

Elementos iniciais da relação entre o instrumento de Pedro Nunes, jacente no plano, e o cálculo da latitude no século XVI

Francisco Wagner Soares Oliveira

Ana Carolina Costa Pereira

Resumo

No século XVI, a elaboração de certos instrumentos necessários à navegação era um trabalho que impulsionava tanto o desenvolvimento das ciências como também a aproximação das matemáticas a situações de ordem prática, isso porque tais aparatos necessitavam garantir a precisão nas medidas. Como exemplo, tem-se o fato de Pedro Nunes (1502-1578), cosmógrafo-mor do reino de Portugal, com base nas matemáticas propor instrumentos como o nônio e o jacente no plano. Esse primeiro, desempenhava o papel de uma escala, a qual tinha como função aumentar o grau de precisão de determinados instrumentos. Já o jacente no plano foi proposto como forma de se obter a altura angular do Sol em relação ao plano do horizonte. Nesse artigo, dá-se destaque ao jacente no plano com base em sua função, em particular na determinação da latitude. Nesse sentido, tem-se como objetivo identificar elementos iniciais da relação do jacente no plano com o cálculo da latitude a partir do tratado latino *De arte atque ratione navigandi* de Pedro Nunes, publicado em 1566, na Basileia. Para tanto, utilizou-se uma metodologia qualitativa de cunho documental, direcionado o estudo a versão de 2008 do Tratado publicado pela Academia de Ciências de Lisboa, no qual traz a versão latina e a sua tradução em português. Desse estudo, foi possível observar que o jacente no plano faz parte dos instrumentos de alturas da época e que de fato pode ter sido pensado para ajudar na determinação da latitude, visto a quantidade que fornece ser utilizada dentre outras funções para indicar a distância entre o Sol e o zênite. Dentre as descrições de Pedro Nunes expressas em *De arte atque ratione navigandi* não se verificou qualquer registro de sua utilização para o cálculo da latitude, sabe-se apenas com base em outros documentos do período que foi utilizado em aulas teóricas ministradas a pilotos.

Palavras-chave: Jacente no plano; Latitude; *De arte atque ratione navigandi*

Abstract

In the sixteenth century, the elaboration of certain instruments necessary for navigation was a work that promoted both the development of the sciences and the approximation of mathematics to practical situations, because these devices needed to guarantee precision in measurements. As an example, we have the fact that Pedro Nunes (1502-1578), cosmographer of the kingdom of Portugal, based on mathematics propose instruments such as the nonius and the new instrument to find the altitude of sun. The first one, it played the role of a scale, whose function was to increase the accuracy of certain instruments. In addition, the new instrument at the altitude of sun was proposed as a way of obtaining the angular height of the Sun in relation to the plane of the horizon. In this paper, the new instrument at the altitude of sun is highlighted based on its function, in particular in determining the latitude. In this sense, the objective is to identify initial elements of the relationship of the new instrument to the altitude of sun with the calculation of latitude from the Latin treatise *De art atque ratione navigandi* from Pedro Nunes, published in 1566, in Basel. For that, a qualitative documentary methodology was used, directing the study to the 2008 version of the treaty published by the Lisbon Academy of Sciences, in which it brings the Latin version and its translation into Portuguese. From this study, it was possible to observe that the new instrument to find the altitude of sun is part of the instruments of heights of the time that made possible the measurement of latitude, which among its functions was used to indicate the distance between the Sun and the Zenith. Among Pedro Nunes' descriptions expressed in *De arte atque ratione navigandi* there was no record of its use for the calculation of latitude, it is known only on the basis of other documents of the period that was used in theoretical lectures given to pilots.

Keywords: the new instrument to find the altitude of sun; attitude; *De arte atque ratione navigandi*.

INTRODUÇÃO

Nos séculos XV e XVI, verifica-se um esforço de alguns eruditos no sentido de aperfeiçoar e propor novos instrumentos, necessários à utilização de práticas como astronomia, navegação e agrimensura. Esses instrumentos, em sua maioria, estavam voltados ao fornecimento do que Aristóteles (384-322 a.C.) intitulava de quantidades (distâncias e ângulos)¹.

Na navegação, diversos instrumentos foram utilizados nesse período, principalmente em Portugal, cujo desenvolvimento náutico prevaleceu durante séculos. Dentre dos estudiosos portugueses podemos citar Pedro Nunes (1502-1578) cosmógrafo-mor e professor de assuntos científicos a nobres da corte². Ele propôs alguns instrumentos como o nônio, a lâmina de sombras, e o instrumento para encontrar a altura do sol acima do horizonte, intitulado por pelos autores do artigo como jacente no plano³. Ressaltamos que outros autores³, como Nunes (2012) o intitulam apenas como instrumento jacente, sem relacioná-lo ao plano. Entretanto, como o próprio Nunes (2008, p. 358) traz sua descrição e o apresenta com uma alternativa de instrumento erectos, ou seja, retos em planos verticais e horizontais: “A altura do Sol pode tomar-se não só com instrumentos erectos sobre o plano do horizonte como também usando instrumentos que estão jacentes, paralelos a esse plano”.

O instrumento jacente no plano que tem a função de fornecer à altura angular do Sol acima do horizonte possui sua graduação expressa em graus, fato que justifica a referência de medição da dada altura. O astrolábio e o anel náutico, são exemplos de instrumentos com que se pode fazer uso para obter essa mesma quantidade.

