

O despertar do período moderno: uma síntese analítica e histórica das tecnologias implementadas nas caravelas (bússola, astrolábio, leme e terceiro mastro)

The awakening of the modern period: an analytical and historical synthesis of the technologies implemented in the caravels (the compass, the astrolabe, the rudder and the third mast)



PAES, Elvis Rogério *

 <https://orcid.org/0000-0002-1263-0881>

RESUMO: Este artigo tem por objetivo realizar uma síntese investigativa nas atualizações de alguns instrumentos, que tornaram a caravela uma embarcação mais eficiente para realizar os propósitos mercantis europeus. A intenção é analisar como a modernização de quatro instrumentos náuticos, a saber: a bússola, o astrolábio, o leme e o terceiro mastro, foi fundamental para as transformações das rotas marítimas e o desenvolvimento do que os historiadores conceituaram como Grandes Navegações. A análise percorrerá averiguando estas inovações, as quais foram possíveis devido a dois principais processos: uma apropriação de tecnologias já existentes e a renovação econômica e social europeia, um fator indispensável para a expansão comercial. Desta forma, a pesquisa elege como objeto central de estudo estas duas variáveis que fizeram a engenharia naval europeia avançar nas navegações ultramarinas a partir do final do século XV.

PALAVRAS-CHAVE: Sociedade; Tecnologia; Instrumentos Navais; Grandes Navegações.

ABSTRACT: This article aims to conduct an investigative synthesis on the updates of some instruments that made the caravel a more efficient vessel for carrying out European mercantile purposes. The intention is to analyze how the modernization of four nautical instruments, namely the compass, the astrolabe, the rudder, and the third mast, was fundamental for the transformations of maritime routes and the development of what historians conceptualized as the Great Navigations. The analysis will investigate these innovations, which were possible due to two main processes: an appropriation of existing technologies and the economic and social renewal of Europe, an indispensable factor for commercial expansion. Thus, the research elects as its central object of study these two variables that made European naval engineering advance in overseas navigation from the end of the 15th century.

different types of textual and visual materials.

KEYWORDS: Society; Technology; Naval Instruments; Great Navigations.

Recebido em: 13/08/2023

Aprovado em: 08/11/2023

* Graduado em História pela Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), Campus de Jacarezinho-PR e Especialista em Humanidades pela mesma Instituição. Mestre em História, na área de Política: Ações e Representações, pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), Campus de Assis-SP. Bacharel em Psicopedagogia pelo Centro Universitário Internacional (UNINTER), Curitiba-PR e, atualmente, aluno do curso de Engenharia da Computação no mesmo Centro Universitário. E-mail: e7rp@hotmail.com.



Introdução

Eventos que trazem grandes transformações sociais, sejam culturais ou econômicas, costumam ser acompanhados de produções ou inovações tecnológicas. Esta afirmação pode ser comprovada à medida em que se avança na leitura deste artigo, cujos registros demonstram o potencial humano para elaborar ou alterar instrumentos tecnológicos, o que acarreta em mudança comportamental da sociedade, que passa por alterações. Nada melhor para ilustrar estas palavras que exemplificar com a contemporaneidade: Ao direcionar o olhar para a rápida transformação da tecnologia dos microprocessadores, o aperfeiçoamento do *Smartphone* (telefone inteligente), da *Smart Television* (televisão inteligente), que estão repletos de aplicativos e que a cada dia recebem uma nova atualização no mercado. Tudo integralizado em redes, através da *World Wide Web*. Não se pode negar o quanto estas tecnologias alteraram a forma de se relacionar com o mundo e a sociedade ao redor.

Contudo, estando imersos nestas diversidades tecnológicas do contemporâneo, têm-se uma tendência a uma desvalorização (mesmo que inconsciente) daquilo que é anterior ao mundo digital. Diante deste panorama, este artigo se propõe a refletir como a inovação de alguns instrumentos náuticos, trouxeram impactos significativos para que as embarcações europeias do século XV se constituíssem em meios de transporte eficazes ao ponto de no final do mesmo século, atravessarem o Atlântico. Entretanto, não é a intenção entrar no mérito meticuloso de como tais instrumentos foram construídos, quais foram as suas propriedades e nem discutir os resultados de seus impactos para os povos que foram colonizados, mas sim entendê-los a partir de sua importância que despertou uma nova realidade social para o europeu daquele período. Um processo que impulsionou os investimentos para o aperfeiçoamento de tais instrumentos pela engenharia¹ naval do período.

É importante enfatizar que o assunto é denso, portanto, a proposta não visa esgotá-lo, mas, ao contrário, trazer alguns pontos que merecem ter relevância quando as navegações europeias são abordadas. Fato, aliás, que teve significativa influência em todo o ocidente moderno e contemporâneo. A temática estará limitada nas principais ocorrências do século XV, um período que testemunhou crescente diferenciação na construção náutica:

Em começos do século [sic] XV, os navios quasi [sic] exclusivamente empregados pelos portugueses nas grandes expedições militares eram naus e

¹ Cumpre destacar que o termo engenharia, aplicado neste cenário, não pode ser compreendido da mesma maneira que se entende atualmente. Haja vista que a engenharia “[...] como se conhece hoje, começou a se formar há cerca de 400 anos [...]” (Ferlin; Carvalho; Eleutério, 2015, p. 2).

galés. No decurso d'esse [sic] seculo [sic], figuram também nas armadas os seguintes navios: barcha [sic], caravela, barinel, urca, taforéa, carraca, da classe dos navios a vela; galeota, bergantim, fusta, da classe dos navios longos e de remos. (Mendonça, 1892, p. 5).

Destas embarcações que foram destacadas pelo autor, a que irá ser a protagonista deste artigo será a caravela, o modelo responsável por fazer os europeus alcançarem rotas cada vez mais distantes e de forma mais segura em suas navegações. Mas, antes, é relevante abordar, ainda que sinteticamente, o contexto europeu, ou seja, os motivos que favorecerem o aprofundamento do interesse pela renovação em suas embarcações e seus instrumentos. Este interesse tem como pano de fundo uma sociedade que vivenciava uma transição de sua cosmovisão² de mundo. Uma transformação que abalou o alicerce em que toda a sociedade europeia estava assentada há séculos. Verdades que foram estabelecidas pelos pensamentos e costumes de um “mundo medieval”, que era regido por uma perspectiva fundamentada em dois grandes pilares: Geocentrismo e Teocentrismo.

