

MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA MARINHA MERCANTE

RAMON CÉSAR DIAS DE SIQUEIRA

NAVEGAÇÃO ASTRONÔMICA: Valor histórico e aplicações

RIO DE JANEIRO

2015

RAMON CÉSAR DIAS DE SIQUEIRA

NAVEGAÇÃO ASTRONÔMICA: Valor histórico e aplicações

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Náutica da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Orientador: Professor Alcione Gonçalves

RIO DE JANEIRO

2015

RAMON CÉSAR DIAS DE SIQUEIRA

NAVEGAÇÃO ASTRONÔMICA: Valor histórico e aplicações

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Náutica da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Data da Aprovação: ____/____/____

Orientador: Professor Alcione Gonçalves

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: _____

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que sem ele nada disso seria possível, a minha Mãe que nunca mediu esforços para me ajudar a chegar onde estou hoje e sempre depositou confiança em mim, ao meu pai que nunca deixou de me apoiar. Ao meu irmão que é exemplo de companheirismo e lealdade. A minha querida avó Ana Rosa de Carvalho que ajudou meus pais a me criarem com muito amor, carinho e dedicação, a minha namorada Jacqueline Guedes que sempre confiou em mim e me ajudou a superar os momentos difíceis que passei. A todas as pessoas que me ajudaram direta ou indiretamente. Aos meus amigos da EFOMM, que sem eles tudo seria mais difícil.

RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido com o intuito de difundir conhecimentos sobre Navegação Astronômica, mostrando aplicações dos conhecimentos passados e de centenas de anos de estudos. O caminho dos estudos da navegação astronômica veio logo depois da difusão do conhecimento da Astronomia, em uma forma rudimentar, é claro, mas foi assim que o homem começou a olhar para o céu e se questionar sobre questões até então apenas respondida pelo misticismo. Toda essa história está em ordem cronológica. Nesse trabalho estão expostos os feitos de vários nomes da física, matemática, astronomia. Dentre eles, destacam-se Eratóstenes que calculou de forma simples e muito precisa o Raio da Terra e Pedro Nunes, que mesmo sem ter pisado a bordo de um navio, contribuiu, e muito, para a forma de navegar que temos atualmente. Vários instrumentos náuticos são citados, mencionando suas funções, origem e importância, alguns deles de criação própria de Pedro Nunes. Esse trabalho também foi agraciado com a participação do Professor Lázaro Coutinho que fala sobre suas experiências a bordo de navios da Marinha Mercante e cita a importância do conhecimento da navegação astronômica, fazendo com que o leitor se sinta mais próximo do assunto em questão.

Palavras chave: Astronomia. Navegação. Valor histórico. Aplicações. Pedro Nunes

ABSTRACT

This work was developed in order to disseminate knowledge about Celestial Navigation, showing applications of past knowledge and hundreds of years of study. The path of astronomical navigation studies came shortly after the dissemination of knowledge of astronomy in a rudimentary form, of course, but that's how the man began to look at the sky and wonder about issues hitherto not covered by mysticism. All this history is in chronological order. In this paper they are exposed made of various names of physics, mathematics and astronomy. Among them, it highlights that Eratosthenes calculated simply and very accurate Earth's radius and Pedro Nunes, even without having stepped aboard a ship, contributed, and for how to navigate we have today. Several nautical instruments are cited, mentioning their functions, origin and importance, some of them very creation of Pedro Nunes. This work was also awarded with the participation of Professor Lázaro Coutinho who talks about his experiences aboard the Merchant Navy ships and cites the importance of astronomical navigation knowledge, making the reader feel closer to the subject matter.

Keywords: Astronomy. Navigation. Historical Value. Applications. Pedro Nunes

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Luz do Sol chegando perpendicularmente a Terra	13
Figura 2- Método usado por Eratóstenes	14
Figura 3 – Modelo Geocêntrico	15
Figura 4 – Modelo Heliocêntrico	16
Figura 5 – Quadrante	21
Figura 6 – Astrolábio Náutico	21
Figura 7 – Bússola	22
Figura 8 – Bússola chinesa	23
Figura 9 – Balestilha	24
Figura 10 - Nocturlábio de Ponteiro	25
Figura 11 – Octante	26
Figura 12 - Sextante	26
Figura 13 – A Eclíptica	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GPS – Global Position System

a.C – Antes de Cristo

STCW - Standards of Training and Certification Watchkeeping

EFOMM – Escola de Formação de Oficiais da Marinha Mercante

UFF – Universidade Federal Fluminense

IME – Instituto Militar de Engenharia

CASNAV – Centro de Análises de Sistemas Navais

GNSS – Global Navigation Satellite System

GLONASS – Globalnaya navigatsionnaya sputnikovaya sistema

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	HISTÓRIA DA NAVEGAÇÃO ASTRONÔMICA E ASTRONOMIA	11
2.1	Astronomia	11
3	ERATÓSTENES E A CIRCUNFERÊNCIA DA TERRA	13
4	GEOCENTRISMO E HELIOCENTRISMO	15
5	PEDRO NUNES	17
5.1	Biografia de Pedro Nunes	17
5.2	Principais Contribuições Científicas de Pedro Nunes	18
6	INSTRUMENTOS NÁUTICOS E A NAVEGAÇÃO ASTRONÔMICA	20
6.1	Quadrante	20
6.2	O Astrolábio	21
6.3	A Bússola	22
6.4	A Balestilha	23
6.5	O Nocturlábio	24
6.6	Octante	25
6.7	O Sextante	26
6.8	O Almanaque Náutico	27
7	SISTEMAS DE POSICIONAMENTO POR SATÉLITES	28
8	A ECLÍPTICA	29
9	ENTREVISTA AO PROFESSOR LÁZARO	30
9.1	Biografia do Professor Lázaro Coutinho	30
9.2	Entrevista	31
9.3	Uma Visão Geral sobre a entrevista	34
10	CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
	REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

Navegar utilizando-se da navegação astronômica consiste em o navegante determinar sua posição, ou quaisquer outras informações úteis relativo à segurança, por meio das observações dos astros.

A astronomia está diretamente relacionada à navegação utilizando-se dos astros. Essa ciência estuda os corpos celestes e está presente no nosso dia-a-dia desde os primórdios da humanidade. Ela teve seus conceitos iniciais concebidos no período em que os primeiros humanos começaram a entender os fenômenos a sua volta, a partir da observação do nascer do sol, a passagem das estações do ano, as fases da lua e os períodos em que determinadas estrelas estavam visíveis. Dessa forma, os primeiros “astrônomos” visualizaram as relações naturais entre o céu e a terra.

No decorrer da evolução do estudo da astronomia e da navegação astronômica, vários nomes surgiram como o de Hiparco (séc. II a.C), Claudio Ptolomeu (90-168 a.C) Eratóstenes, Galileu Galilei, Kepler, Isaac Newton, Pedro Nunes.

Com o passar do tempo, a navegação astronômica vem perdendo grande espaço no dia-a-dia dos navegantes, pois com o desenvolvimento tecnológico, o crescente uso de equipamentos como o GPS (Sistema de Posicionamento Global) tem tornado a navegação de praticamente todo tipo de embarcação mais prática e segura. Todavia, é possível confiar totalmente neste novo equipamento?

