

A CONSTRUÇÃO DE UM ANTIGO INSTRUMENTO PARA NAVEGAÇÃO MARÍTIMA E SEU EMPREGO EM AULAS DE ASTRONOMIA E MATEMÁTICA

Telma Cristina Dias Fernandes¹, Marcos Daniel Longhini²

¹ Universidade Federal de Uberlândia/Faculdade de Educação / telcfernandes@hotmail.com

² Universidade Federal de Uberlândia/Faculdade de Educação / mdlonghini@yahoo.com.br

Resumo

São muitas as razões que justificam a importância de olharmos para o céu quando nos voltamos para o estudo de uma das mais antigas das ciências – a Astronomia. 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. Assim o fizeram os antigos agricultores, ao planejarem a época da sementeira e da colheita, ou os navegadores, na orientação em suas longas viagens. Os séculos XV e XVI, período conhecido como a “Era das Grandes Navegações e Descobrimientos Marítimos”, em que os europeus, principalmente portugueses e espanhóis, lançaram-se nos oceanos com objetivos de, além de encontrar novas terras e riquezas, descobrir uma nova rota marítima e promover intercâmbio comercial com as Índias. Os riscos da navegação aumentavam à medida que os exploradores se afastavam da costa por períodos mais longos, fato que os levou a buscarem, nos conhecimentos ancestrais, respostas para diminuir os riscos, aperfeiçoando empiricamente a navegação astronômica no ocidente. Os esforços empreendidos, nesse período da história, possibilitaram o desenvolvimento de instrumentos náuticos, dentre os quais destacam-se a Balestilha, o quadrante e o astrolábio náutico. É especificamente sobre a Balestilha que esta pesquisa irá tratar. A partir de sua construção, exploraremos sua utilização como ferramenta didática para o ensino de conceitos astronômicos e matemáticos. É feita uma proposta de três atividades de ensino, as quais envolvem temas de Astronomia e de Matemática. São feitas considerações sobre o uso de um instrumento histórico no ensino, o papel mediador do professor e a participação ativa do aluno diante do conhecimento veiculado ativamente por materiais didáticos.

Palavras-chave: Astronomia, Matemática, Balestilha, grandes navegações, atividades de ensino.

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. A observação do céu, possivelmente, é uma dentre as primeiras atividades humanas de caráter especulativo. Segundo Caniato (1990), existem registros históricos relativos às atividades ou ideias astronômicas que datam de cerca de 7.000 anos atrás.

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 sementeira e da colheita, ou os navegadores, na orientação em suas longas viagens.

Este texto irá tratar justamente sobre um dos instrumentos astronômicos empregado pelos antigos navegadores. A partir de sua construção e uso, o exploraremos como ferramenta didática para o ensino de conceitos astronômicos e matemáticos.

A Balestilha na história da navegação

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 marítimo (PAGDEN, A. 2002, p. 92 e 93). 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 marujos (PAGDEN, A. 2002, p. 92 e 93). 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 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, da Índia, era o Mar Mediterrâneo. 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, foi a necessidade dos europeus de conquistarem novas terras. Eles o faziam para poder obter matérias primas, metais preciosos e produtos não encontrados na Europa. Até mesmo a Igreja Católica interessava-se por este empreendimento (DAMINELLI, 2007, p. 78), pois significaria aumento do número de fiéis. Segundo o historiador Anthony Pagden:

[...] O “descobrimto” 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 [...] (PAGDEN, 2002, p. 91 e 92)

Dentre tantos países do mundo, Portugal lançou-se às grandes navegações, nos séculos XV e XVI, devido a uma série de condições, entre elas, 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 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 astronômicas (MOURÃO, 2000, p. 13) com base na estrela Polar, cujo referencial era dado por um instrumento rudimentar. Ainda, segundo Mourão:

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 Descobrimto. (MOURÃO, 2004, p. 53 e 54)

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 portuguesa, o quadrante e o astrolábio náutico (RAMOS, 2004).

