

SOBRE A NAVEGAÇÃO PORTUGUESA DO SÉCULO XVI À LUZ DO INSTRUMENTO JACENTE NO PLANO

Francisco Wagner Soares Oliveira

Grupo de Pesquisa em Educação e História da Matemática (GPEHM)
Universidade Estadual do Ceará (UECE)
Ceará, Brasil
e-mail: franciscowagner2007@gmail.com

Ana Carolina Costa Pereira

Universidade Estadual do Ceará (UECE)
Ceará, Brasil
e-mail: carolina.pereira@uece.br

Resumo: O presente trabalho se dedica a apontar elementos sobre a navegação portuguesa do século XVI, tomando como base o uso do instrumento jacente no plano. Esse aparato é uma das inovações de Pedro Nunes (1502-1578) proposta enquanto cosmógrafo-mor do reino de Portugal, ele está exposto no sexto capítulo do segundo livro de navegação, o qual pode ser consultado em *De arte atque ratione navigandi* (2008), publicação moderna. Como forma de tecer a malha histórica, parte-se da descrição do instrumento jacente no plano presente no referido tratado.

Palavras-chave: navegação portuguesa do século XVI; instrumento jacente no plano; lâmina de sombras; Pedro Nunes.

Abstract: The present work is dedicated to pointing out elements about 16th century Portuguese navigation based on the use of the a new instrument to find the altitude of sun. This apparatus is one of the innovations of Pedro Nunes (1502-1578) proposed by the chief cosmographer of the kingdom of Portugal, he is exposed in the sixth chapter of his second navigation book, which can be consulted in the *De arte atque ratione navigandi* (2008), modern publication. As a way of weaving the historical fabric, it is based on the description of a new instrument to find the altitude of sun present in that treaty.

Keywords: 16th century Portuguese navigation; a new instrument to find the altitude of sun; instrument of shadows; Pedro Nunes.

1 Introdução

Na literatura portuguesa, é possível observar estudos em história da ciência que se dedicam a falar sobre navegação¹, dentre os elementos discutidos, notam-se antigos tratados publicados nos séculos XVI e XVII, instrumentos náuticos e disseminação de regras e lições direcionadas a homens do mar. Seguindo nessa direção, este texto tem como objetivo apontar elementos sobre a navegação portuguesa do século XVI, tomando como base o uso do instrumento jacente no plano de Pedro Nunes (1502-1578). Com as informações coletadas, tem-se como intenção pensar e/ ou propor estratégias para incorporação do aparato em ações voltadas ao ensino de matemática².

No caso particular de estudos sobre instrumentos náuticos³, sabe-se que existem várias frentes de pesquisas valorizadas por historiadores da ciência e da matemática⁴, em uma delas, tais aparatos são colocados como elementos que veiculam conhecimentos do “saber-fazer” matemáticos de uma época⁵. É consenso que o uso dos instrumentos esteve, de certa forma, relacionado à

¹São exemplos dessas pesquisas os seguintes trabalhos: A. Fontoura da Costa. **A Marinharia dos Descobrimentos**. 3^a. Lisboa: Edições Culturais da Marinha, 1960; Luís de Albuquerque. **Instrumentos de Navegação**. Lisboa: Comissão Nacional para a Comemoração dos Descobrimentos Portugueses, 1988.

²Para observar uma interface entre história e ensino de matemática com esse instrumento, vide Francisco Wagner Soares Oliveira. **Sobre os conhecimentos geométricos incorporados na construção e no uso do instrumento jacente no plano de Pedro Nunes (1502-1578) na formação do professor de matemática**. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, Instituto Federação de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, 2019.

³Instrumentos utilizados na navegação, também, podem ser denominados de “matemáticos” desde que eles forneçam o que Aristóteles caracterizava por “quantidades”, ou seja, distâncias e ângulos. Fumikazu Saito. **História da matemática e suas (re)construções contextuais**. São Paulo: Livraria da Física, 2015.

⁴Algumas das frentes de pesquisa podem ser consultadas em: Deborah Jean Warner. “Terrestrial Magnetism: For the Glory of God and the Benefit of Mankind”. *Osiris*, Philadelphia, v. 9, p. 67–84, 1994; Alan Gabbey. “Between ars and philosophia naturalis: reflections on the historiography of early moderns mechanics”. In: J. V. Field; Frank AJL James. (Orgs.). *Renaissance & Revolution: Humanists, Scholars & Natural Philosophers in Early Modern Europe*. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. p. 133–145; Sachiko Kusukawa; Ian Maclean (Eds.). *Transmitting Knowledge: Words, Images, and Instruments in Early Modern Europe*. Oxford/New York: Oxford University Press, 2006; e Fumikazu Saito. “Instrumentos e o “saber-fazer” matemático no século XVI”. *Revista Tecnologia e Sociedade*, Curitiba, v. 18, n. especial, p. 101-112, 2013; Fumikazu Saito. “Instrumentos matemáticos dos séculos XVI e XVII na articulação entre história, ensino e aprendizagem de matemática”. *Revista de Matemática, Ensino e Cultura - Rematec*, v. 9, n. 16, p. 25-47, 2014.