A problemática deste trabalho está relacionada à importância do estudo da navegação astronômica, tendo em vista o seu valor histórico e aplicações. O questionamento da necessidade de se incluir a matéria de Astronomia no sumário da EFOMM (Escola de Formação de Oficiais da Marinha Mercante) como sendo uma matéria que antecede o ensinamento de Navegação Astronômica também se faz presente no texto dessa monografia.

2 HISTÓRIA DA NAVEGAÇÃO ASTRONÔMICA E ASTRONOMIA

A navegação astronômica já existe desde quando o homem morava nas cavernas. Um de seus primeiros atos tomados com consciência foi, talvez, voltar pra sua caverna, depois de uma longa expedição de caça ou pesca, tomando como referência pontos notáveis pelo caminho, como algum acidente geográfico. Essa então era a navegação terrestre. Sendo assim a primeira forma de navegação.

O homem se aventura no mar há muito tempo. O registro da primeira aventura marítima é datado de cerca de 4800 anos atrás, sendo a primeira que se tem notícia, devido ao fato só então o homem ter aprendido a escrever. Mas quando o homem teve a noção de governar sua embarcação surgiu a navegação marítima.

Entre os séculos XIII e XVIII, a navegação astronômica teve um papel crucial na era das navegações de longa distância, onde as grandes potências europeias movidas pelo reflorescimento do comércio buscavam descobrir novas rotas marítimas para chegar às Índias, e que resultaram na descoberta de novas terras além dos mares conhecidos — o Novo Mundo.

Neste período, diversos equipamentos foram desenvolvidos para auxiliar na navegação astronômica, e através destes, os navegantes conseguiam determinar sua posição no mar com enorme precisão, sem necessitar realizar cálculos complexos como alguns podem imaginar.

Todavia, para se ter a navegação astronômica como conhecemos atualmente, foi exigido muito mais do homem. Ele teve que adquirir o conhecimento dos movimentos dos corpos celestes de uma forma muito mais profunda, não somente para referência de rumo, como foi usado no início das viagens do homem pelos oceanos.

2.1 Astronomia

Vários autores consideram a astronomia, como a mais antiga das ciências. Há evidências de observações astronômicas entre os povos pré-históricos do Egito, Índia, Babilônia, China. Esse fato é que fortalece a tese de que a astronomia tenha sido a primeira das ciências.

Com o surgimento das primeiras civilizações os astros passaram a ser mais estudados, pois estes também estavam associados à religiosidade, onde recebiam o nome de deuses e seres míticos, por exemplo. Os povos da mesopotâmia, considerado

um dos povos mais antigos da história, por volta de 5.500 a.C, foram um dos primeiros a registrar a presença de cinco planetas visíveis a olho nu - também chamados de estrelas “errantes”.

Acredita-se que os fundadores da astronomia tenham sido os sumerianos, povo que viveu na Mesopotâmia. O misticismo foi o motivo inicial que levou esse povo a observar os astros, pois era a forma de eles explicarem suas profecias.

Os festivais religiosos dos egípcios tinham suas datas marcadas através do uso da astronomia, cerca de 2000 a.C. Por exemplo, o nascer helíaco de Sirius, que é o primeiro reaparecimento da estrela Sirius sobre o horizonte, no céu a leste, durante o crepúsculo matutino, depois de ter sido vista pela última vez logo depois do pôr-do-sol, no céu a oeste, representava o início de um novo ano.

Foi na Grécia que surgiu o conceito de cosmo e o método científico de sua investigação do modo como é interpretada atualmente. Foram os gregos que, abandonando as ideias místicas, adotaram uma linguagem consistente que tornou possível o entendimento dos fenômenos cósmicos. E o conhecimento da Astronomia Náutica eles aprenderam com os fenícios.

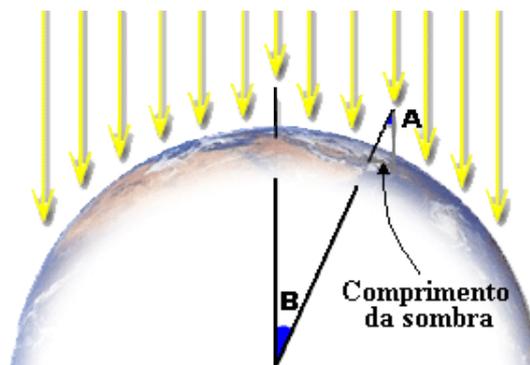
3 ERATÓSTENES E A CIRCUNFERÊNCIA DA TERRA

Quando os navios afastavam-se do porto, desapareciam primeiro os seus cascos e, por último, os mastros, qualquer que fosse a direção do horizonte em que rumavam; se a Terra fosse plana, argumentava Aristóteles, um navio, ao afastar-se, ficaria cada vez menor, por igual, até tornar-se um ponto e desaparecer. Aristóteles também notou que, ao viajar para o norte ou para o sul, novas estrelas apareciam acima do horizonte adiante, enquanto outras desapareciam abaixo do horizonte atrás (MIGUENS, 1996, p. 542.)

Eratóstenes viveu no Egito entre os anos 276 e 194 a.C, ele era bibliotecário-chefe da famosa Biblioteca de Alexandria, e foi lá que ele encontrou, num velho papiro, indicações de que ao meio-dia de cada 21 de junho da cidade de Assuã (ou Syene, no grego antigo) 800 km (valor correspondente à unidade de medida utilizada na época que era de 500 “estádios”) ao sul de Alexandria, uma vareta fincada verticalmente no solo não produzia sombra. Como Eratóstenes era um homem muito observador, ele percebeu que o mesmo fenômeno não ocorria em Alexandria no mesmo dia e pensou que quanto mais curva fosse a Terra, maior seria a diferença no comprimento das sombras. O Sol deveria estar tão longe que seus raios de luz chegam à Terra paralelos entre si.

Varetas fincadas verticalmente no chão em lugares diferentes lançariam sombras de comprimentos distintos. Eratóstenes decidiu fazer um experimento. Ele mediu o comprimento da sombra em Alexandria ao meio-dia de 21 de junho, quando a vareta em Assuã não produzia sombra. Assim obteve o ângulo **A**, conforme a figura abaixo.

Figura 1- Luz do Sol chegando perpendicularmente a Terra



Fonte - <http://astro.if.ufrgs.br/antiga/antiga.htm>

Eratóstenes mediu $A=7^\circ$ (aproximadamente). Se as varetas estão na vertical, partindo do pressuposto que se fossem longas o bastante iriam se encontrar no centro da Terra. O Ângulo B tem o mesmo valor de A. Pois o desenho de Eratóstenes se reduz a uma geometria muito simples: se duas retas paralelas interceptam uma reta transversal, então os ângulos correspondentes são iguais.