É sabido que a verificação da altura angular do Sol acima do horizonte no século XVI, deve estar associada a questões de ordem prática relacionadas à determinação da latitude, pois segundo Albuquerque (1972) um dos elementos

¹ Fumikazu Saito, *História da matemática e suas (re)construções contextuais* (São Paulo: Livraria da Física, 2015), 186-187.

² O quinhentista Pedro Nunes, nasceu na cidade de Alcácer do Sal, cursou medicina na universidade de Salamanca, foi cosmógrafo, ainda foi o primeiro cosmógrafo-mor do reino de Portugal, foi professor de assuntos científicos. Henrique Leitão. “Para uma biografia de Pedro Nunes: o surgimento de um matemático, 1502-1542.” *Cadernos de Estudos Sefarditas* 3, (2003): 45-82.

³ Durante essa pesquisa iremos chamar o instrumento para encontrar a altura do sol acima do horizonte de jacente no plano devido autores como Albuquerque (1988), Leitão (2008) e Canas (2011).

importantes para se obtê-la caso fosse tomada com base no Sol, era conhecer a sua distância zenital⁴, a partir de seu complemento.

Pedro Nunes apresenta o instrumento jacente no plano em seu tratado latino *Petri Nonnii Salaciensis Opera* foi publicado no ano de 1566, na Basileia, mas especificamente no capítulo sexto do Livro II, Pedro Nunes publicou um estudo crítico “Sobre os instrumentos com que se tomam as alturas e as distâncias dos astros” (NUNES, 2012). Esse tratado é dividido em duas partes, em que a primeira versa sobre a ciência náutica, e a segunda parte sobre os comentários de Pedro Nunes sobre a obra *Theoricae nouae planetarum* de Georg von Peurbach. Em 2008, a portuguesa Fundação Calouste Gulbenkian lançou uma edição e tradução da segunda edição da obra datada de 1573, usando o nome genérico de *De arte atque ratione navigandi*.

Dessa forma, esse artigo tem o intuito de identificar elementos iniciais da relação do instrumento jacente no plano com o cálculo da latitude⁵ presente na edição portuguesa de 2008, a partir da metodologia qualitativa, de cunho documental⁶.

Para isso, inicialmente é apresentado elementos pertinentes ao cálculo da latitude no século XVI, em que para tanto, procura-se partir das próprias considerações de Pedro Nunes presentes dois de seus tratados, *Tratado da Sphera* e *De arte atque ratione navigandi*. Posteriormente é descrito algumas informações sobre o *jacente no plano* fazendo as relações/aproximações existente entre o instrumento e o cálculo da latitude.

O cálculo da latitude no século XVI a partir dos tratados de navegação de Pedro Nunes

⁴ A distância zenital corresponde a quantidade em graus que vai do Sol ao zênite, o qual por sua vez equivale ao ponto mais alto da esfera celeste em relação a um observador. Margarida Matias Pinto. *Os instrumentos náuticos de navegação e o ensino da geometria* (Lisboa: Sociedade Portuguesa de Matemática, 2010), 8.

⁵ No que se refere a latitude considerada nesse estudo, destaca-se que são elucidadas informações sobre as latitudes de lugares, não são elencadas informações sobre sua incorporação nas cartas de marear. Informações a respeito das considerações de Pedro Nunes sobre a latitude e sua aproximação com a carta de marear, vide Joaquim Alves Gaspar, “Pedro Nunes e a Carta de Marear”. In *congresso luso-brasileiro de história das ciências*, coord. Carlos Fiolhais, Carlota Simões & Décio Martins (Coimbra: redinteg, 2011), 539-557.

⁶ Como a pesquisa qualitativa documental não se apresenta como uma estratégia estática, entende-se que por meio dela pode ser possível observar os dados sobre diferentes perspectivas e em consequência trazer novas contribuições ao objeto de pesquisa. Arilda Schmidt Godoy. “Pesquisa Qualitativa Tipos Fundamentais”. *Raje-revista de Administração de Empresas* 3, (1995): 20-29.

No que se refere ao conceito de latitude, Nunes (2008) a compreende como sendo à altura do polo acima do horizonte. Uma evidência desse fato pode ser observada em um determinado excerto no capítulo oito do livro II intitulado, “Acerca do modo de achar a altura do pólo por meio das alturas meridianas do Sol e das estrelas fixas”, em que ao descrever a respeito do modo de se encontrar a altura do polo com base nas alturas meridianas no Sol, ele diz “[...] imediatamente se conhecerá a latitude do lugar, que é igual à altura do polo acima do horizonte”⁷.

No décimo capítulo ainda do livro II, intitulado, “Examina-se o método de Pedro Apiano, na «Cosmografia», para encontrar a altura do pólo a qualquer hora do dia, por meio do conhecimento da hora”, também se observa outra menção que indica essa mesma definição para o termo latitude. Visto isso, compreende-se que possivelmente ela seja o significado do que vem a ser a latitude no século XVI. No decorrer do Livro II intitulado, “Sobre as regras e os instrumentos para descobrir as aparências das coisas tanto marítimas como celestes, partindo das ciências matemáticas”, nota-se que ele apresenta algumas considerações sobre a determinação da latitude. Dentre elas, elenca que tal coordenada pode ser obtida tanto com base na altura da Estrela Polar, em relação ao plano do horizonte, como também pela altura do Sol.