Não há como precisar uma data que demarque este período de transição, no entanto, o que se pode afirmar com propriedade é que o *modus operandi* do homem “medieval” não mais correspondia às transformações ocorridas no século XV, o que pode ser visto no alvorecer da Idade Moderna. A antiga cosmovisão de natureza geocêntrica e teocêntrica acabou substituída pelo heliocentrismo e o antropocentrismo: Dois conceitos que emergiram com toda força pela sociedade renascentista. Isto configurou para o europeu uma mudança de paradigmas, cujo resultado foi a busca de novos alicerces para o fundamento da sociedade, que acabou por incorporar as principais realizações dos “ideais da Antiguidade Clássica: Grécia e Roma” (Guarinello, 2013, p. 13). Esta crescente realidade trouxe consigo o interesse em uma renovação em todos os sentidos da vida. Dentre eles, encontravam-se conhecimentos técnicos, adaptados para recuperação ou aperfeiçoamento de sua tecnologia náutica.

Diante dessas considerações, é significativo mencionar que nenhum dos equipamentos aqui referidos constituem uma criação exclusiva do homem europeu. No entanto, não há como negar que as atualizações introduzidas por eles possibilitaram viagens cada vez mais eficientes e seguras com técnicas bem elaboradas. Isto deve-se a um planejamento que visou “uma constante adaptação as mudanças e as condições e

² Este conceito empregado deve ser entendido neste contexto da seguinte forma: “[...] uma cosmovisão não é algo que surge num único instante. Ela vai sendo construída aos poucos e está sempre sendo atualizada, modificada, confirmada. Depende das experiências que temos e de como respondemos a cada uma delas. [...] Em sua composição, a cosmovisão é constituída por um núcleo central, isto é, uma estrutura que é fruto das relações sociais que temos. Esse mesmo núcleo costuma ser resistente a mudanças, embora não signifique que seja imutável [...]” (Silva, 2018, p. 59).

circunstâncias em um mundo onde o azar, a incerteza e a ambiguidade dominavam.” (Murray, 1994, p. 1 *apud* Vigo, 2005, p.12, tradução nossa)³. Em suma, visa-se, com este artigo, construir uma síntese analítica de alguns instrumentos que embora não sejam criações propriamente europeias, mas que, ao mesmo tempo, não deixe de identificar o aperfeiçoamento que aconteceu aos poucos em mãos dos europeus, uma vez que lapidaram o invento, o que possibilitou as Grandes Navegações⁴.

Conceituando o termo caravela

Como pode ser visto nas linhas acima, o europeu do século XV vivenciou transformações sociais que impactaram toda a sociedade. Dentre elas estava a construção náutica e um dos seus modelos de embarcações, a caravela. A fim de um melhor entendimento da temática proposta, buscou-se, a partir da literatura especializada, compreender o significado deste meio de transporte. Sua etimologia vincula-se ao idioma grego, grafado com os seguintes caracteres: *κάραβος*. Posteriormente, foi transliterada e traduzida para o idioma latino, que a grafou como *cárvavos* ou *carábos* (Carabela, 2023, [n. p.]). Este termo tem em sua essência o sentido de “uma embarcação asiática de vela latina” (Caravos, 2023, [n. p.]). Note que, por sua definição, já pode ser constatado que nos primórdios de confecção deste tipo de barco não se atribui aos europeus.

Contudo, existem registros na Europa, que além de mencionar algumas datas enfatizava que o termo em questão não se restringia a um único modelo de embarcação, conforme pode ser visto na citação a seguir:

O termo caravela aparece em Itália, em 1159, para designar uma embarcação de serviço a navios de grande porte. Em Portugal, embora seja referida em 1255, no Foral de Vila Nova de Gaia, imediatamente desaparece das fontes escritas portuguesas durante o século XIV, reaparecendo somente em meados do século XV, para significar um navio de cerca de 50 até um máximo de 200 toneladas de arqueação e com 20 a 25 tripulantes. (Monteiro; Castro; Génio, 2011, p. 359).

Note que, embora seja confirmada a data 1255, a citação faz referência ao termo na Itália, cuja presença aconteceu bem antes, por volta de 1159. Tendo essas

³ [No Original] “[...] una constante adaptación a los cambios de condiciones y circunstancias en un mundo donde el azar, la incertidumbre y la ambigüedad dominan (Murray, 1994, p.1 *apud* Vigo, 2005, p. 12).

⁴ Por Grandes Navegações entende-se um período que abarca os finais do século XV e o século XVI. Tratou-se de momento marcado pelo encontro dos europeus com povos autóctones da, assim chamada posteriormente, América, e o estabelecimento de rotas marítimas mais abrangentes, como a rota do Atlântico e as viagens transoceânicas, que possibilitaram circundar o globo terrestre.

informações, o importante é compreender que a caravela de origem portuguesa se diferenciava das barcas, uma vez que possuía um maior calado⁵. Embora não fossem todas do mesmo tamanho, elas eram conhecidas por sua capacidade de alcançar uma boa velocidade de locomoção pelos mares do Mediterrâneo. Isso despertou, de saída, o interesse em uma navegação mais avançada, isto é, uma motivação para a descoberta de novas rotas comerciais, cuja intenção era valer-se do meio de transporte com vistas à mercantilização, que se intensificava significativamente, tendo em vista que os europeus buscavam novos mercados na região. Outro ponto importante sobre a caravela, é que:

Uma longa experiência dos mares generalizou o uso da Caravela, que é apenas a antiga e pequena construção naval dos mouros e que eles usavam para costear o Mediterrâneo. A Caravela portuguesa, de incomparáveis qualidades náuticas, equipada com 2 ou 3 velas latinas, com capacidade de 40 a 50 toneladas, foi o navio preferido dos navegadores [...] (Fonseca, 1933, p. 64, tradução nossa).⁶

Em síntese, os registros declarados nas linhas acima são importantes para compreender a essência desta temática. Adota-se, como ponto de partida de análise, os meados do século XV, trazendo como objeto de constatação as atualizações realizadas pelos europeus em alguns dos equipamentos presentes em uma caravela. Renovações que fizeram deste modelo uma embarcação de alto nível para a época, desempenhando um papel fundamental na história do Ocidente, com repercussões que perduram até a atualidade. Essas inovações incluíam melhorias na capacidade de carga, velocidade e manobrabilidade, permitindo viagens mais longas e seguras, quando se compara com embarcações anteriores.