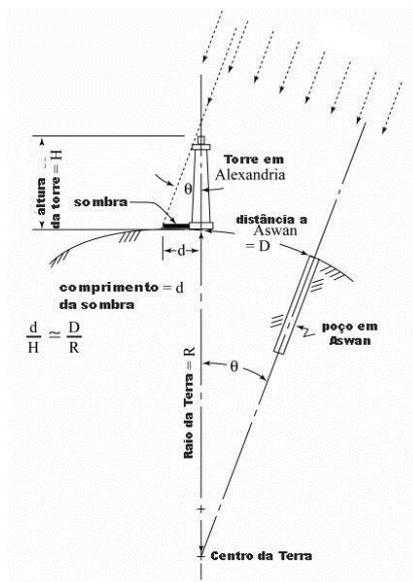
As retas paralelas são os raios de luz do Sol e a reta transversal é a que passa pelo centro da Terra e pela vareta em Alexandria. O ângulo B (também igual a 7°) é a uma fração conhecida da circunferência da Terra e corresponde à distância entre Assuã e Alexandria.

Eratóstenes sabia que essa distância valia cerca de 800 km, como já foi dito anteriormente, logo chegou à seguinte conclusão: 7° são aproximadamente $1/50$ de uma circunferência (360°). Essa fração do comprimento da Terra corresponde a cerca de 800 km. Desse modo o comprimento total deveria ser 800 km vezes 50, que resulta em 40000 km (quarenta mil quilômetros).

O valor encontrado atualmente é cerca de 40080 km ao longo da linha do equador. Um erro muito pequeno para uma medida tão simples, e feita há tanto tempo.

A figura a seguir representa o esquema usado por Eratóstenes na determinação da circunferência da Terra.

Figura 2- Método usado por Eratóstenes



Fonte: Astronomia na Antiguidade

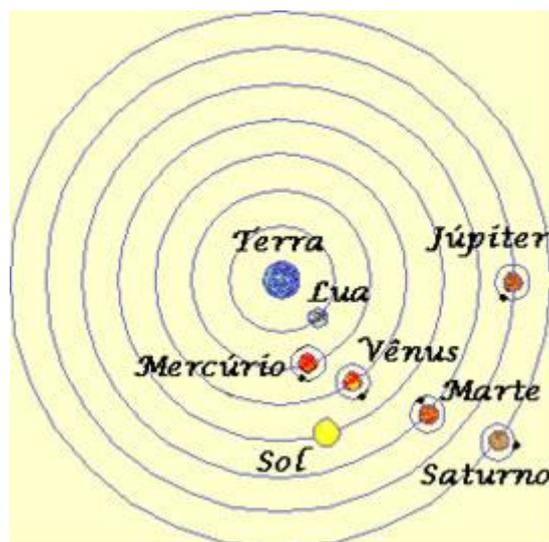
Onde θ indica os ângulos alternos internos representando o valor de $7,2^\circ$ encontrado por Eratóstenes.

4 GEOCENTRISMO E HELIOCENTRISMO

Com a aceitação da forma esférica da Terra pelos astrônomos da época a questão seguinte que eles discutiam era se a Terra era ou não o centro do universo.

A teoria Geocêntrica, também chamada de sistema ptolomaico, foi elaborada pelo astrônomo grego Claudio Ptolomeu no início da Era Cristã, defendida em seu livro intitulado *Almagesto*. Conforme essa teoria, a Terra está no centro do Sistema Solar, e os demais astros orbitam ao redor dela. Os astros estariam fixados sobre esferas concêntricas e girariam com velocidades distintas. Ptolomeu afirmava que o Sol, a Lua e os planetas giravam entorno da Terra na seguinte ordem: Lua, Mercúrio, Vênus, Sol, Marte, Júpiter e Saturno. O Geocentrismo foi defendido pela Igreja Católica, pois apresentava aspectos de passagens bíblicas.

Figura 3 – Modelo Geocêntrico



Fonte: <http://www.mundoeducacao.com/geografia/geocentrismo-heliocentrismo.htm>

No entanto, após 14 séculos, a teoria Geocêntrica foi contestada por Nicolau Copérnico, que elaborou outra estrutura do Sistema Solar, o Heliocentrismo.

O Heliocentrismo consiste num modelo teórico de Sistema Solar desenvolvido pelo astrônomo e matemático polonês, Nicolau Copérnico (1473-1543). Conforme Copérnico, a Terra e os demais planetas se movem ao redor de um ponto vizinho ao Sol, sendo este, o verdadeiro centro do Sistema Solar. A sucessão de dias e noites é uma consequência do movimento de rotação da Terra sobre seu próprio eixo.

Figura 4 – Modelo Heliocêntrico



Fonte: <http://www.mundoeducacao.com/geografia/geocentrismo-heliocentrismo.htm>

O modelo, também chamado de sistema copernicano, não foi aceito pela Igreja Católica, que adotava a teoria do Geocentrismo, elaborada por Ptolomeu. A teoria Heliocêntrica foi aperfeiçoada e comprovada por Galileu Galilei, Kepler e Isaac Newton. Atualmente, é a mais aceita entre a comunidade científica.

5 PEDRO NUNES

5.1 Biografia de Pedro Nunes

Nasceu em Alcácer do Sal, Portugal, em 1502, de ascendência judaica. Em 1517, iniciou os estudos universitários. Em 1523 casou-se com Dona Guiomar Áreas (Aires). Deste casamento nasceram dois rapazes (Apolónio e Pedro) e quatro garotas (Briolania, Francisca, Isabel e Guimoar). Seguiu os cursos de Filosofia e de Matemática na Universidade de Lisboa, onde em 1525 alcançou o grau de bacharel em medicina e foi encarregado da regência da cadeira de Filosofia Moral em 04 de Dezembro de 1529, transitando em seguida para a de Lógica e depois para a de Metafísica.

Por alvará de 1529, o rei D. João III nomeou-o cosmógrafo, com a pensão de 20 mil réis por ano, cargo em que foi confirmado em 1541 com a renda duplicada. Em 13 de Agosto de 1531, D. João III o convida para ser professor dos seus 6 irmãos e foi para Évora como tutor dos príncipes até 1534. Em 1547 passou a cosmógrafo-mor, com o salário de 50 mil réis anuais. No dia 1º de Dezembro de 1537 foi publicado o Tratado da Sphera com a Theorica do Sol e da Lua em Lisboa, por Germão Galhardo. Em Janeiro de 1542 publica *De corpusculis Libri unus*, (16 de Outubro) uma das obras que mais reputação lhe deu no meio científico.

Pouco tempo depois da transferência da Universidade de Coimbra, Pedro Nunes foi aí nomeado professor, em 1544, cargo que ocupou até á sua jubilação em Julho de 1562. Na sua qualidade de cosmógrafo ausentou-se diversas vezes de Coimbra para corresponder a pedidos do rei no sentido de resolver problemas técnicos de navegação. Em 1546, é impresso o seu trabalho *De erratis Orontii Finei, Regii Mathematicarum Lutetiae Professoris*. Em 1548 é feito Cavaleiro do Hábito de Nosso Senhor Jesus Cristo (ordem religiosa e militar, criada em 14 de março de 1319 pela Bula Papal de João XXII). Em 1555, foi eleito para proceder á reforma dos Estudos Universitários, juntamente com Baltazar Faria.

