

A construção de um antigo instrumento para navegação marítima e seu emprego em aulas de Astronomia e Matemática

Telma Cristina Dias Fernandes
Marcos Daniel Longhini
Deividi Márcio Marques

INTRODUÇÃO

Por que olhar para o céu? São muitas as razões que justificam a importância dessa ação quando nos voltamos para o estudo da Astronomia. Segundo Caniato, “existem registros históricos relativos às atividades ou ideias astronômicas que datam de cerca de 7.000 anos atrás. Esses mais velhos registros estão ligados à Antiguidade da China, da Babilônia e do Egito”¹.

Provavelmente, a necessidade de medir o tempo despertou no homem o interesse pelos fenômenos astronômicos, como as fases da Lua, por exemplo, inspiração para o primeiro calendário entre os povos da Antiguidade. É fato, também, que a regularidade dos movimentos do Sol e de outras estrelas, o aparecimento dos cometas, os eclipses, dentre outros fenômenos, sempre atraíram a atenção do ser humano, que procurou entendê-los na medida de seu conhecimento, e usá-los em seu favor, como os agricultores, ao planejarem a época da semeadura e da colheita, ou os navegadores, na orientação em suas longas viagens.

Para obtenção de informações que o seu dispunha, o homem valeu-se de instrumentos por ele criados, como a balestilha, por exemplo. Este texto irá tratar justamente sobre este instrumento astronômico, levando o leitor a compreender como se pode, a partir dele, obter e interpretar informações do céu. Em nossa proposta, apresentaremos uma sugestão de construção e formas de explorá-lo como ferramenta didática para o ensino de conceitos astronômicos e matemáticos.

¹ R. Caniato, *O Céu* (São Paulo: Ática, 1990).

1. A BALESTILHA NA HISTÓRIA DAS NAVEGAÇÕES

Nossa caminhada, para efeito de maior compreensão do texto, dá-se durante os séculos XV e XVI, período em que os europeus, principalmente portugueses e espanhóis, lançaram-se nos oceanos com objetivos de descobrir uma nova rota marítima para as Índias e encontrar novas terras. Este período foi conhecido como a “Era das Grandes Navegações e Descobrimentos Marítimos”. Embora sejam os mais lembrados, os europeus não foram os únicos a se lançar nos mares. Os árabes, antes deles, operavam extensas redes de comércio marítimo². Os polinésios, por sua vez, já haviam cruzado grandes extensões marítimas, a fim de colonizar regiões a milhares de quilômetros de sua terra natal. No período entre 1405 a 1433, Zheng He, um almirante chinês, empreendeu sete viagens pelos mares da China e pelo oceano Índico, utilizando embarcações gigantescas, chamadas *bao chuan* (navios-tesouro), com cerca de 120 metros de comprimentos, nove mastros e uma pequena população, que somava mais de 18 mil marujos³. A proporção de tais embarcações tornava insignificantes os barcos de 38 metros de comprimento, com os quais Vasco da Gama singraria as mesmas águas, mais de meio século depois.

Os países europeus, neste período, por sua vez, comercializavam sedas, madeiras nobres e especiarias, como açúcar, pimenta, açafrão, canela e outros temperos, com os comerciantes de Veneza e Gênova, que possuíam o monopólio destes produtos. O principal canal de comunicação e transporte de mercadorias vindas do Oriente era o Mar Mediterrâneo, dominado pelos burgueses italianos, que cobravam preços exorbitantes pelas especiarias do oriente. Encontrar um novo caminho direto às fontes orientais era tarefa árdua, porém muito desejada por Portugal e Espanha, cujas cortes poderiam também lucrar com esse intercâmbio comercial.

Outro fator importante, que estimulou as navegações nesta época, era a necessidade dos europeus de conquistarem novas terras. Eles

² A. Padgen, *Povos e Impérios: Uma história de migrações e conquistas, da Grécia até a atualidade*, trad. Marta Miranda O’Shea (Rio de Janeiro: Objetiva, 2002), 92 e 93.

³ *Ibid.*

queriam isso para poder obter matérias primas, metais preciosos e produtos não encontrados na Europa. Até mesmo a Igreja Católica interessava-se por este empreendimento⁴, pois significaria aumento do número de fiéis. Segundo o historiador Anthony Pagden:

[...] O “descobrimento” da América, no entanto, significava mais do que acesso a imensas reservas de materiais preciosos. As viagens de Colombo e Vasco da Gama foram, segundo Adam Smith, “os eventos mais importantes registrados na história da humanidade”, não por terem abastecido a Europa de ouro e prata, mas por terem tornado os povos europeus muito mais móveis. Essas viagens haviam aproximado os europeus das grandes civilizações do oceano Índico, colocando-os em contato (desastroso, afinal) com raças por eles, até então, totalmente desconhecidas [...] ⁵

Dentre tantos países do mundo, Portugal lançou-se às grandes navegações nos séculos XV e XVI, devido a uma série de condições, como a grande experiência em pesca e o domínio da engenharia de construção das caravelas. Tratava-se do principal meio de transporte marítimo e comercial do período, capaz de transportar grandes quantidades de mercadorias e homens. Havia grande interesse no seu desenvolvimento, a ponto de os portugueses criarem, até mesmo, um centro de estudos que viria a se tornar uma referência – a Escola de Sagres.

