



## O DESENVOLVIMENTO DA CARTOGRAFIA E DOS INSTRUMENTOS DE NAVEGAÇÃO NO CONTEXTO DAS VIAGENS DE DESCOBRIMENTO

THIAGO CARDOSO PAULO<sup>1</sup>

**RESUMO:** o presente trabalho tem como objetivos a análise do papel dos instrumentos náuticos e da cartografia não só no incremento das artes náuticas portuguesas, no contexto das Viagens de Descobrimento, bem como no próprio processo de construção do conhecimento da realidade geográfica. Os navegadores portugueses, envolvidos com a produção da literatura de viagens, preocuparam-se em estabelecer critérios para a construção do conhecimento dentro do âmbito aqui exposto, colocando questionamentos sobre a forma como os antigos trataram o conhecimento do mundo geográfico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Instrumentos náuticos; Cartografia; Viagens de Descobrimento; Critério do conhecimento; Conhecimento do mundo geográfico.

**ABSTRACT:** The present work aims to analyze the role of nautical instruments and cartography not only in the increase of Portuguese nautical arts, in the context of the Voyages of Discovery, as well as in the process of building knowledge of geographic reality itself. The Portuguese navigators involved in the production of travel literature were also concerned with establishing standard for the construction of knowledge within the scope exposed here, raising questions about the way in which the ancients treated knowledge of the geographic world.

**KEYWORDS:** Nautical instruments; Cartography; Voyages of Discovery; Knowledge standard; Knowledge of the geographic world.

### I. Introdução

À guisa de introdução, escolhemos como uma das teses apresentadas, a respeito das Viagens de Descobrimento, aquela que diz ser este evento uma grande oportunidade de expansão não só territorial por parte de Portugal e Espanha, no início da modernidade, mas também epistemológica a respeito da geografia do globo terrestre. Um dos grandes feitos dos chamados homens do mar foi trazer para a Europa, a novidade de um conjunto de povos, fauna, flora, massas continentais e mesmo de estrelas que nunca se poderia imaginar, nem mesmo nas

---

<sup>1</sup> Professor Docente I de Filosofia pela Fundação de Apoio a Escola Técnica (FAETEC). Doutor em Filosofia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). E-mail: thiagofaetec1@gmail.com. O autor deste artigo gostaria de agradecer ao prof. dr. Antonio Augusto Passos Videira pelas valiosas contribuições e orientações de pesquisa para a confecção deste trabalho.

especulações dos clássicos antigos sobre o que existiria no ‘além-mar’. Os navegadores, muitos deles iletrados, estiveram à frente desta empreitada que culminou numa nova forma de o homem ver-se no mundo e o próprio mundo. Debates<sup>2</sup> a respeito do estatuto antropológico e ontológico dos povos descobertos foram feitos desde então, bem como debates sobre o nível de confiabilidade dos escritos dos antigos, utilizados como referências a respeito da constituição da geografia do globo terrestre.

Todas estas novidades obrigaram a uma renovação na forma de conhecimento do mundo que se acreditava até então. O termo renovação aqui não deve ser levado em sentido absoluto, isto é, a partir da premissa de um movimento de ruptura plena com uma tradição de conhecimento. Renovar é, na verdade, considerando o modo como os próprios navegadores portugueses viam os antigos, corrigir por meio de acréscimo de informações ou mesmo substituições pontuais no conjunto de conhecimento sobre o mundo geográfico já conhecido e consagrado nos autores clássicos. Apesar da consciência que os homens do mar portugueses tinham da novidade do seu contato com estas novas configurações de realidade, a forma do seu conhecimento não mudou tão radicalmente. É preciso dizer que os Descobrimentos promoveram uma onda crítica aos antigos, mas não uma ruptura total. Um dos exemplos disso é a manutenção da estrutura cosmológica ainda geocêntrica, refutada por Copérnico e Galileu. Contudo, vemos neste evento um movimento de questionamento da autoridade dos clássicos que levou o aparato literário de viagens a fazer diversas correções e, de fato, tal atitude diante dos clássicos antigos culmina no enfraquecimento da dependência desta autoridade e uma maior confiança no testemunho do aparato sensorial, matéria-prima básica para a produção da literatura de viagens,<sup>3</sup> produzindo-se aí uma revolução geográfica, que tem como dois dos seus subprodutos, o redimensionamento do próprio homem e o modo de se fazer viagem. Essa renovação geográfica constitui-se na mudança da visão sobre o mundo, considerando,

---

<sup>2</sup> Como um dos exemplos de debate sobre o estatuto ontológico dos povos descobertos, o de Sepúlveda e De las Casas, mais especificamente, no que diz respeito a possibilidade de escravização dessa população, tendo como fundamento, a possibilidade de estes indivíduos serem considerados inferiores ontologicamente em relação aos próprios europeus.

<sup>3</sup> Por literatura de viagens entende-se por um conjunto de escritos produzidos por aqueles homens que estiveram envolvidos com o empreendimento das Viagens de Descobrimentos no início da Idade Moderna e que tinham por objetivos fundamentais, mandar para a Corte informações importantes sobre rotas comerciais mas também, registrar eventos diários seja em mar ou terra firme, considerando as novas terras descobertas e apresentar o modo pelo qual informações sobre a realidade geográfica deve ser extraída e consideradas dignas de certeza. Os estilos literários de viagens são diversos, como os diários de bordo, cosmografias, cartas náuticas e os roteiros. A realidade era a fonte de inspiração ao alcance do observador (ALBUQUERQUE, 1983, p. 36) e as letras registradas devem estar em profunda consonância com ela, não se permitindo muito a montagem de grandes esquemas abstratos que podem acabar por distorcê-la.

paulatinamente, os territórios descobertos quando mapas-múndi foram sendo desenvolvidos graças à evolução da própria cartografia no período das Viagens de Descobrimento.

Afirmamos anteriormente que o redimensionamento do homem pode ter ligação com esta renovação geográfica. Em que sentido falamos em tal coisa? No sentido de que pelo conhecimento constituído a partir dos dados sensoriais dessas novas configurações geográficas, o homem pôde explorar e modificar a natureza, ampliar a sua história através da construção de categorias ou novas classificações de espécies e de formações rochosas, baseadas na experiência direta, abrindo o caminho para o conhecimento mais efetivo da própria natureza, maior do que as especulações ou construções intelectuais e filosóficas que não estimularam a exploração ativa pelo homem. Neste contexto, o teórico, o artesão ou o técnico não constituem funções antagônicas, mas que possuem relações. O resultado dessa integração é uma ampliação da visão do homem e da natureza, bem como certa harmonia entre a atividade técnica e a atividade científica, contemplação e ação, a arte da fabricação dos instrumentos e a inserção de elementos matemáticos. As viagens portuguesas, no que diz respeito à missão de ampliar as fronteiras físicas da Europa abrindo as suas portas para um mundo desconhecido, mas que atraiu o fascínio daqueles que se envolveram nesta abertura, conseguiram reunir os diferentes segmentos da atividade humana: os navegadores, os construtores de embarcações e instrumentos náuticos e os matemáticos, astrônomos e cosmógrafos (BORNHEIN, 1998, P. 42).

A próxima seção deste trabalho pretende apresentar como os instrumentos náuticos, como a técnica cartográfica, bússola, astrolábio, relógio ou instrumento de sombras por exemplo, passaram por um processo de desenvolvimento a partir da valorização da experiência direta do espaço geográfico, critério basilar para a construção de um conjunto de dados que se constituem como saberes a respeito deste espaço, não se restringindo apenas à utilização prática daqueles que estiveram envolvidos nas viagens de descobrimento. Consequentemente, estes saberes acabaram por ampliar, completar ou corrigir os conhecimentos sobre o mundo geográfico postulado pelos antigos como Aristóteles, Pompônio Mela e Plínio. De forma não dominante, a matemática aparece como um dos elementos integrantes do desenvolvimento dos instrumentos náuticos dando o seu aspecto de precisão. Outros valores epistemológicos, como a meticulosidade, passam a ser empregados como desdobramento do estabelecimento do critério de conhecimento que aparece na literatura de viagens.

A seção III deste trabalho apresenta, além do conceito de conhecimento, a postura dos próprios homens do mar em relação à autoridade dos antigos, que não se baseia nem numa ruptura, nem num continuísmo ingênuo, mas no enfraquecimento da dependência dos autores

antigos. Essa noção de enfraquecimento se coaduna com a ideia de que a consciência da novidade demonstrada pelos navegadores-escritores portugueses não representa necessariamente uma constituição de um novo cosmos, mas a atitude de ampliação crítica e correção dos autores da antiguidade.