É especificamente sobre a Balestilha que este texto irá tratar. Seu nome, segundo Ramos (2004), 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 (1988), 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 carta escrita no Brasil, em 1500, relatando observações astronômicas realizadas com tais instrumentos.

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 horizonte (MEDEIROS et al, 2004).

A Balestilha é um instrumento construído, geralmente, 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 *et al* (2004) nos lembram 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 frente.



Fig 1: Virote graduado e dois tamanhos de soalhas.

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

Para usar a Balestilha, procedemos da seguinte maneira: para determinar a altura de um astro, 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 da mesma com o horizonte e de sua parte superior com o astro, conforme aponta a figura a seguir.



Fig 2: Uso da Balestilha para medir a altura de um determinado astro.

(Fonte: <http://www.google.com.br/imgres>, obtido em 20/06/2010)

Proposta metodológica de 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 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, a partir do qual, seguraremos o instrumento. 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.

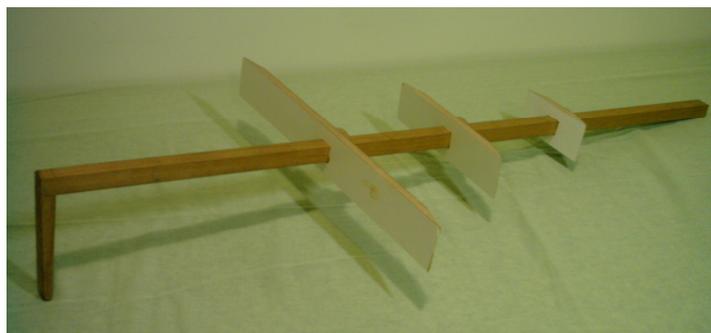


Fig 3: Soalhas e sua conexão com o virote.

Segundo Manuel de Figueiredo (apud ALBUQUERQUE, 1988), recomenda-se que as soalhas tenham um 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 virote. 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.

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. Dividindo-a por dois e posicionando-a na metade do virote, temos um triângulo retângulo imaginário, conforme a figura abaixo:

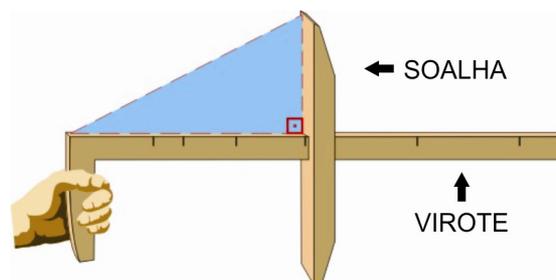


Fig 4: Triângulo retângulo resultante da intersecção das peças da Balestilha.

Nossa soalha tem 38 cm de comprimento. Ângulos de que intervalos de grandeza podemos medir? Com a soalha colocada próxima ao suporte da Balestilha, podemos medir o ângulo maior (α). Deslizando-a para a extremidade do virote, temos a menor medida de ângulo que tal soalha nos dá (β).