Os riscos da navegação aumentavam à medida que os exploradores se afastavam da costa por períodos mais longos. Os portugueses buscaram nos conhecimentos ancestrais respostas para diminuir os riscos, aperfeiçoando empiricamente a navegação astronômica no ocidente. Do contato com árabes, os lusos aprenderam a técnica de leitura das tabelas astronômicas⁶ com base na estrela polar, cujo referencial era dado por um instrumento rudimentar. Ainda, segundo Mourão:

⁴ A. Damineli, “Autoridade e experimento,” *Astronomy Brasil* 2 (16, ago. 2007): 78.

⁵ Pagden, 91 e 92.

⁶ R. R. F. Mourão, *A Astronomia na época dos descobrimentos: o céu dos navegantes nos séculos XV e XVI* (Rio de Janeiro: Lacerda, 2000), 13.

A astronomia do Islã apresenta-se como um conjunto complexo, que se fez presente em regiões muito diversas, da Índia até a península ibérica, onde se desenvolveram, mais ou menos simultaneamente, várias escolas (isto é, linhas de pensamento transmitidas de geração em geração) que tiveram a capacidade de resistir às mudanças políticas. [...] Apesar dos últimos representantes da astronomia árabe terem desaparecido no século XV, seus conhecimentos, divulgados na península ibérica, foram a base de toda Astronomia com a qual os portugueses e espanhóis realizaram suas grandes viagens de Descobrimento⁷.

Graças à contribuição da Universidade de Lisboa, em 1290, a Astronomia ganha força como ciência e, na época do infante D. Henrique, os privilégios estendidos a alunos e professores estimularam o acúmulo de novos conhecimentos cosmográficos no meio acadêmico. Os esforços empreendidos possibilitaram o desenvolvimento de três instrumentos náuticos, que proporcionaram um extraordinário salto qualitativo nos processos utilizados pelos homens do mar, nascendo assim, a Balestilha, o quadrante e o astrolábio náutico⁸.

É especificamente sobre a Balestilha que este artigo irá tratar. Seu nome, segundo Ramos, deriva do termo *balesta*, ou *besta*, arma medieval que disparava setas e com a qual se assemelhava na forma. É um instrumento de observação dos astros, que foi usado, principalmente, pela navegação portuguesa em princípios do século XVI até meados do XVIII.

Segundo Albuquerque, se analisarmos os textos mais antigos portugueses do século XVI, não encontraremos qualquer menção sobre o uso da Balestilha nas navegações. Instrumentos como o astrolábio e o quadrante já são encontrados com mais frequência, inclusive em uma

⁷ R. R. F. Mourão, *Copérnico: pioneiro da revolução astronômica*. (São Paulo: Odysseus, 2004), 53 e 54.

⁸ F. P. Ramos, *No Tempo das Especiarias: o império da pimenta e do açúcar* (São Paulo: Contexto, 2004).

carta escrita no Brasil, em 1500, relatando observações astronômicas realizadas com tais instrumentos⁹.

A primeira menção e, possivelmente, a mais remota referência à utilização da Balestilha nas navegações é indicada no *Livro de Marinharia*, escrito pelo navegador João de Lisboa, em meados do século XVI, e também autor da obra *Tratado da Agulha de Marear*.

O “Livro de Marinharia”, na realidade, não era uma obra literária, mas sim, anotações e apontamentos, tais como: roteiros, dados meteorológicos, diários de bordo, tábuas de inclinação do Sol, de dados astronômicos, de marés e de outras informações relevantes. Tais dados eram compilados e usados, posteriormente, como guia de referência para outros navegadores. Atualmente, constitui-se em um rico material histórico para estudo.

As navegações, principalmente as naus portuguesas, eram orientadas pelas posições dos astros celestes. As técnicas consistiam em determinar a altura de determinados astros, ou seja, o ângulo da linha de visada do astro com o horizonte¹⁰.

A Balestilha era um instrumento simples, geralmente construído em madeira ou marfim, e possui a forma de T. É composta por uma rígida vara (semelhante a uma régua), denominada de *virote*, ao longo da qual desliza outra, perpendicular, chamada *soalha*. A manipulação destas peças fornece ao usuário medidas angulares. Medeiros nos lembra que as medições angulares aferidas com a Balestilha não eram precisas, pois o instrumento era desprovido de qualquer escala graduada. Os ângulos eram obtidos por trigonometria, conforme detalhado mais a frente¹¹.

⁹ L. Albuquerque, *Instrumentos de Navegação, Comissão Nacional para as Comemorações dos Descobrimientos Portugueses* (Lisboa, 1988). (versão digital, disponível em <http://www.cienciaviva.pt/latlong/balestilha/doc/balestilhafinal.pdf> - acesso em 20/06/2010)

¹⁰ A. Medeiros et al., “Pedro Nunes e o Problema Histórico da Compreensão da Medição das Frações,” *Ciência & Educação*, 10 (3, 2004): 559-570.

