

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
SECÇÃO AUTÓNOMA DE HISTÓRIA E FILOSOFIA DAS
CIÊNCIAS



**A INFLUÊNCIA DA OBRA DE PEDRO NUNES
NA NÁUTICA DOS SÉCULOS XVI E XVII:
UM ESTUDO DE TRANSMISSÃO DE
CONHECIMENTO**

[ANEXOS]

Bruno José M. G. Pereira de Almeida

**DOCTORAMENTO EM HISTÓRIA E FILOSOFIA DAS
CIÊNCIAS**

2011

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
SECÇÃO AUTÓNOMA DE HISTÓRIA E FILOSOFIA DAS
CIÊNCIAS



**A INFLUÊNCIA DA OBRA DE PEDRO NUNES
NA NÁUTICA DOS SÉCULOS XVI E XVII:
UM ESTUDO DE TRANSMISSÃO DE
CONHECIMENTO**

[ANEXOS]

Bruno José M. G. Pereira de Almeida

DOUTORAMENTO EM HISTÓRIA E FILOSOFIA DAS
CIÊNCIAS

Tese orientada por:

Prof. Doutor Henrique José Sampaio Soares de Sousa Leitão

2011

ANEXOS

[<i>MANUSCRITO DE FLORENÇA</i>]	5
ANÁLISE MATEMÁTICA DE ALGUMAS PASSAGENS DO <i>MANUSCRITO DE FLORENÇA</i>	45
O MÉTODO DE CÁLCULO DE TABELAS DE LINHAS RUMO DE PEDRO NUNES.....	61
CARTAS DE D. JOÃO DE CASTRO A D. JOÃO III	67
BIBLIOTECA PÚBLICA DE ÉVORA, FUNDO MANIZOLA, CÓDICE 27.....	71
SIMON FALLON, LISBOA, BNP, COD. 2258	83
IGNACE STAFFORD, <i>APOLOGIA CONTRA CERTO AUTOR TOCANTE A LOS RUMBOS NAUTICOS</i> , LISBOA, BNP, PBA 240	101

[*Manuscrito de Florença*]

(BNCF, Biblioteca Nacional de Florença, Codice palatino nº 825)

[p. 1]

Pero nuñez ao serenissimo príncipe o ifante Dom Luys

Ly o tratado que hum Bacharel compos sobre o arumar do globo a fim segundo por elle vejo de reprehender o que sobriso escreui na obra que deregi a A.V.A. No qual certo não acho outra cousa certa, senão o que diz dos lououres de V.A. Que nisto não podia elle errar. senã em querer dizer o que se não pode falar. Mas entrou em tamanho peego confiando na sua eloquencia e lingoagem tam esmerada, prencipalmente ficando lhe por socorro o seu latim. posto que em algum modo pareça contradição. aver A.V.A. por tamanho mathematico vsando de mestre tão ignorante, como lhe eu pareço. E por que se alarga muito nestes meus emganos, dizendo que não emtendo a carta, e outras cousas como estas me pareceo que deuia Responder breuemente defendendo o que escreui, e apomtando somente o que faz a bem de sciencia e ao proposito de minha opinião acerca do arumar. e iso ficara por Reposta pera o de mais.

Primeiramente pois o intento deste tratado he emsinar como se deua rumar qualquer globo, pera que mais distintamente procedamos, la ncemos pela arte que traz no 7.º *capitulo* na superficie do globo, ho Rumo de nordeste sudueste começando desde o circulo equinocial, e vejamos que sorte de linha curua he, e cotejemola com a sua mesma definição de Rumo *que* poem logo no principio. Ora por quanto a quarta tauoa nos diz, que nauegando nordeste sudueste, se mudamos a altura per hum grao do meridiano, he a distancia dos meridianos *per* arco do equinocial outrosi hum grao, *scilicet* asi mesmo a dous graos respomdem dous, e a tres tres, e isto igualmente ate chegarmos ao polo, de sorte que a 90 graos de meridiano respomdem outros .90. no equinocial, per distancia de meridianos, yremos asi de grao em grao pondo pomtos na superficie do globo [p. 2] como elle diz, desdo equinocial ate chegarmos ao polo ajudandonos pera este do meridiano mobile, como soemos fazer quando situamos lugares ou estrelas