Em 11 de Junho de 1557 morre D. João III: a rainha Dona Catarina autoriza no dia de 21 de Outubro, do referido ano, Pedro Nunes a estar ausente da regência da sua Cadeira na Universidade durante 3 ou 4 anos, para se ocupar da tarefas ligadas á ciência das navegações. Em 20 de Dezembro deste mesmo ano, Pedro Nunes apresenta ao Conselho da Universidade de Coimbra um alvará de lembrança em que a rainha determina que os 4 anos que ele iria passar na corte, e os 3 anos em que foi professor na

Universidade de Lisboa lhe fossem contados para efeito do cômputo de aposentadoria. Em Julho Pedro Nunes se aposentou por diploma de Dona Catarina, sua última interferência como Regente do Reino.

Entre 1562 e 1572 afastou-se da corte e viveu em Coimbra, mas D. Sebastião voltou a chamá-lo ao serviço como cosmógrafo em 1572. Parece ter sido a partir desse momento que se ocupou de uma aula de esfera (astronomia e cosmografia) destinada aos pilotos, navegadores e cartógrafos.

Em 1566, publica em Bâle, o volume *Petri Nonii Salaciensis opera*, trabalho em que são refundidos e ampliados os trabalhos que, em 1537, publicara com o título *Tratado da Sphera*, mas agora acrescidos de novos escritos. Aqui aparece pela primeira vez uma das suas obras mais notáveis: o tratado *De Arte atque ratione navigandi* em conjunto com o *De corpusculis*. Em 1567, publica em língua castelhana, na cidade de Antuérpia, o seu Livro de *Álgebra en Arithmetica y geometria*.

Em 11 de Outubro de 1568 foi encarregado por D. Sebastião da reforma dos pesos e medidas do Reino, que foi promulgada em 1575. Em 1571, é publicado um volume contendo o *De corpusculis* e o *De erratis Orontii Finaei* por Antonio Mariz. Em 1573 a segunda edição de *Petri Nonii Salaciensis Opera*.

Em 1576, já viúvo, deixa Lisboa para se fixar em Coimbra. E no ano seguinte, recebe o convite do Papa Gregório XIII para se pronunciar sobre um projeto de Reforma do Calendário.

Em Agosto de 1578 veio a falecer e o seu nome continuou célebre como um dos maiores matemáticos de sempre.

5.2 Principais Contribuições Científicas de Pedro Nunes

Entre as contribuições científicas de Pedro Nunes merecem destaque os seus estudos sobre a Loxodromia, conceito descoberto por Pedro Nunes e que está na base de sistema de projeção dos mapas de Mercator. Pedro Nunes mostrou que, em geral, uma linha de rumo, mais tarde chamado de loxodromia, isto é, um caminho que seguisse sempre a mesma direção cardeal, faria uma espiral que daria um número infinito de voltas à roda dos polos da Terra (as únicas linhas de rumo circulares são os meridianos e os paralelos, que correspondem aos ângulos de rumo de zero e de noventa graus em relação ao eixo norte-sul). De igual modo, verificou que a menor distância entre dois pontos da superfície da Terra é uma ortodromia, ou seja, um arco do círculo máximo

que passe pelos dois pontos. Chegou assim à conclusão que os mapas deveriam ter duas propriedades: a de preservação de ângulos, e a representação de linhas de rumo por linhas retas. Pode afirmar-se que Pedro Nunes, apesar de não ter concretizado as suas teorias na elaboração de um mapa, preparou o caminho para a elaboração de novos mapas para uso dos navegadores, o que veio a ser concretizado por Gerardus Mercator (1512-1594), que revolucionou a cartografia.

Outra contribuição importante foi a concepção do nónio. Este instrumento teórico permitiria medir frações de grau em dois instrumentos náuticos de altura, o astrolábio e o quadrante. O conceito que está na base deste instrumento foi depois aperfeiçoado por Cristóvão Clavius (1537-1612) e por Pierre Vernier (1584-1638), o que permitiu que fosse mais facilmente construído e tornado mais comum no século XVIII.

6 INSTRUMENTOS NÁUTICOS E A NAVEGAÇÃO ASTRONÔMICA

Quando os Portugueses, no início do século XV começaram as navegações ao longo da costa Africana constataram que, enquanto as viagens de ida se efetuavam sem dificuldade, o mesmo não se sucedia com o regresso, devido aos ventos contrários. Recorrendo á suas experiências de mar perceberam que se adentrando no Atlântico e levando os navios a descrever uma larga volta, conseguiam fazer as viagens mais curtas em tempo e mais cômodas para a tripulação.

Todavia, com tal afastamento da terra, os pilotos deixavam de saber a posição a que o navio se encontrava, dado que não podiam usar as referências que eram indispensáveis para determinar o ponto do navio. A solução encontrada foi recorrer aos astros, primeiro á Estrela Polar, depois ao Sol, pois assim conseguiam calcular, com certa precisão, a latitude a que o navio se encontrava, a qual, cruzada com a longitude estimada permitia fazer a navegação com alguma segurança. Para o efeito, foram desenvolvidos Métodos de Navegação e Instrumentos Náuticos.

Os Instrumentos Náuticos são peças fundamentais na arte de navegar. A sua finalidade é basicamente obter a posição da embarcação de modo a permitir uma navegação segura. Outros são apenas auxiliares ou complementares desses instrumentos não sendo por isso de desprezar.

Modernamente a eletrônica, pela sua facilidade e fiabilidade, impôs-se e quase nos faz esquecer o difícil percurso da descoberta e aperfeiçoamento dos instrumentos usados pelos pioneiros da arte de navegar dos quais os portugueses se podem orgulhar de também terem contribuído. Os problemas que se puseram sobre a latitude e longitude deram um grande impulso ao aperfeiçoamento e descoberta de novos instrumentos.

Ainda hoje em dia há quem tenha de recorrer a essas relíquias, não só como distração de bordo, mas também como recurso perante as avarias e falibilidade da moderna tecnologia.

6.1 Quadrante

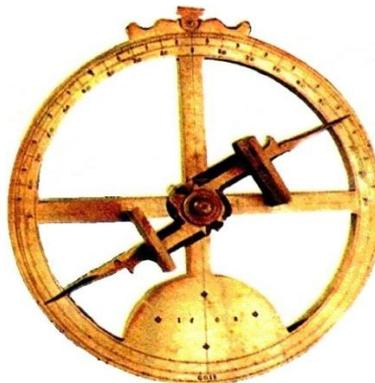
Usado pelos navegadores portugueses por volta do século XV, o quadrante, de origem mais remota que o astrolábio, era um instrumento de madeira ou em latão empregado para tomar alturas de astros.

Figura 5 - Quadrante

Fonte: <http://www.mast.br/>

Tinha a forma de $\frac{1}{4}$ de círculo tendo numa das arestas retilíneas duas pínulas por onde se enfiava o astro. Um fio de prumo era fixo ao centro do arco e interceptava o limbo graduado em graus de 0 a 90. O astro era visado pelo lado onde estavam marcados os 90°. A posição da linha de prumo indicava na graduação a altura do astro. Para facilitar a leitura rigorosa do limbo graduado no quadrante, arranjou Pedro Nunes um dispositivo com o nome de Nónio. O problema que se punha, para a época, era a divisão das escalas num espaço tão pequeno como os Quadrantes ou mesmo os astrolábios, o que fez com que fosse pouco usado.