¹¹ *Ibid.*

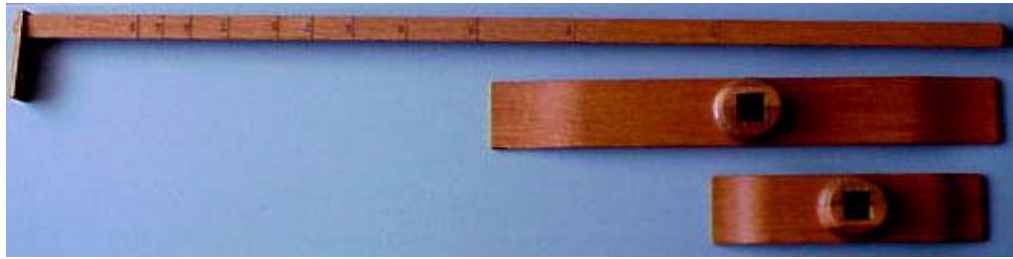


Figura 1: Virote graduado e dois tamanhos de soalhas.

(Fonte: <http://www.cienciaviva.pt/latlong/balestilha/sugestoesb.asp>, obtido em 20/06/2010)

Com ela, é possível medir distâncias angulares entre dois astros, por exemplo, ou a altura que uma determinada estrela encontra-se em relação à linha do horizonte. Em Astronomia, altura deve ser entendida como a distância angular entre o ponto onde se encontra o astro e o plano do horizonte astronômico, medida ao longo da vertical que passa pelo ponto. É uma das coordenadas horizontais do sistema de coordenadas celestes. A altura tem um valor compreendido entre 0° (horizonte) e 90° (zênite). Se o ponto se encontra abaixo do horizonte, o ângulo assume um valor negativo.

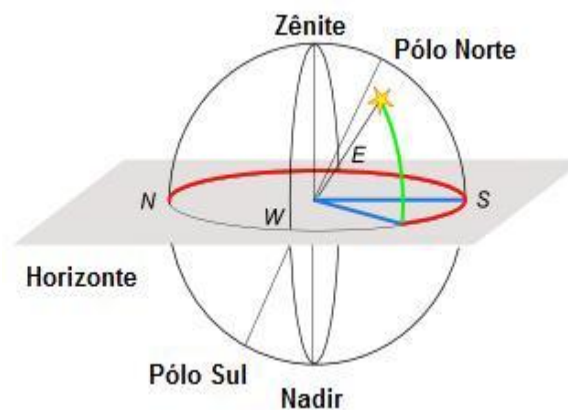


Figura 2: Sistema horizontal de coordenadas. Altura em verde.

(Fonte: Adaptada de [http://pt.wikipedia.org/wiki/Altura_\(astronomia\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/Altura_(astronomia)), obtido em 20/06/2010)

Para determinar a altura de um astro usando a Balestilha, procedemos da seguinte maneira: coloca-se o extremo do virote (cós) na altura do olho, e faz-se deslizar a soalha, até se conseguir a coincidência de sua parte inferior com o horizonte e de sua parte superior com o astro.

Não só para o cálculo da altura o instrumento podia ser empregado. Também, com ele, descobria-se o ângulo de separação entre duas

estrelas, por exemplo. Da mesma forma que no cálculo da altura, seu posicionamento deve ocorrer conforme demonstra a figura abaixo. Para se determinar o ângulo entre dois astros, desliza-se a soalha, afastando-a ou aproximando-a, ao longo do virote, de modo que as estrelas fiquem cada qual em uma das extremidades da soalha. O virote indicará o ângulo que as separa.

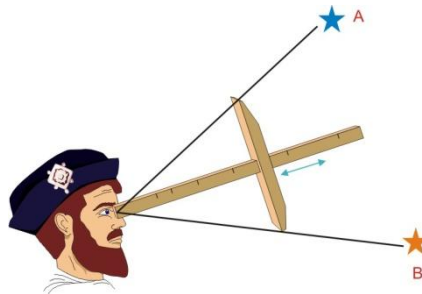


Fig 3: Emprego da Balestilha para determinação da distância angular entre duas estrelas

Apesar de sua engenhosidade, alguns problemas revelaram-se no emprego do instrumento, como a possibilidade de poder usá-lo somente ao crepúsculo ou com luar, momento em que o horizonte e as estrelas mantinham-se visíveis. Deve-se ressaltar, aqui, a dificuldade dos navegadores de distinguirem o horizonte à noite, além da dificuldade em mirar simultaneamente o astro e o horizonte, devido à oscilação a bordo do navio, o que impedia a tarefa de manter a Balestilha na posição adequada, e causava sérias distorções nos cálculos obtidos¹².