⁵Sobre essa proposta que veicula conhecimentos do “saber-fazer” matemáticos de uma

resolução de problemas matemáticos, observacionais e experimentais⁶. Assim, entende-se que fazem parte do processo de construção do conhecimento e que estão, intimamente, relacionados ao contexto do período.

Nessa perspectiva, como forma de atingir o objetivo deste texto, busca-se congregiar informações sobre navegação observadas a partir do contexto de utilização do instrumento jacente no plano. Para tanto, são considerados dados relacionados à finalidade do referido aparato dentro da navegação quinhentista e aos procedimentos necessários para o uso dele. Como se verá, mesmo não se tendo registro de seu uso no século XVI, ainda assim ele aponta alguns elementos da náutica no período.

2 A finalidade do instrumento jacente no plano no contexto da navegação

Ao propor o instrumento jacente no plano, Pedro Nunes dedica suas primeiras palavras para apontar que “a altura do Sol pode tomar-se não só com instrumentos erectis sobre o plano do horizonte como também usando instrumentos que estão jacentes paralelos a esse plano”⁷. Nesse excerto, é possível observar que a finalidade do aparato é, provavelmente, a de fornecer a altura do Sol acima do horizonte e que há a existência de dois grupos de instrumentos, em um deles, estariam os que devem estar eréteis (*erectis*) sobre o plano do horizonte e, no outro, os que necessitavam estar jacentes.

A simples leitura do restante da descrição de Pedro Nunes deixa claro que, de fato, a finalidade do instrumento é fornecer a altura do Sol acima do horizonte, conforme ele indica: “quando se quiser achar a altura do Sol acima do horizonte, rodar-se-á o instrumento até que a sombra do estilete se projecte sobre a recta **bd**. Então, a sombra do lado **fh**, ou **fe**, no quadrante **ab**, indicará a altura procurada”⁸.

época, verificar: Saito, “Instrumentos matemáticos dos séculos XVI e XVII na articulação entre história, ensino e aprendizagem de matemática”.

⁶Confira: W. D. Hackmann. “Scientific Instruments: Models of Brass and Aids to Discovery”. In: David Gooding; Trevor Pinch; Simon Schaffer. (Orgs.). *The Uses of Experiment: Studies in the Natural Sciences*. Cambridge/New York: Cambridge University Press, 1989. p. 39–43.

⁷Pedro Nunes. Obras: *De Arte Atque Ratione Navigandi*. vol. IV, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2008, p. 358

⁸Nunes, Obras. *De Arte Atque Ratione Navigandi*, p. 358.

À luz do excerto de Pedro Nunes e do esquema geométrico (Figura 1), nota-se que, para medir a altura do Sol com esse instrumento, deve-se, inicialmente, posicionar a sua tábua de modo que fique jacente ao plano do horizonte.

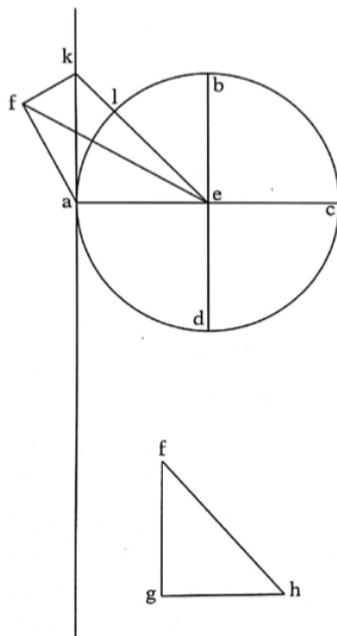


Figura 1: Esboço do instrumento jacente no plano, por Pedro Nunes⁹.

Posteriormente, deve-se fazer com que a sombra do estilete (aparato que se encontra posto perpendicularmente em algum ponto da reta **bd**) coincida com a reta **bd**. Obedecidas essas orientações, já se pode observar a altura procurada, basta ler os graus a partir do ponto **b** até a sombra do lado **fh** ou **fe**, projetada sobre a circunferência graduada.

No tocante ao público que deveria encontrar essa medida, entende-se que, para compreenderem o que seria a “altura do Sol acima do horizonte”, necessitavam saber o conceito elementar de horizonte. Conforme destaca Pedro Nunes, na epítome da introdução astronômica da esfera, sabe-se que “horizonte é o círculo maior que separa a parte visível do mundo da que se não ver, pois um hemisfério está acima da terra, o outro debaixo

⁹Nunes, Obras. *De Arte Atque Ratione Navigandi*, p. 358.

da terra, sendo o mesmo um hemisfério e metade da esfera”¹⁰. No século XVI, o conhecimento sobre tópicos de matérias cosmográficas, dessa natureza, eram cobrados de candidatos a pilotos. Guias náuticos e livros de marinha de Portugal apontam que uma das referências utilizada sobre esse assunto era o *Tratado da Esfera* de Sacrobosco, texto esse que Pedro Nunes veio a fazer uma tradução e incorporou no *Tratado da Sphera* (1537)¹¹.