## **II. O desenvolvimento da cartografia e dos instrumentos náuticos com base no critério epistemológico da experiência direta**

Os Descobrimentos portugueses permitiram um movimento globalizador, no sentido da integração entre povos e plantéis da flora e fauna, que foram transportados de um território a outro. Este efeito globalizante das expansões marítimas ocorreu a partir das viagens de Gil Eanes (1395-?) que, em 1434, passou pelo Cabo Bojador. A passagem por este lugar representa a virada no imaginário das pessoas em relação às zonas oceânicas nunca navegadas: por meio das viagens de Eanes, vence-se o mito do mar tenebroso, cuja cartografia representava como composto por seres míticos como sereias e outros monstros fora o fato de se pensar na ideia de que o mar seria tão quente que a navegação fosse aí impossível de ser praticada. A partir daí, cada vez mais Portugal navegava a Costa Ocidental africana, culminando tanto com a chegada de Vasco da Gama à Índia, quanto no descobrimento do Brasil. É aí que reside a diferença entre as viagens de expansão e as viagens intercontinentais na antiguidade: enquanto que desde a antiguidade, as nações estavam preocupadas em apenas atingir os limites postos mesmo com o objetivo de alargar as suas influências, como é o caso de Alexandre o Grande e ainda no século XV, em seu início, com as navegações chinesas da dinastia Ming que atingiram a Tanzânia, os portugueses alargaram os limites entendidos como naturalmente, ou melhor, sobrenaturalmente postos. As navegações de Infante D. Henrique (1394-1460) e de Gil Eanes mostram a ruptura de fronteiras.

Dentro da flexibilização e ampliação do espaço, as grandes viagens marítimas dos séc. XV-XVI permitiram contatos globais nos âmbitos comerciais e culturais, desterritorialização e reterritorialização, no sentido da dissociação entre cultura e território. Isso representa a capacidade de o homem ter autonomia de locomoção e exploração neste mesmo espaço e conquistar em nome de uma superioridade civilizacional e mesmo autorização divina. Algumas das mentalidades começaram a aflorar: falamos anteriormente da própria valorização da experiência, enquanto critério de escrutínio crítico da opinião dos antigos sobre a dimensão da realidade geográfica. Passa-se, progressivamente, a constituir a experiência direta como o critério de verdade sobre as informações sobre os contornos dos litorais, sobre os regimes de ventos e sobre as configurações de flora e fauna e de povos antes desconhecidos e também a

noção de precisão como a tentativa de se dizer mais conforme possível à realidade, baseada na consideração da realidade por ela mesma e na confiança dos sentidos.

Como se pode verificar, a experiência individual e direta da realidade é componente fundamental na construção do conhecimento globalizante do mundo. Percebemos também que no evento das viagens de navegação há a recorrência à linguagem matemática, porém de forma incipiente e não generalizada, como um modo de se dizer com exatidão sobre a realidade geográfica apenas com figuras como Pedro Nunes (1502-1578)<sup>4</sup>. Em Duarte Pacheco Pereira (1460-1533), apenas como extensão da experiência direta, isto é, na indicação de coordenadas latitudinais, onde possa se achar ou comprovar tudo aquilo que é descrito baseado no aparato sensorial (mais especificamente pela visão) sobre aspectos geográficos e antropológicos (quando da descoberta e explicação sobre os novos povos). Podemos apontar que a integração entre indivíduos de diferentes áreas do conhecimento teórico e prático como os artesãos, cosmógrafos-matemáticos, permitiu o desenvolvimento da tecnologia da navegação. Como exemplos, citamos os casos de Pedro Nunes, com o seu  $\theta$  instrumento de sombras, cuja funcionalidade era discutida entre ele e D. João de Castro (1500-1548); a caravela, um tipo de barco de menor porte com a forma das suas velas de estilo triangular (chamada vela latina), resistente, ligeiro e rápido, ideal para percorrer longas distâncias, permitindo-lhe navegar com ventos desfavoráveis, bolinando, isto é, avançando no mar fazendo ziguezague; o desenvolvimento e aprimoramento de instrumentos náuticos como o astrolábio, instrumento naval antigo, usado para medir a altura dos astros acima do horizonte e para determinar a posição dos astros no céu, tendo sido usado, durante muito tempo, como instrumento para a navegação marítima e a bússola, o instrumento de navegação e orientação mais usado durante os descobrimentos. Esta “pequena caixa” de madeira era composta por uma agulha magnetizada colocada num plano horizontal e suspensa pelo seu centro de gravidade, que aponta sempre para o eixo norte-sul, ao seguir a direção do norte magnético da Terra, indicando-nos o Norte.

Ainda no que diz respeito à bússola, cabe fazer uma observação quanto ao fenômeno da declinação magnética, ou do magnetismo terrestre. Embora fosse conhecida a sua existência antes do século XVI, encontrando referências sobre este fenômeno nos diários das viagens de Colombo (primeira e terceira viagens), de forma privilegiada, muitos pilotos portugueses

---

<sup>4</sup> Desde a Antiguidade, o conhecimento matemático é visto como um dos exemplos de ciência verdadeira. Platão, no mito da linha dividida, coloca a geometria no plano do inteligível e, portanto, no âmbito da essência. No contexto das Viagens de Descobrimto, o uso da matemática se faz presente, de forma incipiente e mais efetiva com Pedro Nunes e D. João de Castro, para resolver tanto problemas ligados à arte náutica quanto à própria cartografia e na fabricação de instrumentos náuticos como o astrolábio. O resultado foi a emergência da consciência da necessidade de corrigir os antigos no que concerne à constituição geográfica do mundo.

buscavam determinar o valor das posições da agulha de marear e, posteriormente, dando-se conta de que esta mesma agulha era variável de lugar para lugar, inclusive tendo uma ideia da irregularidade da declinação à superfície dos mares. De acordo com ALBUQUERQUE (1983, p. 90), este dado serviu para Stevin e Gilbert mais tarde descreverem de forma precisa o magnetismo da Terra e tentarem explicá-lo, com base nas medidas feitas pelos pilotos portugueses para a agulha de marear.

Apesar de os náuticos portugueses terem realizado várias observações a respeito do fenômeno, o conhecimento sobre magnetismo terrestre, no século XVI, evoluíra lentamente, pois, dentro deste lento processo evolutivo, muitas imprecisões ainda estavam presentes, levando a erros teóricos. Mesmo que tais erros fossem limados, outras imprecisões e erros teóricos tomavam o seu lugar. Por exemplo: nesta época, acreditava-se que a proximidade com alimentos como o alho e a cebola, com pedras como o diamante e do sangue de animais como o cabrito, anulava as propriedades de uma pedra magnética. Há um ensinamento, no início do século XVII, proferido pelo Padre Francisco da Costa, no colégio Santo Antão de Lisboa, que nega algumas destas relações de influência. O critério para se concluir acerca da negativa é a da própria experiência direta *in loco*. Diz o padre (apud ALBUQUERQUE, 1983, p.91):

Quem tiver lido os autores antigos e ainda em Santo Agostinho, achará que muitos deles dizem que quatro coisas tiram a virtude da pedra de cevar (magnética), deixando-a de tal sorte que não se pode atrair a si o ferro e, se o tem atraído, lho fazem largar, a saber: o 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 por outra.

Identificamos com a citação duas posturas: a) o interesse dos portugueses não apenas na constatação do fenômeno do magnetismo, mas sobre o seu funcionamento e possíveis relações de influência entre a pedra magnética e outros objetos da realidade; b) assim como os gregos, o fato de só negar ou afirmar a respeito de uma teoria depois de submeter os fatos à experiência. Além disso e, como falamos também a respeito de Garcia da Orta, Francisco da Costa não afirma nada de forma antecipada a não ser por meio de provas. É a experiência direta quem produz as provas necessárias para se sustentar qualquer afirmação ou negação acerca do conhecimento dos fenômenos da realidade. A descoberta grega da pedra magnética, capaz de repelir ou atrair objetos de ferro, deu origem ao estudo do magnetismo. Aplicado às navegações, não se conseguia localizar um navio no mar pelas duas coordenadas, a latitude e a longitude; a determinação desta exigia um relógio a bordo que indicasse a hora exata no meridiano de referência e a determinação astronômica da longitude dava erros inaceitáveis. Durante a viagem

até à Índia, D. João de Castro levou a cabo um conjunto de experiências por meio dos quais conseguiu detectar fenómenos, nomeadamente relacionados com o magnetismo e com as agulhas magnéticas a bordo. Supõe-se que devia esses conhecimentos a Pedro Nunes, naturalmente o direto inspirador de todas as observações que realizou nas suas viagens. Quando em 5 de agosto de 1538, D. João de Castro decidiu determinar a latitude de Moçambique, encontrou a causa que ditava o “espantoso desconcerto” das agulhas: notou o desvio da agulha, descobrindo-o 128 anos antes de Guillaume Dennis (1666), de Nieppe, o qual é registado na História da Navegação como se fosse o primeiro a conhecer esse fenómeno. A sua observação nas proximidades de Baçaim, em 22 de dezembro de 1538, de um fenómeno magnético, pelo qual se verificavam variações da agulha devido à proximidade de certos rochedos, confirmadas quatro séculos mais tarde, foi denominado atração local. D. João de Castro refutou a teoria de que a variação da declinação magnética não se fazia por meridianos geográficos. As suas observações são o mais importante registo de valores da declinação magnética no Atlântico e no Índico, no século XVI, e úteis para o estudo do magnetismo terrestre.