2. PROPOSTA METODOLÓGICA PARA CONSTRUÇÃO DA BALESTILHA

Propomos, aqui, a construção de uma Balestilha em madeira. É necessário, primeiramente, prepararmos suas partes: o *virote* e a *soalha*. Para esta última, pode ser confeccionada mais de uma unidade, em tamanhos diferentes.

Se a proposta for para uma turma de alunos, não é necessário que eles próprios executem o trabalho do corte e acabamento das peças em

¹² J. M. M. Pereira, *Experiências com instrumentos e métodos antigos de navegação*. (Lisboa: Academia de Marinha, 2000). (versão digital, disponível em http://chcul.fc.ul.pt/textos/malhao_pereira_2000.pdf - acesso em 22/06/2010)

madeira, o que exigiria um serviço especializado de marcenaria, na escola. A experiência de preparar desenhos para a sua construção, por um marceneiro, parece útil e educativa, pois envolve medidas e perspectivas de tamanho.

Iniciamos com a confecção do virote. Usamos, para nossa Balestilha, uma haste com, aproximadamente, um metro de comprimento. Em uma de suas extremidades, fixamos um suporte ou cabo, a partir do qual, seguraremos o instrumento, conforme figura a seguir:

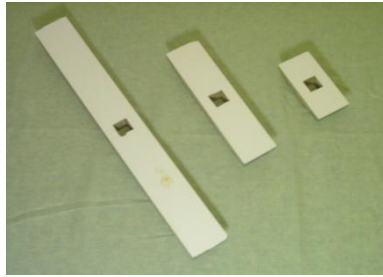


Figura 4: Virote com cabo

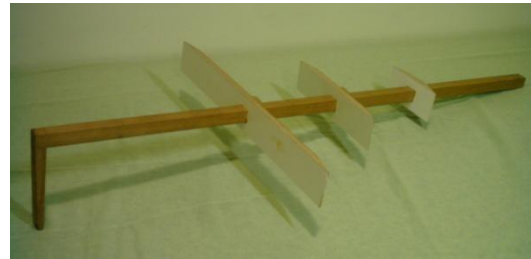
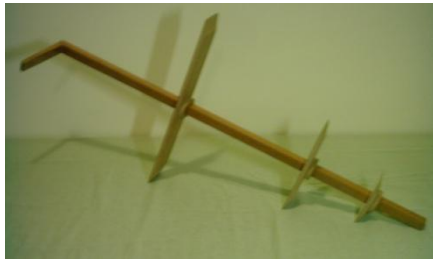
Neste momento, o virote ainda não possui a graduação necessária para se obter as medidas que o instrumento oferecerá. Para graduar a Balestilha, partiremos para a segunda etapa: a construção da(s) soalha(s). Para uma mesma Balestilha, podem-se empregar diferentes soalhas, de variados comprimentos. Soalhas de maior comprimento permitem obter ângulos maiores, ao passo que com as pequenas, obtêm-se medidas angulares de objetos/pontos muito próximos entre si.

Segundo Manuel de Figueiredo, recomenda-se que as soalhas tenham meio ($1/2$), um quarto ($1/4$), um oitavo ($1/8$)... da medida do virote, dependendo do uso que se fará. Para nossa proposta, a maior soalha que empregamos possui, aproximadamente, metade da medida do virote¹³. Trata-se de uma haste um pouco mais larga que a usada para o virote, na qual se faz um orifício. Nela, o virote será introduzido, de modo que a peça deslize livremente.

¹³ *Apud* Albuquerque.



Figuras 5 e 6: Soalhas



Figuras 7 e 8: Soalhas e sua conexão com o virote

Confeccionada a peça, é momento de graduar o virote. Semelhante a uma régua, nele serão inseridos números, que representarão os ângulos que o instrumento irá fornecer, quando de seu uso.

Partiremos para os cálculos geométricos que envolvem tal demarcação. Os dados serão colocados em uma tabela e, a partir dela, marcaremos nosso virote. Para construir tal tabela, procederemos da seguinte maneira:

Imagine a soalha inserida no virote. Posicionando-a na metade do virote, obtemos temos um triângulo retângulo imaginário, conforme a figura abaixo:

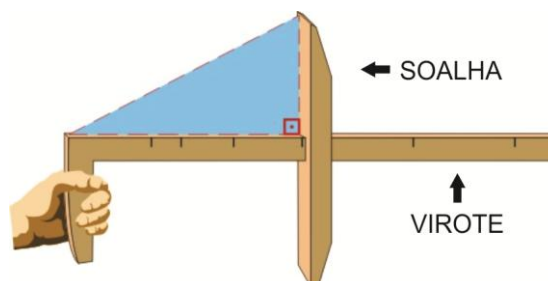
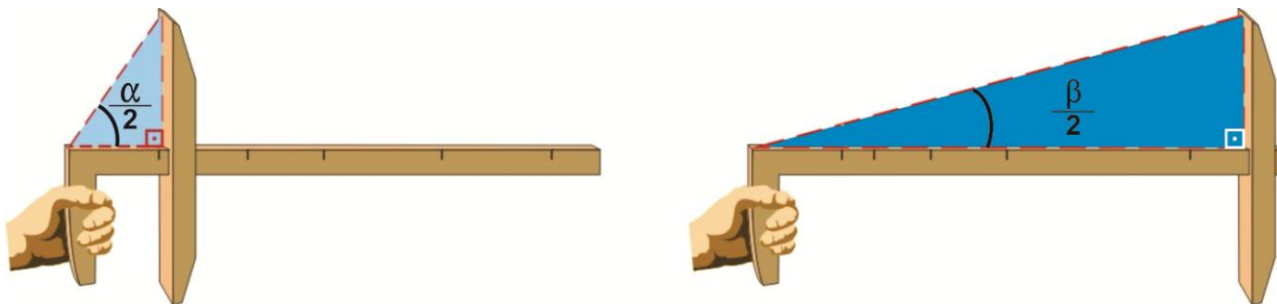