No contexto da navegação, a determinação da altura do Sol acima do horizonte estava direcionada ao cálculo da latitude¹². Para o conhecimento dessa coordenada, o Sol entra em cena a partir do momento em que a Estrela Polar já não era mais vista pelos navegantes, fato que aconteceu quando os descobrimentos ultrapassavam o Equador¹³. Ainda, no século XV, um desses avanços, para além do Equador, foi impulsionado pelo “contrato estabelecido entre a coroa e o navegador Fernão Gomes, para a exploração comercial da Mina, obrigava o beneficiário do arrendamento a descobrir 100 léguas de costa em cada ano”¹⁴. Também esteve relacionada à expansão dos descobrimentos portugueses a necessidade de se estabelecer uma nova rota para as especiarias que vinham do Oriente.

Quanto a uma possível aproximação do instrumento jacente no plano com os processos de determinação da latitude, não se tem qualquer registro de sua utilização, sabe-se apenas que a medida fornecida pelo aparato pode ser incorporada no cálculo dessa coordenada¹⁵. Em *De arte atque ratione navigandi*, especificamente, no capítulo quatorze do segundo livro, vê-se que Pedro Nunes, ao tratar sobre um processo para achar a altura do polo acima

¹⁰Pedro Nunes, Obras. *Tratado da Sphera Astronomici introductorii de spaera epitome. Pedro Nunes Obras, vol. I*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2014, p. 213.

¹¹Luís de Albuquerque. *Ciência e Experiência nos Descobrimientos Portugueses*. Lisboa: Biblioteca Breve, 1983.

¹²Para o cálculo da latitude, eram tomadas a altura do Sol ao meio-dia local e a sua declinação no dia, ainda, dever-se-ia considerar a posição do observador como, por exemplo, se estava no Hemisfério Norte ou no Hemisfério Sul, se estava a Norte do Sol ou a Sul. Um resumo das regras para o cálculo da latitude a partir do Sol pode ser observado em: Luís de Albuquerque. *Curso de história da náutica*. Coimbra: Livraria Almeida, 1972.

¹³Moacir Soares Pereira. *Capitães, naus e caravelas da armada de Cabral*. Coimbra: Imprensa de Coimbra, 1979.

¹⁴Albuquerque. *Curso de história da náutica*, p. 93.

¹⁵Maiores informações sobre uma possível aproximação do instrumento jacente no plano com o cálculo da latitude, vide Francisco Wagner Soares Oliveira; Ana Carolina Costa Pereira. “Elementos iniciais da relação entre o instrumento de Pedro Nunes, jacente no plano, e o cálculo da latitude no século XVI”. *História da Ciência e Ensino: Construindo interfaces*. São Paulo, v. 19, p. 39–53, 2019.

do horizonte por meio dos raios do Sol, instrui que se deve achar a altura do Sol acima do horizonte¹⁶. No excerto, mesmo já tendo proposto o instrumento jacente no plano no sexto capítulo, o lusitano indica que se use o astrolábio para a determinação da referida quantidade.

Não se sabe porque Pedro Nunes instrui que se use o astrolábio em vez de suas propostas, como o instrumento jacente no plano ou mesmo o anel náutico. Possivelmente, essa postura de Pedro Nunes vai de encontro ao contexto da navegação no período, em que:

O astrolábio era considerado o melhor dos instrumentos. A altura do sol toma-se «mejor com estrolabio que non com quadrante nin com outro ningud estrumento», diz Mestre João na carta escrita de Vera Cruz a D. Manuel, em I de Maio de 1500. O astrolábio é «o melhor instrumento de todos», diz D. João de Castro numa nota do *Roteiro de Lisboa a Goa*¹⁷.

Diante dessas falas, nota-se que homens envolvidos com a prática da arte de navegar davam preferência ao uso do astrolábio para a determinação da altura do Sol. A versão desse aparato, utilizada pelos navegantes, era uma simplificação do astrolábio astronômico plano, a versão náutica do instrumento tinha como função apenas fornecer a altura dos astros¹⁸. Contudo, além desse aparato, existiam outros que, também, poderiam ser utilizados para a obtenção da referida altura como, por exemplo, o quadrante, a balestilha, o Kamal e o anel náutico.

Na literatura náutica, é possível observar que esses instrumentos podem ser agrupados em dois tipos, “os que forneciam directamente a altura angular do astro observado (como o astrolábio, o quadrante, etc.), e os que davam a altura mediante a relação de dois elementos lineares (como a balestilha e as tavoletas ou tábuas da Índia)”¹⁹.

