conhecimento do fenómeno, através do traçado de uma linha no quadrante distinta do meridiano verdadeiro; e essa linha mostrava certamente a orientação do eixo da agulha da bússola; ignorando ainda que a declinação variava de lugar para lugar, a disposição da linha do meridiano magnético podia facilitar a montagem do quadrante. A estas duas razões vários autores juntaram outras, e nomeadamente <sup>78</sup>: 3.<sup>a</sup>) o facto de numa folha do *Atlas* de Andrea Bianco de 1436 se apresentar uma figura circular com dois pontos muito próximos donde saem várias linhas de rumos: o ponto da direita seria o Norte geográfico, e as linhas dele emergentes os rumos geográficos; do ponto da esquerda, ou norte magnético, de que partiam os rumos da agulha em Veneza e naquela data; a figura destinar-se-ia a permitir a conversão de uns rumos nos outros; 4.<sup>a</sup>) em cartas desenhadas em Nuremberga, e em particular numa datada de 1492 existente no «Map Room» da British Library, está marcada a variação da agulha.

Mas fosse ou não Cristóvão Colombo quem pela primeira vez deu conta da declinação da agulha de marear, não temos dúvida que nos primeiros anos do século XVI, se não antes, muitos pilotos portugueses se interessavam pela determinação do seu valor, em breve se dando conta de que ela era variável de lugar para lugar; e razões que adiante serão apontadas levaram-nos até a intensificar essas observações durante as viagens; isso permitiu-lhes que, anos volvidos, tivessem uma ideia muito aproximada da irregularidade da declinação à superfície dos mares — um dado importante que mais tarde viria a servir de fundamento a Stevin e a Gilbert para descreverem com rigor o magnetismo da Terra, e a tentarem explicá-lo <sup>79</sup>.

Contudo, tem de se reconhecer que, a despeito das muitas observações feitas, foi lenta a evolução do conhecimento do magnetismo natural no século XVI; mostram-no os textos que a testemunham, e que são quase sempre de difícil interpretação, por se encontrarem deturpados ou mutilados nas cópias que conhecemos. Em cada passo deste lento processo, nem sempre foi fácil eliminar erros, e quando algum chegava a ser eliminado, por vezes era outra ideia errada que ia ocupar o seu lugar. Como prova do que digo basta aqui lembrar, por exemplo, que no final do século XVI ainda muitos supunham que a proximidade do alho, da cebola, do diamante e do sangue de cabrito anulava as propriedades de uma pedra magnética. No início do século XVII o Pe. Francisco da Costa, que ensinava no Colégio de Santo Antão de Lisboa (como já disse), negaria nas suas aulas algumas dessas pretensas influências, depois de ter verificado *experimentalmente* que não tinham qualquer fundamento: «Quem for lido nos autores antigos e ainda

em Santo Agostinho <sup>80</sup>, achará que muitos deles dizem que quatro coisas tiram a virtude da pedra de cevar, deixando-a de tal sorte que não pode tirar (= atrair) a si o ferro e, se o tem atraído, lho fazem largar, a saber: alho, cebola, sangue de cabrito e diamante. Das duas primeiras coisas *por experiência* temos achado o contrário, e que nenhuma coisa a impedem; e o mesmo se acha do diamante; do sangue não se fez a prova, mas quem numa coisa mente, também o pode fazer em outra...» <sup>81</sup>.

Seja-me permitido salientar como uma linguagem nova já aflora com toda a oportunidade neste trecho daquele jovem professor; ele negava afirmações depois de ter submetido os factos com que elas se prendiam a verdadeiras experiências; e nada podia adiantar sobre outra afirmação, porque a respeito dela não fizera a prova.

Voltemos, porém, aos primeiros tempos dos estudos sobre o magnetismo. Embora seja de admitir, como ficou dito, que alguns navegadores portugueses da segunda metade do século XV conhecessem a declinação magnética, só temos provas seguras, embora indirectas, de que esse conhecimento se espalhou entre os nossos pilotos e marinheiros no início da era de Quinhentos.

A primeira dessas provas é, como salientou Teixeira da Mota em trabalho ainda inédito, o topónimo «das Agulhas» que pela primeira vez apareceu atribuído a um cabo da ponta austral da África no planisfério dito de Cantino, desenhado em 1502 <sup>82</sup>. O nome indica terem alguns navegadores, que passaram pelo Cabo antes de desenhado o planisfério, verificado ser aí nula a declinação das suas agulhas; esses navegadores só podiam ter feito parte das armadas de Bartolomeu Dias (1488), Vasco da Gama (1497), Pedro Álvares Cabral (1500) e

João da Nova (1501). Acima admiti que tivesse sido o piloto de Bartolomeu Dias o autor da descoberta, mas nenhum fundamento concreto existe para o garantir; trata-se de simples suposição. Não há dúvida, porém, que o nome do Cabo resultou dessa verificação, pois D. João de Castro afirma-o com toda a segurança no seu *Roteiro de Lisboa a Goa*: «este cabo das Agulhas é o lugar onde os pilotos têm por máxima que as suas agulhas não variam coisa alguma (...) e daqui veio chamarem a este promontório das Agulhas»<sup>83</sup>.

Estou convencido de que a carta de Pedro Reinel de c. 1504, já aqui falada, constitui outra prova do conhecimento português da declinação. Como oportunamente ficou dito, esta carta apresenta uma escala oblíqua de latitudes junto da Terra Nova; por ela se deviam guiar os pilotos quando navegassem por essas paragens. O artifício do cartógrafo, como expliquei, rectificava o erro da representação cartográfica de um modo prático e engenhoso; mas pressupõe também, na opinião de muitos autores que se ocuparam da carta — opinião que compartilho —, um conhecimento prévio da declinação da bússola.

É certo que nem todos os historiadores aceitaram a escala oblíqua como prova de que Pedro Reinel estava bem informado acerca da declinação da bússola naquela região do Atlântico; e alguns, como D. Gernez<sup>84</sup>, pretenderam até que ela, muito pelo contrário, mostra o desconhecimento do fenómeno por parte do cartógrafo que a desenhou, e também, como é evidente, por parte dos pilotos e navegadores que lhe forneceram elementos para o seu desenho. Penso que não tiveram razão. Teixeira da Mota, numa intervenção que fez no Congresso Internacional de História dos Descobrimentos

de 1960 <sup>85</sup>, a propósito de uma comunicação sobre as isógonas no Atlântico no século XVI, chamou a atenção para o passo do diário da viagem de D. Francisco de Almeida de Lisboa para a Índia, em 1505, que claramente mostra já terem os marinheiros desse tempo preparação para medir a declinação da agulha de marear; o desconhecido autor desse diário (possivelmente Hans Muyr) diz que, navegando ao largo da costa brasileira para o Cabo da Boa Esperança, «se foram a Sul até 40 graus, [e] tinham [ao] meio-dia o Sol ao Noroeste e quarta do Norte» <sup>86</sup>. Recordando que ao meio-dia o Sol atravessa o meridiano, logo se conclui significar o texto que a direcção do astro foi tomada com a bússola, e que o observador sabia que o extremo norte da sua agulha estava desviado três quartas para nordeste no lugar da observação. A indicação seria, de resto, o fundamento do processo indicado por Francisco Faleiro e por Pedro Nunes para medir a declinação magnética.

Podemos concluir, por consequência, que no início do século XVI os pilotos e navegadores portugueses sabiam que a bússola habitualmente declinava para Leste ou para Oeste, e já tinham uma ideia quanto ao modo de determinar o valor desse desvio.

## *2. Como se determinava a declinação magnética*

A data em que tal esteve ao seu alcance pode até fixar-se com toda a certeza como anterior a 1514, e muito provavelmente será até anterior a 1508. Explicarei porquê.

De 1514, com efeito, data o breve *Tratado da agulha de marear* de João de Lisboa, que, a par de outras

informações de muito interesse (ele é o mais antigo texto português, que conhecemos, em que se descreve a agulha náutica), expõe em um dos seus capítulos o modo de determinar a declinação da bússola, por um processo que daqui a pouco indicaremos, mas que mereceu a justa reprovação de Pedro Nunes. Por consequência, mediam-se certamente declinações da agulha antes daquele ano. Mas no contexto João de Lisboa associa todos os trabalhos registados no seu pequeno livro ao nome de Pêro Anes; o célebre piloto, referindo-se à observação do Cruzeiro do Sul, «de que todos têm conhecimento», afirma que o comparara com a Estrela do Norte em Cochim, donde a Estrela e a constelação eram simultaneamente visíveis em determinadas épocas do ano; eis o passo: «... o qual por muitas vezes Pêro Anes, que Deus tem, e eu experimentámos muitas vezes com o Norte, estando em parte que bem víamos ambos os ditos sinais em uma linha com os polos do mundo...»<sup>87</sup>.

Embora o nome de Pêro Anes, que foi patrão-mor da carreira da Índia, ocorra aqui num capítulo do tratado especialmente dedicado ao Cruzeiro do Sul, a referência ao seu alinhamento com a Estrela do Norte quando a  $\alpha$  e a  $\gamma$  Crucis se dispunham perpendicularmente à linha do horizonte, significa decerto que a constelação austral era utilizada para medir a declinação da agulha, por processo análogo àquele que se usava com a Polar; é o que, de resto, o texto confirma de modo expresso no seu Capítulo VI, quando diz: «Ao tomar esta agulha na mão, hás-de olhar que tenhas sempre ao nível, (...). Então bornearás pelos furos do semi-círculo<sup>88</sup> [o] pé do Cruzeiro...».