O conhecimento da declinação magnética, portanto, ficou conhecido mais plenamente entre os navegadores portugueses no período dos Quinhentos. A grande prova disso é a da nomeação Cabo das Agulhas, localizada no extremo sul da África, para o lugar onde não existe, segundo o conhecimento sobre o fenómeno dos navegadores de quinhentos, variação das agulhas de marear. No planisfério de Cantino, de 1502, aparece já o nome deste lugar. Muito provavelmente, antes do desenho do mapa, a partir de 1488, navegadores da armada de Bartolomeu Dias, Vasco da Gama e Pedro Álvares Cabral, passaram por este lugar e, por experiência, observaram tal fato. De acordo com D. João de Castro, o nome do lugar que aparece no mapa supracitado é resultado da observação deste fenómeno. Assim, ele diz: “este cabo das Agulhas é o lugar onde os pilotos tem por máxima que as suas agulhas não variam coisa alguma; e daqui veio chamarem a este promontório das Agulhas”.<sup>5</sup>

A própria cartografia portuguesa de quinhentos apresenta conhecimento da declinação magnética para a confecção dos mapas. Pedro Reinel (1462-1542), cartógrafo português, apresenta uma carta náutica (1504) que contém uma escala oblíqua de latitudes na circunscrição da Terra Nova. Esta escala de latitudes pressupõe conhecimento de declinação magnética da bússola. Por esta carta, os pilotos devem se guiar quando navegassem pelas terras descobertas. Este é mais um exemplo de que os portugueses tinham conhecimento do funcionamento de tal fenómeno, tendo como base a experiência direta.

---

<sup>5</sup> A este respeito cf. CASTRO, D. João. Roteiro de Lisboa a Goa. Apud ALBUQUERQUE, 1992, p. 92.

Podemos citar a meticulosidade como uma das posturas que também manifestaram-se no contexto das grandes viagens, considerando a combinação entre a mentalidade matemática incipiente dos marinheiros da época – que especificamente quer dizer que a matemática não era a base da produção literária dos Descobrimentos, sendo utilizada progressivamente e de maneira não generalizada - e a valorização da experiência direta na produção e desenvolvimento dos instrumentos náuticos para a resolução de problemas ligados à navegação, como o cálculo de latitudes ou da altura do Sol em relação a embarcação em alto-mar. Pensando no exemplo de D. João de Castro, a meticulosidade está vinculada ao planejamento e preparo da ocasião ou o ambiente adequado para o uso dos instrumentos de medidas de modo que tais não apresentem para o piloto ou o navegador que os utiliza um resultado diferente daquilo que é observado diretamente. Castro entendia que o ambiente e suas variações podem interferir no uso dos instrumentos e, conseqüentemente, na obtenção dos seus resultados finais. Também faz parte a comparação de medidas ou informações produzidas entre D. João de Castro e os seus pilotos e alguns marinheiros com conhecimento mínimo de matemática. Há uma passagem do próprio D. João de Castro em que estes elementos são apresentados:

Porque muitas vezes eu faço menção à altitude tomada por muitas pessoas, e espero fazer mais tarde, já pode ser que aqueles que leem este Roteiro, encontram a diferença considerável entre umas altitudes e outras (anotações ou marcações de altitudes) possam pensar que esta diversidade viria de tabelas de diferentes declinações, ou dos erros de cálculos; portanto eu sempre farei menção as altitudes que eles tomam do sol no horizonte, e assim declarar que todas as altitudes escritas aqui, será feita usando o livro e tabelas de declinações do doutor Pedro Nunes, de modo que a diferença terá origem ou no julgamento de cada pessoa ou no defeito dos astrolábios. (ALMEIDA, 2009, P.90)

A passagem mostra a postura cuidadosa de D. João de Castro com relação ao uso das tabelas solares que seguem as de Pedro Nunes, e o preparo do ambiente e dos indivíduos mesmos para a utilização dos instrumentos e anotação das medidas, levando em consideração a possibilidade de defeito dos instrumentos. Aí o contato com Pedro Nunes se faz fundamental: o matemático português é o idealizador das tabelas e instrumentos de medidas da altitude solar, no caso o instrumento de sombras e D. João de Castro o seu executor. Castro procurava remeter a Pedro Nunes as possíveis falhas de funcionamento dos instrumentos, a partir do momento em que se constatavam medidas discrepantes entre as do próprio D. João de Castro e as do piloto. Todo o cuidado se faz necessário por conta dessas suas posturas meticolosa e rigorosa,

aprendidas no contato com os antigos<sup>6</sup>, no trato dos fenômenos ocorridos no oceano e cálculos das altitudes em alto-mar. Isso foi importante para o desenvolvimento das técnicas de navegação portuguesas.

Os cartógrafos portugueses exerceram importância fundamental na ampliação do conhecimento do mundo, no século XVI. Diz-se ampliação porque a visão de mundo ptolomaica (geográfica) era a base de referência para qualquer representação de mundo mesmo com cartas que se baseassem na experiência dos navegadores e em relatos de viagens que corrigiam certos contornos. As cartas-portulanos<sup>7</sup> eram úteis para indicar os principais acidentes das costas, baseando-se numa navegação à estima. Esses portulanos representavam o limite do Mediterrâneo, do Mar Negro até à Península Ibérica, e até, por vezes, as ilhas Britânicas e parte do norte da Europa. Além disso, os portulanos eram incompletos: apenas apresentavam feixe de linhas retas. Mas não ajudavam os pilotos ou navegadores que não avistassem ao longe terras ou ilhas como pontos de referência.

A partir de D. Henrique, a cartografia passa por um processo evolutivo: o infante buscou cartógrafos e cosmógrafos, alguns provenientes de Gênova e Mallorca, a partir de 1415, para o reconhecimento das costas africanas (que eram na sua época conhecidas). Dentre eles estaria Jaime de Mallorca (nascimento: ? – Morte: ?)<sup>8</sup>, em 1420, que provavelmente ensinou a fazer cartas de marear aos portugueses por causa da necessidade que estes sentiram em atualizar os mapas conhecidos à medida que iam avançando na exploração do Atlântico, completando os registros cartográficos que podiam adquirir no Mediterrâneo. Pedro Reinel foi autor de uma das chamadas cartas hidrográficas, provavelmente utilizadas pelos navegadores. Tal carta representa as ilhas Britânicas, o Atlântico com os arquipélagos, as costas da Europa, a bacia

---

<sup>6</sup> Em sua infância e juventude, D. João de Castro fora conduzido através da mais primorosa educação fidalga por mão de hábeis mestres. Depois fora discípulo do profundo matemático Pedro Nunes, o homem mais abalizado em ciências naqueles tempos. Entre estes dois homens, que tão grande culto renderam à ciência e às letras, habituou-se à familiaridade proveitosa dos bons livros, e dos grandes exemplos clássicos, aprendidos na lição dos autores gregos e romanos.

<sup>7</sup> Um portulano (do latim "portus", porto), ou portolano, é uma antiga carta náutica Europeia, datada do século XIII ou posterior, que tinha a função de fornecer direções e distâncias aproximadas entre os principais portos europeus e africanos. Os primeiros portulanos foram confeccionados nas cidades de Gênova e Pisa, sendo o exemplar mais antigo que se conhece, datado de 1296. Estes primitivos mapas eram manuscritos em pergaminho. Não dispunham de um sistema de coordenadas geográficas (latitude e longitude), mas sim de retas direcionais (linhas loxodrómicas ou de rumo) que se entrecruzavam com outras linhas. Assim, estas cartas eram usadas para uma navegação não muito longe da costa.

<sup>8</sup> Duarte Pacheco Pereira afirma que D. Henrique convidou um tal Jaime de Mallorca para Portugal para ensinar aos portugueses cartografia. Nas palavras de Antônio Costa Canvas: “a crer nas palavras de Pacheco Pereira, e não existem razões para que não acreditemos, realmente existiu um Mestre Jaime, cartógrafo, oriundo da ilha de Maiorca, que teria estado ao serviço do Infante para transmitir os seus conhecimentos na arte da cartografia. E esta arte encontrava-se bastante desenvolvida em todo o Mediterrâneo, portanto esse mestre teria transmitido aos Portugueses os mais avançados conhecimentos que na época se conheciam sobre o assunto.” (Fonte: <http://cvc.instituto-camoes.pt/cartografia-e-cartografos/maiorca-jaime-de-dpl.html#.W0-mubpILIU>)

Mediterrânica, a Península Ibérica e as costas da África até o Congo. Provavelmente esta carta foi confeccionada entre 1484 e 1487 e seria a primeira carta que representa as costas da África para além do Equador até o rio Zaire. O norte é indicado pelo formato da ponta de uma planta flor-de-lis e essa marcação, foi utilizada por todos os cartógrafos desde então. Também os mapas poderiam ser atualizados, isto é, a partir de um mapa padrão, os navegadores iam acrescentando as terras descobertas e entreguesou na chamada Casa da Guiné, ou na casa da Mina, rumo a Lisboa, demonstrando o caráter de flexibilidade do próprio conhecimento.

Esta carta, conforme atualizada, passou a ter riqueza toponímia, que passou a ser o critério de toda carta. Com isso, Portugal tornou-se o lugar privilegiado de conhecimento geográfico. Com mais fidelidade à realidade, cartógrafos como Pedro Reinel (que já citamos antes) e também Jorge Reinel, de quem se conseguiu preservar dez cartas, em 1510, desenharam não só os contornos do Mediterrâneo, mas também os do Oceano Índico. Entre 1517-1522, desenharam uma carta do Hemisfério Sul e também um planisfério; e em 1535 uma carta do Atlântico.