fixas per longura e largura. Diz mais que lancemos per todos los pontos e riscos e ficara feicta huã linha curua, que he o Rumo de nordeste sudueste e este modo vem ao Comum, que tem os mestres de cartas, que presumem de lançar Rumos em globos *scilicet* lançaõ meridianos de grao em grao, ou de tres em tres, ou de cimco en cinco, *segundo* ho consente a qantidade do globo e lançaõ outrosi parallellos pella mesma hordem, e nos quadrados que ficam feitos lançam de amgulo a angulo per diametro Riscos, que vaõ asi continuando, e deixam feitos todollos nordestes suduestes e noruestes suestes. Mas sendo asi lançada pella arte do 7º *capitulo* a dita linha curua que elle diz que sera Rumo de nordeste sudueste, vejamos se lhe compete a sua mesma difinição, que daa de Rumo, posta per elle no *primeiro Capitulo* da obra em *que* toda ella se funda, por que per ella proua todallas proposições, e dellas tira em numeros as sete tauoas *pera* Rumaçaõ do globo. Diz a sua difinição. Rumo he huã çerta linha curva, que nacendo do polo do horizonte, ou do ponto que lhe Responde na Redondeza da terra, faz em os meridianos dos lugares per que passa, con todos los circulos mayores contingentes a dita linha, angulos igoaes, sem fazer uariação algũa. Ora clara cousa he, que esta difinição naõ compete aa linha curua, que lancamos por Rumo de nordeste sudueste, porque ella he huã linha composta de .90. arcos de circulos mayores, e isto se os Riscos *per* que ajuntamos os .90. pontos que asyñamos, quiser que sejam arcos de circulos mayores, por que ho naõ declara, e asi o deue de emtender. por que saõ [p. 3] menores que os de circulos menores. E pois he huã linha composta de arcos de circulos mayores, os quaes vaõ fazendo amgulos hũs com os outros sobre os pontos asinados, manifesto he que nenhum circulo mayor pode ser contingente a dicta linha curua, en nenhũ pomto seu, porque em qualquer ponto em que a tocar sera em arco de circulo mayor e qualquer circulo mayor corta a todo outro mayor, como he demonstrado per Theodosio, e he cousa vulgar em geometria. Pello qual nẽ a linha curua que lancamos per nordeste sudueste, nẽ os outros que pella mesma arte manda lançar podem ser Rumos e se ho naõ saõ, toda a obra fica no ar, porque o effeito della he descreuer Rumos, e todallas proposições vaõ deregidas a este fim per proçesso mathematico, e as demonstrações fũdadas na dita difinição de Rumo. o qual se he huã certa linha curua que aos prinçípios de geometria naõ Repugna *aver* na superficie do globo, ouuera nos de ensinar como se deua lançar, pois isso he o que promete, e de que

escreue. E se pventura de descreuerse esta tal linha comtradicz aos prencipios de geometria, he imposiuel auela. E portanto bem podera infirir aalem das proposições que escreueo todas quantas mais quisera. por que como diz aristoteles do impossibel tudo se segue. Mas pello menos estas *proposições* e *capitulos* que conthem toda esta obra, por que ho modo he demostratiuo, e vaõ senpre trauando da difinição, necessario he serem impossuiues.