Tudo deixa entrever, portanto, que Pêro Anes tivesse colaborado em todo o tratado atribuído a João de Lisboa;

mas, como averiguou Jaime Cortesão, aquele navegador e piloto morreu em 1508, no combate travado com os turcos na barra de Chaul em que também perdeu a vida D. Lourenço de Almeida. E é possível que Pêro Anes, embora transmitindo-a a João de Lisboa, não fosse o principal responsável pela ideia. No Arquivo Nacional da Torre do Tombo guarda-se, em péssimo estado de conservação, uma carta de Pêro Anes para o rei D. Manuel, que foi assinalada por Frazão de Vasconcelos, e conheço graças a uma reprodução que me foi facultada por Teixeira da Mota. Com efeito, nessa carta o patrão-mor da Índia queixa-se ao monarca de um mestre Diogo, alemão, por ele se negar a ensinar-lhe a «longitude de leste-oeste»; e suplica-lhe que dê uma palavra ao cosmógrafo para que lhe transmita «o que no dito caso sabe». É bem possível que tivesse sido este mestre Diogo o divulgador da ideia.

De qualquer modo, apura-se que o processo exposto por Lisboa data de ano anterior a 1508; ele baseava-se, como já deixei implícito, na observação de estrelas, e foi substituído, por ser impreciso, por outros processos que se fundamentavam em observações solares, devidos a Francisco Faleiro e a Pedro Nunes. Descrevê-los-ei sumariamente e permito-me salientar que ambos revelam (e em especial os processos baseados em observações solares) uma aperfeiçoada e repetida observação celeste.

a) Para aplicar o processo indicado no tratado de João de Lisboa, o observador devia aguardar, consoante o lugar em que se encontrasse, o momento em que a Polar ou a considerada estrela principal do Cruzeiro, atingisse uma das suas culminações. Para fazer a medida montava-se sobre a caixa da bússola uma semicircunferência de arame, de modo que o seu plano ficasse perpendicular ao

da rosa dos ventos e as suas extremidades se ligassem à caixa da bússola em pontos opostos e correspondentes aos zeros da graduação da parede interna da caixa; mantendo a base da bússola em posição horizontal, ela devia ser orientada de modo que o plano da semicircunferência coincidisse com o círculo vertical da estrela no instante da passagem meridiana desta; este resultado conseguia-se pela coincidência, à vista, do plano do arame com a estrela, operação a que se chamava «bornear a agulha pela estrela». Como nesta posição o plano vertical que continha os zeros da graduação, ou seja, o plano da semicircunferência de arame, é o meridiano do lugar, as pontas da agulha definem então com os zeros da graduação interna a declinação procurada.

Que a operação de «bornear» era delicada e podia induzir facilmente os observadores em erro, não oferece dúvida. A caixa tinha de ser mantida numa posição em que a sua base ficasse horizontal, e a leitura devia corresponder exactamente ao momento do trânsito meridiano da estrela; o tratado de João de Lisboa chama a atenção do leitor para o facto destas duas condições deverem ser efectivamente respeitadas, mas é quase seguro que muitas vezes o não seriam, pois Pedro Nunes advertiria, e decerto não lhe faltariam razões para o fazer, que no «bornear cabe muito engano»<sup>89</sup>. Como quer que seja, não conheço qualquer outro meio de obter a declinação da agulha anterior a 1532<sup>90</sup>, ano em que foi concedida licença para a edição do *Tratado del Sphera y del Arte de Marear*, de Francisco Faleiro, que expõe vários modos de resolver a dificuldade pelo Sol, depois repetidos por Pedro Nunes, possivelmente sem ter

conhecimento do livro do seu compatriota, desde há muito exilado em Espanha e ao serviço de Carlos V.

b) O primeiro dos processos de Francisco Faleiro não difere essencialmente do anterior, a não ser no facto de se tomar um semicírculo de latão de diminuta espessura, em lugar da semicircunferência, e na circunstância de se recorrer ao Sol, e não à Polar e ao Cruzeiro. Montava-se o semidisco sobre a caixa da agulha, de modo que o seu plano ficasse perpendicular ao da base e ao do mostrador, e também de maneira a fazer coincidir a linha de inserção com a linha dos zeros da escala gradual das paredes internas do instrumento. Para fazer a observação, no caso, por exemplo, em que o Sol culminava a Norte do zénite do observador, o conjunto bússola-semidisco devia ser orientado de maneira a que o plano da face inferior da caixa ficasse horizontal e, sendo meio-dia, o semidisco não projectasse sombra para qualquer dos lados. Lia-se então directamente na bússola o ângulo do eixo da agulha com a linha de zeros da graduação, que seria o valor procurado. É claro que o procedimento a seguir se adaptava facilmente aos casos em que o Sol culminava a Sul do observador; todavia, a orientação da bússola, com o semidisco acoplado, era sempre feita do mesmo modo.

Pedro Nunes não alude a este processo, decerto porque as dificuldades da sua aplicação correcta eram evidentes, e sem dúvida mais graves ainda do que para o caso das estrelas, referido em a); com efeito, se a passagem meridiana de uma estrela como a Polar ou a principal do Cruzeiro ainda podia, como se viu, ser inferida da posição de outras estrelas, o trânsito do Sol implicava, na falta de relógios suficientemente precisos, a observação da sua altura de um modo continuado, até a medidina do astrolábio acusar a sua máxima inclinação.

Faleiro, com grande objectividade, refere esta deficiência, pois adverte abertamente que cumpria «muita vigilância em conhecer pontualmente o meio-dia, porque tudo o que se errar em conhecê-lo, se errará na conta deste instrumento».

c) Francisco Faleiro e Pedro Nunes propõem conjuntamente um outro recurso ao Sol para o mesmo fim, cujos resultados seriam com certeza muito menos susceptíveis de erros. Para o aplicar era necessário cravar um estilete no centro da tampa da caixa da agulha, perpendicularmente ao plano desse tampo e, portanto, também da base da caixa. A prática consistia em ler na graduação interna, com as pontas da agulha dirigidas para os zeros da graduação, os graus em que se projectava a sombra do estilete «uma, duas ou três horas antes do meio-dia, e outro tempo depois do meio-dia». É claro que a bissectriz do ângulo determinado por duas sombras correspondentes do estilete definia a intersecção do plano do meridiano com o plano do horizonte, ou seja, a linha Norte-Sul geográfica do lugar; a distância angular dessa linha à linha dos zeros da graduação era a declinação magnética.

Do exposto pode precipitadamente inferir-se que o procedimento agora aconselhado teria o mesmo defeito do anterior, já que se diz deverem as observações ser feitas uma, duas, ou três horas antes e depois do meio-dia. Mas não é assim; efectivamente, Faleiro adverte que os momentos propícios para as observações seriam aqueles em que o Sol, antes e depois da sua passagem meridiana, atingia a mesma altura acima do horizonte; maneira indirecta, mas certa, de marcar o mesmo tempo antes e depois do meio-dia.

A maior vantagem deste modo de proceder, que nenhum outro apresentava, era a de poder ser aplicado mais de uma vez em cada dia, como aliás Faleiro logo adiantou, escrevendo que se tratava de «uma regra muito boa, não só por ser verdadeira, como por poder servir mais vezes em cada dia do que as outras». Praticamente sei que foi aplicada com carácter sistemático por D. João de Castro, que chegou a executar três e quatro operações diárias nas suas viagens de que nos deixou registos, o que lhe permitiu fazer a crítica do processo, pela comparação dos resultados obtidos <sup>91</sup>.

Francisco Faleiro ainda tentou obter a declinação magnética a partir da amplitude ortiva ou occídua do Sol, problema a que Pedro Nunes também se refere, quando trata de satisfazer as dúvidas que Martim Afonso de Sousa lhe apresentou <sup>92</sup>; todavia, Nunes não chega a dar qualquer relação entre a amplitude, a declinação do Sol e a latitude do observador, e Faleiro erra a relação entre estas grandezas. Só no final do século João Baptista Lavanha retomaria o caso de maneira correcta, estabelecendo tabelas de amplitudes, logo em seguida (mas já no século XVII) aperfeiçoadas por Manuel de Figueiredo, que também foi, como Lavanha, cósmografo-mor de Portugal.

Para o fim que nos propomos alcançar neste livro, este caso é do maior significado. Com efeito, pilotos, com um mínimo de cultura, e cosmógrafos, tinham de solucionar um problema de carácter científico, e souberam, desde o princípio do século XVI, encontrar-lhe as soluções teoricamente correctas, embora por vezes discutíveis do ponto de vista da aplicação.

Como vamos ver, as forças que animavam uns e outros não eram convergentes. Os pilotos procuravam

com o conhecimento da declinação magnética resolver um problema que os afligia; os cientistas, ou só homens de maior cultura, duvidaram que tal solução fosse por essa via encontrada, e D. João de Castro havia de provar que o não podia ser, como se verá em seguida.

### 3. *Para que servia a declinação magnética?*

Certamente que nem uma pessoa pouco familiarizada com a mentalidade dos homens do mar do século XVI acreditaria que eles comessem e repetissem observações da declinação magnética por mera curiosidade de reunir os seus valores, afim de os submeter a um estudo de conjunto. É evidente que motivos de ordem prática se sobrepunham a uma tal curiosidade «desinteressada».

A principal razão para se desejar conhecer o valor do «nordestear» ou do «noroeste» das agulhas deve-se a um erro, que não foi fácil de combater e de destruir.

No seu *Tratado da Agulha de Marcar* João de Lisboa enuncia uma falsa, embora muito simples relação entre a declinação magnética e a longitude. Segundo esta pseudo-lei, em que provavelmente Pêro Anes e Mestre Diogo também colaboraram, a linha agónica corresponderia a um meridiano (a que Lisboa chama o «meridiano vero»); a partir dele a agulha desviar-se-ia para nordeste ou para noroeste da linha meridiana geográfica, consoante fosse deslocada para oriente ou para ocidente, de um ângulo directamente proporcional à longitude, e crescente até esta coordenada geográfica atingir o valor de 90°; a partir daí a declinação começaria a decrescer, sempre em razão directamente proporcional à longitude, até voltar ao valor de 0°, quando de novo fosse atingido o «meridiano vero».