Em 1504, aparecera uma carta hidrográfica com a graduação do meridiano, baseado na prática da navegação astronômica, novo estilo de navegação frente à navegação a estima, na qual é utilizada a relação distância-altura, a partir da Estrela Polar, estrela alfa da Ursa Menor que seria a mais próxima do Polo Norte dentre todas as estrelas visíveis, muito utilizada por navegantes que navegavam nos mares norte europeus. A novidade desta carta está em levar em consideração pela primeira vez a declinação magnética, bem como a indicação de escala de léguas em altura. Tal carta é resultado de duas grandes representações: a de 1502 (expedição de Miguel Corte Real), que contém as costas do Mediterrâneo central e ocidental, a Europa, o noroeste da África e a Terra Nova; e a de 1503, em que havia uma expedição a procura do próprio Pedro Reinel e irmão. Feita em 1502, o planisfério de Cantino representava o mundo conhecido na época, com atualizações de lugares descobertos e descritos entre 1501-1502. Concebida a partir de dois sistemas de rosas dos ventos de trinta e duas divisões. Além das escalas de léguas estão indicados o equador, os trópicos de câncer e capricórnio e a linha do Tratado de Tordesilhas. Mesmo fora de Portugal, os cartógrafos portugueses foram importantes: é o caso de Diogo Ribeiro (? – 1533) que, contratado pela Coroa espanhola, entre 1525 e 1529, desenhara alguns planisférios nos quais aparecem representados a costa oriental da América do Norte, entre a Flórida e Nova Escócia, e coloca corretamente o Mediterrâneo onde um dos paralelos (tecnicamente chamado de 36N) atravessa o estreito de Gibraltar, passa pelo norte do Chipre ao invés de passar pelo norte de Alexandria, como era visualizada nas cartas anteriores.

Fornecera cartas e instrumentos náuticos para a frota de Fernão de Magalhães, por ocasião da primeira viagem de circum-navegação que não fora concluída por este último, morto nas Filipinas.

As cartas produzidas pelos cartógrafos serviam a um duplo objetivo: eram informativas, isto é, destinadas aos reis, aos príncipes e aos nobres sobre as localizações e rotas comerciais importantes; e possuíam, também, uma utilidade prática imediata, isto é, destinada aos navegadores. A partir desses objetivos, podemos interpretar que o conhecimento geográfico representado pelas cartas de marear ou cartas hidrográficas era atualizado por ampliação, conforme os navegadores descobriam ou achavam novas terras e rotas. Ampliação porque a visão de mundo geográfico antigo, representado por Aristóteles, Plínio, por exemplo, não fora suprimida ou sofrera uma ruptura. Mas recebera acréscimos das informações trazidas pelos navegadores e este é o sentido do conceito de novidade aplicada aos Descobrimentos. Isso sugere que a experiência direta teria um valor fundamental no processo ampliativo das informações posto que é por meio dela que os lugares míticos iam cedendo aos lugares observados pela visão. A partir de D. Henrique, a cartografia ganhara contornos mais realísticos na medida em que a experiência como critério de conhecimento seguro sobre o espaço geográfico ganhara força entre os homens práticos como os próprios Duarte Pacheco Pereira e D. João de Castro. Por sua vez, o conhecimento aprofundado das terras recém-descobertas dependeu da integração de fatores como o desenvolvimento do aparato tecnológico de navegação, que culminou com a caravela e a nau, a presença de um escrivão que anotava as particularidades das terras descobertas bem como a utilização de intérpretes (de línguas).

Muitos cartógrafos não estiveram “presos” às salas da corte ou nos armazéns da Guiné, por exemplo, para reproduzir ou desenhar cartas. Eles também participaram das viagens diretamente. Esses cartógrafos tinham não só que fornecer aos navegadores as cartas, mas também utilizar-se de instrumentos como as agulhas magnéticas (mais tarde bússolas), quadrantes, astrolábios, balhastilhas, tábuas de cálculo das latitudes, indicando a busca pela precisão e descrição mais objetiva possível do espaço geográfico. Muitos faziam viagens na qualidade de piloto ou de capitão de nau, como no caso do próprio D. João de Castro que, entre 1538 e 1541, viajou pelo Oriente.

D. João de Castro faz três relatos ilustrados com gravuras mostrando a costa, tanto em plano quanto em relevo, o que nunca havia sido visto antes. Nestes relevos foram representados

os recifes e bancos de areia na entrada dos portos<sup>9</sup>. Foram as seguintes viagens alvos dos relatos: a de Lisboa a Goa, em 1538, de Goa a Diu, em 1539, e de Goa para o Mar Vermelho em 1540. Essa sua descrição do Mar Vermelho é uma correção dos erros de outras representações cartográficas. Nas suas observações feitas à bordo sobre as costas e bancos de areia, percebera o desvio da agulha magnética quando o barco ancorava. E distingue o desvio da declinação, que seria o ângulo formado pela bússola com o meridiano local.

Na primeira metade do século XVI, os cartógrafos portugueses buscaram definir os contornos, aperfeiçoar os traçados, tentaram situar no seu lugar exato as regiões, utilizando-se das cartas dos navegadores, relatos de escrivães ou mesmo da sua experiência pessoal. Esse período representa o apogeu da cartografia portuguesa. Outros cartógrafos de outros países, sobretudo os do norte da Europa, utilizavam dos mapas e cartas portuguesas e mesmo copiavam. O que atraía esses outros cartógrafos para essas obras portuguesas era exatamente o fato de a cartografia portuguesa produzir os seus trabalhos a partir do rigor na localização dos lugares, o realismo dos mesmos e a nitidez dos traçados feitos. Podemos dizer que os portugueses produziram trabalhos cartográficos em alto nível até o século XVII (ALBUQUERQUE, 1992, P. 75). Com isso, Portugal tornou-se o pioneiro do conhecimento geográfico, da elaboração e desenho das cartas. A própria técnica de produção cartográfica passa por uma evolução quanto à sua confecção, considerando que o século XV seja o marco fundamental para a cartografia portuguesa.

### **III. A noção de conhecimento desenvolvido no contexto das Viagens de Descobrimientos e o enfraquecimento da dependência da autoridade dos antigos como seu principal desdobramento**

Esta seção pretende descrever o desenvolvimento da cartografia em combinação com o critério de conhecimento dominante no período das Grandes Viagens que é o da experiência direta, bem como os reflexos dessa relação sobre a construção da ciência moderna e na relação entre estes que estiveram envolvidos com as viagens de navegação e a tradição. A combinação entre experiência e cartografia favoreceu a adoção da objetividade e precisão no processamento das informações a respeito dos lugares navegados e que eram enviadas à corte. É importante ressaltar que isso estimulou Portugal a realizar a chamada política de sigilo, que tinha como objetivo primordial salvar todas as informações, consideradas importantíssimas, contidas

---

<sup>9</sup> Estas gravuras que acompanham o conjunto de roteiros escritos por D. João de Castro podem ser encontradas em: <http://cvc.instituto-camoes.pt/ciencia/p30.html>, 2003.

nessas cartas, muito embora também tenha abarcado obras das literaturas de viagens como os livros de cosmografia e marinharia, de Duarte Pacheco (Esmeraldo de Situ Orbis).

Com isso, conseguiu-se o controle das rotas comerciais, dos espaços de circulação e comunicação, levando à globalização e ao alargamento de fronteiras, como vimos nas linhas acima. Mas, como os navegadores portugueses galgaram para Portugal este patamar?

Dissemos que a experiência empírica direta é a base dos conhecimentos cartográficos, geográficos e de tecnologia da navegação. Mas esta noção de experiência, que está presente entre os navegadores e que aparece na literatura de viagens, não foi desenvolvida dentro do ambiente acadêmico. Os náuticos das primeiras descobertas não foram preparados teoricamente por sábios acadêmicos. As aquisições da marinharia das grandes viagens não tiveram um elemento antecipador, no sentido da preparação teórica prévia, mas são necessariamente decorrentes das navegações atlânticas e, por isso, das necessidades impostas por estas novas experiências, no momento que se apresentam condições como por exemplo, o regime de ventos, navegação em alto mar, correntes marítimas até então desconhecidas dos europeus que dominavam as rotas mediterrânicas e as do Norte.

Por isso, no início do movimento expansionista, não é possível estabelecer uma ligação intrínseca entre os náuticos que participaram das expansões e acadêmicos que se dedicavam aos estudos de astronomia, matemática e cosmografia teórica. Esse movimento é mais perceptível a partir de Pedro Nunes, no seu contato com D. João de Castro. Pedro Nunes exerceu os cargos de cosmógrafo e cosmógrafo-mor, funções próprias de um teórico. Dedicava-se à matemática e aos estudos de astronomia. Idealizou instrumentos de navegação como o instrumento de sombras. Ele sempre recebia informações de D. João de Castro a respeito da funcionalidade dos instrumentos que em certas ocasiões, não apresentavam o funcionamento esperado. Não se tem outros registros de relações neste nível. Mesmo assim, foi o período em que a experiência ganha papel central, resultado da prática de navegação astronômica. Isso não significa, portanto, que os teóricos estivessem alheios às questões envolvendo a arte de navegar. Em algumas ocasiões, os teóricos foram convocados para contribuir para a resolução de problemas práticos relativos à orientação astronômica. Nos tempos de D. João II, Abraão Zacuto (1450-1522) auxiliara na resolução de problemas ocorridos no Atlântico Sul e a progressão ao longo da costa Ocidental africana, na direção do Cabo da Boa Esperança. Porém os conhecimentos ocasionalmente produzidos pelos teóricos não foram diretamente incorporados pelos náuticos, por meio de escola de formação, o que começará a ocorrer posteriormente, mais precisamente a partir das sugestões do Regimento do Cosmógrafo-mor de Pedro Nunes de 1592.