Alguns instrumentos que garantiram às caravelas uma navegação com eficiência: bússola, astrolábio, leme e terceiro mastro

As caravelas não necessitavam de altos investimentos para a sua fabricação e manutenção. Por isso, comerciantes e até reis estavam dispostos a financiar viagens com essas embarcações. (Apolinário, 2014, p. 164).

Infere-se que o espírito científico do século XV expressou-se na sociedade europeia com grande ênfase. Em verdade, através destas conjunturas de eventos,

⁵ Em linhas gerais, o calado de uma embarcação, como uma caravela, refere-se à profundidade na qual se encontra o ponto mais baixo da quilha em relação à superfície da água. No caso da caravela portuguesa dos séculos XV e XVI, o calado atingia aproximadamente três metros.

⁶ [No Original] “Une longue expérience des mers généralisa l’emploi de la Caravela, qui n’est que l’ancienne et petite construction navale des maures et dont ils s’en servaient pour cotoyer la Méditerranée. La Caravela portugaise, d’incomparables qualités nautiques, appareillée de 2 ou 3 voiles latines, d’une capacité de 40 a 50 tonnes, fut le vaisseau préféré des navigateurs [...]” (Fonseca, 1933, p. 64).

ocorreram as concretizações das transformações sociais que estavam em curso desde o século XI. Nesta dinâmica de transformações bastante expressivas, produziram-se novos projetos que propuseram renovar os conhecimentos calcados na tradição. Por exemplo, até o século XIV, o conhecimento geográfico de mundo que os europeus possuíam estava muito limitado ao próprio Mar Mediterrâneo, a algumas localidades da Ásia e da África:

O que era realidade da terra para o homem no século XIV? Acreditava-se na existência do Equador, dos trópicos, de cinco zonas climáticas, três continentes, três mares, doze ventos. A Europa setentrional e o Atlântico já se confundiam com o imaginário, sendo descritos como ficção: na primeira, os hiperbóreos viviam nas trevas; no segundo, havia uma quantidade de ilhas misteriosas. Sobre a África, falava-se do Magreb e do Egito, desenvolviam-se hipóteses sobre as fontes do Nilo, que seriam na Índia – esta, ligada à África, fechava o Índico – ou no curso superior do Níger. (Souza, 1986, p. 24-25).

Esta situação, aliada a um equipamento que não produzia resultados eficientes, impossibilitava estudos de novas rotas para se ter acesso a locais onde os mares fossem mais revoltos. Para complicar a situação, o imaginário da sociedade europeia do período, vivia assombrado por histórias de monstros marinhos e abismos.

Com o fogo que lança, abrasa como a boca de um forno, com uma chama tão alta e tão ardente que os [aos marinheiros] faz temer pela morte. O seu corpo é excessivo, e solta mugidos com maior força que quinze touros juntos. [...] As ondas que desloca são tão altas que não necessita de mais nada para provocar uma tempestade. (Apolinário, 2014, p. 163).

Visto que o objetivo aqui não é abordar em suas nuances o imaginário do medo no homem ocidental e sim mapear alguns de seus temores, o fato é que na “Idade Média acreditava-se que a Terra tinha formato de um disco.” (Arruda; Piletti, 1997, p. 139). Todavia, esta maneira de conceber o mundo e todo o pilar que sustentava uma visão em defesa do Geocentrismo,⁷ começou a desmoronar devido à exaltação do racionalismo científico que despontava. Com ele, o conhecimento começou a se libertar das amarras que o impediam de avançar, como, por exemplo, a escolástica. Também estava atrelado a ele uma busca pela inovação tecnológica⁸, cuja intenção era alcançar melhores resultados em transações comerciais. Nestes novos empreendimentos, seria “preciso ter

⁷ Foi o astrônomo polonês Nicolau Copérnico (1473-1543) que contestou a teoria geocêntrica, “elaborada pelo grego Ptolomeu e reafirmada pela Igreja Católica, de que a Terra era o centro do Universo. No lugar, defendeu a teoria heliocêntrica, segundo a qual o Sol era o centro de tudo e a Terra e os demais planetas giravam em torno dele.” (Apolinário, 2014, p. 115).

⁸ Neste contexto, a palavra inovar pode ser interpretada considerando-se a invenção ou a atualização de algum instrumento, haja vista que a “ideia de inovação é concebida como uma criação ou renovação de algo já existente, partindo de estudos, observações e persistência, na busca de soluções, que sejam práticas e simples, ao passo que possam ser facilmente entendidas e aceitas[...]” (Bispo *et al.*, 2012, p. 5).

as condições técnicas. Os progressos da cartografia (os portulanos), o uso da bússola e do astrolábio e, sobretudo, a invenção da caravela” (Arruda; Piletti, 1997, p. 139).

A própria monarquia lusitana, sob a dinastia de Avis, percebendo a importância do desenvolvimento do comércio para o progresso do país e o fortalecimento do Estado, passou a estimular as atividades mercantis. Uma das medidas de incentivo adotadas pelo governo foi a criação da Escola de Sagres⁹, um centro de sistematização e ensino dos conhecimentos e técnicas de navegação, dirigida pelo infante D. Henrique, filho do rei D. João I. (Vicentino, 1997, p. 179).

Em suma, na transição entre a Baixa Idade Média e a Idade Moderna, a Europa passou por transformações socioeconômicas com características ainda tímidas, mas que foram sendo ampliadas consideravelmente à medida que o século XV chegava ao seu fim. Diante deste quadro, tornou-se primordial atualizar a caravela latina (que já representava uma alteração em relação aos barcos pesqueiros). Portugal reconheceu a importância deste meio de transporte para a época, tornando-se o pioneiro em investir no aperfeiçoamento de suas tecnologias. Mas questiona-se: qual foi a razão para este pioneirismo português?