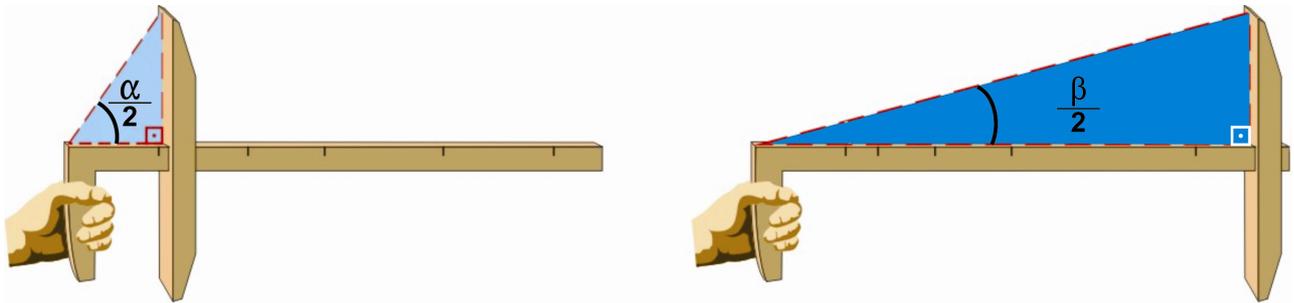
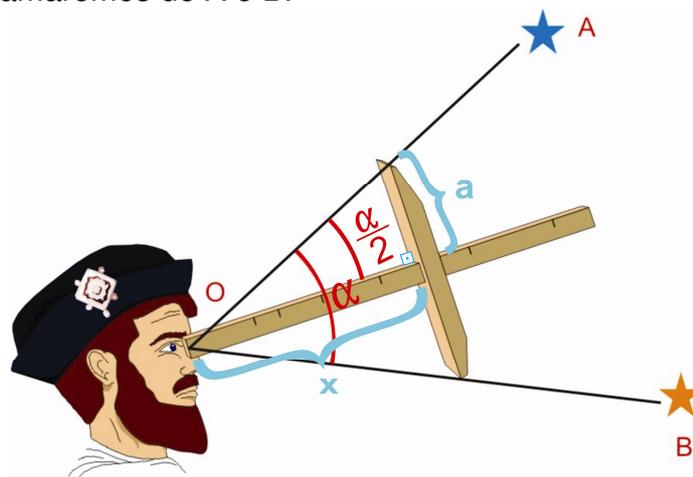


Fig 5 e 6: Exemplos de intervalos angulares possíveis com o uso de uma determinada soalha.

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 7: 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:

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

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

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

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

$$\alpha = ?$$

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

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

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

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

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

Então:

Qual é o ângulo α , cuja tangente resulta em aproximadamente 19/10? Com uso de uma calculadora científica, obtemos que $\operatorname{arctg} 19/10 \cong 62^\circ$. 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.

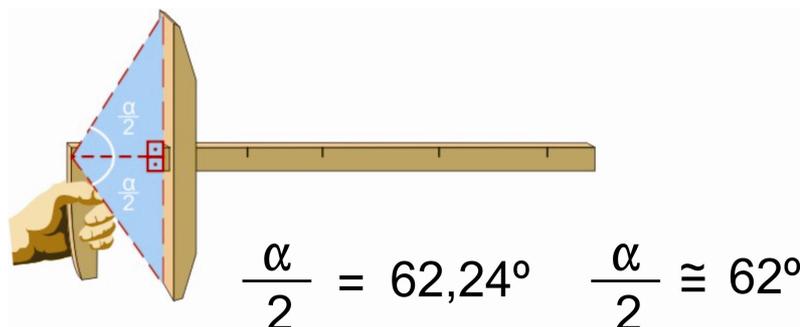


Fig 8: Maior ângulo medido, estando a soalha a 10 cm do olho do observador.

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 Baioneta.

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:

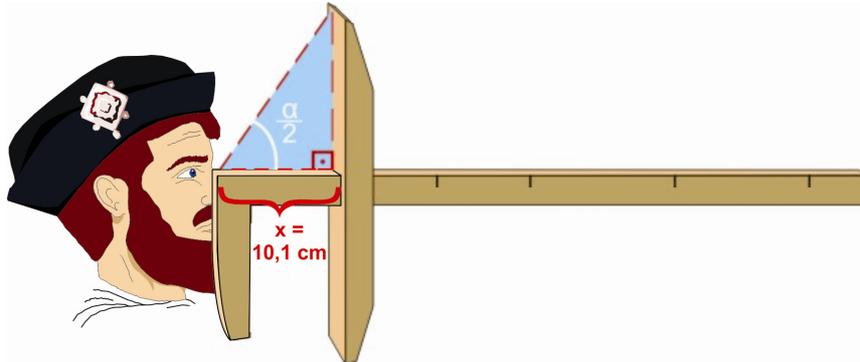


Fig 9: Maior ângulo medido, estando a soalha a 10 cm do olho do observador.

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.

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.

Qual a altura de um poste?

Tome como exemplo um poste, uma torre ou qualquer outro objeto, a partir do qual se quer determinar sua altura. Posicione-se a uma determinada distância deste objeto, de modo que se possa, desse ponto, visualizar sua base e seu topo. A figura, a seguir, representa o triângulo retângulo formado na junção das linhas que unem o observador ao poste, por exemplo.