No que se refere à determinação pela Estrela Polar, Nunes (2008) dá ênfase a uma discussão sobre a real localização dessa estrela. Para suas inferências, procura levar em consideração tanto o dito por antigos astrônomos⁸ e o efeito de precessão⁹, como também as correções¹⁰ do Regimento da estrela do Norte^{11,12}. Dentre suas observações, faz-se uma crítica ao referido regimento (figura 1).

⁷ Pedro Nunes, *De Arte Atque Ratione Navigandi. Pedro Nunes Obras, vol. IV* (Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2008), 385.

⁸ Dentre os personagens citados por Pedro Nunes estão: Albaténio, Marino [De Tiro], Hiparco, Ptolomeu e Agostinho Rici. *Ibid.*, 375-385.

⁹ O efeito de precessão diz respeito a variação da linha dos equinócios, a esse respeito Pedro Nunes aceita as considerações de Ptolomeu. Francisco Gomes Teixeira, *História das matemáticas em Portugal* (Lisboa: Arquimedes Livros, 1934), 130.

¹⁰ As correções nesse caso, tratam-se de valores que deveriam ser somados a alturas da estrela polar, haja visto tal estrela não se encontrar de forma exata no polo norte. Manuel Sousa Ventura, *Vida e Obra de Pedro Nunes* (Lisboa: Biblioteca Breve, 1985), 74.

¹¹ Em linhas gerais, o Regimento da Estrela Polar se refere a documentos como manuscritos e livros os quais constam regras práticas voltadas a navegação. Luís de Albuquerque, *Curso de história da náutica* (Coimbra: Livraria Almeida, 1972), 71.

¹² Henrique Leitão. Anotações ao *De arte atque ratione nauigandi. Pedro Nunes. Obras, vol. IV* (Lisboa: Academia das Ciências de Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 2008), 706.

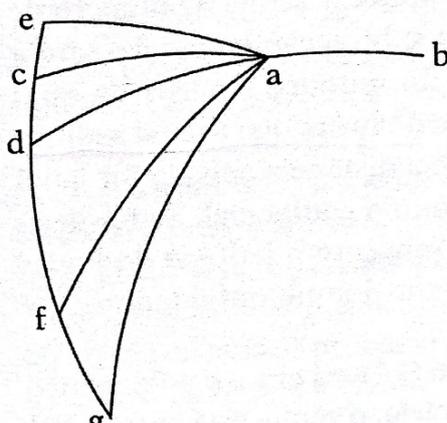


Figura 1: Imagem usada por Pedro Nunes para ilustrar suas considerações sobre elementos que envolvem o Regimento da estrela do Norte e a latitude¹³

Com essa ilustração, Nunes (2008) procura auxiliar sua explicação, sobre a variação dos índices de correção do Regimento da estrela do Norte. A esse respeito, ele defende a tese de que “[...] a Estrela Polar, quando fora do meridiano, «não está mais abaixo ou mais acima com a mesma diferença» para todas as latitudes”¹⁴. Mesmo com algumas considerações como essa, sobre o processo de determinação da latitude por meio da Estrela Polar, nota-se em *De arte atque ratione navigandi*, que Nunes (2008) dedica maior tempo e espaço para falar da tomada dessa coordenada por meio do Sol.

É sabido que devido à falta de visibilidade da Estrela Polar em alguns momentos, seja por questões climáticas ou por conta do avanço das viagens pelo mar, se direcionarem cada vez mais a uma direção a Sul, foi necessário discutir outros meios para determinação da latitude.¹⁵ Como por exemplo, por meio de alturas extrameridianas do Sol¹⁶. Nesse sentido, entende-se que essa seja uma das razões pela qual Nunes (2008) dá maior ênfase a tomada da latitude por meio de processos que usam o Sol, pois no século XVI os avanços ao Sul se tornavam mais corriqueiros na navegação portuguesa.

As primeiras considerações de Pedro Nunes sobre alguns métodos de utilização do Sol para a determinação da latitude, podem ser observados em seu *Tratado da Sphera*, publicado em 1537 em

¹³ Pedro Nunes, *De Arte Atque Ratione Navigandi*. *Pedro Nunes Obras*, vol. IV (Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2008), 384.

¹⁴ Luís de Albuquerque, *Curso de história da náutica* (Coimbra: Livraria Almeida, 1972), 90.

¹⁵ Luís de Albuquerque, *Ciência e experiência nos descobrimentos portugueses* (Lisboa: Biblioteca breve, 1983), 44.

¹⁶ Alturas extrameridianas do Sol são aquelas medidas tomadas quando tal astro não se encontra mais sobre o meridiano do observador, ou seja, quando for observada antes ou depois do meio dia. Luís de Albuquerque, *Instrumentos de Navegação* (Lisboa: Comissão Nacional para a Comemoração dos Descobrimientos Portugueses, 1988), 56-60.

português¹⁷, principalmente no espaço dedicado ao Regimento da altura do polo ao meio dia¹⁸ e no Tratado em defesa da carta de marear¹⁹. Nesse último, fala que para o cálculo da latitude a distância zenital do Sol pode ser substituída pela sua altura em relação ao plano do horizonte.