Dentre os vários fatores que podem ser elencados, o principal deles encontra-se em sua centralização de poder. Tratava-se de grande benefício diante de uma Europa que ainda trabalhava para deixar os antigos feudos. Um segundo ponto, não menos importante, diz respeito à sua posição geográfica, a qual lhe conferia um litoral que se encontrava “[...] na metade do percurso entre a Itália e o mar do Norte, Portugal passou a constituir um excelente ponto de escala e de abastecimento para os mercadores italianos e flamengos” (Vicentino, 1997, p. 179).

A bússola

A bússola foi portanto [sic] a mais importante invenção tecnológica desde a roda. Com exceção das balanças antigas, foi também o primeiro instrumento de medida inventado, bem como o primeiro dotado de um ponteiro permitindo visualizar uma medida – nesse caso a direção. (Aczel, 2002, p. 7).

A respeito do conhecimento técnico e funcional em relação ao magnetismo, faz-se necessário elucidar, mesmo que por uma síntese, como foram os primeiros passos para o desenvolvimento e a história da bússola. A sua origem está relacionada à descoberta de

⁹ Fundada em 1417, a Escola de Sagres funcionou como pólo [sic] coordenador e executor das futuras expedições marítimas lusas. Esse centro de estudos e pesquisas de navegação reunia astrônomos, geógrafos, matemáticos, especialistas em instrumentos náuticos, além de cartógrafos e navegadores. Foi ao seu tempo o mais avançado centro de estudos náuticos de todo o mundo, catalisando o anseio da burguesia mercantil e do Estado nacional luso de criar uma nova rota comercial com o Oriente, conquistando o valioso comércio de especiarias. (Vicentino, 1997, p.180).

um material conhecido por pedra-ímã. Este mineral encontra-se diretamente relacionado aos primórdios do estudo do magnetismo e o seu campo. Neste material, encontra-se a magnetita (Fe_3O_4), um minério de ferro que possui propriedades magnéticas. Deste modo, parafraseando Pessoa Junior (2010), o termo pedra-ímã relaciona-se a qualquer amostra natural de minério que possua uma magnetização permanente, ou seja, uma pedra condutora.

O potencial contido na pedra-ímã foi devidamente explorado na fabricação da bússola, que era constituída por “uma caixa com uma abertura circular, na qual se movia agulha magnética colocada horizontalmente na extremidade superior de uma haste vertical, para indicar o rumo e a orientação” (Bússola, 2023, [n. p]). Não se pode negar que durante a Era das Grandes Navegações, ela se tornou um dos instrumentos mais conhecidos e amplamente utilizados pelos navegadores. De fato, era um objeto de extrema importância e praticamente indispensável em qualquer meio de transporte marítimo, pois uma de suas principais características era a capacidade de determinar direções horizontais e diferenciar os polos magnéticos dos geográficos. Parafraseando (Campos, [s. d], p. 5), a primeira bússola recebeu o nome de “*Si Nan*” e possuía como significado “O Governador do Sul”, sendo simbolizada por uma concha cuja pega apontava para o Sul.

Esta forma de pensar foi definitivamente derrubada pelos estudos de William Gilbert, em sua clássica obra “*De Magnete, Magneticisque Corporibus et de Magno Magnete Tellure – Physiologia Nova*”, em que o físico e médico inglês, considerado o pai da física elétrica e do magnetismo. Ele defendeu de uma forma sistemática que as bússolas possuíam como orientação o norte devido ao fator de que o próprio planeta se comporta como um ímã.

As contribuições de Gilbert foram importantes para a época, pois o próprio Galileu Galilei “aproveitou a metodologia do trabalho e acrescentou, além de uma experimentação controlada, uma segunda ferramenta crucial para a física: a matemática” (Campos, [s. d], p. 5). Apesar destes avanços na compreensão de como a bússola se comportava, ressalta-se que a sua invenção também não teve origem europeia, haja vista que:

O desenvolvimento da bússola data do ano 2000 a.C., e a busca pelo seu aperfeiçoamento ocorreu durante séculos. Um avanço considerável foi obtido quando se descobriu que uma fina peça de metal poderia ser magnetizada, esfregando-a com minério de ferro. Em 850 d.C., os chineses, em busca de maior precisão desse instrumento, começaram a magnetizar agulhas de forma a ganhar maior precisão e estabilidade, surgiu então a bússola - que atualmente funciona com o mesmo princípio desenvolvido pelos chineses. (Guitarrara, 2023, [n. p.]).

Apesar desta clara citação, “[...] a história da bússola é uma série de mistérios que, até o momento não foram satisfatoriamente contemplados. [...] Geograficamente, a história atravessa o mundo, da China ao Mediterrâneo [...]” (Aczel, 2002, [n. p.]), porém, o texto referencia sua origem em território oriental, particularmente na China. Além disso, ressalta que foram os próprios chineses que buscaram uma atualização deste equipamento muito útil para a localização. Embora o seu desenvolvimento não tenha ocorrido em terras ocidentais, o seu papel foi relevante na história das Grandes Navegações, tendo em vista que, por meio dele, espanhóis e portugueses abriram o caminho para a navegação em mares mais afastados e profundos, em busca de novas rotas comerciais.

Um ponto importante e que vale a pena ser considerado, é que com as chamadas Grandes Navegações, deu-se início a uma prática de navegar chamada de cabotagem, uma arte de navegação atribuída ao navegador veneziano do século XVI, conhecido como Sebastião Caboto. Este método consistia em restringir as navegações aos portos marítimos e as rotas costeiras. Noutras palavras, esse tipo de tráfego marítimo não permitia que os navegadores perdessem de vista a costa do continente. É plausível salientar que havia duas maneiras de realizá-la: a primeira era conhecida como a doméstica, que conectava diferentes pontos na costa de um único país, enquanto a segunda, era realizada de forma internacional, ou seja, visava a conexão de vários portos estrangeiros.

Neste contexto, a bússola passou por constantes melhorias a partir das contribuições europeias que remodelaram o instrumento para uma utilização mais eficiente. Por exemplo, é creditado ao navegante italiano Flávio Gioia, que viveu no século XIV, o seu aperfeiçoamento, ao sobrepor a agulha sobre um papel que tinha a rosa dos ventos desenhado, assim ficava mais nítida a localização norte apontada pela agulha. Também pertence a ele o crédito de inserir o equipamento em uma caixa com uma tampa de vidro. Uma inovação que permitiu aos navegadores determinar com mais precisão a direção do norte e, conseqüentemente, navegar com mais segurança e eficiência. Ademais, a caixa com tampa de vidro protegia a agulha e o papel da rosa dos ventos de danos causados pelo ambiente marítimo, como o fenômeno de maresia, frequente nas regiões costeiras, que poderia danificar o objeto.

