7ª MOSTRA ACADÊMICA UNIMEP
Tema:
CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO:
A universidade e a construção do futuro

17º Congresso de Iniciação Científica

O CONHECIMENTO GEOMÉTRICO EM PORTUGAL NO SÉCULO XVI E SUAS APLICAÇÕES NA CARTOGRAFIA MARÍTIMA

Autor(es)

FLÁVIA DE ALMEIDA LUCATTI

Orientador(es)

JOANA DARC DA SILVA REIS

Apoio Financeiro

FAPIC/UNIMEP

1. Introdução

Na história, pode-se observar que os estudos geométricos da esfera tiveram,em seu desenvolvimento, uma forte ligação com a cartografia e astronomia. Hiparco introduziu a divisão do círculo em 360° e a localização dos pontos sobre a superfície terrestre por meio de latitudes e longitudes.

Outro importante tratado sobre a esfera na Grécia antiga foi Sphaerica, escrito por Menelau. Neste, tem-se, pela primeira vez, a definição de “triângulos esféricos” e muitas proposições estabelecidas. Ptolomeu, considerado o maior astrônomo da antiguidade, escreveu a obra que mais tarde ficou conhecida como Almajesto. Nesta, ele desenvolve a trigonometria esférica e apresenta um modelo geocêntrico para o sistema solar, modelo este utilizado por mais de 1300 anos.

No final do século XV e início do século XVI, período do desenvolvimento das grandes navegações, Portugal teve um grande interesse no estudo de uma geometria da esfera. Viajar nos mares por grandes distâncias promoveu o desenvolvimento das ciências náuticas e a sua base era a matemática.

O presente trabalho faz parte de um estudo sobre o conhecimento geométrico produzido em Portugal no período das grandes navegações (século XVI) e suas aplicações na cartografia marítima. Saber quais conhecimentos geométricos os navegantes portugueses deste período possuíam e como estes conhecimentos eram usados nos estudos cartográficos e na produção de mapas náuticos, foi a motivação inicial desta pesquisa.

Em virtude da influência dos trabalhos matemáticos de Pedro Nunes para as grandes navegações, enfatizada por historiadores, a pesquisa iniciou-se com leituras com o Tratado da Sphera, com intuito de saber quais eram esses conhecimentos e como eles foram usados na produção dos mapas que auxiliaram as navegações nesta época. Entretanto, verificou-se que o Tratado da Esfera não apresentava muitos subsídios para este estudo, mas outras obras atribuídas a ele sim. Dentre as contribuições deixadas por Pedro Nunes, existem vários tratados náuticos, instrumentos de navegação, o nônio ou o anel náutico. Mas sem dúvida, a sua principal descoberta, nesta área, foi o da loxodrômica.

Hoje, os estudiosos de Pedro Nunes afirmam que sua obra era pouco acessível aos pilotos portugueses e a influência delas nos Descobrimentos foi pouca ou mesmo nenhuma. A cartografia portuguesa da época das grandes descobertas bastava para as exigências das técnicas de navegar daquele tempo. No entanto, apresentavam duas grandes limitações. A primeira tem a ver com a existência de uma escala de longitudes. As cartas portuguesas não apresentavam esta escala porque a determinação desta coordenada não era conhecida naquele tempo.

A segunda limitação está relacionada com a representação de uma superfície esférica num suporte plano.
Pedro Nunes identificou as limitações que as cartas daquela época apresentavam na representação da superfície terrestre. Percebeu que a técnica utilizada para marcar direções nas cartas implicava que os meridianos fossem paralelos entre si, mas na realidade eles convergem todos nos pólos.
Compreendeu que devido a essa convergência uma linha reta representada numa carta, ou seja, uma direção que faça sempre o mesmo ângulo com todos os meridianos, não corresponde a uma reta sobre a superfície do globo, mas sim a uma espiral que termina nos pólos. Os resultados dos estudos de Pedro Nunes tiveram influência no trabalho de Mercator que elaborou uma projeção que permitiu ultrapassar essas limitações das cartas daquele tempo.
Através do estudo da vida e obra de Pedro Nunes, bem como a história da loxodrômica, observaram-se novos componentes geométricos pertinentes ao estudo das navegações e foi possível escrever uma equação que descrevesse a loxodromia.
Obtiveram-se resultados para solucionar dois problemas da navegação loxodrômica: 1º conhecem-se as coordenadas geográficas do ponto de partida e do outro ponto em que se quer chegar. E deseja-se obter o rumo e a distância a ser navegada. 2º Conhecem-se as coordenadas do ponto de partida, o rumo e a distância a ser percorrida e deseja-se obter as coordenadas do outro ponto em que se quer chegar.

2. Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo apresentar os resultados dos estudos sobre os conhecimentos geométricos em Portugal no século XVI aplicados à cartografia marítima, através da vida e obra de Pedro Nunes, bem como a história matemática da sua principal contribuição para a área, a curva loxodrômica.