Não tendo os pilotos à sua disposição um meio expedito que lhes facultasse uma determinação precisa de longitude geográfica <sup>93</sup>, esta falsa lei foi logo por eles aceite. E, todavia, o mesmo texto do tratado de João de Lisboa, que lhe dava acolhimento, incluía uma prova da sua inexactidão; de facto, o piloto, baseando-se em observações que fizera ou outros lhe transmitiram, informa que o «meridiano vero» (hipotética linha de declinação nula) passava pelas Ilhas de S. Miguel e de Santa Maria (Açores), «por cima» da Ilha de São Vicente (Cabo Verde) e por um lugar situado entre o Cabo da Boa Esperança e o Cabo Frio; além destes lugares muitos pilotos, que navegaram antes de 1538, pensavam que a linha agónica passava também pelas Canárias, como afirma D. João de Castro no seu *Roteiro de Lisboa a Goa* <sup>94</sup>. Se é certo que João de Lisboa ignorava que os três lugares por si referenciados se não situavam, de facto, num meridiano, e pode ser desculpado pelo erro cometido, já um segundo lapso que comete não tem a mínima desculpa.

Efectivamente, no último capítulo do tratado lê-se este trecho: «Saberás que desta cidade de Lisboa [a] 62 léguas 1/2 [subentenda-se: para poente] está o meridiano vero dos pólos fixos [ou seja: a linha agónica], onde ali, naquele lugar, as agulhas ferem justo na metade do norte, e a razão é esta: se em cada quarta releva 250 léguas, [o] o que releva em um quarto de quarta, que a agulha nesta cidade de Lisboa nordestea, soma 62 léguas e 1/2».

Deduz-se deste passo que João de Lisboa apenas sabia, por observações feitas em Lisboa, na capital do reino, que a agulha da bússola se desviava para nordeste da linha meridiana um quarto de quarta; quanto ao resto, o passo transmite um amontoado de ideias apriorísticas; com

efeito: a) o piloto tomou como valor de uma quarta do paralelo de Lisboa 250 léguas, o que está bastante errado e em desacordo com as medidas indicadas num quadro que penso estaria inicialmente anexo ao capítulo VI do tratado; aí se indica que para o paralelo de  $40^\circ$  (a Lisboa atribuía-se, arredondadamente, a latitude de  $39^\circ$ ) a quarta valeria 264 léguas, e que só em  $45^\circ$  de latitude o valor da quarta do círculo se aproxima muito do indicado por Lisboa (249 léguas); b) como sabia João de Lisboa que navegando para oeste (como tem de subentender-se) a declinação da agulha decresceria? É de presumir que assim pensasse por admitir, como acima vimos, que a linha agónica passava sobre os Açores; mas, nesse caso, c) as suas indicações eram inaceitáveis, pois os Açores situavam-se a uma distância de Lisboa que era computada em quatro vezes mais do que a apontada no trecho transcrito; parece-me inacreditável que o piloto o não soubesse.

Há aqui, por consequência, como também nas referências do tratado ao «meridiano vero», várias inexactidões e contradições que não resistiriam a uma análise crítica; mas ela não foi feita e os pilotos — e presumo que sem excepção — passaram a recorrer às declinações magnéticas para no mar fixarem a sua posição em longitude, cometendo por vezes erros enormes, como seria de esperar.

Todavia, a aceitação das ideias divulgadas pelo livrinho de João de Lisboa explica-se facilmente pela ansiedade com que na época cosmógrafos e pilotos desejavam encontrar — um processo para a determinação no mar daquela coordenada geográfica; a mesma ideia até podia ter ocorrido simultaneamente a vários homens que se interessavam pela náutica, ou a tinham por profissão; não

surpreende, por consequência, que a exposição do tratado se propagasse nos meios marítimos como um rastilho. E não só em Portugal, como vou dizer.

#### 4. *Alonso de Santa Cruz e o seu 'livro das longitudes'*

No princípio da segunda metade do século XVI o cosmógrafo castelhano Alonso de Santa Cruz, que é também autor de um apreciado *Islário*, redigiu um livro que muito nos interessa, intitulado *Libro de las Longitudes*, que só no presente século veio a ser impresso <sup>95</sup>; e diga-se que, imediatamente após a sua edição, o texto mereceu, durante algum tempo, críticas muito severas de alguns historiadores portugueses, em especial de Luciano Pereira da Silva <sup>96</sup>.

Não pode deixar de se reconhecer que o editor não foi feliz na edição, porque o manuscrito (certamente um apógrafo pouco cuidado, com omissão total das figuras originais) contém lapsos de diversos géneros que nem sequer foram assinalados em notas por Delgado Aguilera, responsável pela publicação; também é verdade que Alonso de Santa Cruz adianta em alguns passos várias afirmações que não concordam com textos de autores portugueses com os quais diz ter conversado; e é igualmente exacto que utilizou por vezes trechos de uma obra de Pedro Nunes sem lhe indicar a origem, facto que, sendo hoje considerado um procedimento condenável, ainda não tinha no seu tempo grande significado. Mas, acima de todos esses reparos, justos ou infundamentados, importa ter presente que o trabalho de Alonso de Santa Cruz é a mais antiga compilação sistemática, que conhecemos, sobre o problema das longitudes; o que

desde logo o coloca num lugar de primeira evidência na história da náutica.

Apenas me interessa falar aqui da primeira parte dessa obra, que aliás resumirei, porque o Autor dedicou-a integralmente à descrição dos vários processos de determinação de longitudes que chegaram ao seu conhecimento.

No primeiro capítulo, Santa Cruz alude ao facto de na Antiguidade os vários lugares da Terra serem definidos em sua posição através da estima de «caminhos andados», com todos os inconvenientes que de tal modo de avaliação decorriam; fala de Marino de Tiro e de Ptolomeu, que se preocuparam em fixar as duas coordenadas geográficas de cada lugar (a afirmação a respeito do primeiro é simples conjectura) e acrescenta que o segundo daqueles geógrafos demarcara o mundo em longitudes desde as Ilhas Afortunadas (Canárias) até Gategara; esta é curiosamente identificada com a Ilha de Giloto, nas Molucas, mas o motivo de tal identificação, não habitual na época, é bem claro: o cosmógrafo castelhano forjava um testemunho clássico para provar que as Molucas se encontravam bem dentro do hemisfério reservado à Espanha pelo Tratado de Tordesilhas, pois acrescenta que das Afortunadas a Gategara se encontravam 225° de longitude, no sentido de Oeste-Leste.

No capítulo segundo trata o problema de obter a diferença de longitude entre dois lugares por «ângulos de posição»; o método consistia em partir de um dos lugares, por determinado rumo, e saber, através do «regimento das léguas»<sup>97</sup> quanto havia de se navegar para o navio se afastar determinada distância do meridiano de partida. É claro que o regimento das léguas, possivelmente obtido

por processos gráficos, não podia ser aplicado para longas derrotas, já que a distância entre dois meridianos se ia encurtando ou alargando consoante se avançava ou decrescia em latitude. Santa Cruz refere este problema prático, depois de ter dado um exemplo da aplicação do processo; todavia, a essa dificuldade de fundo, juntava-se ainda a impossibilidade de manter o navio largo tempo a navegar em rumo constante. Devo acrescentar que esta solução não era nova, pois fora apresentada pelo cosmógrafo Jaime Ferrer para resolver o problema da demarcação do meridiano de Tordesilhas <sup>98</sup>.

No terceiro capítulo presta a sua atenção ao recurso dos eclipses do Sol e da Lua; reconhece que pelos primeiros a prática do processo seria de menor utilidade, pois os eclipses solares são bastante mais raros do que os lunares. Não é possível reconstituir todo o texto de Santa Cruz, já que faltava uma folha do manuscrito utilizado para a edição; embora apontando ser a diferença de latitudes entre dois lugares dada pela diferença entre as horas do início ou do final de um eclipse da Lua nesses lugares tomadas, verifica-se que o Autor não aprovava o processo para a náutica; ele exigiria que em cada navio seguissem astrónomos doutos, que as horas dos eclipses fossem previstas com grande precisão (o que estava longe de se verificar) e que os relógios em uso tivessem marcha regular (o que também não era o caso).

Deixo para o final o quarto capítulo, relacionado com o tratado de João Lisboa, e falarei agora do quinto processo apresentado. Atribuindo a ideia a Caboto, Santa Cruz faz depender a determinação de longitudes da variação diária da declinação do Sol. Movendo-se o Sol no zodíaco, é evidente que, se ao meio-dia de um determinado lugar, se pudesse medir a sua declinação e

compará-la depois com a declinação do astro tomada à mesma hora em um lugar de referência, da comparação podia teoricamente inferir-se a longitude, sabendo-se que (e uso a correspondência indicada pelo cosmógrafo) a cada 1' de variação da declinação corresponderiam 2',5 de longitude. Santa Cruz, porém, mostra ter perfeita consciência da impossibilidade de se aplicar tal processo; por um lado, nem chega a referir como poderia ser observada a declinação solar ao meio-dia com aproximação ao minuto de arco (impossível de se obter com os instrumentos da época); por outro lado, alude à necessidade de calcular tábuas absolutamente rigorosas das declinações solares para Sevilha (com recurso ao *Almagesto* de Ptolomeu), a fim de se saber a declinação para cada minuto de grau do zodíaco, tarefa que estava certamente fora do alcance do astrónomo mais competente.

No capítulo sexto o tratado dedica-se à determinação da coordenada geográfica em causa «por diversas maneiras de relógios». Santa Cruz fala de relógios de aço (com as suas cordas e mostrador); dos relógios de cordas de viola, que, por distorção, moviam certas rodas; dos relógios de areia, «muito meúda e muito seca»; dos relógios de mercúrio; e dos relógios de fogo. Todos sabemos quanto esta solução estava, naquela época, longe de ser exequível, dada a imperfeição de todos esses relógios; mas o Autor também o sabia, porque, embora reconhecendo «que esta maneira de dar a longitude parece a mais fácil de todas», nem por isso deixa de advertir que ela só seria aplicável com bons resultados «se o relógio que levassem pudesse ser certo e as horas uniformes e de matéria que nem no mar nem em terra pudesse receber alteração».