A bússola tornou-se um instrumento indispensável para os navegadores. Graças às melhorias introduzidas por Flávio Gioia e outros inventores, passou de um simples instrumento de orientação para uma ferramenta sofisticada de navegação. Isso significou aos navegadores a possibilidade de navegar com maior confiabilidade em águas até então

desconhecidas e cercadas por mistérios. O resultado foi o descobrimento de novas terras e a expansão do comércio entre diferentes regiões do mundo.

Também é digno de nota que a cartografia marítima se beneficiou com a utilização da bússola. Com sua ajuda, os cartógrafos puderam criar mapas mais precisos e detalhados das rotas marítimas recém traçadas. Pois, com ela, podia ser calculada de maneira mais assertiva a posição em relação à Linha do Equador e aos Meridianos. Isso facilitou ainda mais a navegação e permitiu aos marinheiros melhor planejamento de suas viagens. No entanto, embora a bússola tenha sido um instrumento útil para o advento das grandes navegações, ela não foi o único. O viajante náutico possuía outro instrumento de uso significativo: o astrolábio.

O astrolábio

Para o mar, melhor é dirigir-se pela altura do sol, que não por uma estrela; e melhor com o astrolábio, que não com um quadrante nem com outro nenhum instrumento. (Faras, 1500, p. 3 apud Gesteira, 2014, p. 1018).

As palavras acima foram proferidas pelo Mestre João Faras, um médico que estava a bordo da esquadra de Pedro Álvares Cabral. Tais registros foram realizados com o intuito de manter o rei de Portugal, Dom Manuel I, ciente do que estava ocorrendo em terras que passaram a ser chamadas pelos europeus de Novo Mundo. Nesta citação de sua carta, pode ser lido uma menção a um instrumento presente nas esquadras marítimas, o astrolábio.

Define-se astrolábio como “uma placa circular vertical de metal dourado com graduações, sobre a qual uma alidade com duas miras gira diametralmente.” (Cittert, 1954, p. 1, tradução nossa).¹⁰ Este instrumento representou a concretização dos esforços na área de matemática de vários pensadores gregos, sendo um marco na história do avanço científico. Todavia, foi a Hiparco (séc. II a.C.)¹¹ que se atribuiu a sua construção. Era um equipamento que possuía uma variedade de uso, por exemplo, através dele era possível desvendar problemas astronômicos e matemáticos relacionados às posições nas quais os corpos celestes se encontravam.

Um outro propósito para a utilização do instrumento era medir a altura dos astros acima do horizonte e, assim, determinar a latitude em que uma embarcação estaria em alto mar. Devido às suas diversas utilidades, o astrolábio, assim como a bússola, tornou-

¹⁰ [No Original] “Usually the astrolabe is a vertical gilt metal circular plate with graduations, over which an alidade with two sights revolves diametrically.” (Cittert, 1954, p. 1).

¹¹ Embora a criação do astrolábio esteja vinculada a Hiparco (Séc. II), o Museu de Topografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) apresenta uma referência da tradição islâmica que atribui a Ptolomeu, um contemporâneo da época de Hiparco, a sua origem.

se um instrumento indispensável para os navegantes, sendo uma presença constante em suas viagens marítimas, auxiliando a navegação e as novas rotas marítimas que vinham se descortinando diante dos europeus daquele período. Sobre ele ainda pode ser mencionado que “[...] no mar, as observações para determinação de latitude são mais precisas quando feitas com o astrolábio e tomando a altura do sol.” (Gesteira, 2014, p. 1018). Gesteira enfatiza em seu texto o astrolábio português, o qual possuía como ponto de referência inicial o Zênite:

O astrolábio que usam os pilotos portugueses começa sua graduação em nada, ou cifra no Zênite, que é debaixo do arganel, e acaba em 90 graus no Horizonte assim para uma como para outra parte, ao contrário dos astrolábios castelhanos que começam a graduação em nada no Horizonte e acabam em 90 graus no Zênite. (Gesteira, 2014, p. 1019).

As navegações em regiões marítimas mais distantes e profundas, que tiveram o seu início no final do século XV e que continuaram de forma mais intensa no século seguinte, trouxeram consigo o aperfeiçoamento deste instrumento para que suas medições fossem cada vez mais precisas e, com isso, trouxessem mais segurança à tripulação em alto mar. Um exemplo notável do aperfeiçoamento deste instrumento de navegação, foi a atualização realizada pelos portugueses, que remodelou o astrolábio planisférico para o modelo náutico. Este melhoramento no equipamento proporcionou uma maior segurança para enfrentar as condições adversas encontradas nas viagens marítimas.

O astrolábio português é uma adaptação feita ao quadrante – que só permitia calcular a latitude através da Estrela Polar, apenas no hemisfério norte. Os portugueses criaram então o astrolábio náutico, adaptação feita com base no astrolábio planisférico que, tal como o quadrante, também poderia ser utilizado com a Estrela Polar, ou através do Sol, o que tornava possível medir a posição do navio em qualquer latitude. (CCM Marinha, [s. d.: n. p]).

Ao refletir sobre a era das navegações ultramarinas, esta adaptação dos portugueses ao quadrante, trouxe uma maior segurança ao navio em qualquer latitude em que se encontrava. Repare bem que o texto deixa devidamente explícito que os navegantes portugueses passaram a ter ciência de sua posição em alto mar a qualquer hora, fosse dia ou noite, o que passou a ser possível devido ao fato de o aparelho permitir que fosse utilizado a partir de dois pontos de referência, a Estrela Polar ou o Sol. O astrolábio efetuou um papel tão importante para a navegação deste período que passou a ser tema poético, como podemos perceber na canção de Leonina Oliveira, denominada: Astrolábio.