Como destacado anteriormente, no início da descrição do instrumento jacente no plano, Pedro Nunes sinaliza um outro agrupamento para os ins-

¹⁶Nunes, Obras. *De Arte Atque Ratione Navigandi*, p. 414.

¹⁷Luciano Pereira da Silva. “A arte de navegar dos Portugueses, desde o Infante a D. João de Castro.” Em: Obras completas. Vol. II. Lisboa: Agência Geral das Colónias, 1945, pp. 223–432.

¹⁸Para outras informações sobre o astrolábio náutico, pode-se consultar: Luciano Pereira da Silva. “O astrolábio náutico dos portugueses.” Em: Obras completas. Vol. II. Lisboa: Agência Geral das Colónias, 1945, pp. 49–62; Silva. “A arte de navegar dos Portugueses, desde o Infante a D. João de Castro”, pp. 223–432; Costa. **A Marinharia dos Descobrimentos**. 1960; Albuquerque. **Instrumentos de Navegação**. 1988.

¹⁹Costa. **A Marinharia dos Descobrimentos**, p. 18.

trumentos que determinam a altura do Sol acima do horizonte: de um lado, estariam os eréteis e, do outro, os jacentes.

Pela exposição do lusitano, entende-se que se enquadrariam, no grupo dos eréteis, os aparatos que, durante o processo de obtenção da altura do astro, deveriam ser posicionados verticalmente ao plano do horizonte e, nos jacentes, os que deveriam estar paralelos ao plano do horizonte. Assim, nota-se que a classificação apontada por Pedro Nunes toma como base o procedimento para posicionamento do instrumento.

Nesse sentido, dentre os instrumentos utilizados na navegação quinhentista, fazem parte dos eréteis a balestilha, o quadrante, o anel náutico, o astrolábio, dentre outros. Já em relação ao grupo dos jacentes, tem-se como exemplo o próprio instrumento jacente no plano, considerando outros aparatos que não estavam voltados à determinação da altura do Sol, ao grupo, ainda, pode-se incorporar a bussola, a lâmina de sombras etc.

No passo seguinte, com base no instrumento jacente no plano, busca-se expor algumas informações sobre os procedimentos praticados no ambiente da navegação para uso de instrumentos que deveriam estar jacentes ao plano do horizonte.

3 O instrumento jacente no plano e os procedimentos para seu uso

Em Pedro Nunes – Obras vol. IV *De arte atque ratione navigandi*, em particular, nas páginas 358 a 360, tem-se a descrição do instrumento jacente no plano exposta por Pedro Nunes no século XVI. No decorrer dos excertos, o quinhentista não apresenta informações que apontem como se deve proceder para posicionar o instrumento de forma que fique jacente ao plano do horizonte. No século XVI, essa omissão de procedimentos pode estar associada ao fato de “que para o produtor do texto, o artesão, essa informação não era necessária, pois seria um conhecimento tácito dos artesãos da época, bem como de outros interlocutores”²⁰. Além disso, sabe-se, ainda, que o público vislumbrado por Pedro Nunes, para sua obra, foi certamente:

matemáticos, astrónomos e homens de ciência de formação muito elevada, das universidades e círculos eruditos da Europa. A simples cir-

²⁰Marisa da Silva Dias; Fumikazu Saito. “História e Ensino de Matemática: o báculo e a geometria”. In: XXII SIEM Seminário de Investigação em Educação Matemática, 2011, Lisboa. ProfMat2011 e XXII SIEM. Lisboa: Associação de Professores de Matemática, 2011, p. 8.

cunstância de o idioma escolhido para esta redação ser o latim, e, sobretudo, o facto de o conteúdo ser sofisticado e tecnicamente avançado, elimina qualquer possibilidade de o livro se dirigir a pilotos, marinheiros ou outros <<homens do mar>>²¹.

Diante disso, entende-se que uma justificativa para Pedro Nunes não expor os procedimentos, para posicionamento da tábua, deve-se ao público pensado para ler seu texto, visto que essas pessoas, possivelmente, já detinham os conhecimentos necessários para realizar o uso de instrumentos que deveriam estar jacentes ao plano do horizonte²².

Como apontado anteriormente, além do instrumento jacente no plano, a lâmina de sombras, também, deveria ser posicionada de forma jacente para que pudesse ser utilizada. A proposta dessa lâmina é exposta em Pedro Nunes – Obras vol. I *Tratado da Sphera Astronomici introductorii de spaera epitome*. Nessa obra, já é possível observar-se, na descrição do instrumento, indícios de como se deve proceder para posicioná-lo de maneira que fique jacente, em um dos excertos, o lusitano indica que:

Poderião os pilotos leuar hum circulo de pao ou metal: com hum estilo perpendicular no centro: e a roda do circulo graduado como astrolabio: e sobre hum ponto do diâmetro fora do centro: em que esta ho estilo se fara hum circulo pouco mayor que ha rosa da agulha: o qual se cauara pera nelle se meter e andar liure como conuem: e pendurarsea este estromento: per cordeys ou per outra arte: que se pode dar: pera ficar ao liuel²³.