Por tal regimento, as aulas não seriam obrigatórias para os pilotos, dependendo apenas das suas disponibilidades diárias. As aulas oferecidas aos pilotos em Portugal a partir de 1592 não tinham um caráter de curso contínuo, cujo aproveitamento dependeria da frequência regular dos pilotos às aulas. Em todo o caso, a iniciativa destas aulas foi motivada pela constatação das deficiências presentes na prática da navegação, responsáveis por naufrágios dramáticos e não raros nos tempos em que a superioridade marítima portuguesa fora posta à prova por potências marítimas poderosas como Inglaterra e Holanda, mais do que pela intenção de uma institucionalização proposital do ensino náutico (POLÓNIA, 2005, P.11). Daí se dizer que os avanços ocorridos do ponto de vista da arte náutica, acrescidos à prática da navegação astronômica não vieram, portanto, das teorias e de literatura científica tradicional e inédita, mas de rudimentos de saber astronômico que já se conhecia antes, desde a Idade Média.

Aquilo que seria mais original estaria, portanto, no âmbito mesmo das aquisições empíricas, como anteriormente demonstrado. Tal revolução, dentro da náutica, foi alcançada pelos homens práticos e não pelos acadêmicos, embora tenham sido convocados pontualmente para dar as suas contribuições. Tal revolução não foi definida nos bancos das escolas, seja Sagres, Coimbra ou Lisboa. Mas na ascensão da experiência como prática e confiança nos sentidos, principalmente o da visão, órgão sensorial que permite ao navegante “ir e ver”. Este binômio é o que se pode definir como o caminho de aquisição empírica entre os náuticos ou homens do mar, fundamentalmente definidos como práticos.

Esta revolução, na verdade, é uma evolução. Mas, em que sentido? No sentido de que mesmo apesar da valorização da experiência como uma base importante no processamento das informações a respeito da realidade geográfica, esta base não levou a uma ruptura completa com a visão de mundo dos antigos<sup>10</sup>. É verdade que com as navegações os homens do mar colocaram em questão as informações especuladas pelos antigos, que não estiveram presentes nos lugares das quais falavam, como vemos em autores como Duarte Pacheco, D. João de Castro e Garcia da Orta. Mas este questionamento, como nos referimos antes, é mais um pressuposto de uma adaptação e ampliação crítica das afirmações e especulações dos antigos do que uma mudança total de paradigma no que diz respeito à imagem do mundo. Os

---

<sup>10</sup> Não representou uma ruptura completa em relação aos antigos porque os portugueses referiam-se aos antigos, como Aristóteles, Pompônio Mela e Plínio por exemplo como autores que produziram um livro incompleto sobre o mundo e que cabia a eles – os portugueses – a missão de completá-los com base nas experiências adquiridas dos lugares descobertos. É nesse sentido que deve ser direcionado o conceito de novidade e evolução da história geográfica compreendidos pelos navegadores-escretores portugueses (HOOYKAAS, 1983, P.26).

instrumentos de navegação, como a esfera armilar<sup>11</sup> tinham como pressuposto básico a cosmologia dos antigos. Não houve ainda, a mudança mental, como diria KOYRÉ, 1991, p.155 ou simplesmente uma ruptura que traria como consequência essa mudança da imagem do mundo ou da estrutura cosmológica do mesmo.

Então, qual seria o impacto que, no caso da relação com os antigos, as grandes viagens causaram? O que podemos sugerir é que os náuticos tornaram o conhecimento dos antigos flexível graças a esta atualização crítica do próprio conhecimento. Aliado à ascensão da experiência, a própria possibilidade de se colocar em questão o que os antigos disseram acerca da realidade, às vezes até num tom mais severo, como fez Duarte Pacheco ao dizer que os antigos disseram *fábulas*, resulta no tornar passível de atualizações os conhecimentos produzidos pelos antigos. Por outro lado, é claro que a referência aos antigos não significaria também dependência. Nem ruptura total, nem dependência visceral dos clássicos antigos. GOODMAN, 1992, p. 160, sugere um termo que entendemos como o ponto mediano entre estes extremos que é o do *enfraquecimento*.

A análise epistemológica que podemos fazer a partir do termo de Goodman é de que os náuticos oscilavam entre a referência aos antigos e à sua crítica. Em outras palavras, por um lado, os náuticos partiam do pressuposto geográfico dos antigos, mas isto não significaria que este pressuposto seria imexível, inatualizável. Esse foi um ponto de “conflito” com os humanistas e mesmo com a escolástica que viam a autoridade especulativa dos antigos como dogma até certo ponto. Podemos até dizer que ambas as três culturas, a das grandes viagens, humanismo e escolástica, presentes na península Ibérica, mais especificamente em Portugal, tinham em comum o fato de ambas referenciar-se aos antigos, mas a diferença está no modo de relacionamento com os mesmos. O humanismo prima pelo fortalecimento destas relações com os antigos; já a aquisição empírica das grandes viagens, adquirida “nas pranchas das caravelas”, levou a um enfraquecimento, no que diz respeito à dependência dos antigos.

Até mesmo a consciência do novo por parte dos navegadores, constatada por HOOYKAAS, 1983, p. 55, e manifesta por Pedro Nunes, quando este diz “novos céus e novas terras”, pode ser coadunada com a noção de atualização ou de enfraquecimento, no sentido

---

<sup>11</sup> No período das expansões portuguesas, a esfera armilar revelou-se instrumento de vital importância. Este instrumento compõe-se de anéis ou armilas utilizadas como representação do universo. Nessas esferas a terra ocupa a posição central, correspondendo à visão ptolomaica do cosmos. Nas armilas horizontais, são representados os trópicos, o equador e os círculos polares. Na vertical, os meridianos celestes e, na diagonal, chamada também de elíptica, aparece as constelações do zodíaco. A esfera armilar tornou-se símbolo do manuelino do poder marítimo, político e econômico associado às navegações. Fonte: <http://cvc.instituto-camoes.pt/ciencia/d42.html>.

apontado por Goodman. Busca-se criar um forte antagonismo entre o novo e o antigo, no sentido de o novo superar ou suprimir os antigos. Isto significa que não se deixa de dizer que os antigos “disseram fábulas”, mas se assume a sua cosmologia como ponto de partida. Alguns autores portugueses, que investigam as projeções das viagens de descobrimento, como Onésimo Almeida, sugerem o termo “crise da autoridade dos antigos”. A crise aqui colocada propõe uma preparação para uma ruptura ou quebra de paradigma. Não é o que teria ocorrido necessariamente aqui no caso das viagens marítimas do século XVI. O mais adequado, como dito antes, é que teria havido uma flexibilização crítica das informações dos antigos. Nesse sentido, a postura dos personagens envolvidos com as grandes viagens entra em choque com a postura dos humanistas que preferem vê-los como autoridade e referência essencial.

Apesar da frase de Pedro Nunes, no que diz respeito à aquisição astronômica durante as viagens marítimas e, apesar da incorporação e do desenvolvimento do conhecimento astronômico dentro do conhecimento náutico, as maiores reformas neste âmbito ocorreram fundamentalmente a partir das contribuições de Tycho Brahe, Copérnico e Galileu. A maior inovação, em nível de evolução do conhecimento, no contexto das grandes viagens, encontra-se no campo da náutica: houve a sistematização das regras e tabelas auxiliares de cálculos de latitude, como a realização de tábuas de declinação solar e montagem dos chamados Regimentos da Estrela Polar e do Regimento do Cruzeiro do Sul, e ainda o cálculo da altura das estrelas, representando aí a progressiva matematização do espaço, impostas por circuitos de navegação cada vez mais complexos e longínquos, bem como no âmbito da invenção ou desenvolvimento de instrumentos de navegação astronômica.

Os materiais escritos de teor náutico possuem pouca profundidade de conhecimento científico se compararmos com as produções científicas de Galileu ou ainda de Newton. Tais materiais contêm de forma prática, regras de orientação astronômica e de pilotagem, contendo informações sobre rotas e mesmo informações de observações diárias feitas em uma viagem, como por exemplo, as declinações da agulha magnética, alturas dos astros, vistas de terras, contatos com nativos etc. Isso para mostrar que além de prático estes materiais possuem um caráter descritivo, contendo poucas abstrações teóricas, no sentido de não haver grandes elaborações conceituais que proporcionassem uma grande construção científica. Pedro Nunes e D. João de Castro produzem material no campo náutico mais baseado em estudos astronômicos e matemáticos. Ou seja, com os dois autores citados, já há uma preocupação em aproximar a teoria dos problemas práticos percebidos na navegação.