Primeiro foram criados as correntes marinhas/E dada aos seres a vontade de navegar/Ninguém sabia de onde esta vontade vinha/Ninguém sabia como era o mar./Depois foram criadas as estrelas/E as posições da ursa polar/Constelações se fizeram e vê-las/Despertou nos seres a vontade de voar./Um dia surgiram as ilhas/Os continentes a se desmembrar/Pedaços da terra/Pedaços de trilhas./Então existia uma razão para se deslocar/Entre as faixas marinhas/Entre as ilhas e trilhas/Pessoas distantes a se esperar./E disto nasceu a saudade/Trazendo consigo a brisa do mar./Os ventos foram criados,/a lua chegou para ficar/Criaram marés e soldados/Cantavam glórias sobre o luar./Surgiram os barcos/surgiram as velas./Vieram os remos para impulsionar/Ousados marujos que em caravelas/Faziam-se ao largo tentando encontrar/O porquê do desejo de navegar/O porquê do desejo de navegar/Ninguém sabia donde este desejo vinha/E monstros marinhos surgiram aos montes/Fenícios e gregos observaram uma linha/Egípcios e etruscos observaram o horizonte./Estudos complexos de um tempo distante/Criaram um objeto para cartear/Cartas náuticas baseadas em estrelas brilhantes/A fim de que o oceano pudessem mapear./Clepsidras já existiam e também as lanternas para guiar/Era preciso criar um sextante/Que nunca nem antes/Ousou-se criar./O astrolábio surgiu/E os seres se fizeram ao mar./E ninguém nunca descobriu/De onde nasceu a vontade de marear/[...] (Oliveira, 2012, [n. p.]).

Embora seja um pouco extensa a referência poética acima, ela descreve muito bem o papel do desenvolvimento tecnológico quando os homens buscavam novos caminhos para conhecer. A autora deixa claro em seu texto que diante do desejo dos seres, estudos complexos foram realizados, o resultado foram as cartas náuticas, o sextante e, por fim, o astrolábio, que “emprestou” o seu nome a esta poesia. A sua importância é tão atual que durante o ano Geofísico Internacional (1957-1958), vários “astrolábios do modelo denominado impessoal, distribuídos por todo o globo terrestre, foram utilizados com sucesso para a determinação do tempo e da latitude.” (Marques dos Santos, 2005, p. 146).

O leme

A direção é dada pelo leme, quando o barco vira para a esquerda o rumo é bombordo, e à direita é estibordo.
(Pelizzari, 2020, p. 26).

A bússola e o astrolábio permitiram determinar a latitude e manejar a direção nos sentidos Norte ou Sul, respectivamente. Eles foram determinantes para auxiliar a navegação da época, permitindo-a mesmo em condições desfavoráveis, fruto de um desconhecimento dos mares a que se lançavam. Para além destes, um outro equipamento que (inclusive até os dias atuais) é fundamental para uma embarcação é o leme, uma peça móvel que assegura a direção de um navio e que em síntese pode ser descrito como:

[...] peça de madeira utilizada no governo da embarcação, geralmente constituído de uma só tábua, e com partes principais chamadas de madre,

cabeça e porta do leme. É a porta que oferece resistência à água; cabeça é a parte de cima; e madre é a parte mais a vante, onde ficam as governaduras [sic]. (Pelizzari, 2020, p. 22).

Para conhecer um pouco da história deste instrumento, deve-se voltar a alguns estudos que tiveram como ponto de partida a arqueologia e suas escavações. De acordo com algumas referências, “o leme começou a ser incluído nas embarcações no século 1 d.C. Porém, em escavações realizadas em túmulo imperial, do século 1 a.C, foi encontrada maquete de um barco chinês com leme” (Oliveira, 2003, [n. p.]). Através dos registros históricos, o leme passaria a ser utilizado no Ocidente “somente 1100 anos após” (Oliveira, 2003, [n. p.]). Chama atenção o fato de que as suas principais atualizações ocorreram nas sucessões das embarcações que circum-navegavam o Mar Mediterrâneo.

No Norte os lemes eram laterais, e as vezes, único à mão direita, dando a este lado o seu nome: estibordo de steer-board (steer = dirigir). No Sul usavam-se sempre os dois lemes laterais, como solicitava a armação latina, pois com o casco mais estreito e os ventos de través podia haver grande adernamento, que chegava para trazer o fora de água o leme de barlavento, inutilizando a sua acção [sic]. Era preciso outro leme. No Norte foi-se combatendo aquele real inconveniente, embora ali menor, levando pouco a pouco, o leme mais à ré, de modo a diminuir a amplitude de sua saída da água. (Barata, 1970, p. 7).

Aproximadamente até o século XIII, estas embarcações que cruzavam o Mediterrâneo possuíam os lemes de acordo com a sua localização regional: no Sul, o instrumento era disposto em uma localização da embarcação; já no Norte, por sua vez, estava adaptado em outro ponto. Isso significa que era necessário estabelecer um padrão e, para tanto, fazia-se necessário elaborar um novo projeto para o leme. Devido a estes fatores, aos poucos, as embarcações passaram a ser construídas com o leme adaptado à popa. Esta alteração, que se iniciou a princípio de forma modesta, produziu um modelo de leme que “pouco a pouco se chegou, talvez no século XIII, ao leme axial, que nos fins do século XIV já se vê nas naus mediterrâneas de vela redonda” (Barata, 1970, p. 7).

O leme axial foi uma importante inovação na história da navegação, haja vista que veio para substituir o leme de esparrela, que consistia em um remo ou similar colocado lateralmente na embarcação, ficando voltado para o lado oposto ao vento. Embora, fosse eficaz em embarcações menores, ele encontrava limitações em embarcações maiores, como as caravelas. Com o advento das Grandes Navegações e a necessidade de embarcações mais robustas e capazes de enfrentar longas viagens, o leme axial mostrou-se uma solução eficaz.

Sua estrutura vertical e alinhamento com a quilha permitiam maior controle e precisão na navegação. Além disso, o leme axial era mais resistente e durável,

suportando melhor as condições adversas do mar. A adoção do leme axial também teve impacto na construção naval. As embarcações passaram a ser projetadas levando em consideração a utilização deste tipo de leme, o que resultou em mudanças na forma e no desenho dos cascos.