Figura 9: Triângulo retângulo, resultante da intersecção das peças da Balestilha

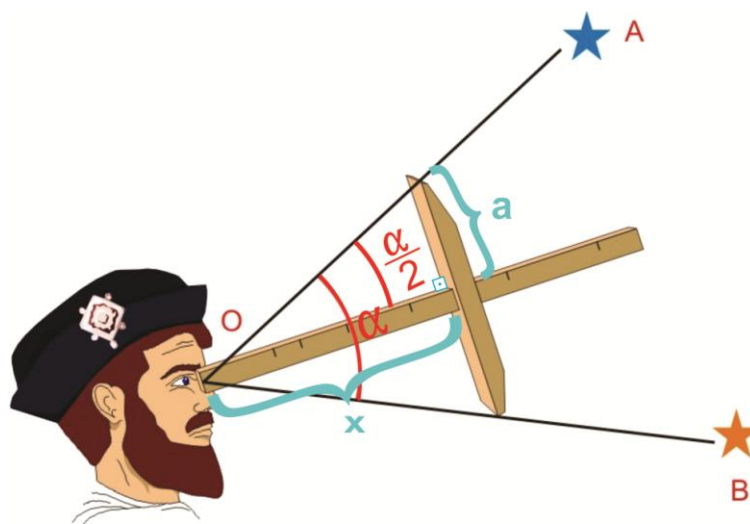
Nossa soalha tem 38 cm de comprimento. Ângulos de que intervalos de grandeza podemos medir? Pois bem, façamos os cálculos. Com a soalha colocada próxima ao suporte da Balestilha, podemos medir o

ângulo maior (α), bastando multiplicar por dois o valor ($\alpha/2$). Deslizando-a para a extremidade do virote, da mesma forma obtemos a menor medida de ângulo que tal soalha nos dá (β).



Figuras 10 e 11: Exemplos de intervalos angulares possíveis com o uso de uma determinada soalha

Como determinamos α e β ? Isso é possível a partir de uma relação trigonométrica, por exemplo: Suponhamos que se queira medir o ângulo alfa entre duas estrelas, que chamaremos de A e B.



Onde:

α = ângulo entre as estrelas A e B

a = metade do comprimento da soalha

x = posição da soalha no virote

Fig 12: Ângulo formado entre as estrelas A e B e suas medidas geométricas

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{cateto adjacente}}$$

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{a}{x}$$

$$\frac{\alpha}{2} = \operatorname{arctg}\left(\frac{a}{x}\right)$$

$$\alpha = 2 \cdot \operatorname{arctg}\left(\frac{a}{x}\right)$$

O ângulo de medida $\alpha/2$, cujo cateto oposto corresponde à metade do comprimento da soalha, neste caso, com valor de 19 cm (a), tem como cateto adjacente a medida x, correspondente à posição da soalha no virote, que, para o exemplo em questão, assumiremos que se encontra a 10 cm do olho do observador. Logo, a partir do exemplo proposto, teremos:

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{cateto adjacente}}$$

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{a}{x}$$

$$\text{Sendo: } a = 19 \text{ cm}$$

$$x = 10 \text{ cm}$$

$$\alpha = ?$$

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{19}{10}$$

$$\frac{\alpha}{2} = \operatorname{arctg}\left(\frac{19}{10}\right)$$

$$\alpha = 2 \cdot \operatorname{arctg}\left(\frac{19}{10}\right)$$

$$\alpha = 124,49^\circ$$

$$\alpha \cong 124^\circ$$

Qual é o ângulo α , cuja tangente resulta em aproximadamente 19/10? Com uso de uma calculadora científica, obtemos que $\arctg 19/10 \cong 62^\circ$. Mas o triângulo retângulo acima corresponde à metade do comprimento do virote. Logo, o ângulo maior que esta soalha medirá, estando a 10 cm do olho do observador, será de $124,49^\circ$, conforme a figura abaixo.