6.2 O Astrolábio

Figura 6 – Astrolábio Náutico

Fonte: <http://www.infoescola.com/astronomia/astrolabio/>

O astrolábio é um antigo instrumento para medir a distância zenital, através do dispositivo de visada, alinhando-o com o astro. A sua invenção atribui-se a Hiparco, pai da astronomia e trigonometria. Ptolomeu designa por astrolábio a esfera armilar, que os Árabes combinaram com o globo celeste e aperfeiçoando-o criando assim o astrolábio esférico. Os Gregos já o conheciam, mas foi através dos Árabes, que chegou á Europa.

O instrumento era composto por um disco graduado e uma madre, onde se são colocadas várias lâminas circulares. Essas lâminas eram também graduadas á superfície das suas margens, permitindo através da alidade (régua móvel que faz parte de um instrumento com que se determina a direção dos objetos) determinar a altura de qualquer astro. A alidade girava em torno do centro comum da madre e de todas as lâminas. Cada uma das lâminas ou discos servia para uma determinada latitude. No século XI, Zarquial, um árabe da Península Ibérica, idealizou um astrolábio universal com uma só lâmina e que servia para qualquer lugar. Com o astrolábio plano resolviam-se problemas geométricos, tais como, calcular a altura de um determinado edifício ou a profundidade de um poço. Era também usado em astrologia.

6.3 A Bússola

Figura 7 - Bússola



Fonte: <http://www.mast.br/>

A Bússola, mais conhecida pelos marinheiros como Agulha, é o instrumento de navegação mais importante a bordo ainda hoje. Baseia-se no princípio que um ferro natural ou artificialmente magnetizado tem de se orientar segundo a direção do campo magnético da Terra. Os chineses conheceram-na muito antes dos europeus. Foram aqueles os primeiros a fazerem uso da propriedade da magnetita para procurarem os

pontos cardeais. A Bússola chinesa era composta por um prato quadrangular representado a Terra onde uma colher de magnetita colocada no centro indicava o sul.

Figura 8 – Bússola chinesa



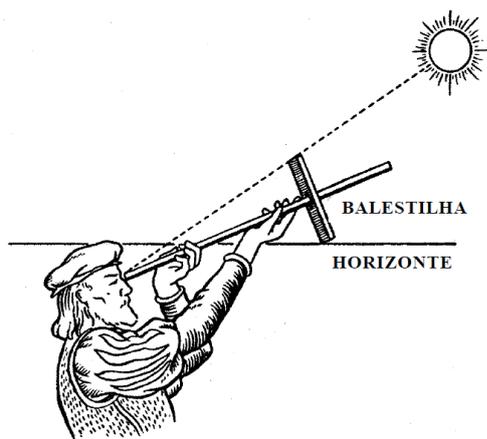
Fonte: <http://www.mast.br/>

6.4 A Balestilha

Há quem afirme que foram os Portugueses que terão inventado a balestilha e a origem do seu nome poderá ser balestilha, o mesmo que besta, arma medieval, devido á sua semelhança.

É constituído por uma régua de madeira, o virote, de secção quadrada e com três ou quatro palmos de comprimento, na qual se enfia a soalha que corre perpendicularmente ao virote. Para medir a altura de uma estrela visava-se por uma das extremidades do virote através de uma pínula e ajustava-se a soalha de modo que a aresta superior desta coincidisse com a estrela e a outra extremidade com o horizonte do mar. A leitura da altura do astro era feita no ponto da escala gravada no virote onde a soalha correspondente tinha ficado isto porque a balestilha tinha três ou quatro soalhas, conforme a altura do astro a medir.

Para medir o sol, a operação era feita de costas para o astro, naturalmente para não ferir a vista. O observador espreitava o horizonte pela tangente do virote deslocando a pínula, com orifício ou fenda, até que visse a sombra do extremo da soalha coincidir com a pínula. A leitura era feita na escala do virote na posição da pínula.

Figura 9 - Balestilha

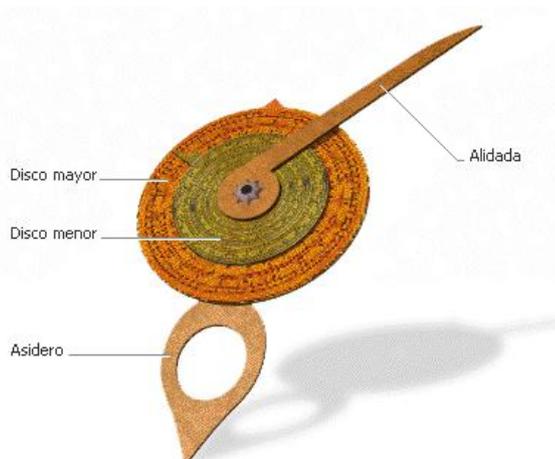
Fonte: <http://www.mast.br/>

Foi o primeiro instrumento a usar o horizonte do mar e apareceu após o astrolábio e o quadrante. Existe notícia do seu fabrico pelo menos até ao início do século XIX.

6.5 O Nocturlábio

O Nocturlábio surgiu da necessidade dos viajantes medirem o tempo à noite e foi um instrumento usado nos primórdios da navegação que servia para se ler a hora através do movimento das estrelas. O princípio de funcionamento do Nocturlábio consiste na observação e leitura do movimento que as estrelas realizam em torno da estrela polar.

Este movimento é como sabemos, um movimento aparente resultante da rotação do nosso planeta. Em teoria considera-se que a estrela polar está fixa no eixo de rotação da Terra, a norte, apesar de um pequeno desvio que era de $3,5^\circ$ no século XV. As estrelas giram no sentido contrário aos dos ponteiros dos relógios em torno da polar (isto no hemisfério norte), e é o movimento de uma das guardas da Ursa Menor, a estrela Kochab, que é observado e usado na leitura do tempo ao longo do ano.

Figura 10 - Nocturlábio de Ponteiro

Fonte: <http://www.ancruzeiros.pt/ancdrp/nocturl%C3%A1bio>

6.6 Octante

Em 1731 John Hadley apresenta à Royal Society uma proposta de um instrumento novo. Trata-se do octante, um instrumento que permitia tomar alturas de astros por meio de dois espelhos. É assim o primeiro aparelho da família dos instrumentos de dupla reflexão. Visava-se o horizonte e a imagem refletida do astro era trazida para o mesmo campo de visão do observador. Muito mais simples e rigoroso que o astrolábio, quadrante e a balestilha e que finalmente dava um grande impulso à possibilidade da obtenção da longitude com algum rigor. Os octantes antigos eram fabricados em madeira, normalmente mogno ou ébano, com a escala num limbo em marfim, osso ou latão. Já tinham vidros coloridos de modo a poder-se apontar ao sol protegendo a vista. A escala no início era em diagonal com subdivisões do tipo nónio de Pedro Nunes ou Vernier.