No livro II, em vários dos vinte e sete capítulos, *De arte atque ratione navigandi* ele passa a tratar desses temas de forma mais extensa e fundamentada nas matemáticas²⁰. Dentre os capítulos em que ele ainda aborda elementos referentes à determinação da latitude, pode-se encontrar o capítulo nove que discute sobre uma antiga regra para achar ao meio dia a latitude de um lugar e o capítulo 12 que versa sobre as relações do Sol com o zênite no processo para encontrar a altura do polo por meio do Sol, desconhecendo-se a posição do meridiano e declinação do Sol, dentre outros²¹.

Nesse Tratado, Nunes (1537) apresenta a possibilidade de determinação da latitude a partir de duas observações do Sol a qualquer hora do dia. Em linhas gerais, nota-se que para isso são necessários um astrolábio para medir a distância zenital, de uma lâmina de sombras (figura 2), de um globo para se fazerem marcações e de um compasso para determinar distâncias angulares²².

¹⁷ O *Tratado da Sphera* (1537), foi a primeira obra publicada por Pedro Nunes que expressa seu apreço por tratar de questões relacionadas a navegação. Nela constam seus tratados de navegação, os quais, tempos depois foram ampliados e publicados na *Petri Nonii Salaciensis Opera* no ano de 1566. A *Opera* (1566), após algumas correções de ordem tipográficas teve seu conteúdo apresentado sobre o título de *De arte atque ratione navigandi* (1573). Luciano Pereira da Silva, "A primeira edição dos tratados latinos sobre a arte de navegar, de Pedro Nunes." In *Anais das Bibliotecas e Arquivos*, (Lisboa: Agência Geral das Colónias, 1921), 98-101.

¹⁸ No *Tratado da Sphera* publicado em 2014, o *Regimento da altura do polo ao meio dia* poder ser observado dá página 159 a 160. Pedro Nunes, *Tratado da Sphera Astronomici introductorii de spaera epitome. Pedro Nunes Obras, vol. I* (Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2014), 159-160.

¹⁹ Publicado inicialmente no *Tratado da Sphera* (1537) o *Tratado em defesam da carta de marear* para incorporação na edição da *Opera* em 1566, teve seu conteúdo bastante ampliado, totalizando 27 capítulos e um novo título. Foi nomeado por Pedro Nunes como: *Sobre as regras e os instrumentos para descobrir as aparências das coisas tanto marítimas como celestes, partindo das ciências matemáticas, de Pedro Nunes, de Alcácer do Sal. Livro II.*). Luciano Pereira da Silva, "A primeira edição dos tratados latinos sobre a arte de navegar, de Pedro Nunes." In *Anais das Bibliotecas e Arquivos*, (Lisboa: Agência Geral das Colónias, 1921), 99.

²⁰ Pedro Nunes passa a indicar a existência de um navegar pela arte e outro pela ciência. Em sua concepção, o navegar pela *Ars* estar subordinado a um pela *Ratio*, ou seja, o lusitano defendia que as práticas realizadas pelos homens do mar, deveriam estar sustentadas por uma abordagem teórica, amparadas nas matemáticas. Henrique Leitão. "Ars e Ratio: A Náutica e a Constituição da Ciência Moderna." In *La ciencia y el mar*, org. María I. V. Maroto, & Mariano E. Piñeiro (Valladolid: Los autores, 2006): 185.

²¹ Maiores detalhes sobre os capítulos do segundo livro de navegação de Pedro Nunes consulte as anotações de Henrique Leitão ao *De arte atque ratione navigandi* (2008). Henrique Leitão. Anotações ao *De arte atque ratione nauigandi. Pedro Nunes. Obras, vol. IV* (Lisboa: Academia das Ciências de Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 2008), 607-788.

²² Em sessão de 25 de maio de 2002, Artur Soares Alves e Claudino Romeiro explicaram esse método de Pedro Nunes para a determinação da latitude. Artur Soares Alves & Claudino Romeiro, Um método de Pedro Nunes para a determinação da latitude, *Observatório Astronómico da Universidade de Coimbra*, Coimbra, 2002.

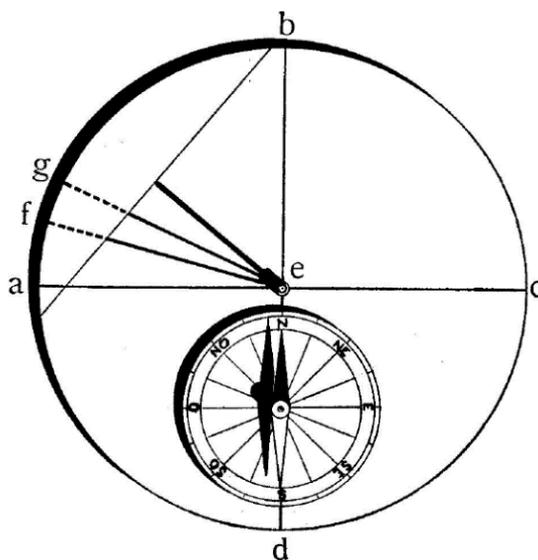


Figura 2: Lâmina de sombras²³

A função da lâmina de sombra é realizar a medida do azimute das sombras para cada uma das duas distâncias zenitais observadas cada uma em uma posição diferente do Sol em relação ao meridiano do observador²⁴. Esse aparato, também conhecido por instrumento de sombras, na literatura portuguesa por vezes foi confundido com o instrumento jacente no plano.