3. Desenvolvimento

A pesquisa em historia da matemática desenvolveu-se com leituras de textos, documentos, livros de história e artigos científicos. Entre esses, foram também estudados conceitos de trigonometria esférica.

4. Resultado e Discussão

Iniciou-se a pesquisa com o estudo do Tratado da Sphera, com intuito de se conhecer quais eram os conhecimentos geométricos em Portugal no século XVI e como eles foram usados na produção dos mapas que auxiliaram as navegações neste período. Entretanto, logo se percebeu que somente o Tratado da Esfera não forneceria todos os subsídios ao estudo que se pretendia.
Por se tratar de modelos cosmológicos, o Tratado da Esfera aborda um estudo detalhado sobre o que é uma esfera na visão dos matemáticos Euclides e Teodósio e logo se estende à esfera celeste.
Para Sacrobosco (2006), a Terra é vista como o centro do mundo e por várias razões prova isso. Em volta dela a água, em volta da água o ar, em volta do ar o fogo, que atinge a Lua. São chamados de quatro elementos que envolvem esfericamente a Terra.
Aponta, segundo filósofos, a quinta essência onde se encontra as nove esferas: da Lua, de Mercúrio, de Vênus, do Sol, de Marte, de Júpiter, de Saturno, das estrelas fixas e último céu.
Cita, de acordo com Alfragano sobre a redondeza do céu e prova, de várias maneiras, a redondeza da Terra e a redondeza da água, comparando o todo com a parte dele.
Por não trazer a geometria voltada à navegação, essa obra deixou de ser a principal fonte de consulta, embora no século XVI era considerada uma das mais importantes.
Em relação à geometria aqui estudada, pode-se dizer que se hoje é possível navegar em grandes e pequenos navios, nacionalmente ou internacionalmente, é porque sem dúvida, com o passar dos anos, grandes personagens históricos desenvolveram trabalhos árduos e geniais que possibilitaram tal avanço e praticidade para estes dias.
Nessa perspectiva, como utilizar a geometria plana para auxiliar um navio em alto mar, a desenvolver um percurso sobre a Terra? Essa pergunta instigou a pesquisa, pois para se colocar em prática e idéia de Pedro Nunes, que estará adiante, os métodos até então utilizados para orientar as naus não eram precisos.

De acordo com O Tesouro dos mapas (2002), o processo de construção de mapas era feito com o auxílio da bússola e o registro era feito no pergaminho dos rumos magnéticos e as distâncias, em milhas, que separavam um porto do outro. O problema é que isto não correspondia a menor distância de um ponto a outro.
Segundo O TESOURO DOS MAPAS (2002), na passagem do século XIV para o XV, sob inspiração de Ptolomeu, cuja geografia teve sua edição latina concluída no ocidente em 1409, alguns mapas T-O começaram apresentar variações em sua representação, sob influência direta das cartas-portulanos italianas e catalãs, onde o mapa era desenhado sobre uma tela de rumos da agulha magnética, desenvolvida a partir do centro da carta.
Porém, as cartas-portulanos, eram desprovidas de quaisquer critérios de projeção, muito embora possuíssem o traçado das linhas de rumos (loxodrômicas). Eram desenhadas sobre pergaminho e tinham caráter eminentemente prático, baseando-se nas artes de navegação dos pilotos do Mediterrâneo, principalmente no uso da bússola, posta sobre a rosa dos ventos.
Em O Tesouro dos mapas (2002), consta que a cartografia medieval, de um modo geral até ao século XIV, era basicamente esquemática e simbólica, sendo os seus mapas conhecidos por T–O, pois o mundo era apresentado por um círculo, em que no seu interior o T, formado por três rios, divide a Ásia, acima, a Europa e a África, em baixo. Jerusalém situava-se quase sempre no centro.
Foi Pedro Nunes, um matemático importante do século XVI, que aplicou na cartografia seus estudos da curva loxodrômica, idealizada por ele.
No século XVI já se conhecia a Geometria Esférica. Se tratando da curva denominada loxôdromica ou loxodromia, sabe-se que seu estudo é puramente histórico, uma vez que, não sendo uma curva ortodrômica, seu caminho não é o mais curto entre dois pontos na esfera.
Pedro Nunes define a loxodromia como sendo “linha curva irregular descrita por um ponto que intersecta os meridianos da esfera terrestre sob um ângulo constante, linha que, geralmente, nem é circular e nem representa o caminho mais curto entre dois pontos”.
Na figura 1, EG é um arco de paralelo, cujo comprimento deseja-se encontrar. Portanto, EG é a distância ao longo do paralelo. A distância ao longo do Equador entre os mesmos meridianos é AB, sendo também a diferença de Longitude (? ?) entre os pontos E e G.
Quanto mais próximo estiver o paralelo, mais curto torna-se o arco EG. Porém a diferença de longitude não se altera.
Para se determinar uma relação com os arcos EG e AB, considerem-se DEG e CAB, que são paralelas e equiangulares.
A solução do cálculo da curva loxodrômica foi encontrada com a divisão do arco de loxodromia em inúmeros e pequenos triângulos retângulos, todos com um lado situado sobre um paralelo de Latitude. Com isso, da figura 2, pode-se obter os dados necessários para se resolver os dois casos que envolvem a navegação loxodrômica.
Seriam eles:
1º conhecem-se as coordenadas geográficas do ponto de partida e do outro ponto em que se quer chegar. E deseja-se obter o rumo e a distância a ser navegada.
2º Conhecem-se as coordenadas do ponto de partida, o rumo e a distância a ser percorrida e deseja-se obter as coordenadas do outro ponto em que se quer chegar.