E porem perdoese ao dito bacharel tudo isto, por que sua tējaõ foy boã *scilicet* querer tirar dos homes os emganos e falssidades em que hos pos o que na minha obra escreui, a cerca do aRumar do globo. E pois os Rumos que lança naõ quadraõ com a sua difinição, nem saõ hos de que faz os *capitulos* e proposições atras [p. 4] façamos agora comta que nos fose apresentado hum globo Rumado pello modo do 7º *capitulo*, que saõ linhas curuas compostas de muitos arcos de circulos mayores e isto asi juntamente com as suas sete tauoas, que nos amostram por cada hum Rumos mea partida, e quarta amtre ponto e ponto quanta deferença de meridianos deua auer, *pera* podermos Rumar outros. e o Regimento que traz no derradeiro *Capitulo* que comtem as Regras *pera* cartearmos per globo Rumado. E vejamos se saõ as tais linhas Rumos, e se as distançias dos meridianos, antre ponto e ponto, que nas ditas tauoas traz saõ verdadeiras. e a certeza das regras *pera* cartearmos no dito globo Rumado. E por que esta derradeira cousa he o fim *pera* que se aRuma o globo, sera bem começarmos per ella, e tirarmos a limpo se he asi como a terceira e quarta Regra dizem, as quaes emsinaõ o que auemos de fazer *pera* sabermos onde¹ estamos, quando nauegamos per Rumos, e estimatiua, ou per alturas e estimativa por que estas saõ as cousas que elle diz que per carta se naõ podem alcançar. e *pera* que Rumou o globo. Diz portãto na terceira Regra, que se temos conhecimento da Rota que leuamos e da quantidade do caminho, abramos o compasso segumdo a dita quantidade, e ponhamos hum pee no lugar da partida, co outro estenderemos *pera* que corte o Rumos por que ho ponto onde o cortar, será o lugar donde estamos. isto he muito claro ser falsso, por que he imaginar que fizemos noso caminho continuamente pela circũferencia de hum circulo mayor, prosupondo elle mesmo que fomos per Rumos. por que quando tomamos com o compasso a camtidade do

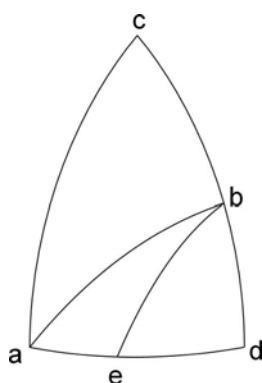
¹ [d] inicial parece estar riscado.

caminho que andamos, posto que elle não [p. 5] diga en qual tronco das legoas se ha de tomar Manifesto he que ha de ser em hũ çirculo dos mayores *scilicet* se temos sabido per nossa estimaçaõ que ho caminho que se andou saõ cem legoas, tomaremos com o compasso seis graos por ellas, ou quantos quisermos, conforme a opiniaõ que teuermos da correspondencia de tantas legoas a hũ grao. Ora quando pomos hum pee do compasso no lugar donde foi a partida e trazemos o outro pera que corte ao Rumo, per que fizemos noso caminho manifesto he que he mayor o imteruallo do Rumo antre as pontas do compasso, que o interuallo da çircũferencia de hum soo circulo mayor *que* se imagina antre as mesmas pontas do compasso por *que* o ynterualo do Rumo he composto de muitos arcos que he caminho mais comprido. E posto que o Rumo não fora composto de muitos arcos mas fora outra espeçie de linha curua, que fora uniforme pella superfiçie do globo, sem fazer angulos, tambem o interuallo della fora mais comprido. De sorte que o ponto donde chega o pee do compasso, não pode ser ho lugar donde chegamos mas ficaraa aaquem, mais perto do lugar da partida. do qual se segue, que per esta sua via sempre ficaremos enganados na altura do polo, por mais do que na uerdade he, se a altura do polo vay creçendo e por menos se vay diminuindo. e outrosi avera erro na deferença dos meridianos per leste oeste a qual sempre se errara por mais. A quarta Regra na qual emsina como se nauegara per altura e estimaçaõ do caminho que se andou, he outrosi falssa. Diz que abramos o compasso segundo a qantidade do caminho e ponhamos hũ pee no lugar donde foi a partida, e com ho outro chegemos ao paralelo do segundo lugar onde nos achamos e ahi [p. 6] façamos ponto, porque ese he o lugar donde estamos, e assi saberemos a Rota que trouxe o nauio, e os graos de leste oeste per que os dous lugares se apartam. Esta Regra fora mui çerta e mui boã se ho caminho se fezera pela circumferença de hũ circulo mayor e souberamos per nosa estimaçaõ quãto hera e alem disto aimda se ho lugar donde chegamos esta ao oriente, ou ao ocidente do lugar donde partimos por que ho pee do compasso que anda chega ao paralelo en duas partes que ygualmente distaõ do meridiano. Mas crara cousa he que o noso comum nauegar com agulha não he pela circũferencia de hũ circulo mayor por quanto faz sempre cõ os nouos meridianos dos lugares per que imos angulos desiguaes, como em outra parte escreuj e quẽ nauega cõ agulha, leua sempre hum mesmo angulo, nem o bacharel daa esta