No capítulo imediato, explica como podiam ser aproveitadas para o fim em vista as distâncias angulares entre a Lua e certas estrelas mais cintilantes ou certos planetas. Atribui a ideia ao astrónomo e cosmógrafo Werner e preocupa-se com os possíveis erros resultantes da paralaxe lunar. O processo está correctamente exposto, mas seria inaplicável com bons resultados, mesmo no caso de observações terrestres, dado que o movimento da Lua (ou a «teoria da lua», como então se dizia) era ainda mal conhecido (e carecia de «ser emendado»).

Todos os restantes processos apresentados no *Libro de las Longitudines*, ou se baseiam na ideia desenvolvida no Capítulo VII, ou repetem pura e simplesmente o recurso às distâncias angulares à Lua. Este procedimento parece ter-se tornado uma obsessão do cosmógrafo, que chegou a elaborar para a sua aplicação um catálogo de estrelas de 1.<sup>a</sup>, 2.<sup>a</sup> e 3.<sup>a</sup> grandezas, infelizmente perdido.

Resta-me, portanto, voltar ao Capítulo IV, que passei em claro. Ora essa quarta maneira de determinar a longitude, apresentada no *Libro*, baseia-se na determinação da declinação magnética; e, muito embora incluía múltiplas dúvidas e vários erros de transcrição, é claramente o processo preconizado por João de Lisboa que Alonso de Santa Cruz tem em vista. Mas o autor não fala desse piloto português, nem dos outros homens (Pêro Anes e Mestre Diogo) que porventura o inspiraram. Ignorando completamente a história do falso processo, endossa a «invenção» ao seu compatriota Filipe Guillén, boticário de profissão, que teria vindo para Portugal em 1525, colocando-se ao serviço de D. João III. Ainda segundo Alonso de Santa Cruz, a actividade de Filipe Guillén em Portugal teria sido culminada por um êxito

assinálvel, o que parece inexacto, à luz das fontes portuguesas. Com efeito, segundo estas, o boticário espanhol chegou a Lisboa em 1519 (atestam-no as rimas jocosas que lhe dedicou Gil Vicente) <sup>99</sup>, e quis vender fraudulentamente o «seu» processo de determinação de longitudes ao rei D. Manuel, tendo sido desmascarado pelo «matemático» Simão Fernandes; daí resultou a prisão de Guillén, e a conseqüente perda da confiança real.

É certo que, decorrido algum tempo, teria sido posto em liberdade, emigrando para o Brasil e vindo mais tarde a conquistar a boa vontade de D. João III, como mostra documentação fidedigna divulgada por Frederico Edelweiss <sup>100</sup>. Todavia, os documentos publicados pelo falecido professor brasileiro, mais dificultam o esclarecimento do caso do boticário-cosmógrafo; sem aprofundar por agora o caso, até porque ele tem pouco interesse para o meu objectivo, direi que, se as informações de Santa Cruz se não harmonizam com as fontes portuguesas, tão pouco estão de acordo com os dizeres do mesmo Guillén na carta que dirigiu do Brasil ao Rei Piedoso em 1550; nessa carta não existe, de resto, a mínima referência ao malogrado processo que no IV Capítulo do *Libro de las Longitudes* se indica como meio de obter longitudes. Estes lapsos e confusões não são surpreendentes; Santa Cruz escreveu o seu texto vinte ou trinta anos após os acontecimentos, o que explica que tivesse deles apenas uma visão já deturpada.

Contudo, no Capítulo há outras falsidades. Na verdade, depois de várias considerações em que não me deterei, Santa Cruz afirma que, perante várias dúvidas que o assaltavam a respeito da aplicação do processo, se decidira em 1545 a vir a Portugal, a fim de se esclarecer sobre o caso; das diligências feitas em Lisboa limitar-me-

ei àquelas que ele diz ter feito junto de D. João de Castro; e esses contactos datam certamente dos primeiros meses daquele ano, já que Castro partiu para a Índia, como Governador, na armada que largou do Tejo em 28 de Março de 1545.

Resumidamente, eis o que o Cosmógrafo afirma a respeito dos encontros com o célebre navegador, político e guerreiro:

a) Castro possuía larga experiência de navegação, pois tinha ido à Índia muitas vezes; ora todos sabemos que, de facto, só lá fora uma vez, em 1538; estava a preparar-se para a segunda viagem, de que não regressaria;

b) Castro ter-lhe-ia cedido cópia dos seus roteiros: «dos quais livros me deu um traslado, com [promessa] que os não mostrasse a nenhuma pessoa de Portugal». Tenho este facto por incrível, conhecendo, como tenho razões para conhecer, o modo habitual de proceder do então governador da Índia: na verdade, se em sua opinião os roteiros que compilara não deviam ser divulgados (e nunca da sua correspondência ou do que escreveu para suas introduções tal transparece), decerto os não iria ceder a Santa Cruz, pessoa que conhecera há pouco; parece-nos também inverosímil que, ao entregar cópias dos manuscritos, fizesse a Santa Cruz uma recomendação inútil, pois não pedia ao seu interlocutor qualquer garantia de a respeitar;

c) Castro ter-lhe-ia ainda dito que, nas suas viagens, sempre levava o instrumento de Guillén, afirmação inteiramente falsa e que não pode ter sido feita pelo Governador, sempre correcto e sério em todos os actos da sua vida. Realmente, no *Roteiro de Lisboa a Goa* ele afirma estar a pôr em prática processos imaginados por Pedro Nunes e a utilizar instrumentos que lhe tinham

sido oferecidos pelo Infante D. Luís (irmão do Rei) e construídos pelo hábil artífice João Gonçalves <sup>101</sup>. Sobre Guillén nem uma palavra se encontra nos seus textos;

d) O Governador teria acrescentado que nunca no mar se pudera aproveitar desse instrumento; a afirmação está certa se se reporta ao instrumento de Guillén, que Castro nunca conheceu; mas é menos exacta a respeito do «instrumento de sombras» que ele levava para medir a declinação magnética; tendo Santa Cruz cópia dos roteiros, como diz, logo neles veria que Castro fizera algumas dezenas de medições a bordo dos navios que capitaneava;

e) ter-lhe-ia dito, por último, que no Cabo Guardafui, em Chaul e em Baçaim a agulha declinava 8°, 10° e 12° para nordeste, quando os textos de Castro dão 8°, 10° e 12,5° para *noroeste*.

Aparte este último caso, que se pode tratar de um mero lapso fácil de explicar (é corrente, nos manuscritos da época, confundirem-se as palavras *nordestear* e *noroestear*), que justificação encontrar para as outras afirmações menos verdadeiras assinaladas? Não serão acréscimos espúrios do copista a um texto original algo diferente?

Leva-me a fazer esta pergunta o facto de Alonso de Santa Cruz, ao contrário do que adiantou Luciano Pereira da Silva, não acreditar no rigor do processo que atribui a Guillén. Baseado (aqui sim!) em observações de D. João de Castro, embora com troca já assinalada no sentido do desvio da agulha, ele afirma textualmente o seguinte: «e no meridiano de Calecute e de Baçaim e Dabul, que está em 130 graus de longitude, onde [a agulha] havia de voltar a desnordestear meia quarta, e nordesteava quarta e meia; e no meridiano de Malaca, que está quase junto ao

meridiano verdadeiro, onde a agulha não havia de fazer diferença alguma, nordesteava quase duas quartas»; e conclui lapidarmente: «por maneira que (...) me abandonou de todo o pensamento de pensar que pela diferença que fazia a agulha de marear se pudesse saber a longitude...».

#### *5. D. João de Castro e o magnetismo terrestre*

Foi na viagem realizada de Lisboa para Goa, em 1538, que D. João de Castro pôde efectuar as primeiras suas muito importantes observações da declinação da bússola, recorrendo, como já disse, ao processo que lhe fora inculcado por Pedro Nunes (já acima descrito resumidamente) e a instrumentos preparados por um dos mais hábeis construtores portugueses desse tempo.

O texto do roteiro da viagem é, em grande parte, dedicado ao registo de 56 observações da declinação magnética e aos comentários pertinentes que o seu autor quase sempre lhes dedica; trata-se, portanto, do primeiro estudo experimental conhecido sobre o magnetismo terrestre, tão completo e cuidado quanto o permitiam as imperfeições da aparelhagem da época e as circunstâncias em que as observações eram feitas.

O primeiro reparo importante de Castro a tal respeito, foi registado poucos dias depois da sua partida de Lisboa. Sem ter conhecimento da variação secular da declinação, efectuou cuidadosas medidas da declinação da agulha nas proximidades das Canárias, concluindo que o desvio era de 5° 30' do plano do meridiano geográfico para nordeste, quando, «pela prática de muitos pilotos», se

aceitara até então que «neste lugar e *meridiano* feria o norte das suas agulhas o verdadeiro pólo do mundo».

É evidente que desde o tempo em que o primeiro piloto registara um desvio nulo até a época de Castro, as condições podiam ter-se alterado. Mas Castro estava indubitavelmente bem informado, pois, quando umas páginas adiante comenta o resultado por si obtido, lembra que o facto de Ptolomeu ter feito passar pelas Canárias o meridiano de referência para a contagem de longitudes, podia ter induzido em erro alguns navegadores, levando-os a pensar «que, na paragem destas ilhas, não variam as agulhas cousa alguma».