Contudo, já está clarificado, tanto por meio de suas funções como pela data de elaboração, que eles não são o mesmo instrumento²⁵.

Ainda no que se refere à determinação da latitude, na literatura, tem-se a seguinte definição:

A latitude de um lugar é a medida do ângulo que se percorre quando se vai do equador até ao paralelo que passa por esse lugar, perpendicularmente ao equador. Esse ângulo é igual ao ângulo que a Estrela Polar faz com o horizonte, a qualquer hora.²⁶

Por essa designação, em que se afirma que a latitude (figura 3) corresponde a um ângulo igual ao formado pela Estrela Polar em relação ao horizonte. Nota-se uma proximidade com a concepção de Pedro Nunes destacada anteriormente. É sabido, que a Estrela Polar encontra-se bastante próxima do Polo Norte (PN), com isso,

²³ Pedro Nunes, *Tratado da Sphera Astronomici introductorii de spaera epitome*. Pedro Nunes Obras, vol. I (Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2014), 172.

²⁴ . Artur Soares Alves & Claudino Romeiro, Um método de Pedro Nunes para a determinação da latitude, *Observatório Astronómico da Universidade de Coimbra*, Coimbra, 2002, 3-4.

²⁵ Paulo Jorge Antunes Nunes, "Os instrumentos náuticos na obra de Pedro Nunes". (dissertação de mestrado, Universidade de Lisboa faculdade de letras departamento de história, 2012), 113-119.

²⁶ Rui Manuel Agostinho Dilão, *Latitudes e Longitudes* (Lisboa: Unidade Ciência Viva, 1999), 9.

entende-se que o ângulo entre essa estrela e o horizonte do observador seria semelhante ao formado pelo PN e seu horizonte.

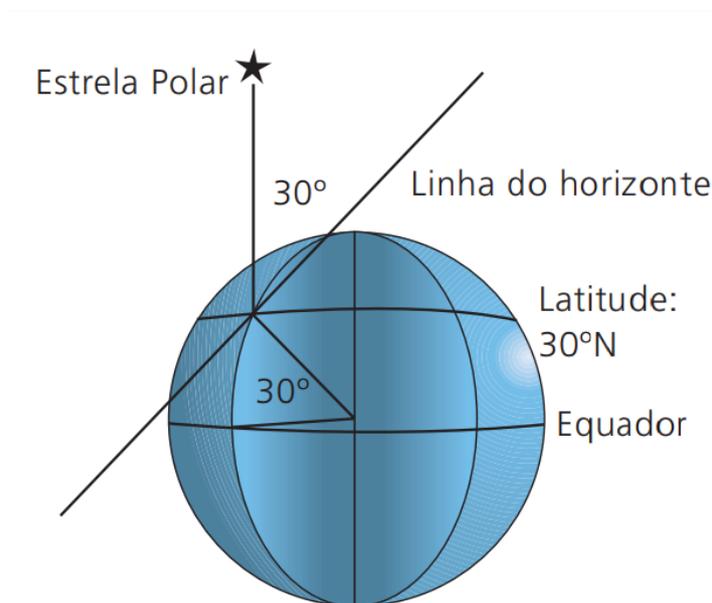


Figura 3: Latitude em um globo²⁷.

Cabe destacar, conforme expressa o ângulo de 30° da figura 3, que essa coordenada se encontra na vertical em relação ao plano do horizonte, ou seja, ela percorre os meridianos²⁸ de localização. Com isso, com forme a posição do observador ela pode variar de 0 a 90 graus, tanto na direção do PN como na do Polo Sul (PS).

O instrumento *jacente no plano* no tratado de arte atque ratione *navigandi*

Pedro Nunes apresentou o *jacente no plano*, como alternativa para se determinar a altura do Sol acima do horizonte. Sua indicação está descrita no sexto capítulo intitulado por “sobre os instrumentos com que se tomam as alturas e as distâncias dos astros”, o qual é parte de seu segundo tratado latino de

²⁷ Rui Manuel Agostinho Dilão, *Latitudes e Longitudes* (Lisboa: Unidade Ciência Viva, 1999), 9

²⁸ No segundo capítulo da *Epítome da introdução astronômica da esfera*, nota-se uma definição para o termo meridiano que Pedro Nunes tinha conhecimento. Na descrição feita por Pedro Nunes, tem-se que, “[...] meridiano é um círculo que se traça pelos pólos do mundo e por um ponto na vertical da nossa cabeça, sobre o qual o Sol faz meios dias e meias noites quando sobre ele incide”. Pedro Nunes, *Tratado da Sphera Astronomici introdvctorii de spaera epitome. Pedro Nunes Obras, vol. I* (Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2014), 212.

navegação, que versa sobre as regras e instrumentos para se descobrir as aparências das coisas tanto marítimas como celestes.²⁹

Nunes (2008) expôs instruções tanto para o seu processo de construção como uso. Para sua fabricação foram indicados a graduação de uma tábua circular em 360 graus, a elaboração de um triângulo retângulo isósceles e a utilização de um estilete ou de uma reta tangente.