O octante ou oitante, chamado assim pela sua forma de um sector circular de 45°, permite medir ângulos até 90° (dobro de um oitavo do círculo).

Figura 11 - Octante

Fonte: <http://www.ancruzeiros.pt/>

6.7 O Sextante

Em 1757, Campbel, um oficial da marinha inglesa alarga o arco do limbo do octante para 60° , nascendo assim o sextante. Mas foram precisos ainda mais vinte anos até que Tomaz Godfrey, um vidreiro de Filadélfia, lhe aplicasse dois espelhos dispostos de forma a coincidir as imagens de dois astros independentemente da distância em que se encontrassem.

Até ao aparecimento do GPS, o sextante era um instrumento primordial em navegação. Convém não perder o treino do seu uso, já que apesar de toda a tecnologia, este método é por enquanto, o único infalível de obter a posição. Desde que haja sol...

Figura 12 - Sextante

Fonte: <http://www.ancruzeiros.pt/>

6.8 O Almanaque Náutico

O Almanaque Náutico fornece elementos essenciais para obtenção da posição utilizando o Sol, a Lua, os 4 Planetas (Vênus, Marte, Júpiter e Saturno) e as 57 Estrelas usadas em Navegação Astronômica. Além disso, apresenta informações sobre nascer e por do Sol e da Lua, passagem meridiana do Sol, da Lua e dos 4 Planetas acima citados, hora e duração dos crepúsculos, tábuas da Estrela Polar, elementos para correção de alturas observadas com o sextante, dados sobre hora legal e fusos horários, cartas celestes, etc.

7 SISTEMAS DE POSICIONAMENTO POR SATÉLITES

Sistemas de navegação por satélite são sistemas que fornecem o posicionamento no globo terrestre através do uso de satélites artificiais. Estes sistemas fornecem a localização de receptores sobre a superfície da Terra comparando sua localização com os sinais de satélites recebidos, adquirindo sua posição em um sistema de referência espacial conveniente. A precisão da localização será dada conforme o tipo de técnica de posicionamento utilizada. Quando um sistema de navegação por satélite possui a capacidade de oferecer posicionamento em qualquer ponto da superfície terrestre, adota-se a nomenclatura de Sistema de Navegação Global por Satélite (Global Navigation Satellite System - GNSS).

Inicialmente o GNSS foi desenvolvido para fins militares. Posteriormente, as necessidades de posicionamento para uso civil nos diversos segmentos como agricultura de precisão, sistemas de transportes (marítimo, aéreo e terrestre) e afins, levaram ao surgimento de aplicações específicas neste sentido.

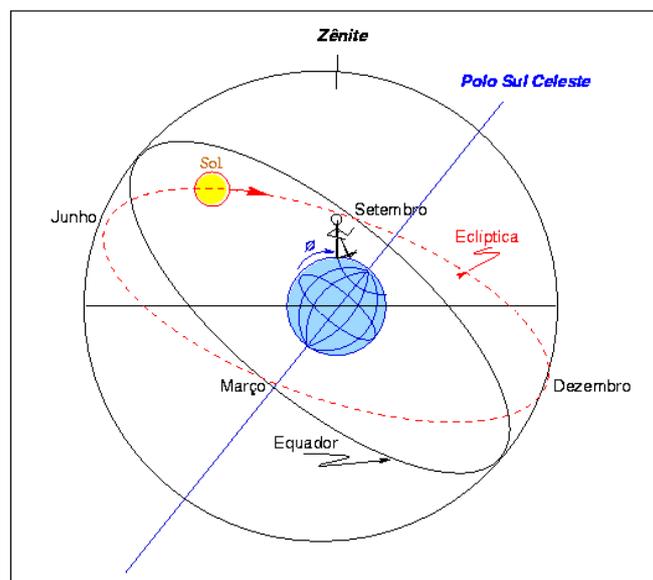
Outros sistemas GNSS que estão sendo desenvolvidos são o sistema europeu Galileo e o sistema chinês Compass. O sistema de posicionamento global GLONASS (Globalnaya navigatsionnaya sputnikovaya sistema) é de posse dos russos, estando esse sistema operando em todo mundo.

É importante salientar que os sistemas GPS, GLONASS e Compass não possuem garantias de operação e utilização. Isto significa que o sinal dos sistemas pode ser bloqueado ou degradado conforme a necessidade política-militar dos países que os mantêm. Este problema levou ao surgimento de técnicas de combinação de sinal entre múltiplos sistemas GNSS e propostas de sistemas de navegação para uso civil (como o Galileo) que possuam garantias de operação.

8 A ECLÍTICA

Há aproximadamente 2000 anos, os astrônomos egípcios e gregos, ao observarem o céu durante a noite, notaram que havia conjuntos de estrelas, as constelações, que mantinham quase as mesmas posições relativas. Então imaginaram que o Universo era uma grande esfera com estrelas fixas. Chamaram-lhe Esfera Celeste e firmamento ao conjunto de todas as estrelas fixas. Hoje sabemos que não é assim. As estrelas do firmamento movem-se, mas estão tão longe que é muito difícil observar o seu movimento, mesmo com os telescópios mais poderosos. Como a Terra se encontra no centro da Esfera Celeste, de 24 em 24 horas, aproximadamente, observam-se as estrelas na mesma posição do firmamento. E o que podemos dizer em relação ao Sol? Se marcarmos Sobre a Esfera Celeste a posição do Sol ao meio-dia durante um ano, ele vai escrever uma circunferência, inclinada $23^{\circ} 30'$ em relação ao equador da Esfera Celeste. Esta órbita aparente do Sol na Esfera Celeste chama-se eclíptica. A inclinação da eclíptica é igual à inclinação do eixo Polo Norte-Polo Sul em relação ao plano da órbita da Terra.

Figura 13 – A Eclíptica



Fonte: <http://www.zenite.nu/astrologia-de-posicao/>

9 ENTREVISTA AO PROFESSOR LÁZARO

9.1 Biografia do Professor Lázaro Coutinho

Lázaro Coutinho, nascido em Araguari, Minas Gerais, em 1937, de família pobre., sofreu a partir dos 5 anos o mal de Perthes, doença degenerativa que ocorre na cabeça de ou do dois fêmures. Não encontrando cura para sua doença na cidade natal veio para o Rio de Janeiro para se tratar com o médico alemão de renome Dr. Zander.

Quando criança dizia que mais tarde seria detetive.

Fez em Araguari com brilhantismo o então antigo ginásio no Colégio Regina Pacis de padres holandeses. Católico por formação, mas desde cedo questionou as passagens incoerentes e paradoxais da Bíblia. Atualmente é agnóstico.

Acompanhando a mãe separada e os irmãos veio para o Rio de Janeiro, enfrentando dificuldades financeiras e outras mais, Lázaro matriculou-se no extinto Curso Werneck preparando-se para ingressar na Marinha. Foi o primeiro colocado no concurso para a antiga escola de Marinha Mercante que funcionava nas dependências da Cia. de Navegação Lloyd Brasileiro. Depois de um ano de curso na escola do Lloyd, ele e os demais alunos foram transferidos para a atual EFOMM, inaugurada pelo então Presidente da República Juscelino Kubitschek.