Não posso garantir que tenha sido esta a origem da fantástica lei de João de Lisboa, mas não há dúvida que Castro a põe em causa quando se refere ao *meridiano vero*. Iria aliás juntar mais argumentos no mesmo sentido. Com efeito, alguns dias mais tarde, e depois de ter reunido os resultados de dezassete meticolosas observações, ele voltaria ao problema, e agora já de um modo absolutamente categórico: «Destas operações fica claro — escreveu ele — que a variação que fazem as agulhas não é por diferença de meridianos, pois na cidade de Lisboa nordesteam 7 graus 1/2, e estando agora em seu meridiano <sup>102</sup> nordesteam 19 ou 20 graus».

Pois a despeito desta conclusão decisiva, que o Autor aliás reforça em outros lugares do texto, muitos pilotos continuaram a aceitar como certa a errada informação transmitida por João de Lisboa. Aleixo da Mota, por exemplo, diz-nos que no primeiro quartel do século XVII o erro ainda se continuava a propagar através de regimentos e roteiros, pois eles diziam que «a agulha multiplica [isto é: aumenta] a sua variação e a diminui

para leste e oeste, e pelo rumo de norte e sul não diminui nem multiplica»<sup>103</sup>.

Em todo o caso, há que fazer uma advertência a esta afirmação: muitos textos náuticos do século XVI continuariam a apresentar valores da declinação da agulha em vários lugares mais frequentados, mas com uma finalidade que nada tem a ver, de facto, com a ideia exposta por João de Lisboa. O caso merece que lhe dedique algumas palavras mais.

No mesmo *Roteiro de Lisboa a Goa*, e depois de ter chegado às conclusões que acima referi, Castro continuaria a medir repetidas vezes a declinação da agulha, considerando-a um dado relevante para definir ou corrigir as derrotas. Assim, por exemplo, ao procurar a explicação do ponto errado que os pilotos e ele mesmo levavam ao aproximarem-se de Goa, lembra que, embora ao chegarem ao Equador começassem «a dar abatimento à nau por causa do correr das águas e do que norestea a agulha», e assim tivessem corrigido a derrota, nem por isso tinham anulado todos os erros de singraduras anteriores.

Em outros textos são em grande número as alusões à declinação da bússola como dado de referência nas precauções a tomar para a escolha do rumo mais conveniente, ou para confirmação de que o navio se encontrava na rota certa. Trechos desse tipo encontram-se com bastante frequência no já citado roteiro do piloto Aleixo da Mota<sup>104</sup>, por exemplo. E que tais registos de declinações foram levados em consideração por alguns cartógrafos, mostra-o o único fragmento de que dispomos de um planisfério ou atlas de Luís Teixeira (c. 1585), com a representação da área do Pacífico: o cartógrafo traçou nele as linhas definidas pelos

hipotéticos pontos onde a agulha apresentava iguais declinações, tomadas de quarta em quarta, construindo assim o mais antigo esboço conhecido de uma carta de isogónicas. Como o fragmento representa uma área menos frequentada pelos navegadores portugueses, não se pode afirmar que Luís Teixeira tivesse passado à carta declinações que se encontrassem apontadas em alguns roteiros coevos. Do seu desenho regular pode até suspeitar-se, como um dia me observou argutamente Teixeira da Mota, que o traçado seja em grande parte teórico, tendo o cartógrafo procurado, pela regularidade, suprir a escassez de informações de que dispunha sobre a relativamente extensa área representada.

Do que fica dito parece ser correcto inferir que, depois de D. João de Castro não fazia mais sentido relacionar longitude com declinação magnética; mas esta passou a ser utilizada como *conhecença* valiosa para a localização da nau ou caravela, como também sustentava Teixeira da Mota. Os pilotos e os roteiristas talvez depositassem demasiada confiança nessa indicação, atitude aliás justificável por se não ter ainda reconhecido que a declinação da bússola variava com o tempo num dado lugar, do que parece só ter começado a haver suspeitas no último quartel do século XVI.

Experimentalmente — mas conduzindo-se já de modo crítico e «moderno» — D. João de Castro pôde colocar em causa, de modo irrefutável, o errado princípio da relação directa entre a longitude e a declinação magnética. Mas não foi só a esse resultado, bastante significativo para o seu tempo, que as suas observações o conduziram. Ele comportava-se, na verdade, como um experimentalista situado na aurora da Ciência que frutificaria com as suas raízes no século

XVI, como vou mostrar referindo duas importantes descobertas que lhe pertencem.

Devo desde logo advertir que Castro não só procedia com meticulosidade escrupulosa nas suas observações, como procurava sempre fazê-las nas melhores condições que podia, esperando por um mar calmo ou descendo em terra, se tal lhe era possível. Além disso, quase sempre, que tinha a oportunidade de o fazer, repetia as observações em um mesmo lugar ou em lugares próximos, usando vários instrumentos e em dias sucessivos, comparando em seguida os resultados a que chegara; foi assim que pôde encontrar as duas anomalias no comportamento da agulha de marear, a que acima aludi; e, o que é mais, apontar-lhes as causas.

Quando em 29 de Maio de 1538 navegava no Atlântico Sul, Castro registou pela primeira vez um valor da declinação magnética que não lhe pareceu correcto: nas operações da véspera inferira que a bússola nordesteava  $11^{\circ} 30'$  e nesse dia obtivera o ângulo de  $16^{\circ} 30'$ , que de imediato classifica de «impossível». A primeira explicação para o facto foi ele procurá-la a um «destempero» da agulha; na véspera mandara endireitá-la, e aí podia estar a causa do desarranjo. Mas logo no dia imediato havia de reconhecer que essa explicação não tinha fundamento, pois feitas quatro determinações de declinação elas apresentaram-se com valores concordantes e aceitáveis.

A 2 de Julho, porém, obteria novos resultados contraditórios: nas duas observações feitas nesta data resultaram declinações que diferiam de  $5^{\circ}$ , o que era evidentemente inaceitável, e o texto de novo classifica de impossível. Isto repetir-se-ia várias vezes, mantendo-se Castro atento às possíveis razões dos desacertos.

Mas só em 2 de Agosto, quando procedia às suas habituais operações com o «instrumento de sombras» (assim chamava à bússola dotada do estilete, como atrás ficou descrito) no porto de Moçambique, pôde encontrar a explicação satisfatória do caso. Começou por suspeitar que aquele instrumento em que lia os azimutes magnéticos do Sol, não se encontrava em condições; decidiu aferi-lo com várias agulhas; e encontrou estas tão «desconcertadas, que foi coisa espantosa, porque onde uma fazia o leste a outra mostrava o norte».

Castro decidiu-se então a rever com toda a minúcia as condições em que estava a trabalhar; ou, como ele mesmo escreveu: «Isto me teve muito suspenso, até que entendi a causa, que foi um berço [pequena peça de artilharia] que estava no mesmo lugar em que eu queria fazer as operações, o ferro do qual berço chamava a si as agulhas e as fazia desviar desta maneira».

D. João de Castro acabava de descobrir o fenómeno depois chamado «desvio da agulha», mais tarde redescoberto pelo francês Denis (1666); e logo atribuiu à mesma causa todas as observações inaceitáveis que registara anteriormente.

Outra particularidade de fenómenos magnéticos terrestres de que D. João de Castro foi certamente o primeiro observador a pressentir, veio depois a ser designada por «atração local». No dia 22 de Dezembro de 1538 o Autor regista no *Roteiro de Goa a Din* a sua surpresa pelo facto de ter observado uma diferença no comportamento da agulha em dois lugares relativamente próximos: a primeira determinação, resultante de três operações feitas em boas condições no Rio do Pagode de Baçaim, indicara que a agulha se desviava 10° 15' do Norte geográfico para Oeste; uma semana mais tarde, na

barra de Baçaim, apenas à distância de duas léguas da estação anterior, quatro operações realizadas indicaram que a agulha noroesteava 12° 30'.

Seguro, em virtude das condições em que tinha observado, de que a diferença não provinha de causas fortuitas, D. João de Castro conclui: «A isto não sei assinar outra causa salvo que, como quer que fiz estas considerações muito pegado com a terra, onde tinha por vizinho um penedo e penedia, já pode ser que estes penedos serem da espécie e natureza de magnete, ou a matéria e natureza deles ser ferrenha, e por esta causa atraírem para si o ferro da agulha, desviando [-o] do seu natural lugar».

A despeito destes valiosos resultados, que situam Castro como um verdadeiro experimentador, cumpre dizer que também na sua obra encara várias vezes o magnetismo terrestre com claras limitações. E nem surpreende que assim tivesse acontecido, porque não seria possível dar um salto brusco e descontínuo da Idade Média, de que vinha, para um século XVII. A tal respeito será bom lembrar aqui, e apenas como um exemplo entre os muitos que podiam ser apontados, que um Copérnico não conseguiu, por exemplo, libertar-se da ideia dominante dos movimentos circulares ou compostos de movimentos deste tipo.

Quando em Dezembro de 1538 se encontrava na barra de Baçaim, Castro decidiu-se a montar no seu «instrumento de sombras» uma agulha tirada de um relógio fabricado na Alemanha; a que viera de Lisboa com o «instrumento» desaparecera e não tinha até então encontrado qualquer outra que o satisfizesse. Depois de ter procedido à montagem com todo o cuidado, tomou nota do rumo que ela indicava; em seguida pediu ao

piloto que a magnetizasse por contacto com a «pedra de cevar», ficando bastante surpreendido quando, depois de a montar de novo, verificou que ela apontava o mesmo rumo. E porquê? Porque, em seu entender, as propriedades das pedras de magnetizar oriundas de lugares muito afastados deviam produzir na agulha efeitos diferentes: «Disto fiquei muito pensativo — comenta Castro relativamente àquele resultado para ele inesperado — porque o relógio donde tirei esta agulha foi feito na Alemanha, e lá havia de ser cevada a agulha com a sua pedra de magnete; ora a pedra com que ao presente a tocou o piloto de novo era desta costa da Índia, e sem embargo das regiões serem tão diferentes, a propriedade das pedras parece ser uma mesma».