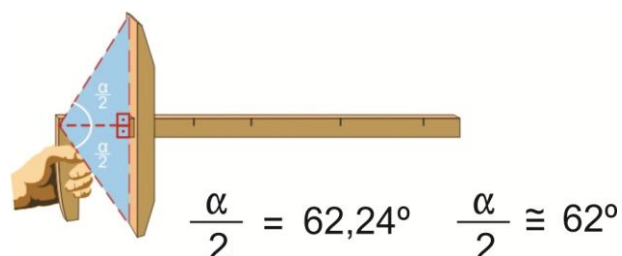


Figura 13: Maior ângulo medido, estando a soalha a 10 cm do olho do observador

Da mesma forma, obtém-se a menor medida de ângulo que nossa soalha oferecerá, que será de $21,52^\circ$. Assim, com essa soalha (38 cm), podemos medir ângulos que variam entre $21,52^\circ$ e $124,49^\circ$. Caso necessite de medidas maiores, você deverá empregar soalha de maior comprimento e vice-versa. Mas, como medir os ângulos intermediários entre as medidas encontradas? Sugerimos a construção de uma tabela, com medidas de dois em dois graus, considerando valores inteiros, como por exemplo: 22° , 24° , 26° , (...), 124° . Assim, a tabela pode ser elaborada:

Tabela 1: Correspondência entre comprimento (cm) e ângulo ($^\circ$) para graduação da Bailetilha

x (local no virote - cm)	Ângulo ($^\circ$)
9,68	126°
10,10	124°
10,53	122°
10,97	120°
...	...
70,91	30°
76,20	28°
82,25	26°
89,20	24°
97,93	22°

Se desejar saber onde colocar esta soalha (38 cm) para encontrar 124° , é só realizar o mesmo cálculo que anteriormente, variando o valor do ângulo para o qual se quer determinar a posição da soalha.

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{cateto adjacente}}$$

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{a}{x}$$

Sendo: $a = 19 \text{ cm}$

$$\operatorname{tg} 62^\circ = 1,881$$

$$x = ?$$

$$\operatorname{tg} 62^\circ = \frac{19}{x}$$

$$1,881 = \frac{19}{x}$$

$$x = \frac{19}{1,881}$$

$$x = 10,10 \text{ cm}$$

Assim, para encontrar o ângulo $\alpha/2 \cong 62^\circ$, a soalha deverá ser movida na direção do início do virote, mais precisamente a 10,10 cm do ponto em que o observador fixará o seu olhar, conforme figura abaixo:

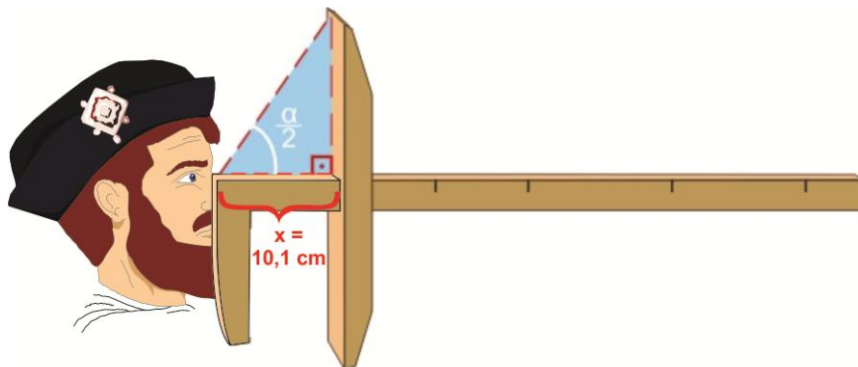


Fig 14: Maior ângulo medido, estando a soalha a 10 cm do olho do observador.

Da mesma forma, obtém-se o restante da tabela. Depois de completadas as medidas, com intervalos de dois graus, é só marcá-las no virote. Sua Balestilha estará pronta, para o respectivo virote.

3. A BALESTILHA NO ENSINO DE ASTRONOMIA E DE MATEMÁTICA

Nossa proposta é que, a partir da construção da Balestilha, algumas atividades de ensino possam ser elaboradas. As que proporemos a seguir são apenas sugestões, que poderão ser complementadas mediante necessidade dos docentes. Elas enfocam, principalmente, conteúdos de Geometria e Astronomia.

3.1. Qual a altura de um poste?

Tome como exemplo um poste, uma torre ou qualquer outro objeto do qual se quer determinar a altura. Posicione-se a uma determinada distância deste objeto, de modo que se possa, desse ponto, visualizar sua base e seu topo.

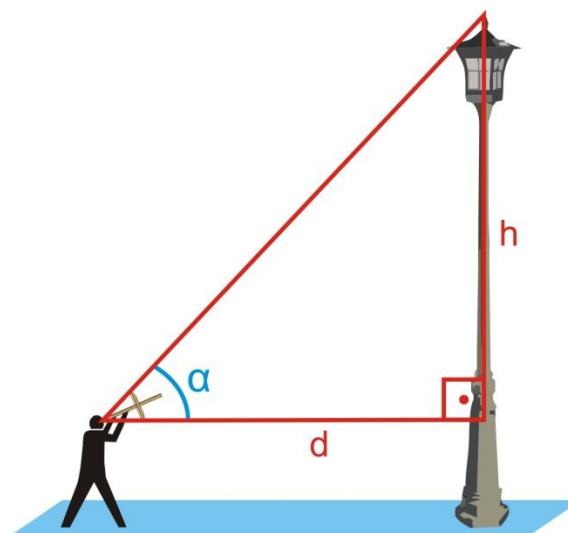


Figura 15: Triângulo retângulo formado na junção das linhas que unem o observador ao poste