Ainda sobre a construção do jacente no plano, vale destacar três possíveis versões/configurações para o instrumento.³⁰ A primeira em uma tábua circular, a segunda em uma quadrada, em que teria o estilete substituído pela construção de uma reta tangente e a terceira fazendo alterações nas dimensões do triângulo e na graduação do círculo.³¹ Nunes (2008) não apresenta uma ilustração real de seu instrumento, mas traz um traçado “geométrico” de seu esboço (figura 4).

²⁹ Informações referentes à descrição de Pedro Nunes sobre o jacente no plano, vide, por exemplo, Pedro Nunes, *De Arte Atque Ratione Navigandi. Pedro Nunes Obras, vol. IV* (Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2008), 358-360.

³⁰ Em Henrique Leitão. Anotações ao *De arte atque ratione nauigandi. Pedro Nunes. Obras, vol. IV* (Lisboa: Academia das Ciências de Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 2008), 688 o autor fala em apenas duas possíveis configurações para o instrumento uma em uma tábua circular e outra em uma tábua quadrada. Contudo, visualiza-se três possíveis configurações para o instrumento, uma em uma tábua circular, outra em uma tábua quadrada tendo uma reta tangente substituindo o estilete e uma terceira tendo uma graduação da circunferência e disposição do triângulo retângulo e isósceles diferente das anteriores. Também concorda com essa compreensão Antonio Costa Canas, “A obra náutica de João Baptista Lavanha (c. 1550 – 1624)” (tese de doutorado, Universidade de Lisboa Faculdade de Letras Departamento de História, 2011), 189.

³¹ Maiores detalhes sobre a configuração dessas versões, vide Pedro Nunes, *De Arte Atque Ratione Navigandi. Pedro Nunes Obras, vol. IV* (Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2008), 358-360.

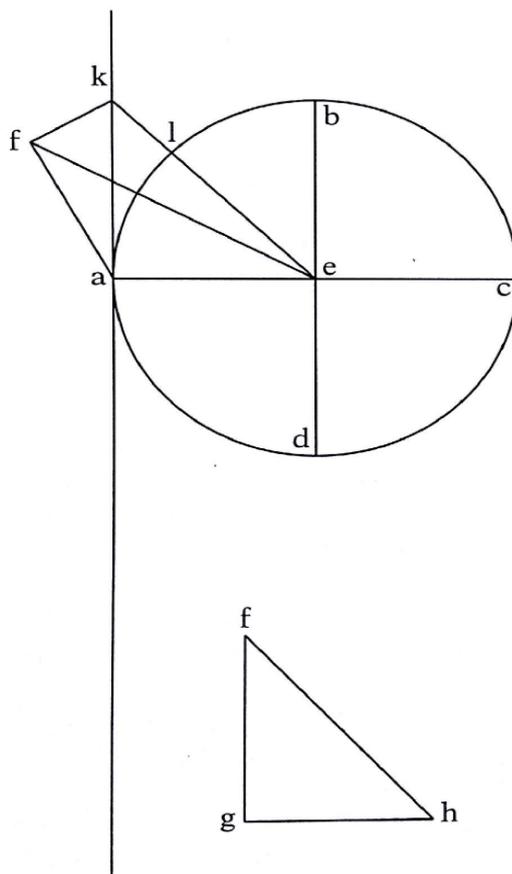


Figura 4: Instrumento jacente no plano³²

Pela configuração do instrumento presente na figura 4, nota-se que ela faz referência a primeira versão apresentada pelo quinhentista para a construção em uma tábua quadrada, haja visto notar além de um triângulo colocado perpendicularmente a presença de uma reta exterior (**ak**) que possivelmente faz referência a reta tangente mencionada por Pedro Nunes. Ainda da figura 4, vale destacar que a reta (**ak**) representa a sombra projetada pela reta **fe** sobre o quadrante **ab**. Conforme instrução disposta em sua descrição à altura do Sol acima do horizonte corresponde ao ângulo **bel**.

Relação entre o instrumento *jacente no plano* e o cálculo da latitude

Como já destacado anteriormente, o instrumento jacente no plano tem como função fornecer à altura do Sol acima do horizonte do observador. Nesse sentido, em um contexto do século XVI, entende-se que possivelmente faça parte de um grupo de instrumentos voltados a determinação de alturas, os

³² Pedro Nunes, *De Arte Atque Ratione Navigandi. Pedro Nunes Obras, vol. IV* (Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2008), 358.

quais, em sua maioria estavam associados a navegação astronômica e tinham a estrela Polar e o Sol como principais astros a se observar³³.

No que se refere as observações da altura do Sol, é fato que elas, já vinham sendo realizadas desde a Idade Média, no caso especial da náutica, como já dito anteriormente, elas se apresentam como alternativa a impossibilidade de se visualizar a estrela polar para a determinação da latitude, principalmente quando a navegação se dirigia mais para sul. Os instrumentos voltados a determinação de alturas tinham como intuito fornecer uma altura necessária para determinar a latitude de um lugar/ponto ocupado por um navio³⁴.

Como Nunes (2008) na abertura do capítulo seis Livro II em que apresenta o jacente no plano se refere aos mareantes, compreende-se que esse instrumento esteja possivelmente ligado a obtenção da referida coordenada geográfica, haja visto segundo Albuquerque (1972) dependendo do método utilizado para tanto, é necessário conhecer a distância zenital, a qual pode ser obtida a partir da altura do Sol acima do horizonte.