Mas tal aproximação não era efetiva ou simbiótica, pois, no contexto do contato entre o homem teórico como Pedro Nunes e os homens do mar, haviam muitos conflitos. O cosmógrafo fazia críticas ao excessivo empirismo dos navegadores e, por isso, às suas deficiências teóricas. Por outro lado, alguns navegadores queixavam-se de Pedro Nunes por causa de seu desconhecimento sobre as coisas do mar. Não era comum os cosmógrafos-mor como Pedro Nunes lançarem-se ao mar, ficando mais restrito ao serviço de gabinete e mais dependente das informações trazidas pelos navegadores, como Castro, sobre problemas práticos (mais referentes ao funcionamento dos instrumentos de medida de uso náutico). Nesse sentido, à revelia dos meios acadêmicos, foi desenvolvida uma “sabedoria do mar” que significaria, em resumo, nos desenvolvimentos das técnicas de navegação, produtos do empirismo, isto é, das experiências sensoriais acerca das características do espaço geográfico. Estas técnicas de navegação e de construção do seu aparato tecnológico, como os instrumentos de medida utilizados no mar, eram transmitidas de forma prática, ainda descoladas de uma formação escolar e sistemática.

Apesar da não riqueza de conteúdo científico por parte dos escritos náuticos, poderemos falar em contribuições científicas da chamada “sabedoria dos descobrimentos?” Neste campo científico e técnico, o êxito da empresa expansionista foi possível graças às novas técnicas de orientação astronômica, os novos instrumentos de navegação, a nova cartografia, as originalidades de construção naval e ainda, a valorização da experiência como critério de aquisição do conhecimento e descrição das novas configurações da realidade geográfica bem como a revisão das antigas concepções do homem a partir do contato com novas etnias e civilizações. Todo esse conjunto de experiências permitiu a ampliação do conhecimento do mundo, com a incorporação de descrição de novas espécies animais e vegetais e a busca por descrição das novas civilizações. Em Portugal, essa sabedoria dos descobrimentos estava em paralelo ou era marginalizada em relação a duas outras fontes culturais e intelectuais hegemônicas: a Escolástica e o Humanismo. Estas fontes hegemônicas faziam-se mais presentes no contexto universitário e, por conta disso, talvez, seja provável que, no espaço universitário, o conhecimento que se fundamenta mais na experiência do que na abstração teórica e metafísica, era relegado como secundário.

A avaliação do alcance epistemológico trazidos pela cultura dos descobrimentos apresenta posições díspares: por um lado, temos o otimismo historiográfico, representados por

alguns autores de história da ciência em Portugal, como Joaquim de Carvalho<sup>12</sup>, que busca fazer a máxima aproximação possível entre o evento histórico em questão e o tempo do cartesianismo, sugerindo, por exemplo, que representaria um acontecimento inestimável e de extrema importância, o processo de matematização do conhecimento náutico bem como o grande peso epistemológico dado às considerações, por exemplo, de Duarte Pacheco Pereira acerca da experiência. Por outro lado, existe o chamado pessimismo historiográfico, que se vale da posição de que tudo o que foi produzido como conhecimento no campo da prática náutica e na literatura náutica é cientificamente inconsistente. Por mais que tivessem a consciência da novidade e mesmo o senso de matematização e precisão objetiva, ainda assim os navegadores não teriam introduzido certas noções como o do experimentalismo, que permitiriam uma profunda reforma no campo da astronomia bem como nas relações entre a matemática e o real, muito melhor trabalhadas no campo da física e não na náutica, além da superação das hegemonias culturais presentes em Portugal, ou sua ruptura madura e definitiva.

Nosso argumento é o de que as projeções trazidas pelas viagens marítimas, por um lado, não representaram uma ruptura com a tradição, mas, por outro lado, tais projeções avançaram em relação àquilo que os antigos apresentaram como o conhecimento do mundo. Para que esta tese se sustente, é preciso, em primeiro lugar, descompromissar-se com a periodização da história da ciência, ou seja, entrar no problema sobre o período histórico do qual as grandes expansões fariam parte: suposta etapa preliminar da Revolução Científica ou ainda ciência medieval. Em segundo lugar, ao mesmo tempo, buscar apresentar, o máximo possível, os elementos que caracterizem este evento histórico, e suas relações fragmentárias, no que diz respeito à epistemologia e ciência, com os períodos históricos que estão ao seu redor, sem comprometer-se em demasia com continuidades e rupturas. É mais enriquecedor apresentar as características específicas deste evento ao invés de estabelecer relações de influência entre autores, a partir deste mesmo evento. Colocar em suspenso este momento histórico e captar o que ele significou para esta época.

Uma possível semelhança entre a Revolução Científica e as grandes viagens é a mentalidade crítica desenvolvida pelo viés da valorização da experiência e a consciência do novo. Podemos até dizer que o que há em comum entre estes dois eventos seriam tais coisas.

---

<sup>12</sup> Nascido em Lisboa em 1920 e morto na mesma cidade em 1980, a respeito do assunto sobre possibilidade de as Viagens de Descobrimto terem ensejado uma marcha irreversível rumo à Revolução Científica, escreveu, em 1968, quando lecionava na USP, um livro intitulado *As fontes de Duarte Pacheco Pereira no Esmeraldo de Situ Orbis* em que ele confere um grande peso epistemológico aos episódios de matematização do espaço geográfico e arte náutica a ponto de aproximá-los das contribuições galileanas e newtonianas.

Porém, há uma especificidade dessa mentalidade crítica no âmbito do evento que é alvo deste tópico em particular: os navegadores promoveram uma ampliação crítica do conhecimento já adquirido sobre o espaço geográfico e não uma ruptura. A Revolução Científica é caracterizada, dentro daquilo que, por exemplo, Koyré considerava como tal, como a mudança dos processos mentais e, conseqüentemente, da imagem do mundo. Mais ainda: dentro dessas mudanças entrariam a busca da plena matematização do real, através da junção da física e da matemática, antes apenas ligada à astronomia, além do próprio interesse, de cientistas como Galileu, Newton, Copérnico, nas disciplinas como a física e astronomia.

A respeito da valorização da presença e consolidação da importância da matemática, disse GALILEU, 1996, p, 9: “o livro da natureza está escrito em caracteres matemáticos”. Essa frase Galileana possui um alcance epistemológico muito maior do que aquilo que foi dito pelos navegadores a respeito do conhecimento do mundo, pois apresenta uma contradição em relação à cosmologia aristotélico-ptolomaica. Tal frase representa, pelo fato da consolidação da importância e mesmo centralidade da matemática para a física e astronomia, o método experimental. Em linhas gerais, este método, relacionado à experimentação, significaria a interrogação metódica dos fenômenos efetuada por meio de um conjunto de operações, de cunho matemático, buscando a medida dos diferentes parâmetros. Verifica-se uma hipótese oriunda da experiência e chega a uma lei, chamada de experimental, mas tendo sempre no horizonte a matematização da realidade. Isto porque para Galileu, a investigação natural não consiste numa simples recopilação dos dados sensíveis, mas em certa ordenação deles pela razão matemática. No campo da física moderna, todo aspecto qualitativo da realidade natural é suprimido em favor do aspecto quantitativo, ou seja, determinado pelo mensurável. Ainda a este respeito, e para reforçar a ideia da centralidade e desenvolvimento da matemática no campo do conhecimento científico: “a nova ciência, que busca um lugar adequado a suas pretensões e possibilidades cognitivas, tem que ser necessariamente matemática” (VIDEIRA, 2009, P.76).

O espírito da crítica à autoridade livresca promovida por homens como Galileu Galilei passa por essa centralidade da matemática que, no século XVII, está em processo de desenvolvimento. Em Portugal, a cadeira de matemática foi fundada na Universidade de Coimbra em 1544 e, por isso, a considerar que, fora de Portugal, em outras universidades em outros países da Europa, antes de 1544, havia já em marcha o desenvolvimento do conhecimento matemático. Quanto à organização do ensino e pesquisa de matemática no contexto do século XV, diz René Taton:

Na segunda metade do século XV, Bolonha e Cracóvia constituem quase as únicas universidades onde o ensino das matemáticas – em função, a bem dizer, da astronomia ou da astrologia – se apresenta fortemente organizado. Cracóvia foi a primeira universidade a possuir, ao lado de uma cátedra de astronomia, criada em 1450, uma das matemáticas, cujo titular, Alberto de Brudzewo, “lia” o *De Caelo* de Aristóteles e a *Sphaera* de Sacrobosco, mas ensinava igualmente as matemáticas puras: geometria e álgebra. (TATON, 1960, P. 37).

Nesse sentido, a matemática, apesar dos desenvolvimentos de Pedro Nunes, em Portugal, não possuiria um papel tão central. Embora progressivamente utilizada, o conhecimento matemático passou por maiores desenvolvimentos com o próprio Nunes. A Revolução Científica dentro dos moldes acima apresentados exige esse protagonismo do conhecimento matemático. Mesmo em autores como D. João de Castro, que possuía um senso matemático e de racionalização maior que Duarte Pacheco, e para quem o sentido deve obedecer ao entendimento, a matemática não é central. Isso impossibilitaria, portanto, a mudança da visão de mundo, o que ocorrera a partir das contribuições de Copérnico e Galileu.