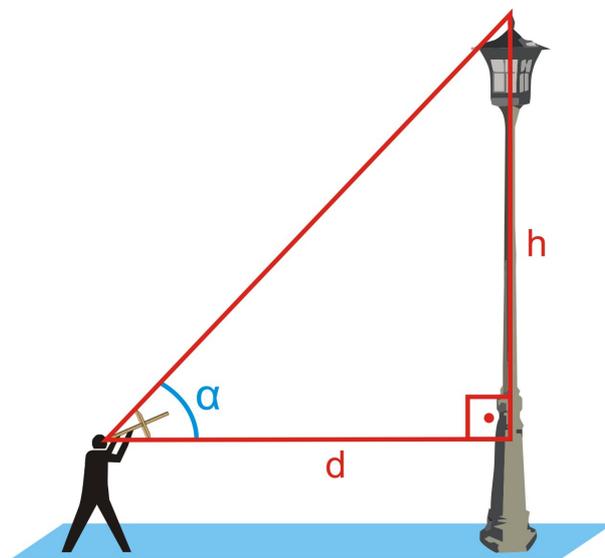


Fig 10: Triângulo retângulo formado na junção das linhas entre o observador e o poste.

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.

A determinação da latitude local.

Conforme relatos advindos da navegação, o uso da Balestilha 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:

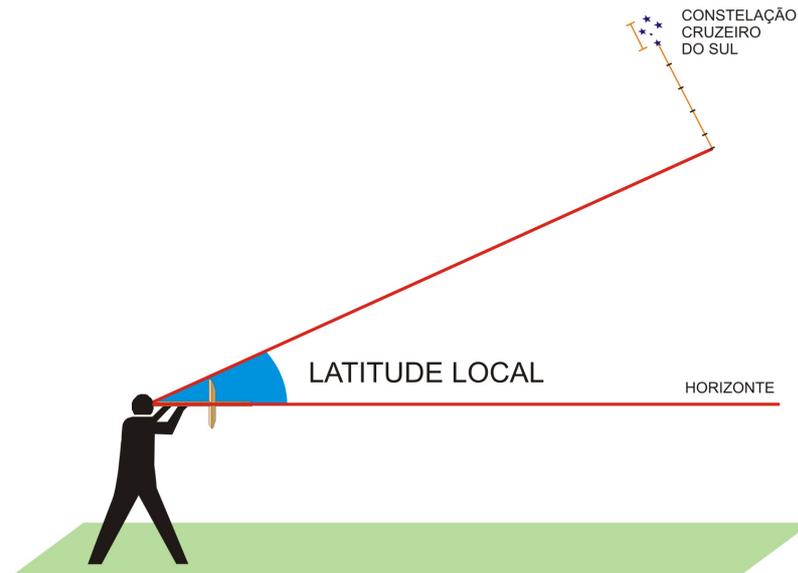
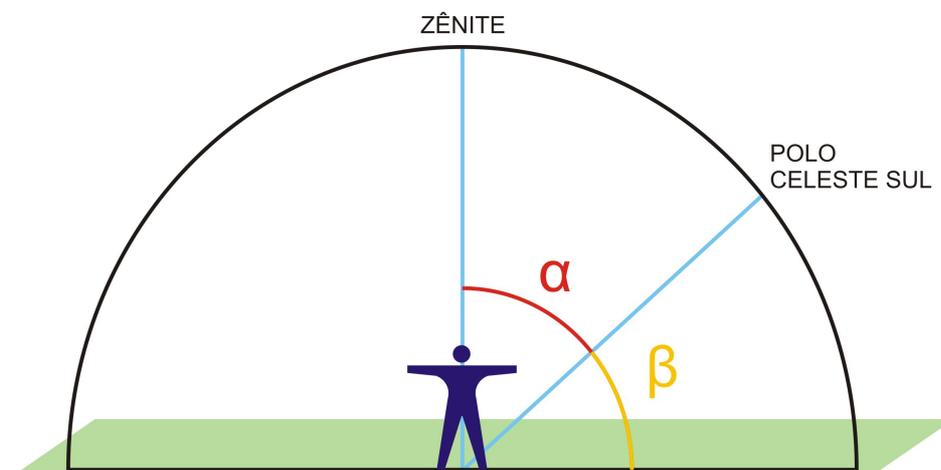


Fig 11: Determinação da latitude local.