Embora lhe custasse a aceitá-la, acaba por suspeitar da verdade, como o passo final do que escreveu bem mostra; mas o seu julgamento nem sempre foi tão realista, e os textos provam até que ele teve sérias dificuldades na interpretação de algumas das suas observações da declinação feitas na Índia. Por isso chegou a admitir que o ângulo de desvio acusado por uma agulha podia depender da origem dela; esta conclusão hipotética mas insólita seguiu-se à verificação de que num dado lugar as agulhas de várias bússolas usadas apontavam para rumos diferentes. Diz Castro, depois de registar essas diferenças de orientação: «Destas coisas se segue que as agulhas são diferentes entre si, variando umas mais do que outras, (...) de modo que cada instrumento tira [= aponta] para sua parte»; e acrescenta, perplexo: «Se isto nasce da pouca pontualidade dos nossos instrumentos, se doutra coisa que a Natureza tenha encerrada em sua oficina, solvat Apolob». Castro admite, portanto, que a causa das anomalias notadas fosse a pouca precisão na montagem

de alguns instrumentos utilizados; mas não se mostra muito seguro disso, de contrário não terminaria a frase com a expressão «que o resolva Apolo!», que só emprega nos seus roteiros quando de todo em todo não encontra explicação segura para os fenómenos observados <sup>105</sup>.

Contudo, o assunto não podia ficar logo encerrado para um homem persistente como Castro era. Continuou, portanto, com as suas observações, depois de ter verificado que os ferros de todas as suas agulhas (e chegou a usar doze!) estavam certos com a flor de liz ou Norte das respectivas rosas dos ventos. Todavia, repetindo-se as diferenças de comportamento, Castro já as não justifica por defeitos instrumentais, admitindo antes que o campo magnético terrestre poderia, em um mesmo lugar e ao mesmo tempo, produzir desvios diferentes em agulhas magnetizadas com diferentes pedras, e isto a despeito de experiência anterior com a agulha oriunda da Alemanha, lhe ter mostrado o contrário; estavam em causa três agulhas, e o piloto logo garantiu que a explicação inventada por Castro para os seus diferentes comportamentos não tinha consistência, porque todas elas tinham sido magnetizadas ao contacto com a mesma pedra. Fechada a porta a esta saída, Castro admite então que a diferença fosse causada pela natureza do aço com que tinham sido fabricadas; escreve assim: «... a variação que fazem as agulhas é causada da matéria do ferro, e não da natureza do magnete; e que segundo o ferro for mais ou menos aceiro, assim para inclinar a flor de liz para aquele lugar onde tem sua natural inclinação».

Claro que a explicação não satisfaz, mas era a única que restava a D. João de Castro depois de ter bem eliminado, pela garantia do piloto, que a origem das anomalias estivesse nas diferentes pedras usadas na

magnetização, e de se ter esquecido da possibilidade das discordâncias derivarem de imperfeições técnicas dos instrumentos, que ele chegara a aceitar como plausível; e isto era, de facto, tanto mais plausível quanto é certo que entre as várias bússolas usadas só duas se comportavam de modo diverso das outras.

O caso da análise dos fenómenos magnéticos naturais feitos por D. João de Castro mostra, e até mesmo nas suas ideias incorrectas, como nasceu a experiência, no sentido moderno da palavra. Ele não tinha certamente ideias muito firmes acerca desse então estranho fenómeno que se veio a chamar magnetismo terrestre. Mas graças ao modo metucioso e à aplicação com que se entregava às suas experiências, D. João de Castro pôde, apesar dos erros cometidos, descobrir duas propriedades importantes do fenómeno que estudava; e pôde também concluir que era falsa a relação de proporcionalidade entre a declinação magnética e a longitude. São êxitos de assinalar para quem se entregava à experimentação como pioneiro, sem se poder apoiar em exemplos ou normas anteriores.

## CONCLUSÃO

Sem a pretensão de esgotar um tema que merece análise cuidada, procurei neste livro mostrar como o desenvolvimento das navegações, a partir do século XV, exigiu, por um lado, a adopção de novas maneiras de navegar, e impôs, por outro, a necessidade de serem referenciadas todas as condições em que as viagens marítimas se faziam no Atlântico.

Esta última circunstância levou os navegadores à necessidade de uma observação cuidada de regime de ventos, de correntes e de outros fenómenos da Geografia Física, atitude que de imediato foi tomada em relação aos usos e costumes dos povos até então desconhecidos com que se estabelecia contacto, à nova fauna ou à nova flora das terras recém-descobertas, e até às novas estrelas do hemisfério Sul. No início do século XVI esta «observação» tinha já o sentido de «experiência» (muitas vezes com significado restrito de «prática»), reclamada de maneira pouco clara por um Duarte Pacheco Pereira, e até mesmo de modo incorrecto por um João de Lisboa; todavia, D. João de Castro, bem como Garcia de Orta, já podem ser apontados como homens que encaram a

experimentação num sentido mais próximo dos «modernos».

Quanto à técnica de navegar, reconheceu-se que ela reclamou a utilização de ciências tradicionais, tais como a Astronomia ou a Geometria (a interferência desta é sobretudo visível na construção naval, que não foi possível tratar aqui). Todavia, como os conhecimentos exigíveis para a náutica praticada podiam ser retirados dessas obras sem grandes dificuldades, tal arte de navegar não chegou a impulsionar o desenvolvimento da Astronomia, se bem que tenha contribuído para que se ampliasse o número de estrelas registadas nos catálogos celestes.

Sem dúvida que foi a primeira atitude consequente dos Descobrimentos (quer dizer, o desejo de «índagação» acerca de tudo o que os viajantes observavam e registavam) o elo que mais claramente relacionou os Descobrimentos com o desenvolvimento da Ciência; e os dois casos que de forma expressa indiquei (Castro, para o estudo do magnetismo terrestre; Orta, para o da flora medicinal) constituem, talvez, os mais claros expoentes dessa relação.

De qualquer modo, não pode deixar de se reconhecer que a amplitude dos Descobrimentos alterou o pensamento do mundo. Os relatos mais ou menos impressionantes das viagens corriam a Europa, eram avidamente lidos, alteravam os esquemas tradicionais de pensar. O Atlântico e o Índico, por exemplo, já não eram mares fechados, como ensinara Ptolomeu, apenas conhecido no Ocidente desde o início do século XV. E como paradigmas dos relatos aí temos a *Suma* de Tomé Pires e o *Livro* de Duarte Barbosa (ambos anteriores a 1520), que descrevem com rigor objectivo o mundo

oriental durante tantos anos envolvido em lendas fantásticas.

Neste movimento renovador do século XVI poderá porventura ser encontrado um dos alicerces donde viriam a desenvolver-se as primeiras tentativas da ciência moderna, que havia de irromper de maneira imparável a partir do início do século imediato.

Universidade de Coimbra.  
Agosto de 1982.

## NOTAS

<sup>1</sup> Utilizo a cuidada versão inglesa de G. W. B. Huntingford, *The Periplus of the Erythrean Sea*, London, 1980.

<sup>2</sup> O que não significa que entre os gregos, por exemplo, não fossem conhecidos os quatro rumos geográficos principais (Bóreas-N, Apeliote-E, Notos-S e Zéfiro-W) e colaterais (Tranmontana-NE, Euros-SE, Libonotos-SW e Kertios-SW).

<sup>3</sup> Ver *Journal de bord de Pytheas présenté et commenté par Ferdinand Lallemand*, Paris, 1956. De notar que este «jornal de bordo» foi reconstituído de citações de vários autores, em especial de Estrabão: o texto original é desconhecido.

<sup>4</sup> Luís de Albuquerque, *Curso de História da Náutica*, 2.<sup>a</sup> ed., Coimbra, 1972, pp. 9-10.

<sup>5</sup> Traduzido por Armando Cortesão, *História da Cartografia Portuguesa*, Vol. I, pp. 207-208, Coimbra, 1969.

<sup>6</sup> Editado por Bacchisio E. Motzo, Cagliari, 1947.

<sup>7</sup> Rulio y Lluch, *Documento per L'Historia de la Cultura Catalana Míg-Eval*, Vol. II, p. 395, Barcelona, 1928.

<sup>8</sup> *History of Portuguese Cartography*, Vol. I, pp. 223-232, Coimbra, 1969.

<sup>9</sup> *Periplus. An Essay on the Early History of Charts and Sailing Directions*, pp. 3-5, Stockholm, 1897.

<sup>10</sup> Rolando Laguarda Trias, *Estudos de Cartologia*, pp. 13-28, Madrid, 1981.

<sup>11</sup> «A Venetian nautical atlas of the late 15th century», in *Imago Mundi*, Vol. XIII, Stockholm.

<sup>12</sup> Ed. de Luís de Albuquerque, Coimbra, 1961. As referidas coordenadas encontram-se na tábua da pág. 64. A lista tem erros, como ficou apontado na introdução à edição do texto.

<sup>13</sup> *Introdução à História dos Descobrimentos*, 2.<sup>a</sup> ed., Coimbra, 1962, p. 219 (3.<sup>a</sup> edição no prelo).

<sup>14</sup> Florentino Perez Embid. *Los Descubrimientos en el Atlántico y la Rivalidad Castellano-Portuguesa hasta el Tratado de Tordesillas*, pp. 69-101, Sevilha, 1948.

<sup>15</sup> *História dos Descobrimentos Portugueses*, 1.<sup>a</sup> ed., pp. 75 e segs., Porto, 1943.

<sup>16</sup> *Mar, Além-Mar*. Vol. I, pp. 97-249, Lisboa, 1972. Este livro contém igualmente uma importante «Cronologia e Âmbito das Viagens Portuguesas de Descoberta na África Ocidental de 1445 a 1462», pp. 251-273.