A noção de experiência que aparece entre os navegadores, não é experimental e nem seria resultado de uma abstração reflexiva sobre o método científico. Aliás, os navegadores não eram científicos, mas eram homens práticos que ocasionalmente envolveram-se com o processo de construção do conhecimento geográfico. Isso quer dizer que tal noção se aproxima muito mais do realismo empírico, isto é, não preocupada com a análise do processo de construção do conhecimento sensorial, tal como fizeram os ingleses, mas da perspectiva do simples captador das mensagens da realidade com aquela atitude crítica, mas não rompedora em definitivo com os antigos. A experiência vivida, isto é, a percepção direta e constante dos navegadores com o espaço navegado, é o elemento que sustenta a contestação da autoridade dos clássicos e não está relacionada com o experimentalismo científico. Essa visão experimentalista aparece residualmente, em autores como Garcia da Orta e D. João de Castro.

Por outro lado, esses mesmos náuticos, ao colocar a experiência como critério de verdade e de certeza, distanciaram-se dos antigos. Eles tinham consciência de que os resultados das navegações, que culminaram nas descobertas de novas terras, espécies, civilizações e mesmo constelações como a do Cruzeiro do Sul, representaram uma novidade e algo bem mais completo em relação aos próprios antigos. Tinham a noção de que o que fizeram significou um avanço em relação à tradição livresca, caracterizando a dicotomia antigos/modernos. Tanto em D. João de Castro quanto em Garcia da Orta encontram-se fragmentos que indicam que as navegações estão de acordo com o que eles entendiam por modernidade, como avanço em relação aos antigos. No Tratado da *Sphaera* por Perguntas e Respostas, D. João de Castro assim

diz: “Pois quem pode arrancar do mundo esta opinião dos antigos? A muita experiência dos modernos e, principalmente a muita navegação de Portugal” (CASTRO apud CORTESÃO & ALBUQUERQUE, 1968, p. 50).

Por esta frase identificamos que os navegadores não se encontravam em situação de dependência visceral em relação aos antigos. Através da recuperação deste aspecto da filosofia aristotélica, secundarizada durante a Idade Média escolástica, a experiência representa o ponto no qual os náuticos promoveram essa ampliação crítica do conhecimento dos antigos, culminando no enfraquecimento de sua dependência. Como dito antes, é o enfraquecimento via experiência que será caracterizado como o que há de mais revolucionário epistemologicamente trazido pelos náuticos. Em alguns autores como Garcia da Orta, o presente possui muito mais valor o que o passado, lugar da tradição e antiguidade. É no presente que a experiência da realidade é realizada e, com isso, representa um progresso em relação ao próprio passado, lugar da tradição a ser superada.

Mesmo faltando-lhe a interrogação criativa e sistemática do real tal como Galileu o fizera, a obra de Garcia da Orta<sup>13</sup> representa uma consistência maior em relação à experiência como critério de conhecimento, que o permite confrontar-se com os antigos. Considerando as contribuições de Duarte Pacheco, D. João de Castro, Garcia da Orta e Pedro Nunes, podemos verificar que paulatinamente a dependência dos antigos vai diminuindo cada vez mais. Um exemplo da diminuição desta dependência é quando todo o inventário zoológico constituído desde a Antiguidade não consta as novas espécies de animais encontradas no Novo Mundo, o que demanda a criação de novos nomes para estes animais. Orta fala da adoção do silêncio, uma espécie de suspensão do juízo, quando estamos diante de fenômenos que a linguagem corrente não alcança. Reforçamos que a ideia do enfraquecimento é o que caracteriza a relação dos náuticos com os antigos e em relação também ao tempo à frente, representado pela Revolução Científica. Ou seja, é o meio termo entre a dependência e a ruptura. Nem dependência extrema e nem ruptura radical, esta pode ser identificada a postura daqueles envolvidos com as Viagens de Descobrimento.

Ainda temos a postura de D. João de Castro, que promove o entendimento como aliado da experiência, como base de construção do conhecimento e que culminou nesse afastamento

---

<sup>13</sup> Garcia da Orta (1501-1568), escreveu um tratado intitulado *Colóquio sobre o simples e drogas e coisas medicinais da Índia*, em 1563 na Índia, no qual ele detalha minuciosamente, sempre adotando e determinando o critério da experiência empírica como critério válido, as propriedades medicinais das diversas plantas, consistindo num dos maiores tratados de botânica medicinal no início da Idade Moderna.

da autoridade. Nele há uma maior capacidade de integração entre o campo prático e teórico, o que também aparece no contexto da Revolução Científica. Em D. João de Castro assistimos uma ultrapassagem da simples tendência empírico-factual. No entanto, mesmo com a postura de depender cada vez menos dos autores antigos, como observado nas apresentações acima sobre Duarte Pacheco e D. João de Castro, podemos dizer que as grandes viagens contribuíram para a construção da ciência moderna, não em sua formulação experimental, considerando os pressupostos da racionalização e matematização, mas no campo da aquisição de informações sobre o mundo que não eram conhecidos pelos antigos. Os navegadores supracitados executaram um processo de enfrentamento dos critérios de autoridade que bloqueavam a revisão de teorias obsoletas e impeditivas da formulação de novas bases de construção de conhecimento. Mesmo dominados pela empiria, esse evento histórico proporcionou um acúmulo de conhecimentos e informações que se revelaram essenciais para as novas formulações científicas posteriores.

É bem provável que por algumas opções políticas ocorridas em Portugal na época das grandes viagens, como por exemplo a política de segredo no tocante à salvaguarda de informações importantes trazidas pela cartografia durante o período das viagens ultramarinas, que inclusive restringiu a circulação de obras como o *Esmeraldo de Situ Orbis* de Duarte Pacheco Pereira, escrito entre 1502 e 1505 por conta das informações de grande relevância sobre rotas marítimas e comerciais na África Ocidental e a perseguição a muitos indivíduos de procedência árabe e judaica residentes em Portugal, muitos deles sábios, nos tempos do rei D. Manuel I, limitando o progresso científico, os historiadores da ciência não colocam os autores portugueses no radar de uma história da Revolução Científica. Esse limite fora imposto por uma desarticulação de um ambiente intelectual, cultural e científico. O que foi desenvolvido no âmbito do conhecimento prático, como a medicina, a botânica, por exemplo, e também de conhecimento teórico como a astronomia, dependeu da participação de muitos desses árabes e judeus. O contexto universitário português, em geral, convivia com a predominância da escolástica e do humanismo, dois movimentos que, a seu modo, exaltaram muito mais a tradição.

No que diz respeito à política de segredo, o fato da restrição da circulação de obras escritas pelos navegadores portugueses levou ao prejuízo no tocante a disseminação e fixação de suas posições sobre os erros cometidos pelos antigos quanto ao conhecimento geográfico para outros lugares além de Portugal e que talvez poderia ter causado um impacto ainda maior sobre o desenvolvimento do pensamento científico na Europa Moderna. Em todo o caso, as

viagens de Descobrimentos, ainda que não com a inteireza de conhecimentos acerca das rotas comerciais por exemplo, não passaram de todo incólumes para os homens da ciência dos tempos modernos. Bacon, por exemplo, faz a leitura de que as viagens de Descobrimento arrancam da autoridade o protagonismo do conhecimento adequado sobre a realidade bem como arranca os homens do encantamento e do conformismo: *pelas navegações longínquas e explorações tão numerosas, em nosso tempo, muitas coisas que se descortinaram e descobriram podem levar nova luz à filosofia* (BACON, p. 44). Pela abertura do globo geográfico, todo o conhecimento de mundo é ampliado, superando-se os limites cognitivos impostos pelas velhas descobertas desde os tempos antigos. Além disso novas realizações tecnológicas surgem, como um dos sintomas do progresso. A este respeito, diz Bacon:

Tudo se realiza placidamente, sem estrépito e a obra se cumpre antes que os homens a suponham ou vejam. Não se deve esquecer a profecia de Daniel a respeito do fim do mundo: “Muitos passarão e a ciência se multiplicará”, o que evidentemente significa que está inscrito nos destinos, isto é, nos desígnios da Providência, que o fim do mundo o que, depois de tantas e tão distantes navegações parece haver-se cumprido ou está prestes a fazê-lo — e o progresso das ciências coincidam no tempo. (BACON, pp. 54-55)

Junto com a abertura do globo terrestre temos sim a abertura do pensamento, que deve ser receptivo à novidade que leva ao progresso do conhecimento. O período das viagens de Descobrimentos cumpre com esse papel do progresso, explicitado no acréscimo de novos saberes ao que já foi adquirido ampliando os horizontes não só geográficos, mas intelectuais dos seres humanos. A interpretação religiosa da coincidência entre os fatos citados por Bacon, supostamente predestinados pelo divino, segue-se a explicação natural. Segundo HOOYKAAS, 1986, PP. 177-178), a passagem acima sugere um estabelecimento de relação de causalidade entre as viagens de Descobrimento e a ampliação do conhecimento da história da natureza e o surgimento da filosofia nova. Estes dois últimos grandes acontecimentos têm como causa as viagens. Isso não quer dizer, entretanto, que os Descobrimentos não promoveram a nova ciência. Pois a ciência moderna é vista como mudança gradual, uma mudança na imagem do mundo e que diz respeito às mais diversas ciências, não só, por exemplo, à Astronomia.