Ao final desse texto, percebe-se, em umas das instruções de Pedro Nunes, que se pode fazer uso de cordeys²⁴ para se posicionar o instrumento de forma

²¹Henrique Leitão. Anotações ao *De arte atque ratione nauigandi*. In *Pedro Nunes. Obras, vol. IV*, Lisboa: Academia das Ciências de Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 2008, p. 554.

²²Um outro elemento relacionado ao instrumento jacente no plano, que também se pode observar, é a omissão dos procedimentos necessários referente à instrução de Pedro Nunes que solicita a divisão de uma tábua circular em 360 graus. Para detalhes sobre essa instrução, consulte: Francisco Wagner Soares Oliveira; Ana Carolina Costa Pereira. “Indícios do Costume Relacionado a Divisão da Circunferência em Seus 360 Graus presente na Fabricação do Instrumento Jacente no Plano de Pedro Nunes”. *Revista Brasileira de História da Matemática*, v. 20, n. 39, p. 35–49, 7 out. 2020.

²³Nunes, *Obras. Tratado da Sphera Astronomici introductorii de spaera epitome*, p. 143.

²⁴A palavra cordeys se refere a um cordão, barbante ou mesmo corda, confira: Candido de Figueiredo. *Novo Dicionário da Língua Portuguesa*. Lisboa: Portugal Brasil, 1913.

nivelada. No início do século XVII, ao tratar sobre a fabricação desse mesmo instrumento, Simão de Oliveira, em sua *Arte de Navegar*, também, indica o uso de cordões nos seguintes termos:

Esta descripção & diuisão se passara a hua lamina de latão da grossura de hum dedo, & quadrada por todas as partes, a qual terá no lugar que responde â rosa que no papel se descreueo, hum vão redondo em que se porá hua Agulha pequena feita com muita exacção, & no centro hum ponteiro perpendicularmente levantado a Angulos rectos, & fazendo em cada Angulo da lamina hum buraco se meteraõ nelles cordéis pelos quaes pendurado o instrumento fique equidistante ao Plano do Horizonte, com o que será a fabrica acabada²⁵.

Essas referências ao uso de cordões, para posicionamento do instrumento, indicam que essa tenha sido a ou uma das estratégias de posicionamento de instrumentos que devessem estar jacentes ao plano do horizonte para serem utilizados. Diante dessa possibilidade e conforme as instruções de Pedro Nunes para fabricação e uso da lâmina de sombras, ela foi utilizada²⁶ a bordo da *Sagres*²⁷. Na ilustração a seguir, assinala-se a réplica moderna:

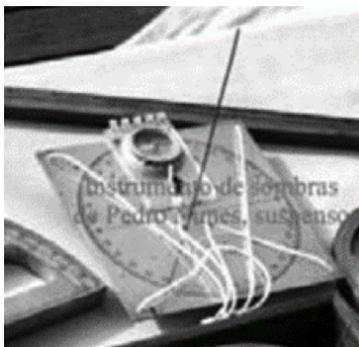


Figura 2: Instrumento de sombras usado a bordo da *Sagres*.²⁸

Nessa imagem, verifica-se como fica a disposição dos cordões no instrumento, nota-se que eles partem dos vértices do quadrado em direção ao

²⁵Simão de Oliveira. *Arte de Navegar*. Lisboa: Pedro Crasbeeck, 1606, p. 83.

²⁶Sobre o uso da lâmina de sombras a bordo da Sagres, confira José Manuel Malhão Pereira. **Experiências com Instrumentos e Métodos Antigos de Navegação**, Lisboa, Academia de Marinha, 2000.

²⁷A Sagres é um navio-escola da Marinha portuguesa.

²⁸Pereira. **Experiências com Instrumentos e Métodos Antigos de Navegação**, p. 5.

centro da circunferência. Essa réplica foi utilizada em terra firme, apresentando resultados, até certo ponto, satisfatórios; já a bordo da Sagres, o instrumento não foi utilizado, mas cabe destacar que, quando suspenso, comportou-se de forma estável²⁹.

Retornando ao *Tratado da Sphera Astronomici introductorii de spaera epitome* e prosseguindo em sua leitura, é possível observar que Pedro Nunes volta a falar sobre como se proceder para posicionar o instrumento de forma que fique jacente ao plano do horizonte. Nessa segunda menção, descrita entre as páginas 165 e 166, o quinhentista já instrui uma outra possibilidade, dessa vez, propõe que:

Nas costas desta lamina defrôte do centro encastoaremos hum pião grande e pesado laurado a torno: pera que metendo a dita lamina nas balanças e caixa da agulha acostumada: fique sojugada por causa do peso e nã saya do ouliuel: e as balanças seram torneadas e de eyxos dobrados e muy liures: e se sem embargo de ho assi fazermos: acharmos que a lamina não fica a ouliuel acrecentarlheemos pella parte de dentro algum peso onde comprir pera que finalmente nos fique perfeitamete ouliuelada: porque nam sendo assi não nos serue³⁰.