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



β = latitude local

α = ângulo a ser obtido com a balestilha

$\alpha + \beta = 90^\circ$

Fig 12: Posição aproximada, no céu, do pólo 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:

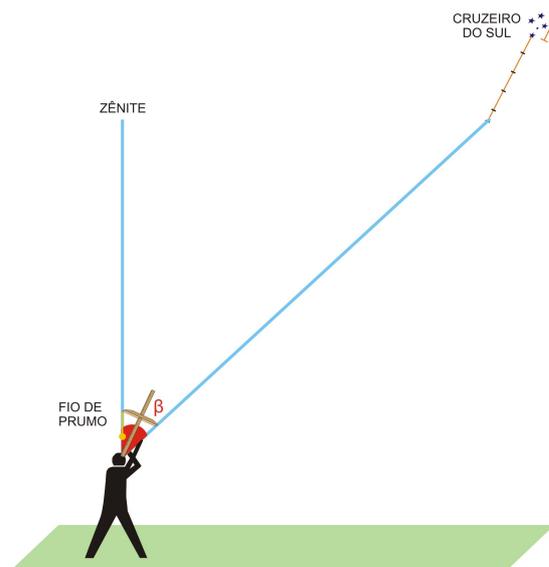


Fig 13: Obtenção do zênite do local da observação, com auxílio do fio de prumo.

Algumas considerações

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. Agir dessa forma é diferente de apresentar uma aula pronta. É, sim, oferecer oportunidades aos próprios estudantes de construírem suas trajetórias de aprendizagem; é agir como facilitador.

Com intuito de analisar a prática de ensino nas aulas de Ciências, com base nesse antigo instrumento astronômico, sugerimos duas maneiras diferentes de intervir no processo de aprendizagem: construção e graduação da Balestilha e a realização das atividades propostas para uso do instrumento.

Esperamos que o processo de sua montagem permita ao aluno visualizar as relações entre conceitos da Matemática e da Astronomia, levando-o à compreensão 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.

Para alunos das séries iniciais do Ensino Fundamental, o instrumento pode ser fornecido pronto, sendo explorado seu aspecto lúdico para contemplar conceitos históricos, astronômicos e matemáticos. Para alunos das séries finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, a Balestilha pode fornecer elementos importantes que subsidiem o entendimento de conceitos geométricos e astronômicos.

Com propósito 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” (BIZZO, 2002, p.134).

Referências

ALBUQUERQUE, Luís. 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).

BIZZO, Nélio. **Ciências: fácil ou difícil?** 2ª Ed. São Paulo: Ática, 2002.

CANIATO, Rodolpho. **O Céu**. São Paulo: Ática, 1990.

DAMINELLI, Augusto. Autoridade e experimento. **Astronomy Brasil**. São Paulo, vol. 2, n. 16, p. 78, ago. 2007.

MEDEIROS, A. et al. Pedro Nunes e o Problema Histórico da Compreensão da Medição das Frações. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 3, p. 559-570, 2004.

MOURÃO, Ronaldo R. F. **A Astronomia na época dos descobrimentos: o céu dos navegantes nos séculos XV e XVI**. Rio de Janeiro: Lacerda, 2000.

MOURÃO, Ronaldo R. F. **Copérnico: pioneiro da revolução astronômica**. São Paulo: Odysseus, 2004.

PAGDEN, A. **Povos e Impérios: Uma história de migrações e conquistas, da Grécia até a atualidade**. Tradução de Marta Miranda O’Shea. Rio de Janeiro: Objetiva, 2002.

RAMOS, Fábio Pestana. **No Tempo das Especiarias: o império da pimenta e do açúcar**. São Paulo: Contexto, 2004.