Medindo-se a distância d , que é aquela que separa o observador do poste, pode-se calcular a sua altura, a partir de uma relação trigonométrica envolvendo o ângulo α . O lado d representa o cateto adjacente a ele. Assim, a tangente de α será igual ao valor do cateto

oposto dividido pelo adjacente. O ângulo α pode ser obtido com o uso da Balestilha, e o respectivo valor de sua tangente obtido com o emprego de uma tabela ou calculadora científica, por exemplo.

3.2. Determinação da latitude local

A Balestilha foi o primeiro instrumento náutico a utilizar o horizonte visível como referência para observações de alturas de astros. Para usar a Balestilha, o navegante era forçado a olhar para o horizonte e para o astro visado, ao mesmo tempo¹⁴. De maneira análoga, ela pode nos oferecer a latitude local. Para isso, precisamos localizar um dos pólos celestes; no caso brasileiro, o pólo celeste sul. São medidas aproximadas, uma vez que, a olho nu, não é uma tarefa simples obter precisamente esse local no céu.

O prolongamento de 4,5 vezes o braço maior da cruz, representada na Constelação do Cruzeiro do Sul, nos indica a posição aproximada no céu, do pólo sul celeste. O ângulo formado entre este ponto e o horizonte representa a latitude local. Para determiná-lo, pode-se empregar a Balestilha, conforme esquema abaixo:

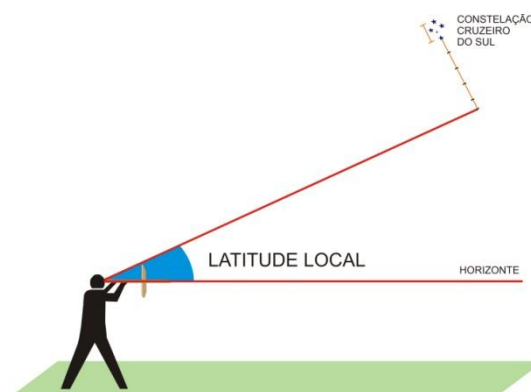


Figura 16: Determinação da latitude local

Outra possibilidade, talvez mais precisa, é a partir da localização do zênite, que é o ponto máximo, no céu, localizado sobre a cabeça do

¹⁴ A. P. Miguens, "Navegação Astronômica: Definição, Importância e Resenha Histórica," in *Navegação: A Ciência e a Arte*, vol. II, cap. 16, 552; disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/53797084/Navegacao-a-Ciencia-e-a-Arte-InDICE> (acesso em 17/08/2011)

observador. Em relação ao horizonte, ele representa a altura de 90° . Se pudermos obter a medida do ângulo formado entre o zênite e o pólo celeste sul, saberemos que seu complemento (o que falta para 90°) representa a latitude local, conforme indica a figura abaixo:

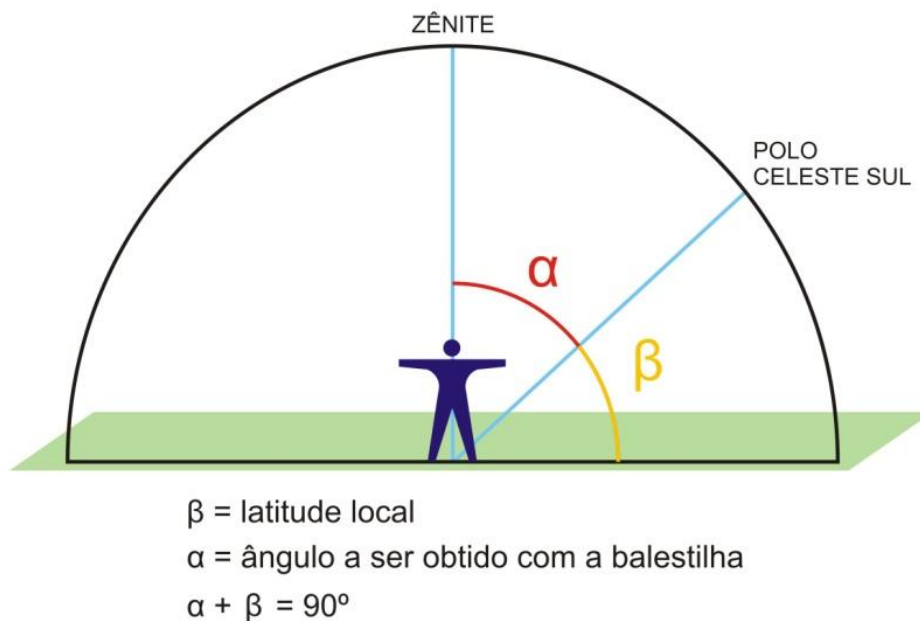


Figura 17: Posição aproximada, no céu, do polo sul celeste

Para se obter o zênite do local da observação, é preciso garantir que se está observando um ponto perpendicular ao observador. Para tal, pode-se empregar um barbante com um peso em sua extremidade, tal qual um fio de prumo.