A partir da revalorização da experiência, que ainda possuía uma dimensão qualitativa, os Descobrimentos impulsionariam tanto a expansão marítima e a conquista de territórios no além-mar quanto desenvolveram vários saberes nos campos náutico, geográfico e médico, que de acordo com Luís Filipe Barreto, formariam uma “cultura pragmática e especializada” (BARRETO, 1989, p. 48), que produz um grande banco de dados e elevando o conhecimento a nível planetário.

#### IV. Conclusão

Como conclusão, podemos pontuar que é possível avaliarmos as contribuições das navegações portuguesas para a construção do pensamento moderno, quando entramos em contato com o itinerário do desenvolvimento dos instrumentos de medida que em primeiro lugar serviram para o incremento do conhecimento náutico. Sem o desenvolvimento da própria arte náutica, era impossível a navegação em alto-mar e, conseqüentemente, os descobrimentos que alteraram a forma de as pessoas se verem no mundo. A análise daquilo que podemos chamar de epistemologia portuguesa no início da Idade Moderna passa por esse domínio. Contudo, podemos dizer também que as Viagens de Descobrimientos, possibilitadas pela arte náutica, trouxeram uma série de contribuições, ainda que incipientes, no âmbito da historiografia tradicional da ciência moderna através da sua atitude crítica em relação ao conhecimento geográfico dos antigos. Isso é observado quando entendemos o papel dos instrumentos de medida náuticos: aqui também observamos cultivo de valores epistemológicos já existente antes em outros períodos históricos como o da meticulosidade, isto é, o da necessidade de se planejar e preparar a ocasião ou o ambiente adequado para o uso dos instrumentos de medidas náutico-astronômicas de modo que este instrumento não apresente para o piloto ou o navegador que o utiliza resultados discrepantes do observado diretamente e o da precisão, pois este evento histórico ensejou a produção de manuais que ensinam a fabricação destes instrumentos com uma graduação cada vez mais precisa para observações mais exatas da posição entre o navegador e corpos celestes como o Sol e o Cruzeiro do Sul - a partir de 1500 – (GESTEIRA, 2014, p.1016).

Outro ponto que pode ser destacado a partir deste trabalho é o fato de os instrumentos náuticos fazerem parte do estabelecimento do critério de conhecimento da realidade entendida aqui como o espaço geográfico. A experiência empírica, mais precisamente a experiência direta ou *in loco*, é a principal forma pela qual os homens do mar não só descreviam o espaço navegado e descoberto bem como faziam críticas e correções aos clássicos antigos como Ptolomeu e Aristóteles. Conseqüentemente, aquilo que os antigos especulavam como sendo a constituição geográfica do mundo, paulatinamente começou a deixar de ser referência para os navegadores quando estes entravam em contato com as novas configurações de realidade. O conhecimento matemático no contexto das viagens estava restrito aos chamados cosmógrafos da corte, como Pedro Nunes, mas que exerceu influência na constituição dos instrumentos náuticos. A partir de 1500, as navegações passaram a ser astronômicas, isto é, em alto-mar e com base no cálculo da posição dos astros em relação aos navegadores e, com isso, a prática da

navegação foi ampliada para além das navegações costeiras. A cartografia foi também alçada a patamar de instrumento de descrição precisa do espaço geográfico, graças à valorização cada vez mais premente das observações diretas bem como do auxílio do conhecimento matemático, que vai se fazendo presente na cartografia. No caso da análise do desenvolvimento dos instrumentos náuticos, ainda não temos a total precedência da teoria matemática sobre a observação direta. Contudo, já podemos observar que no contexto das Grandes Navegações havia também, assim como em outras áreas como a própria geometria e a lógica, a preocupação do cultivo de valores epistemológicos como a precisão, necessária para a descrição da realidade geográfica. Isso era importante para o exercício do domínio das rotas de navegação e, também comerciais. A corte portuguesa, ciente da relevância dos dados coletados nessas viagens, optou pelo sigilo desse material de modo a manter-se na salvaguarda da corrida marítima em relação a outras cortes como a espanhola e francesa (posteriormente).

Podemos, portanto, relacionar as navegações com a formação do pensamento moderno e mesmo com a ciência nos seguintes aspectos: a) a crítica ao argumento de autoridade, substituída pela confiança quase que incólume nas observações dos sentidos no que concerne ao espaço geográfico; b) conseqüentemente o enfraquecimento da autoridade dos antigos como as referências prestigiosas da constituição geográfica do mundo; c) a presença de valores epistemológicos como os da meticulosidade e precisão que também podem estar relacionados ao desenvolvimento de instrumentos náuticos como a cartografia e o astrolábio; d) a consciência de que aquilo que estavam realizando a nível de navegação e redefinição paulatina do espaço geográfico tratava-se de uma novidade e, portanto, avanço, como salientou Bacon, em relação aos próprios antigos, ainda que isso não tivesse culminado numa ruptura clara e permanente.

Por fim, é importante salientar a elaboração da chamada cultura dos descobrimentos, que é resultado efetivo desse conjunto de novidades trazidas pelas Viagens de Descobrimento. Conseqüentemente por meio desta nova forma de conhecimento, a saber, com base na experiência empírica direta, o mundo transformou-se num grande banco de dados pelo qual era possível determinar rotas comerciais e de navegação mais seguras bem como o de manipular os próprios territórios descobertos, quando falamos, no âmbito da flora por exemplo, de plantio e replantio de determinadas espécies de plantas originalmente nascidas em um determinado lugar como sinal do conceito de espaço flexível, isto é, espaço onde as coisas que tem o seu nascimento natural podem nascer e se desenvolver em outros terrenos e que pode ser controlado pelo homem. Também podemos dizer, dentro do contexto da cultura de descobrimentos, que as informações escritas sobre os lugares navegados e explorados com o recurso da experiência

direta e o espírito de correção dos antigos sobre o tema da constituição geográfica do globo terrestre, representaram a própria capacidade do homem acumular e alargar conhecimentos sobre o próprio mundo em que ele vive, sendo ele mesmo a fonte do conhecimento, outro traço típico da modernidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, L. *Ciência e Experiência nos Descobrimentos Portugueses*. Lisboa: Instituto de Cultura e Língua Portuguesa – Ministério da Educação, 1983.

ALBUQUERQUE, L. *Os Cartógrafos Portugueses*. In: ARAÚJO, Carlos (Direcção). *Lisboa e os Descobrimentos 1415 -1580: A Invenção do Mundo pelos Navegadores Portugueses*. Lisboa: Terramar, 1992.

ALMEIDA, O. T. *Science During the Portuguese Discoveries: a Telling Case of Interaction Between Experimenters and Theoreticians*. In: *Science in the Spanish and Portuguese Empires 1500 – 1800*. Edited by Daniela Bleichmar, Paula de Vos, Kristin Huffine, Kevin Sheehan. Stanford, California: Stanford University Press, 2009.

BACON, F. *Novum Organum ou Verdadeiras Indicações Acerca da Interpretação da Natureza*. Tradução e notas: José Aluysio Reis de Andrade. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cv000047.pdf>> Acesso em: 30 de janeiro de 2024.

BORNHEIN, G. *O Conceito de Descobrimento*. Rio de Janeiro: Ed. Uerj, 1998.

BARRETO, L. F. *Os Descobrimentos e a ordem do Saber: uma análise sociocultural*. Lisboa: Ed. Gradiva, 1989.

CORTESÃO, A; ALBUQUERQUE, L. *Obras completas de D. João de Castro: Tratado da Esfera (Sphaera), Volume I*. Lisboa: Academia Internacional da Cultura Portuguesa, 1968.

GALILEI, G. *O ensaiador*. São Paulo: Editora Nova Cultural, 1996.

GOODMAN, D. *The Scientific Revolution in Spain and Portugal*. In: Porter, Roy; Teich, Mikulas (eds.). *The Scientific Revolution in National Context*. Cambridge: Cambridge University Press, 1992, p. 158 – 177.

HOOYKAAS, R. *Os descobrimentos e o humanismo*. Lisboa: Gradiva, 1983.

HOOYKAAS, R. *Contexto e razões do surgimento da Ciência Moderna*. In: BARRETO, Luis Filipe & DOMINGUES, Francisco Contente (Org.). *A abertura do mundo: estudos de história dos descobrimentos europeus em homenagem a Luís de Albuquerque*. Lisboa: Presença, 1986, p. 165 – 184.

KOYRÉ, A. *Estudos de história do pensamento científico*. Rio de Janeiro: ed. Forense Universitária, 1991.

VIDEIRA, A.A.P. *As descobertas astronômicas de Galileu Galilei*. Rio de Janeiro: Vieira & Lent, 2009.

GESTEIRA, Heloísa. *O Astrolábio, o mar e o império*. História, Ciências, Saúde – Manguinhos, Rio de Janeiro, v. 21, n. 3, p. 1011 – 1027, 2014.

POLÓNIA, A. *Arte, técnica e ciência náutica no Portugal Moderno. Contributos da “sabedoria dos descobrimentos” para a ciência europeia*. Revista da Faculdade de Letras História, Porto, v. 6, p. 9 – 20, 2005.

TATON, R. *A Ciência Moderna, tomo II, v. 1 – O Renascimento*. São Paulo: Difusão Europeia do Livro, 1960.