Lázaro foi o primeiro bibliotecário da EFOMM. A escola recém inaugurada não tinha biblioteca. O Comando visando a parte de lazer dos alunos comprou uns tantos livros de aventuras e romances, colocou-os num dos camarotes vazios. Para encarregado da "mini biblioteca" foi indicado o Oficial-Aluno Lázaro que sabia ele, Diretor, ser um amante de livros. Na parte de esportes, já cursando o 3º ano, fez parte da equipe de basquete da EFOMM.

No 3º e último ano, cursando a EFOMM na especialidade de Náutica, sobressaiu-se em Navegação e Matemática. Na época não se passava por média, o aluno era submetido a provas escritas e orais. Nas provas orais enfrentava uma banca de três examinadores

Na posição de Oficial de Náutica, Lázaro viajou pelo Mundo em navios de carga geral e passageiros. Conheceu sua primeira esposa no navio misto "Comte. Capela" que fazia a linha Rio de Janeiro/São Salvador.

Depois de deixar a Marinha Mercante no posto de 1º Oficial de Náutica, por imposições contrárias a sua vontade, veio lecionar na EFOMM, Navegação e depois

Matemática, pois já cursava o bacharelato de Matemática na Universidade Federal Fluminense.

Em 1978 foi convidado pelo diretor da época do Centro de Análises de Sistemas Navais-CASNAV, CMG-Mário Jorge Ferreira Braga para atuar no centro, recém criado, como Analista. Aperfeiçoando-se na criação de modelos matemáticos, trabalhou em projetos voltados para a guerra aérea, guerra de minas e criptologia. Convivendo com cientistas dedicados e de alto nível aprimorou os seus conhecimentos de matemática aplicada.

Durante sua passagem pelo CASNAV, concluiu o Mestrado em Matemática pela UFF com a monografia, muito apreciada pela banca examinadora, que trata da modelagem matemática de uma batalha naval. De 1982 a 1987 atuou como conferencista da Escola de Guerra Naval, na Praia Vermelha. Foi também professor convidado do Instituto Militar de Engenharia-IME. Nessa renomada instituição de ensino superior, lecionou Análise de Variáveis Complexas e Cálculo de Variações. É autor de livros, principalmente voltados para a matemática recreativa.

Aposentou-se compulsoriamente pelo CASNAV em 2007, como analista sênior daquele centro de excelência em modelagem matemática. Permaneceu em casa por uns dois anos e a partir de 2009 voltou a integrar o corpo docente do CIAGA.

Da almejada profissão de detetive, passou pela de músico amador, na sua cidade natal. No Rio formou-se em oficial de marinha mercante, exercendo a profissão por uns 10 anos. Depois de deixar o mar, trabalhou em Matemática Aplicada voltada para as coisas do mar, e, agora, de volta às salas de aula, é professor de Astronomia Náutica na Escola de Formação de Oficiais da Marinha Mercante- EFOMM, órgão do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha: CIAGA

9.2 Entrevista

- Qual a importância do valor histórico na aprendizagem do Oficial de Náutica no estudo da Navegação Astronômica?

Resposta: O conhecimento histórico é sempre válido como cultura. Quanto ao auxílio à aprendizagem, acredito ser relevante por passar experiências, embora vividas por outros, que podem ajudar de maneira significativa o momento presente de um Oficial de Náutica no seu dia-a-dia a bordo. No que diz respeito à evolução dos instrumentos

náuticos, o seu reconhecimento poderá auxiliar o entendimento e o emprego dos modernos e sofisticados aparelhos náuticos.

- Qual a sua opinião sobre o ensino da navegação Astronômica e sua exigência no STCW?

Resposta: Enquanto a ciência não alcançar um estágio capaz de construir aparelhos eletrônicos infalíveis, sob quaisquer condições, temos que aceitar a Navegação Astronômica, como uma segunda opção na prática e segurança da navegação oceânica.

- O senhor já se encontrou em alguma situação onde a aplicação do conhecimento de Navegação Astronômica foi essencial para que a viagem fosse realizada?

Resposta: Em 1960, no navio à carvão “Comte. Capela”, cuja velocidade máxima era de 2 nós, numa de suas viagens de Ilhéus para o Rio de Janeiro, estando eu de serviço, no quarto de 00 às 04 horas, sob forte temporal o navio afastou-se da linha da costa e alcançou o alto mar. Não se podia navegar com o apoio de faróis e ou pontos conspícuos de terra: essas balizas, é claro, estavam fora do nosso horizonte. Em suma, ao amanhecer o dia, estávamos perdidos no Atlântico Sul! Visibilidade curta e mar encapelado! O que fazer?

Aproveitamos o aparecimento rápido de um Sol pálido e obtivemos uma ‘reta de altura’, supondo o “delta a” zero, e, com a orientação da agulha magnética, navegamos em cima da ‘reta de altura’ até passarmos a avistar terra. Daí para frente retomamos a navegação estimada e costeira. “Salvou-nos” o azimute a teoria das retas de posição!

- Qual a ordem de precisão dos instrumentos de medida dos azimutes dos astros? Partindo do mais preciso para o de menor precisão?

Resposta: Nos antigos instrumentos, os azimutes eram marcados visualmente com a precisão máxima era o de 1°; a mínima indeterminada. Nos instrumentos modernos, caso sejam digitais com substitutos para a visão do observador, a precisão é maior! Todavia, é bom lembrar que a precisão, qualquer que seja a natureza e sofisticação do

instrumento, vai depender da altura do astro, das condições de tempo, e, principalmente, da acuidade visual e habilidade do observador.

- Dos instrumentos citados anteriormente quais os indispensáveis para se ter a bordo?

Resposta: Binóculos, agulha magnética, sextante, cronômetro e um marcador de azimutes. Destes o menos importante, talvez seja, os binóculos.

- Quando o senhor cursou a Escola de Marinha Mercante, o que o senhor diria a respeito do curso de Navegação Astronômica?

Resposta: Foi por volta de 1960, quando a cursei. A Navegação Astronômica era dada com muita ênfase e profundidade. Até aquele ano, essa navegação não era ministrada no curso fundamental para 2º Piloto, com duração de dois anos. Uma vez formado, o oficial tinha acesso a uma das companhias da época (Lloyd Brasileiro, Cia de Navegação Costeira, Fronape, Siderúrgica e outras poucas menores) e depois de viajar três anos, o já oficial voltava à EFOMM e, durante o período de um ano de curso, obtinha “a carta” de 1º Piloto (hoje 1º Oficial). Nesse curso para 1º Piloto, o aluno tinha contato pela 1ª vez com a Navegação Astronômica ministrada com profundidade e exigida com rigor em provas escritas e orais. Na prova oral, qualquer que fosse a média do aluno, a nota mínima exigida era dois! Não se passava por média; a prova oral era obrigatória para todos! Nessa sistemática de ensino na EFOMM, vê-se o quanto era importante e necessária a navegação pelos astros!

- Quais os documentos/publicações necessários para se realizar a Navegação Astronômica?