5. Considerações Finais

A partir do resultado obtido com as leituras contempladas, pode-se concluir que a curva loxodrômica idealizada por Pedro Nunes, é uma curva irregular que corta os meridianos com um ângulo constante.
O objetivo da pesquisa, que é encontrar uma equação que descrevesse a loxodromia, foi obtido a partir da história da matemática uma vez que se dividindo o arco de loxodromia em triângulos retângulos pode-se obter a distância a ser percorrida pela embarcação e o rumo. Com isso, bastam ser identificados os pontos de chegada ou o de partida, para se resolver os dois problemas da navegação loxodrômica.

Referências Bibliográficas

O TESOURO DOS MAPAS. A Cartografia na Formação do Brasil / Texto e curadoria Paulo Miceli. - São Paulo: Instituto Cultural Banco santos, 2002. 344p.

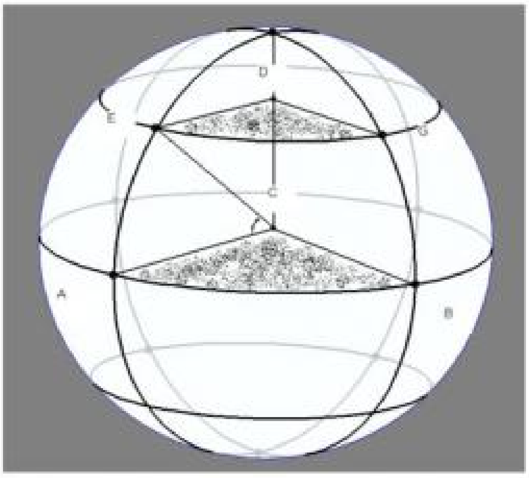
SACROBOSCO, Johannes de. Tratado da Esfera. Tradução de Roberto de Andrade Martins. São Paulo: Unicamp, 2006.

Então: $\frac{EG}{AB} = \frac{DE}{CA}$

Mas no triângulo DCE, da figura 5 e sendo LA a latitude:

DE = CE • cos (LA) e DE= CA • cos (LA)

Como CE = CA, sendo ambos um raio da Terra (R). Então:



$$\frac{EG}{AB} = \frac{CA \cdot \cos(LA)}{CA}$$

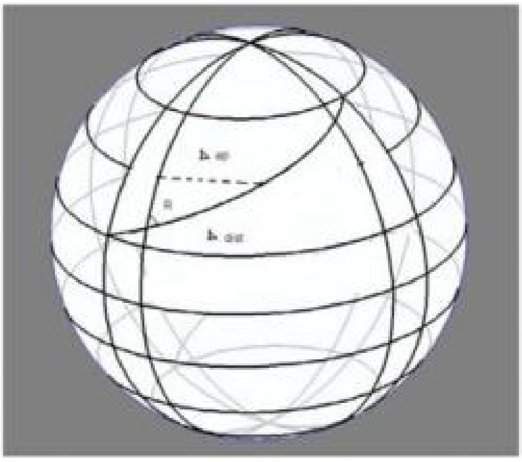
Ou seja: EG = AB • cos (LA)

e EG = Δλ • cos (LA)

$\Delta\varphi = \Delta dist \cdot \cos R$ e $\Delta ap = \Delta dist \cdot senR$

Ou ainda que:

$D\varphi = d\ dist \cdot cosR$ e $d\ AP = d\ dist \cdot senR$



Lembrando-se que o rumo R será constante em todo o percurso entre C e P, integrando as equações tem-se que:

$$\int_D^C d\varphi = \int_D^C d.dist.\cos R$$

$$\int_D^C d.ap = \int_D^C d.dist.senR$$

Das integrais podemos fazer as relações:

$\Delta\varphi = dist \cdot cosR$ e $AP = dist \cdot senR$

Dividindo-se a segunda fórmula pela a primeira, tem-se que:

tg R = $\frac{AP}{\Delta\varphi}$ ou R= arc tg $\frac{AP}{\Delta\varphi}$

Além disso, conclui-se que: $dist = \sqrt{\Delta\varphi^2 + ap^2}$