<sup>17</sup> Azurara, *Crónica dos Feitos da Guiné*, ed. Dias Dinis, pp. 377-378, Lisboa, 1949.

<sup>18</sup> «Tratado que o Doutor Pero Nunes fez sobre certas dúvidas da navegação...», no *Tratado da Esfera*, in *Obras*, ed. Academia das Ciências de Lisboa, Vol. I, 1940, pp. 159 e segs.

<sup>19</sup> «Bartolomeu Dias e o Valor do Grau Terrestre», em *Actas do Congresso Internacional de História dos Descobrimentos*, Vol. II, pp. 299-309, Lisboa, 1961.

<sup>20</sup> Vid. Luís de Albuquerque, *Os Guias Náuticos de Munique e de Évora*, Lisboa, 1965, *passim*.

<sup>21</sup> Trata-se do Ms. 1184, que tem por título «Explanations in sphaeram Joannis de Sacrobosco, anno salutis 1587». O códice, além desse comentário, contém cópia de um texto de interesse astrológico.

<sup>22</sup> Luís de Albuquerque, «A Aula de Esfera no Colégio de Santo Antão no século XVIII», em *Estudos de História*, pp. 127-200, Vol. II, Coimbra, 1974. O texto contém um ensaio de catálogo das apostilas dos cursos feitos durante o século XVII nessa cadeira do Colégio; depois de publicado, outras apostilas (duas pelo menos) vieram ao meu conhecimento.

<sup>23</sup> Falo de *suposta* passagem meridiana porque os pilotos referenciavam a posição da Polar com as das Guardas da Ursa Menor; e pensavam medir a máxima ou mínima altura daquela estrela para uma orientação das Guardas que não correspondia *exactamente* à situação da Estrela no meridiano.

<sup>24</sup> *O Manuscrito de Valentim Fernandes*, ed. da Academia Portuguesa de História, p. 200, Lisboa, 1940.

<sup>25</sup> Mas devo lembrar que já na 1.<sup>a</sup> edição o livro incluíra tábuas de declinações solares, cujo cálculo, de resto, atribui a Gaspar Nicolas, compilador da primeira aritmética publicada em Portugal.

<sup>26</sup> Ed. fac-similada de Joaquim Bensaúde, p. 141, Genève, s/d.

<sup>27</sup> O texto dá deste modo de proceder dois exemplos, que noutro lugar estudámos.

<sup>28</sup> Ver obra citada na nota 19, p. 135, onde se reproduz a roda do guia. A do *Reportório dos Tempos* está figurada em Luís de Albuquerque, *Curso de História da Náutica*, 2.<sup>a</sup> ed., p. 68, Coimbra, 1972.

<sup>29</sup> António Barbosa, *Novos subsídios para a História da Ciência Náutica Portuguesa*, 2.<sup>a</sup> ed., pp. 125-130, Porto, 1948.

<sup>30</sup> O que não é rigorosamente exacto — e Pedro Nunes chamou a atenção para o facto; mas para as latitudes em que se praticavam as navegações as diferenças das constantes não tinham significado, sobretudo relativamente aos erros de observação em geral praticados.

<sup>31</sup> *Apud* Armando Cortesão, *História da Cartografia Portuguesa*, Vol. II, pp. 352-354, Coimbra, 1970.

<sup>32</sup> A. Cortesão e A. Teixeira da Mota, *Portugaliae Monumenta Cartographica*, Vol. II. Est. 205, Lisboa, 1960.

<sup>33</sup> Luís de Matos, *Um Livro de Marinbaria Inédito*, pp. 34-43, Lisboa, 1969.

<sup>34</sup> João de Lisboa *Livro de Marinbaria*, ed. Brito Rebelo, p. 41, Lisboa, 1904.

<sup>35</sup> *Le «Livro de Marinbaria» de Gaspar Moreira*, ed. de Léon Bourdon e Luís de Albuquerque, p. 17, Lisboa, 1977.

<sup>36</sup> *Regimento Náutico*, pp. 25v e segs., Lisboa, 1595.

<sup>37</sup> *Traet Vant Zee bonck houden of de Ronds Gebulte Pas-Kaert*, Amsterdam, 1597. Tratei da tradução portuguesa em *Duas Obras Inéditas do Padre Francisco da Costa*, pp. 53-54, Coimbra, 1970. Ver também Ernst Crone, *Une Traduction Portugaise Inédite de Adriaen Veen, Cartographe Hollandais*, Coimbra, 1967.

<sup>38</sup> De facto, o Ms. da versão portuguesa de Veen está anexo ao de um texto do professor jesuíta.

<sup>39</sup> Publicados por Quirino da Fonseca, *Diários da Navegação da Carreira da Índia nos anos de 1595, 1596, 1597, 1600 e 1603*, Lisboa, 1938, e por Humberto Leitão, *Viagens do Reino para a Índia e da Índia para o Reino (1608-1612)*, 3 vols., Lisboa, 1958.

<sup>40</sup> *Obras*, ed. Academia das Ciências de Lisboa, pp. 175 e segs., Lisboa, 1940.

<sup>41</sup> No *Almanaque* há, de facto, dados para os anos anteriores; mas 1473 é o «ano raiz» que nele se indica, sendo provável que a sua preparação date desse ano ou de qualquer ano pouco posterior.

<sup>42</sup> *Apud* Armando Cortesão, *História da Cartografia Portuguesa*, Vol. II, pp. 304-323, Coimbra, 1970.

<sup>43</sup> Francisco Leite de Faria e Avelino Teixeira da Mota, *Novidades Náuticas e Ultramarinas. Uma informação dada em Veneza em 1517*, Lisboa, 1977.

<sup>44</sup> Armando Cortesão, *História da Cartografia Portuguesa*, Vol. II, p. 96, Coimbra, 1970.

<sup>45</sup> E é-me particularmente grato fazer esta afirmação; ela mostra que no tratamento de questões científicas não me movem nem nunca me moveram o rancor ou a malevolência. O Professor Charles Verlinden levou a mal uma crítica que lhe fiz há mais de vinte anos; em 1978 aproveitou a oportunidade para analisar o que eu dissera, e fê-lo em termos pouco amistosos; não fiquei melindrado com isso; pelo contrário; tenho muito gosto em poder desta vez estar de acordo com ele.

<sup>46</sup> Armando Cortesão, ob. cit. na nota 43, Vol. II, pp. 174-183,

<sup>47</sup> *Quand commença la Cartographie Portugaise?*, Lisboa, 1979.

<sup>48</sup> Reproduzido nos *Monumenta Henricina*, tomo VIII, p. 107, Coimbra, 1967. O texto já antes fora transcrito por Silva Marques em *Descobrimientos Portugueses*. Vol. I, pp. 435-436, Lisboa, 1944.

<sup>49</sup> Ob. cit. na nota 43, Vol. II, pp. 210-223.

<sup>50</sup> *Uma carta portuguesa anónima de 'circa' 1471*, Lisboa, 1940. O estudo inclui uma boa reprodução colorida da carta.

<sup>51</sup> O. Victor, «A Portuguese Chart of 1492 by Jorge de Aguiar», in *Revista da Universidade de Coimbra*, Vol. XXIV, pp. 515-516, Coimbra, 1971; em hors-texte reproduz-se a carta a preto e branco.

<sup>52</sup> Aliás a carta apresenta duas escalas de latitudes, estando uma delas disposta obliquamente e junto à Terra Nova. Adiante terei oportunidade de me referir à razão desta segunda escala.

<sup>53</sup> No século XVII ainda muitos pilotos navegavam por rumos dados pela agulha; por isso erravam «tão desatinadamente», como escreveu Luiz Serrão Pimentel, *Prática da Arte de Navegar*, ed. Fontoura da Costa, p. 62, Lisboa, 1960.

<sup>54</sup> Sigo a versão publicada por Brito Rebelo no *Livro de Marinbaria... de João de Lisboa*, p. 20, Lisboa, 1903. O códice donde foi transcrito está hoje no Arquivo Nacional da Torre do Tombo, mas há outras cópias parciais do texto; tenho no prelo uma edição revista do «tratado».

<sup>55</sup> A descoberta do fenómeno da declinação da agulha tem sido por muitos autores atribuída a Colombo. O problema desta prioridade é tratado no último capítulo do presente livro.

<sup>56</sup> D. João de Castro, *Obras Completas*, ed. de A. Cortesão e L. de Albuquerque, Vol. I, pp. 198-207, Coimbra, 1968; veja-se também a nota D no final desse volume, pp. 289-291, em que me referi à «notação».

<sup>57</sup> *Ibidem*, Vol. III, pp. 41-45, Coimbra, 1976.

<sup>58</sup> Pedro Nunes, *Obras*, ed. Academia das Ciências de Lisboa, Vol. I, pp. 189-190, Lisboa, 1940.

<sup>59</sup> Sobre este tema importante ver Joaquim Barradas de Carvalho, *Portugal e as Origens do Pensamento Moderno*, pp. 112-113, Lisboa, 1981.

<sup>60</sup> A este respeito, e também sobre a posição de D. João de Castro, é hoje indispensável a leitura de R. Hooykaas, «Science in Manueline Style» in D. João de Castro. *Obras Completas*, ed. cit., Vol. IV, pp. 231-426, Coimbra, 1982.

<sup>61</sup> Não tenho a presunção de dizer aqui novidades, depois dos profundos e bem elaborados estudos que o malogrado amigo Joaquim Barradas de Carvalho dedicou a Duarte Pacheco, e que é indispensável reler. Todavia, as referências ao autor do *Esmeraldo* são necessárias ao esclarecimento das ideias que me propus expor.

<sup>62</sup> *Esmeraldo de situ orbis*, ed. da Academia de História, respectivamente pp. 27, 58, 75, 92, 145 e 150, 159 e 160, Lisboa, 1954.