Desse excerto, cabe destacar que:

A frase *balanças e caixa da agulha acostuada*, mostra implicitamente que em Portugal já era usada nas *agulhas a suspensão*, depois denominada *balança* (entre nós) ou *Cardan* (n.º 108). Conclusão similar deriva da insistência em que a lâmina deve ter as *balanças torneadas, os eixos torneados e muy livres*, como a de *marfim* de um *palmo de diâmetro* (cêrca de 22 centímetros)³¹.

Essa suspensão indicada por Pedro Nunes se trata de uma “combinação de alguns anéis, já anteriormente usada nas lâmpadas para evitar o derramamento do azeite”³². Assim, nota-se que a navegação se apropriou dessa estratégia de suspensão para atender uma de suas necessidades, em particular, o nivelamento de um instrumento com o plano do horizonte. Como um dos fatos que atesta o conhecimento dessa suspensão por anéis, em um

²⁹Pereira. **Experiências com Instrumentos e Métodos Antigos de Navegação**, 2000.

³⁰Nunes, *Obras. Tratado da Sphera Astronomici introductorii de spaera epitome*, pp. 165–166.

³¹Costa. **A Marinharia dos Descobrimentos**, p. 186.

³²Costa. **A Marinharia dos Descobrimentos**, p. 170.

período anterior à menção de Pedro Nunes, tem-se o Codex Madrid I.1, f. 13v³³:

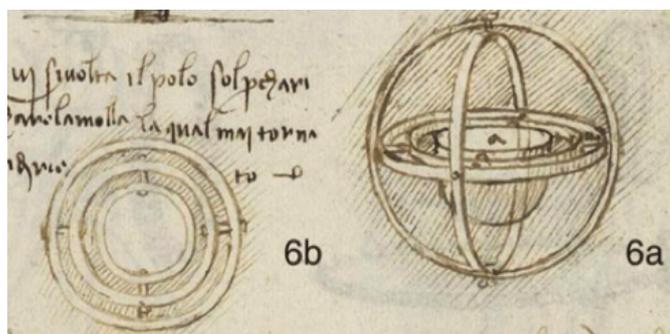


Figura 3: Suspensão por anéis descrita por Leonardo da Vinci.³⁴

Conforme descrito por Leonardo da Vinci, no esboço 6b, tem-se a vista superior do objeto e, em 6a, a vista em perspectiva. A ideia é que um objeto posto no anel ao centro se mantenha na horizontal mesmo que a suspensão sofra a influência de algum movimento externo.

Dentre os instrumentos construídos à luz desse método de suspensão, vê-se o instrumento de sombras usado a bordo da *Sagres*:



Figura 4: Réplica do instrumento de sombras de Pedro Nunes.³⁵

³³O Codex Madrid I.1, f. 13 pode ser acessado em: <http://www.codex-madrid.rwth-aachen.de/madrid1/f013vd/index.html>

³⁴Codex Madrid I.1, f. 13.

³⁵José Manuel Malhão Pereira. “Métodos e Instrumentos de Navegação”. In: DOMINGUES, Francisco Contente. *Navios, Marinheiros e Arte de Navegar, 1500–1668*. Academia de Marinha: Lisboa, 2012. p. 368.

Nessa ilustração, é possível observar a lâmina de sombras³⁶. ao centro do sistema de suspensão de balança e, ainda, todo o conjunto posto em uma caixa. A bordo da *Sagres*, esse modelo de suspensão se mostrou mais eficiente do que o suspenso por cordões³⁷.

Diante dessas notas, pode-se observar dois métodos utilizados, no século XVI, para posicionar instrumentos de tal modo que ficassem jacentes ao plano do horizonte. Pensando em uma possível incorporação dessas estratégias para o instrumento jacente no plano, compreende-se que o aparato teria como configuração:

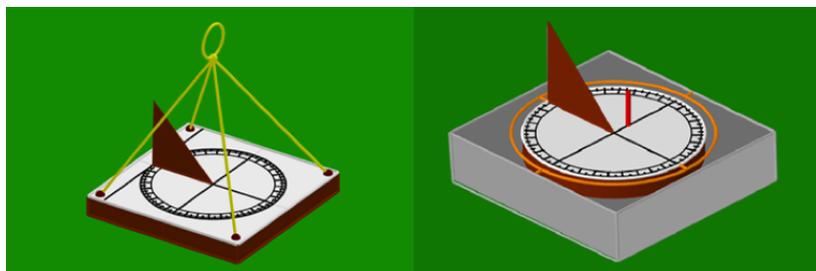


Figura 5: Da esquerda para a direita: instrumento com cordões e na caixa da agulha.³⁸

O instrumento preso por cordões se refere a uma das configurações do aparato para a tábua quadrada, já o outro, dentro da caixa, é a versão na tábua circular³⁹. Com essas imagens do instrumento, busca-se apenas ilustrar a incorporação dos possíveis métodos praticados no século XVI, não

³⁶Para mais informações sobre a construção dessa réplica, consulte Pereira. **Experiências com Instrumentos e Métodos Antigos de Navegação**, pp. 28–32.