Resposta: Além do cronômetro, sextante, círculo azimutal, são necessárias, obviamente, a carta de Mercator, a carta de plotar, (‘plottingsheet’), o almanaque náutico, tábuas de azimutes, as chamadas tábuas A, B, C de Norie que possuem mais dados que o almanaque náutico, identificador tabular ou mecânico, identificação por alinhamentos ou outro qualquer recurso dos astros na Esfera Celeste. Por alinhamento depende muito do interesse e habilidade do oficial navegador!

- Levando em consideração a segurança, dentre os tipos de Navegação, qual é considerada a mais segura?

Resposta: Qualquer que seja o tipo de navegação praticada, a sua segurança e certeza vai depender, principalmente, do profissionalismo e habilidade de quem a usa. Excluindo essa parte, creio que, atualmente, a navegação mais segura é a eletrônica que envolve várias modalidades: por sinais rádio, por radar, hiperbólica, inercial, por satélites e outras próprias para determinadas regiões do globo terrestre. A escolha dentre elas, vai depender, além de outros fatores, do tipo de embarcação (recreio, mercante ou militar), como também das condições de tempo reinantes na área, se é conduzida, durante o dia ou noite e, notadamente, da geografia e águas, por onde se navega. Em certas ocasiões “todas” elas são empregadas em sequência ou conjuntamente, e isso, é claro, vai aumentar consideravelmente a segurança da navegação!

- Historicamente, qual povo teve maior influência no desenvolvimento da navegação astronômica?

Resposta: Modernamente os portugueses e espanhóis no início das grandes travessias posteriormente, os ingleses com a invenção dos sextantes atuais e cronômetros. No passado longínquo os gregos, filipinos, babilônios e outros povos colaboraram com a invenção do astrolábio, do quadrante e outros aparatos, embora grotescos, mas eficazes. O astrolábio e o quadrante são os ancestrais do sextante moderno. Consideram-se, entretanto, os ingleses como os precursores da moderna navegação astronômica.

- Em sua opinião, a falta de uma matéria como Astronomia no sumário do curso de náutica da Escola de Formação de Oficiais da Marinha Mercante (EFOMM), prejudica o aprendizado da própria Navegação Astronômica?

Resposta: Certamente!...Um desconhecimento básico da astronomia esférica vai comprometer a formação de um oficial de Náutica: coisas como o comportamento dos astros na Esfera Celeste, magnitudes das estrelas, nascer e por do Sol, Lua e planetas, saber da razão de ser do estudo dos crepúsculos, necessidade da medida do tempo (sóis fictícios), como ele, oficial de náutica irá acreditar e entender as informações das tábuas

de navegação, dos muitos e variados dados do almanaque náutico, além de sentir-se desamparado e desprotegido de qualquer eventualidade “estranha” quando, no meio de uma travessia oceânica e noite sem nuvens, no passadiço, olhar para cima e ver miríades de pontos luminosos da Esfera Celeste.

9.3 Uma Visão Geral sobre a entrevista

Diante do que foi exposto pelo professor Lázaro Coutinho, pode-se observar que a navegação pelos astros é de suma importância e que ela pode nos ajudar naquele momento em que nos encontramos desamparados por outros equipamentos eletrônicos. Isso não se deve ao fato de o professor Lázaro ter navegado em uma época em que o GPS não era utilizado, a grande importância do conhecimento da navegação astronômica é se fazer de uma alternativa para eventuais situações em que o bom navegante possa contorná-las.

Quanto à ausência do ensino de astronomia no sumário da EFOMM, é indiscutível sua falta, onde o aprendizado do aluno fica comprometido, como foi explicado pelo professor Lázaro em entrevista.

Vários estudos afirmam que o conhecimento da Astronomia, desde o ensino básico até o início de cursos específicos, é deficiente. A má preparação de professores das áreas de Ciências obriga esse profissional a buscar apoio em livros didáticos, que muitas vezes vêm cheios de erros conceituais acerca de assuntos simples, mas ao mesmo tempo complexos, em razão de tal despreparo. (LONGHINI apud CRUZ e CARDOSO, 2011).

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não pode ser um oficial de passadiço aquele que apenas se faz de títulos acadêmicos e de conhecimento teórico que envolve uma boa navegação. Um bom navegante deve se utilizar de todos os recursos disponíveis para conduzir a embarcação até o seu destino em segurança e evitando todos os perigos ao seu redor.

Diante do trabalho apresentado, destacamos a navegação astronômica como sendo um meio de navegar que não é suscetível a falhas eletrônicas como, por exemplo, a navegação radar que depende fundamentalmente do perfeito funcionamento dos equipamentos que compõe esse sistema.

Concluo que a importância do estudo de navegação astronômica está atribuída ao fato de a navegação radar ser totalmente dependente de sistemas como o GPS que está sob o domínio de apenas algumas nações. Países como o Brasil, que não possuem seu próprio GNSS, ficam a mercê da disponibilidade desse sistema. Como o GPS já foi desativado por um período pelos EUA durante operações militares no Iraque, não se pode confiar fielmente nesse tipo de sistema. Sendo assim, o navegante deve estar sempre pronto para aplicar os conhecimentos de navegação astronômica, a fim de seguir, em segurança, a derrota planejada.

A ciência da navegação astronômica é um verdadeiro milagre do conhecimento, pois onde se imaginaria que para nos localizar na Terra teríamos que olhar para o céu?

Essa ideia de nos orientar através de pontos na esfera celeste é simplesmente magnífica. É exatamente esse conhecimento abstrato e totalmente lógico que nos permite evoluir na ciência. Logo se faz necessário valorizar o conhecimento histórico em cada descoberta científica e elaboração de teorias, reconhecendo assim, o trabalho dos pioneiros.

Portanto, como certa vez foi dito pelo professor Henrique Leitão em uma aula ministrada na Escola Secundária de São Lourenço em Portalegre, Portugal: “Se não conhecermos os grandes feitos do ser humano no passado, estaremos condenados a viver um futuro pequeno”.

REFERÊNCIAS

COLIN, A. Romam. **Astronomia Antiga**. Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br/antiga/antiga.htm>> Acessado em: 07/07/2015

COSTA, José R. Vasconcelos. **Astronomia de Posição**. Disponível em: <<http://www.zenite.nu/astronomia-de-posicao/>>Acessado em 17/06/2015

FANTUZZI, Felipe. **Astronomia**. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/astronomia/astrolabio/>> Acessado em: 22/06/2015

FRANCISCO, Wagner de Cerqueira e. **Geocentrismo e Heliocentrismo**. Disponível em:<http://www.mundoeducacao.com/geografia/geocentrismo-heliocentrismo.htm> Acessado em: 17/07/2015

Instrumentos Náuticos. Disponível em: <<http://www.ancruzeiros.pt/>> Acessado em: 18/07/2015

LONGHINI, Marcos Daniel. **Educação em astronomia: experiências e contribuições para a prática pedagógica**. 1. Ed. Campinas (SP): Átomo, 2010

MIGUENS, Altineu Pires. **Navegação: A CIÊNCIA E A ARTE – Navegação astronômica e Derrotas**, vol. II, Niterói, 2000.

Museu de Astronomia. Disponível em: <<http://www.mast.br/>> Acessado em: 24/06/2015