<sup>63</sup> Luís de Albuquerque, *Estudos de História*, Vol. II, pp. 284-285, Coimbra, 1974. Mas a origem do texto é uma crítica publicada na «Seara Nova» a um livro de Barradas de Carvalho, que depois tratou exaustivamente o assunto.

<sup>64</sup> Ob. cit. na nota 59. pp. 110 e segs.

<sup>65</sup> *Ed. cit.*, p. 17.

<sup>66</sup> Eis o trecho: «e não é dúvida que em breve tempo os da Etiópia, quase bestas em semelhança humana, alienados do culto divino, dispam por tua indústria sua bestialidade...»; ver Luís de Albuquerque, *Os Guias Náuticos de Munique e Évora*, p. 186, Lisboa, 1965.

<sup>67</sup> Ed. Rico y Sinobas, Vol. II, p. 172, Madrid, 1867.

<sup>68</sup> *Ed. cit.*, pp. 19 e 21.

<sup>69</sup> *Ob. cit.*, p. 102.

<sup>70</sup> *Idem*, pp. 118 e 150.

<sup>71</sup> *Ibidem*, p. 99.

<sup>72</sup> É claro que os autores portugueses da nova vaga que tinham luzes humanísticas (e dou como exemplos os casos de Pedro Nunes e D. João de Castro), procuraram repetidas vezes radicar o que de novo se passava no seu tempo com os conhecimentos dos Antigos. A obra de R. Hooykaas, já antes citada, é a este respeito bastante exemplificativa e clara. Direi, no entanto, que para Nunes a navegação astronómica só tinha sido possível porque os clássicos cultivaram a Astronomia; e chamarei a atenção do leitor para o esforço constante de D. João de Castro, no *Roteiro do Mar Roxo*, para integrar os lugares visitados, durante a sua viagem até Suez, na toponímia de Cláudio Ptolomeu.

<sup>73</sup> *Ed. cit.*, pp. 20-21.

- <sup>74</sup> Ed. cit., pp. 14-15.
- <sup>75</sup> Heinz Balmer, *Beiträge zur Geschichte der Erkenntnis des Erdmagnetismus*, pp. 261-277, Aarau, 1956.
- <sup>76</sup> *Los Cuatro Viajes del Almirante*, pp. 20 e 25, Buenos Aires, 1946.
- <sup>77</sup> «Beiträge zur Geschichte der Kartographie und Nautik des 15. bis 17. Jahrhunderts», em *Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft zur München*, Vol. I, 1904. Cito pela separata.
- <sup>78</sup> Ver Fontoura da Costa, *Marinharia dos Descobrimentos*, 3.<sup>a</sup> ed., pp. 177 e 178, Lisboa, 1960.
- <sup>79</sup> William Gilbert recorre a medidas feitas por pilotos portugueses em *De Magnete* (Londres, 1600), como aliás declara no Capítulo XIII do Livro IV da Obra. Simon Stevin não alude à origem dos dados que utilizou quando trata da agulha no seu *De Havenwindig*, mas num quadro que publica regista valores de origem portuguesa (Ver a ed. de Ernst Crone, *The Principal... Works of...*, Vol. III, pp. 436-441, Amsterdam, 1961).
- <sup>80</sup> O Autor não quota a obra do Santo Agostinho com a referência ao caso; não nos foi possível identificá-la.
- <sup>81</sup> Luís de Albuquerque, *Dois Obras Inéditas do Pe. Francisco da Costa*, p. 180, Coimbra, 1970.
- <sup>82</sup> *Portugaliae Monumenta Cartographica*, Vol. I, Est. 5. Uma reprodução mais legível para a parte que nos interessa vem em Eric Axelson, *South-East Africa 1488-1530*, Londres, 1940.
- <sup>83</sup> *Obras Completas*, Vol. I, p. 198, Coimbra, 1968.
- <sup>84</sup> «Les cartes à l'échelle de latitudes auxiliaires», em *Communications de l'Académie de la Marine de Belgique*, Vol. XVI (1952), pp. 94-96.
- <sup>85</sup> *Actas*, Vol. II, pp. 198-199, Lisboa, 1960.
- <sup>86</sup> *Manuscrito de Valentim Fernandes*, ed. Academia Portuguesa de História, p. 14, Lisboa, 1940.
- <sup>87</sup> Extraio o texto do meu estudo *O 'Tratado da agulha de marear' de João de Lisboa*; reconstituição do texto seguida de uma tradução francesa, com anotações, no prelo.
- <sup>88</sup> Esta expressão será esclarecida mais adiante, p. 96.
- <sup>89</sup> *Obras*, Vol. I, p. 199, Lisboa, 1940.
- <sup>90</sup> Já noutro lugar fixei este limite em 1535, por ser esse o ano da edição do *Tratado del Sphera y del Arte de Marear*, de Francisco Faleiro, onde novos processos são apresentados (ed. facsimilar de Joaquim Bensaúde, pp. 82-86, Munique, 1915). Todavia, a obra de Faleiro estava pronta em 1532, pois são deste ano as licenças necessárias para a sua impressão.

<sup>91</sup> Omito qualquer referência a um outro processo apresentado por Francisco Faleiro, por ser um caso particular deste, em que tomavam as sombras do estilete ao nascer e ao pôr do Sol.

<sup>92</sup> *Obras*, ed. Academia das Ciências de Lisboa, Vol. I, p. 159 e segs., Lisboa, 1940.

<sup>93</sup> Conheciam-se, em todo o caso, vários processos astronómicos (por exemplo, o baseado nos eclipses da Lua), teoricamente correctos; a dificuldade residia, porém, na falta de relógios precisos (além de, para os processos baseados na Lua, de um conhecimento satisfatório do seu movimento em redor da Terra).

<sup>94</sup> *Obras Completas*, Vol. I, p. 128, Coimbra, 1968.

<sup>95</sup> Ed. de D. Fernando Blásquez y Delgado Aguilera, Sevilha, 1921.

<sup>96</sup> «Pedro Nunes espoliado por Afonso de Santa Cruz», em *Obras Completas*, Vol. III, pp. 161-184, Lisboa, 1946.

<sup>97</sup> O «regimento das léguas», descendente da «toleta de marteloio», indicava o número de léguas a navegar por qualquer das quartas de rumo entre Norte-Sul e Leste-Oeste, para a diferença de 1° de latitude entre o ponto de partida e o de chegada; além disso, fornecia também a distância (ou «afastar») deste último ponto ao meridiano inicial. O «regimento» é dado, em geral, por um conjunto de enunciados, mas também se conhece dele uma representação gráfica. Ver A. Cortesão, *História da Cartografia Portuguesa*, Vol. II, pp. 455-457, Coimbra, 1970.

<sup>98</sup> Ver Millás Vallicrosa, *Estudios sobre Historia de la Ciencia Española*, pp. 547-578, Barcelona, 1959; e Luís de Albuquerque, *O Tratado de Tordeasilbas e as Dificuldades Técnicas da sua Aplicação Rigorosa*, Coimbra, 1973.

<sup>99</sup> *Obras Completas*, ed. Marques Braga, Vol. I, pp. 197-200, Lisboa, s/d.

<sup>100</sup> «Filipe Guillén, um espanhol que não voltou à sua terra», em *Universitas*, Vol. I, (1968), pp. 47-57.

<sup>101</sup> *Obras Completas*, ed. cit., Vol. I, pp. 127 e *passim*, Coimbra, 1968.

<sup>102</sup> Antes deste passo Castro escrevera que pelo seu «ponto estimado» se encontrava em 1° para oeste do «meridiano que passa pelo Cabo de S. Vicente».

<sup>103</sup> Gabriel Pereira, *Roteiros Portugueses da Viagem de Lisboa à Índia*, p. 166, Lisboa, 1898.

<sup>104</sup> *Idem*, pp. 162-167.

<sup>105</sup> Em outros casos de perplexidade deixa o caso em suspenso, para depois o discutir em Lisboa com Pedro Nunes («fique a dúvida para o Doutor Pedro Nunes», escreveu por vezes).

## BIBLIOGRAFIA SELECCIONADA

- ALBUQUERQUE, Luís de — *Para a História da Ciência em Portugal*, Lisboa, 1973.
- ALBUQUERQUE, Luís de — *Curso de história da Náutica*, 2.<sup>a</sup> ed. Coimbra, 1972.
- BARBOSA, Duarte — *The Book of...*, ed. M.L. Dames, Londres, 1918.
- BROC, Noma — *La Géographie de la Renaissance (1420-1620)*, Paris, 1980 (a ler com reservas)
- CARVALHO, Joaquim Barradas de — *As Fontes do 'Esmeraldo de Situ Orbis'*, ed. da Imprensa Nacional — Casa da Moeda, Lisboa, 1980.
- CASTRO, D. João de — *Obras Completas*, 4 volumes, Coimbra, 1968-1982 (em especial o estudo de R. Hooykaas, «Science in Manueline Style», publicado no Volume IV).
- CORTESÃO, Armando — *História da Cartografia Portuguesa*, 2 volumes, Coimbra, 1968-1971.
- FICALHO, Conde de — *Garcia de Orta e o seu Tempo*, Lisboa, 1888.
- HOOYKAAS, R. — *Humanism and the Voyages of Discovery in 16th Century Portuguese Science and Letters*, Amsterdam, 1979.
- NUNES, Pedro — *Obras*, 4 volumes publicados, ed. Academia das Ciências de Lisboa, Lisboa, 1940-1960.
- ORTA, Garcia de — *Colóquios dos Simples e Drogas Mediciniais da Índia*, ed. facsimilada da Academia das Ciências de Lisboa, Lisboa, 1963.
- PEREIRA, Duarte Pacheco — *Esmeraldo de Situ Orbis*, ed. Academia Portuguesa de História, Lisboa, 1954.
- W.G.L. Randles — *De la Terre Plate au Globe Terrestre*, Paris, 1980.