³⁷Pereira. **Experiências com Instrumentos e Métodos Antigos de Navegação**, p. 30.

³⁸Elaborado pelos autores.

³⁹Ao propor o instrumento jacente no plano, Pedro Nunes indica duas possíveis configurações, uma para uma tábua circular e outra em uma tábua quadrada. A versão na tábua quadrada, ainda, teria duas variantes, a depender da medida dos lados congruentes do triângulo retângulo isósceles posto sobre a circunferência. Em uma delas, dois dos lados do triângulo seriam congruentes ao semidiâmetro da circunferência, já na outra, o triângulo teria dois de seus lados congruentes ao diâmetro da circunferência. Para detalhes sobre as configurações do instrumento, confira Oliveira. **Sobre os conhecimentos geométricos incorporados na construção e no uso**, 2019.

foram feitas réplicas físicas para se testar, na prática, a validade desses métodos no instrumento jacente no plano⁴⁰.

Mesmo diante desses dois possíveis métodos para suspender o instrumento jacente no plano, sabe-se apenas que ele foi explicado em aulas teóricas⁴¹, não se tem qualquer registro que indique que esse aparato foi utilizado na prática da navegação:

A limitação que torna este instrumento muito pouco adequado ao uso no mar é óbvia: exige um plano horizontal estável, o que nunca se dá a bordo. Esta inadequação ao uso no mar tornou-o apenas numa concepção teórica e explica porque está praticamente ausente da literatura de náutica da época, e porque não se conhecem quaisquer exemplares⁴².

De fato, a necessidade de posicioná-lo de forma paralela ao plano do horizonte deve ter favorecido para não terem utilizado esse instrumento no século XVI. Contudo, a lâmina de sombras tem revelado a existência de dois métodos para posicionar o aparato de forma jacente. Alinhando essas informações com as vistas no contexto do aparato, pode-se acrescentar, ainda, que esteja associado a essa ausência do instrumento jacente no plano, na navegação, o fato de existirem outros instrumentos para determinar a altura do Sol acima do horizonte. O astrolábio é um deles, o qual era considerado o melhor instrumento para esse fim.

A lâmina de sombras é um exemplo que reforça esse fato, mesmo tendo que estar jacente ao plano do horizonte para ser usada (“problema” equivalente ao do instrumento jacente no plano), sabe-se que foi utilizada no século XVI por D. João de Castro em uma viagem que fez para a Índia. A justificativa para seu uso é que não existiam outros instrumentos que substituíssem a lâmina de sombras.

4 Considerações finais

Diante do apresentado, ficam registrados alguns elementos da Navegação portuguesa do século XVI, coletados a partir do uso instrumento jacente

⁴⁰Em Oliveira. **Sobre os conhecimentos geométricos incorporados na construção e no uso**, p. 126, é possível observar uma atividade realizada em terra firme com o instrumento jacente no plano, em uma das práticas se nota que os sujeitos da atividade suspenderam o aparato por meio de cordões.

⁴¹Os textos que ilustram essa abordagem teórica do instrumento jacente no plano são apontados em Leitão. *Anotações ao De arte atque ratione nauigandi*, p. 689.

⁴²Leitão. *Anotações ao De arte atque ratione nauigandi*, p. 688.

no plano. No contexto no qual esse aparato esteve inserido, pode-se observar, por exemplo: uma categorização que aponta para dois grupos de instrumentos, em um deles, estariam os jacentes e, no outro, os eretos; que a determinação da altura do Sol acima do horizonte se apresenta como uma outra estratégia para o cálculo da latitude, isso quando não era possível encontrar essa coordenada pela estrela polar; que o astrolábio era considerado o melhor instrumento para se determinar a altura do Sol acima do horizonte e que tinham duas estratégias para posicionar os instrumentos que necessitassem estar jacente ao plano do horizonte.

Este estudo sobre o uso do instrumento jacente no plano, reforça a tese de que os instrumentos estiveram, intimamente, associados tanto à resolução de problemas do período no qual foram propostos como também ao conhecimento disponível. Por essa razão, entende-se que seja válido investir esforços na direção de conhecer o contexto em que fizeram parte.

Referências

ALBUQUERQUE, Luís de. **Ciência e Experiência nos Descobrimientos Portugueses**. Lisboa: Biblioteca Breve, 1983.

ALBUQUERQUE, Luís de. **Curso de história da náutica**. Coimbra: Livraria Almeida, 1972.