Com o aparecer do leme axial o casco fechou-se, a ré, com uma forma de canastra, em duas nádegas ao lado do cadaste, dando assim a «pôpa redonda» [sic] ou «alia bastarda», que perdurou em toda a Europa enquanto houve navegação à vela em navios de alto bordo. Nos começos do século XVI, e certamente não antes da «época manuelina», foi trazida do oriente [...] pelos portugueses, a «pôpa de painel» [sic], plana, fazendo esquinas com os flancos do costado, como é a dos juncos malaios. Essa construção espalhou-se por toda a Europa, talvez por ser, embora menos sólida, de mais fácil execução, evitando o curvamento apertado de grossas tábuas e espessos verdugos, trabalho esse sempre custoso. (Barata, 1970, p. 7-8).

Ao efetuar uma observação atenta dos registros referenciais enunciados acima, constata-se que a inserção do leme de modelo axial teve impactos profundos nas transformações da construção naval do período. A Europa do século XIV vivenciou importantes atualizações em suas embarcações, o que acabou contribuindo para os desafios de uma sociedade que estava em um processo de mudanças. Neste contexto, o leme axial desempenhou um papel expressivo para aumentar a manobrabilidade, a estabilidade e a velocidade das embarcações, adaptando-os as diferentes condições climáticas e geográficas. Tais renovações contribuíram à chamada expansão marítima europeia, que, como já afirmado anteriormente, teve o seu início em fins do século XV.

O terceiro mastro

Os navios de vela sofreram mais alterações entre 1400 e 1550 do que em todo o período posterior. (Lima, 2022, p. 24)

Os equipamentos que são objetos deste estudo, em mãos europeias passaram por significativas atualizações. No entanto, tais ajustes só surtiriam os efeitos desejados caso a estrutura da embarcação também fosse inovada. E, isto pode ser visto, nas mudanças que o leme passou a receber no decorrer do mesmo século. Em vista disso, pode ser afirmado que foi “neste clima de mudança tecnológica e de experimentação com novos tipos de navios que apareceu a nau de três mastros que permitiu a expansão marítima Europeia [sic]. (Domingues, 2012, p. 54). Embora o fato de adicionar o leme na popa tenha trazido um significativo avanço, era fundamental estabelecer um contrapeso no local da sua instalação. Noutras palavras, a fim de equilibrar o mastro do leme, era

necessário a instalação de um mastro a mais nas embarcações para contrabalancear o peso.

Este fator foi um dos motivos que conduziu a engenharia naval da época a buscar uma solução mais apropriada para equilibrar as alterações que o corpo da embarcação passou e torná-las mais seguras e dinâmicas. Além disso, era necessário possuir um meio de transporte marítimo que pudesse alcançar locais mais distantes, com uma maior tripulação, com suficientes mantimentos e que retornassem com uma maior quantidade de carga. Diante de novas demandas, as caravelas de dois mastros, embora possuíssem uma boa eficiência, não se adequavam com esta exigência que o mercado europeu estava começando a vivenciar.

Diante destes desafios, estabeleceram-se projetos para uma embarcação com um terceiro mastro. Com isso, em fins “da Idade Média algumas dessas embarcações tinham 60 m de comprimento com uma boca de 15 metros e uma capacidade de carga de 1.400 toneladas.” (Hodgett, 1975, p. 131).

No século XV, o navio mercante do Atlântico, denominado de *cog*, era redondo e era equipado com um único mastro e uma única vela. Por meados do século XV, introduziu-se um mastro a fim de equilibrar a vela triangular (latina). [...] Essa armação, conhecida de carraca era muito comum no Mediterrâneo. Entretanto, foram os portugueses que desenvolveram uma armação usando velas latinas e [acrescentando o terceiro mastro]. Esses navios receberam o nome de caravelas. (Espíndola, 2013, p. 2).

A adaptação de um terceiro mastro a caravela significou o recebimento de “uma vela triangular presa a uma verga em um ângulo agudo com o mastro, em contraste com as velas retangulares mais conhecidas, presas a vergas perpendiculares” (Rosemberg; Birdzell Jr., 1986, p. 91). Com um mastro a mais e a junção das velas triangulares com as quadrangulares, o resultado foi um melhor aproveitamento das forças eólicas em um barco mais estável. O que configurou uma perfeita união para abrir caminhos por mares mais profundos.

Considerações finais

Ao longo das considerações que foram propostas neste texto, foi possível observar uma série de elementos que colaboraram para um interesse mais pontual em inovar a instrumentação náutica. Atitudes que tiveram como pano de fundo os acontecimentos sociais que aos poucos se concretizavam ao longo do século XV e que acabaram conduzindo ao período histórico das Grandes Navegações, as quais impactaram profundamente o Ocidente.

Como pode ser observado, ações que partiram através de práticas contrárias a um discurso prevalecente em fins da Baixa Idade Média, que defendia um acomodamento em relação aos conhecimentos disseminados no período, começaram a sofrer fortes questionamentos de pessoas que buscavam mudanças. Esta postura que, a princípio, surgiu como um discurso, mas que acabou por conduzir o homem europeu a uma prática de ações as quais alteraram a sua relação com a realidade do mundo e consigo, ocasionando uma ruptura com o modelo tradicional vigente.

Esta atitude produziu resultados práticos, que refletiram em várias áreas da sociedade, dentre elas a da tecnologia náutica que foi objeto desta pesquisa. De fato, apesar de os equipamentos abordados aqui não terem sido de origem europeia, estes souberam aproveitar essas tecnologias aprimorando-as e utilizando-as em prol de suas embarcações para alcançarem uma navegação em rotas anteriormente vistas como inatingíveis, como ficou demonstrado ao contextualizar o espírito da época.

A caravela é o melhor exemplo para representar como estas atualizações em tecnologias disponíveis para a época trouxe resultado. Pois foi através da sua utilização, que surgiu uma navegação visando novos horizontes e na esperança de alcançar novos mercados para a expansão do comércio europeu.

Contudo, diante deste panorama, surge uma reflexão essencial sobre o uso das tecnologias nas sociedades que as detém, e como elas podem ser usadas para o bem ou para o mal. As Grandes Navegações demonstraram que o desenvolvimento tecnológico pode auxiliar na solução de vários problemas, contudo, tem potencial para gerar outros que podem vir a se tornar “irreparáveis”.

Referências

ACZEL, Amir D. *Bússola: A invenção que mudou o mundo*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2002.

APOLINÁRIO, Maria Raquel. *Projeto Araribá: história*. São Paulo: Moderna, 2014.

ARRUDA, José Jobson de Andrade; PILLET, Nelson. *Toda a História: História Geral e História do Brasil*. São Paulo: Editora Ática, 1997.