Como já indicado aqui, no decorrer de *De arte atque ratione navigandi*, é possível verificar algumas menções a respeito da latitude, um exemplo consta no nono capítulo do Livro II, em que o Nunes (2008) descreve uma antiga regra para achar ao meio dia a latitude de um lugar por meio dos raios solares. Os procedimentos por ele instruídos foram:

Observaremos o Sol quando tiver a máxima altura acima do horizonte, o que acontece, como é evidente ao meio-dia. Então, se as sombras dos estilos perpendiculares ao plano do horizonte se projectarem na mesma direcção para o qual o Sol declina no dia da observação, adicionaremos o complemento da altura máxima à declinação e obter-se-á o número de graus e minutos da latitude do lugar, que será do mesmo nome – boreal ou austral – que a declinação do Sol. Mas se as sombras se projectam na direcção oposta, então dever-se-á comparar a declinação do Sol com o complemento da altura máxima. Se forem desiguais, tire-se o menor do maior, obtendo-se assim a latitude do lugar, que será do mesmo nome que a declinação, se se verificar que a declinação é maior, e será de denominação oposta, se se verificar que é menor. Quando o Sol não tem declinação, o complemento da altura máxima é a latitude do lugar, isto é, a distância do zênite ao círculo equinocial, na direcção para a qual se

³³ Luís de Albuquerque, *Instrumentos de Navegação* (Lisboa: Comissão Nacional para a Comemoração dos Descobrimientos Portugueses, 1988), 5-10.

³⁴ Luís de Albuquerque, *Curso de história da náutica* (Coimbra: Livraria Almeida, 1972), 93.

projectam as sombras. Sabereis pela agulha de marear se as sombras se projectam para Norte ou para Sul.

Finalmente, quando o Sol estiver no zênite, a sua declinação, se a tiver, será a latitude do lugar.³⁵

O que se pode notar nessa regra é que Nunes (2008) está trabalhando com alturas meridianas do Sol e que a latitude é fornecida simplesmente através de procedimentos de adição ou subtração entre o complemento da altura máxima (distância zenital) e a declinação do astro no dia da observação. Albuquerque (1972), apresenta uma sistematização de algumas regras antigas, as quais são ilustradas a seguir (figura 5):

<i>Observador do Hemisfério Norte</i>	
Sol também no hemisfério Norte	Observador a N. do Sol $\varphi = (90 - h) + \delta$ (1) Observador a S. do Sol: $\varphi = (\delta + h) - 90$ (2)
Sol no hemisfério Sul	$\varphi = 90 - (h + \delta)$ (3),

Figura 5: Fórmulas para o cálculo da latitude³⁶

Quanto as variáveis descritas nessa imagem, vale destacar que φ representa a latitude (altura do polo acima do horizonte) procurada, que h expressa a altura máxima (altura meridiana) do Sol acima do horizonte do observador e que δ indica a declinação do Sol na data da observação. Com base nessa sistematização e na descrição de Nunes (2008) quanto ao cálculo da latitude, imagina-se a seguinte situação (figura 6):

³⁵ Pedro Nunes, *De Arte Atque Ratione Navigandi. Pedro Nunes Obras, vol. IV* (Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2008), 387.

³⁶ Luís de Albuquerque, *Curso de história da náutica* (Coimbra: Livraria Almeida, 1972), 94.