ALBUQUERQUE, Luís de. **Instrumentos de Navegação**. Lisboa: Comissão Nacional para a Comemoração dos Descobrimientos Portugueses, 1988.

COSTA, A. Fontoura da. **A Marinharia dos Descobrimientos**. 3^a. Lisboa: Edições Culturais da Marinha, 1960.

DIAS, Marisa da Silva; SAITO, Fumikazu. História e Ensino de Matemática: o báculo e a geometria. In: **XXII SIEM Seminário de Investigação em Educação Matemática**, 2011, Lisboa. ProfMat2011 e XXII SIEM. Lisboa: Associação de Professores de Matemática, pp. 1–11, 2011.

FIGUEIREDO, Candido de. **Novo Dicionário da Língua Portuguesa**. Lisboa: Portugal Brasil, 1913.

GABBEY, Alan. Between ars and philosophia naturalis: reflections on the historiography of early moderns mechanics. In: FIELD, J. V.; JAMES,

Frank A. J. L. (Orgs.). **Renaissance & Revolution: Humanists, Scholars & Natural Philosophers in Early Modern Europe**. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. p. 133–145.

HACKMANN, W. D. Scientific Instruments: Models of Brass and Aids to Discovery. In: GOODING, Davig; PINCH, Trevor; SCHAFFER, S. (Orgs.). **The Uses of Experiment: Studies in the Natural Sciences**. Cambridge/New York: Cambridge University Press, 1989. p. 39–43.

KUSUKAWA, Sachiko; MACLEAN, Ian. (Eds.). **Transmitting Knowledge: Words, Images, and Instruments in Early Modern Europe**. Oxford/New York: Oxford University Press, 2006.

LEITÃO, Henrique. Anotações ao *De arte atque ratione navigandi*. In *Pedro Nunes. Obras, vol. IV*, Lisboa: Academia das Ciências de Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 2008, p. 515–794.

NUNES, Pedro, *Tratado da Sphera Astronomici introdvctorii de spæra epitome*. Pedro Nunes Obras, vol. I. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2014.

NUNES, Pedro. Obras: *De Arte Atque Ratione Navigandi*. vol. IV, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2008.

OLIVEIRA, Francisco Wagner Soares; PEREIRA, Ana Carolina Costa. Elementos iniciais da relação entre o instrumento de Pedro Nunes, jacente no plano, e o cálculo da latitude no século XVI. **História da Ciência e Ensino: Construindo interfaces**, São Paulo, v. 19, p. 39–53, 2019.

OLIVEIRA, Francisco Wagner Soares; PEREIRA, Ana Carolina Costa. Índícios do Costume Relacionado a Divisão da Circunferência em Seus 360 Graus presente na Fabricação do Instrumento Jacente no Plano de Pedro Nunes. **Revista Brasileira de História da Matemática**, v. 20, n. 39, p. 35–49, 7 out. 2020.

OLIVEIRA, Francisco Wagner Soares. **Sobre os conhecimentos geométricos Incorporados na construção e no uso do instrumento jacente no plano de Pedro Nunes (1502-1578) na formação do professor de matemática**. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, Instituto Federação de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, 2019.

OLIVEIRA, Simão de. *Arte de Navegar*. Lisboa: Pedro Crasbeeck, 1606.

PEREIRA, José Manuel Malhão. **Experiências com Instrumentos e Métodos Antigos de Navegação**, Lisboa, Academia de Marinha, 2000.

PEREIRA, José Manuel Malhão. Métodos e Instrumentos de Navegação. In: DOMINGUES, Francisco Contente. **Navios, Marinheiros e Arte de Navegar, 1500- 1668**. Academia de Marinha: Lisboa, 2012. p. 297-439.

PEREIRA, Moacir Soares. **Capitães, naus e caravelas da armada de Cabral**. Coimbra: Imprensa de Coimbra, 1979.

SAITO, Fumikazu. **História da matemática e suas (re)construções contextuais**. São Paulo: Livraria da Física, 2015.

SAITO, Fumikazu. Instrumentos e o “saber-fazer” matemático no século XVI. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 18, n. especial, p. 101–112, 2013.

SAITO, Fumikazu. Instrumentos matemáticos dos séculos XVI e XVII na articulação entre história, ensino e aprendizagem de matemática. **Revista de Matemática, Ensino e Cultura – Rematec**, v. 9, n. 16, p. 25–47, 2014.

SILVA, Luciano Pereira da. **A arte de navegar dos Portugueses, desde o Infante a D. João de Castro**. Em: Obras completas. Vol. II. Lisboa: Agência Geral das Colónias, 1945, pp. 223–432.

SILVA, Luciano Pereira da. **O astrolábio náutico dos portugueses**. Em: Obras completas. Vol. II. Lisboa: Agência Geral das Colónias, 1945, pp. 49–62.

WARNER, Deborah Jean. Terrestrial Magnetism: For the Glory of God and the Benefit of Mankind. **Osiris**, Philadelphia, v. 9, p. 67–84, 1994.