Deve-se posicionar uma das extremidades da Balestilha neste ponto (zênite), com auxílio do fio. Ajustando a soalha, deve-se encontrar o pólo celeste sul, obtendo-se o ângulo β da figura anterior, conforme representa a figura abaixo:

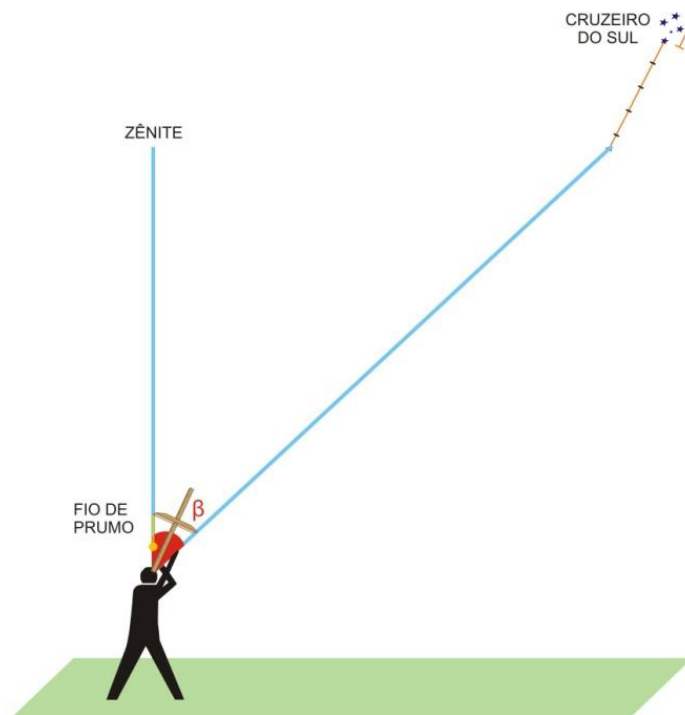


Figura 18: Obtenção do zênite do local da observação, com auxílio do fio de prumo

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o propósito de apresentar a construção de um instrumento náutico usado no período das grandes navegações, a Balestilha, e a sua utilização como ferramenta didática em atividades de ensino, o presente trabalho, após uma introdução histórica, propôs a realização de duas atividades, uma envolvendo temas de Astronomia e, outra, de Matemática

Em todo o processo, cabe ao professor elaborar e apresentar as situações a seus alunos, estimulando-os a realizar tanto a construção, quanto o uso do instrumento em estudo. Agindo assim, o professor oferecerá oportunidades aos próprios estudantes de construírem suas trajetórias de aprendizagem.

Esperamos que a montagem do instrumento permita ao aluno visualizar as relações entre conceitos da Matemática e da Astronomia, levando-o à introdução de noções geométricas, possibilitando, assim, a aprendizagem dos conteúdos ensinados nessas ciências.

A linguagem abstrata dos conceitos, ao ser usada para apresentar as operações e os raciocínios envolvidos com o conteúdo, muitas vezes,

acaba por não revelar ao docente as dificuldades dos seus alunos em relação ao conteúdo estudado. Com base em tais inferências, é possível sugerir que, durante a iniciação da elaboração dos conceitos astronômicos e matemáticos, os quais são exigidos para a resolução das atividades propostas, o professor deixasse para o final do processo de instrução a articulação de tais conceitos, ao invés de cobrá-los logo na introdução do assunto.

Entendemos que o ensino por uso de um instrumento histórico não prescinde de outras formas de ensinar e a escolha pelo uso do mesmo, ao antecipar a utilização de teorias, esquemas e regras a serem ensinados, sugere um processo de mediação pelo professor.

A fim de estimular reflexões e discussões junto aos alunos, o professor lhes oferece um ambiente intelectual e prático apropriado para lidarem com seus problemas conceituais, de maneira que possam superá-los. Assim, a atividade proposta poderá ser capaz de, conforme sugere Bizzo, “[...] mostrar o papel ativo do professor e do aluno diante do conhecimento veiculado ativamente por materiais didáticos”¹⁵.

SOBRE OS AUTORES:

Telma Cristina Dias Fernandes

Mestranda em Educação – Universidade Federal de Uberlândia
(e-mail: telcfernandes@hotmail.com)

Marcos Daniel Longhini

Professor Adjunto – Faculdade de Educação – Universidade Federal de Uberlândia
(e-mail: mdlonghini@yahoo.com.br)

Deividi Márcio Marques

Professor Adjunto – Instituto de Química - Universidade Federal de Uberlândia
(e-mail: deivid@iqufu.ufu.br)

¹⁵ N. Bizzo, *Ciências: fácil ou difícil?*, 2ª ed. (São Paulo: Ática, 2002), 134.