BARATA, Jaime Martins. *O Navio “São Gabriel” e as naus Manuelinas*. Lisboa: Coimbra, 1970.

BISPO, Cláudio dos Santos *et al.* *Empreendedorismo e Inovação*. Salvador: IBES, 2012.

BÚSSOLA. *In: Dicionário Online Priberam de Português*. Disponível em: <https://dicionario.priberam.org/b%C3%BAssola#:~:text=1.,Agulha%20de%20marear>. Acesso em: 2 ago. 2023.

CAMPOS, Antônio Carlos. *O uso da bússola e a declinação magnética da Terra*. [S. d.]. Disponível em: https://cesad.ufs.br/ORBI/public/uploadCatalogo/11193004042012Cartografia_Basica_Aula_6.pdf. Acesso em: 27 jul. 2023.

CARABELA. In: DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA. [Madri-ES: Real Academia Española, 2023]. Disponível em: <http://dle.rae.es/?id=7NbEHEC>. Acesso em: 18 nov. 2018.

CARAVOS. In: DICIO: Dicionário online de Português. [Porto-PT: 7Graus, 2023]. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/caravos>. Acesso em: 13 jun. 2023.

CITTERT, Pieter Hendrik van. *Astrolabes: A critical description of the astrolabes, noctilabes and quadrants in the care of the Utrecht University Museum*. E. J. Brill, Leiden, Neatherlands, 1954.

COMISSÃO CULTURAL DE MARINHA. *Astrolábio Atocha III*. Lisboa: Museu da Marinha. Disponível em: Comissão Cultural de Marinha. [Acesso em: 2 ago. 2023.](#)

DOMINGUES, Francisco Contente. *História da Marinha Portuguesa: Navios, Marinheiros e Arte de Navegar (1500-1668)*. Lisboa: Academia de Marinha, 2012.

ESPÍNDOLA, Carlos José. As inovações no transporte de cargas marítimas: apontamentos para a pesquisa. *Cadernau, Cadernos do Núcleo de Análises Urbanas*, Rio Grande-RS, v. 6, n. 1, p. 1-16. 2013. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/cnau/article/view/4766>. Acesso em: 26 jul. 2023.

FERLIN, Edson Pedro; CARVALHO, Neil Franco de; ELEUTÉRIO, Marco Antonio Masoller. Os cursos de Engenharia na modalidade EAD: proposta de cursos na área de computação, produção e elétrica. In: *CONGRESSO INTERNACIONAL ABED DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA*, 2015, São Paulo. Anais. São Paulo: Abed, 2015. p. 1-10.

FONSECA, Quirino da. *Os navios do infante D. Henrique*. Coimbra: Imprensa da Universidade, 1933.

GESTEIRA, Heloisa Meireles. O astrolábio, o mar e o Império. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, Rio de Janeiro, v. 21, n. 3, p. 1011-1027, jul./set. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hcsm/a/cKRFM73SThtPpqQZfqVQgrG/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 26 jul. 2023.

GUARINELLO, Norberto Luiz. *História Antiga*. São Paulo: Contexto, 2013.

QUITARRARA, Paloma. *Bússola*. Brasil Escola, 2023. Disponível em <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/bussola.htm>. Acesso em: 28 nov. 2023.

HODGETT, Gerald A. J. *História social e econômica da Idade Média*. Rio de Janeiro, Zahar, 1975.

LIMA, Pedro Miguel Ramos Costa. *Animais perigosos e agentes silenciosos: Interações entre humanos e tubarões no Atlântico (Séculos XV a XVIII)*. Lisboa: NOVAFCSH, 2022.

MARQUES DOS SANTOS, Paulo. *Instituto Astronômico e geofísico da USP: Memórias sobre sua formação e evolução*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005.

MENDONÇA, Henrique Lopes de. *Estudos sobre navios portugueses nos seculos XV e XVI*. Lisboa: Typographia da Academia Real das Sciencias, 1892.

MONTEIRO, Alexandre; CASTRO, Luís Filipe; GÊNIO, Margarida. *Vida e morte do caravelão “que andava no castelo e trato de arguim”*: autópsia de um navio dos descobrimentos. A Herança do Infante. Sessão III. Revolução Geográfica, 2011. Disponível em: [Vida-e-morte-do-caravelao-que-andava-no-Castelo-e-trato-de-Arguim-autopsia-de-um-navio-dos-Descobrimentos.pdf](#) (researchgate.net). Acesso em: 11 jul. 2023.

OLIVEIRA, Carlos Tavares de. *China: origens da navegação marítima*. Revista Portos e Navios. Jul. 2003. Disponível em <http://www.camarabrasilchina.com.br> Acesso em: 25 nov. 2018.

OLIVEIRA, Leonina. *Astrolábio*. Song Lyrics of Leonina Oliveira. Nov. 2012. Disponível em: Song Lyrics of Leonia Oliveira: ASTROLÁBIO (musicasleoniaoiveira.blogspot.com). Acesso em: 27 jul. 2023.

PELIZZARI, Leonardo Carvalho. *Barco multiuso de pequeno porte*. Rio de Janeiro: UFRJ, 2020.

PESSOA JR., Osvaldo. Modelo causal dos primórdios da ciência do magnetismo. *Scientia e Studia*. São Paulo, v. 8, n. 2, p. 195-212, 2010. Disponível em: SciELO - Brasil - Modelo causal dos primórdios da ciência do magnetismo Modelo causal dos primórdios da ciência do magnetismo. Acesso em: 8 ago. 2023.

ROSEMBERG, Nathan; BIRDIZELL Jr., L. E. *A história da riqueza do ocidente*. Rio de Janeiro: Record, 1986.

SILVA, Rodrigo Pereira. *O ceticismo da fé: Deus: uma dúvida, uma certeza, uma distorção*. São Paulo: Ágape, 2018.

SOUZA, Laura de Mello e. *O diabo e a terra de Santa Cruz: feitiçaria e religiosidade popular no Brasil colonial*. São Paulo: Companhia das Letras, 1986.

VICENTINO, Cláudio. *História Geral*. São Paulo: Scipione, 1997.

VIGO, Jorge Ariel. *Fuego y Maniobra: breve história del arte táctico*. Argentina: Docuprint S.A., 2005.