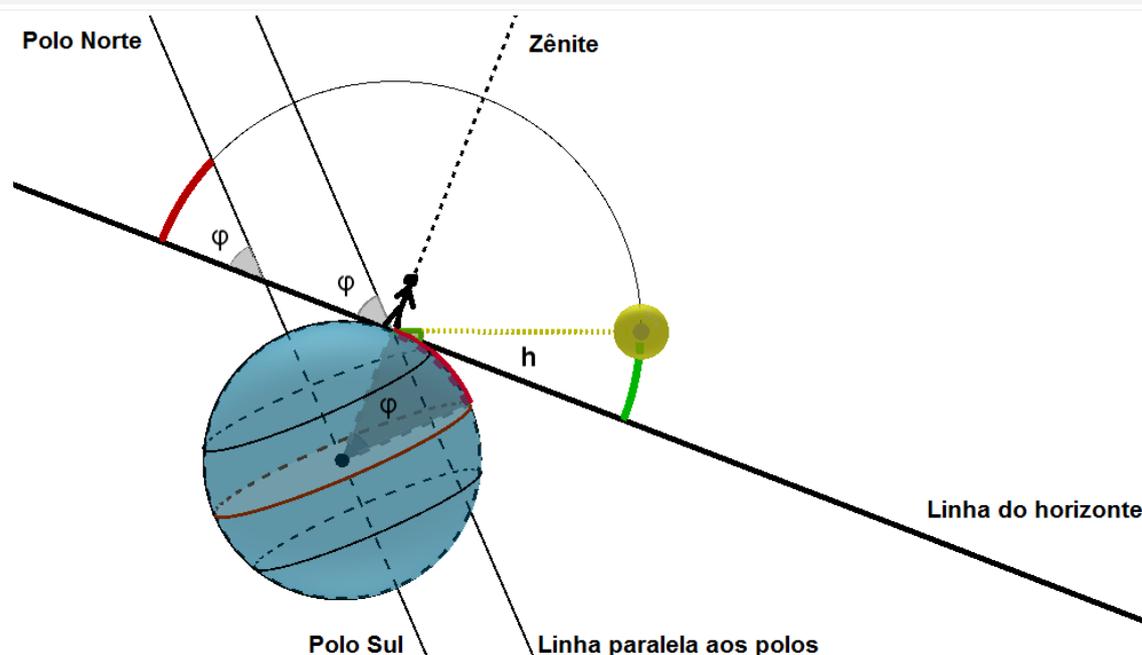


Figura 6: Representação da latitude de um observador³⁷

Nela, busca-se representar com o ângulo φ a latitude do observador, a qual é ilustrada por meio do arco circular em vermelho destacado no decorrer do meridiano no globo. Ainda se pode visualizar que a latitude (φ) da localização de um observador é igual à altura angular entre o plano do horizonte e o polo no qual se encontra.

Conforme tal sistematização, observa-se que conhecer a altura (h) angular do Sol acima do horizonte do observador é necessário para identificar seu complemento (distância zenital). Tal altura ainda pode ser somada diretamente a declinação do astro para favorecer o cálculo da latitude.

Nesse sentido, nota-se a importância de instrumentos como o jacente no plano, o astrolábio, o quadrante e a balhastilha nos procedimentos a serem utilizados para localização de uma pessoa/embarcação no globo terrestre.

Mesmo o jacente no plano tendo como função fornecer essa altura, não se tem qualquer registro do uso desse instrumento na prática da navegação portuguesa em mar, têm-se apenas dois registros em aulas, mas com abordagem teórica. Em *De arte atque ratione navigandi*, no Livro II, capítulo quatorze, Nunes (2008) descreve um processo para achar a altura do polo acima do horizonte por meio dos raios do

³⁷ Elaboração dos autores.

Sol. Em um dos procedimentos a serem realizados, instrui que se ache a altura do Sol acima do horizonte.³⁸

Momento esse, aparentemente muito oportuno para indicar seu instrumento, porém Nunes (2008) indica o astrolábio para a determinação dessa medida. Esse fato pode estar associado a dificuldade dos marinheiros em conseguir um plano firme e estável em alto mar, no qual se possa colocar o jacente no plano de forma paralela ao plano do horizonte³⁹.

Contudo, sabe-se que Nunes (2008) ainda indica a possibilidade de usar o jacente no plano de forma perpendicular ao plano do horizonte, ou seja, na vertical. No entanto, ainda não se sabe se essa alternativa é proposta para apenas uma das versões do instrumento ou se está voltada a todas as três configurações que pode assumir. Com essa alternativa, entende-se que se ampliavam as possibilidades de uso desse instrumento em mar pelos navegantes.

Considerações finais

Como pode-se perceber, os instrumentos voltados à navegação para o cálculo da altura do Sol acima do horizonte, eram importantes para a determinação da latitude. Nesse sentido, nota-se uma relevância na concepção e proposta do jacente no plano por parte de Pedro Nunes. Contudo, põe-se uma dúvida quanto à sua aplicação ou não na prática em mar dos marinheiros, já que exigia um plano firme e estável.

Com o jacente no plano, os navegadores teriam uma alternativa para determinar a altura máxima do Sol sobre o meridiano do observador, a qual deviam saber para efetuar algumas operações de somas ou subtrações com a declinação do astro no dia da observação. Se comparado a outros instrumentos utilizados para esse fim, têm-se como principais diferenças o fato do jacente no plano necessitar de um plano firme e estável e ainda por fornecer uma altura que está na vertical, ou seja, a altura do Sol acima do horizonte, em um plano na horizontal que será lida na tábua do instrumento.

Esse é um de muitos instrumentos que perpassam o século XVI e que estiveram ligados a navegação. O fato de não se encontrar uma cópia física em museus europeus, nem ilustrações de seu poste físico e seu uso em exemplares de livros da época, possibilita a hipótese do instrumento jacente no plano ter sido construído em uma concepção mais teórica. Isso justificaria a sua própria limitação de uso, pois exige um plano horizontal estável, o que nunca se dá a bordo de um navio.

Dessa forma, embora o instrumento jacente no plano, tenha esse caráter mais teórico, consideramos que ele é um possível elemento a ser estudado dentro de uma interface entre história e

³⁸ Pedro Nunes, *De Arte Atque Ratione Navigandi. Pedro Nunes Obras, vol. IV* (Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2008), 414.

³⁹ Antonio Costa Canas, "A obra náutica de João Baptista Lavanha (c. 1550 – 1624)" (tese de doutorado, Universidade de Lisboa Faculdade de Letras Departamento de História, 2011), 187.

ensino de matemática, principalmente pelos conhecimentos matemáticos que podem ser mobilizados tanto na sua fabricação quanto no seu uso.

SOBRE OS AUTORES

Francisco Wagner Soares Oliveira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (PGECM/IFCE)

franciscowagner2007@gmail.com

Ana Carolina Costa Pereira

Universidade Estadual do Ceará

carolina.pereira@uece.br

Artigo recebido em 01 de abril de 2019
Aceito para publicação em 01 de julho de 2019