Regra pera quẽ nauega per circulo mayor per que no fim dela diz, que saberemos per esta arte que Rumo trouxe o nauio. E no prinçipio diz que esta Regra serue pera os que não se çerteficã no Rumo per que vaõ ou per Rezaõ do nordestear, ou per causa das correntes ou outros impedimentos. Ora quem asi andou bem fora andou de circulo mayor, que he o caminho breuissimo e sem nenhũ modo derrodeo. Pollo qual concluindo digo que tendo estimado no certo quanto caminho andamos, se verdadeiramente o caminho se fez per hũ Rumo, posto que não seja aquelle que a agulha nos amostra, e queremos saber donde estamos, como a quarta Regra ensina erraremos porque o ponto que asinarmos, distara mais do meridiano donde partimos, que ho lugar onde chegamos e asi pello *consiguiente* amostrara outro Rumo diferente do per que andamos mas se estamos certos na cantidade do caminho e per [p. 7] ventura se fez por partes domde as agoas corriã, se tambem obrarmos pela quarta Regra o pomto que o compasso nos amostrar sera falsso, por que estaremos a leste ou a loeste do dito pomto. e tal pode ser a diversidade das corrêtes que ho ponto que o compasso nos amostra, sendo o modo de o buscar falsso seja o lugar onde estamos. E nestes debates das correntes poderia emtrar alguma sutil imaginaçaõ, junta com geometria mas ao presente não me posso deter nisso.

Ora tendo asy prouado que as ditas Regras são falssas sera bem que tratemos dos Rumos que lanca no globo, pello modo sobredicto, os quaes são linhas curuas compostas de muitos arcos de circulos mayores. E por que he muy euydente per demonstraçoẽs mathematicas, que quẽ anda per circulo mayor que nõ he o equinocial, vay sempre fazendo angulos desiguaes, com os meridianos dos lugares em que se acha, e quẽ per agulha nauega, gouernando a huã parte, guarda sempre hum mesmo angulo, he manifesto que os taes arcos não são Rumos. Mas porque poderia dezer, que en tam pouca quantidade deuemos tomar estes arcos per Rumos e que ho erro não he grande prinçipalmente que ensinando eu mesmo na minha obra como se aja de nauegar per circulo mayor, digo que se gouerne a aquella parte que o angulo que o meridiano e o dito circulo fazem nos ensina, ate mudarmos a altura per hum grao posto que eu o faça cõ melhor fundamento, pois ao menos na partida o angulo do circulo mayor com o merydiano he igoal ao do Rumo, e depois ha pouca desigualdade, todauia por que se não acolha a isto, querolhe demonstrar, que nem nos meos nẽ nos começos e cabos per nenhũ modo

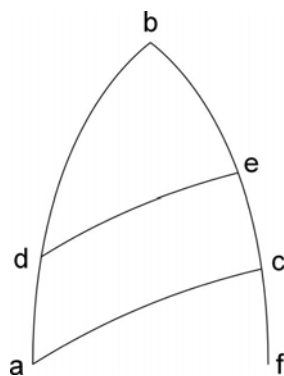
estes arcos podem ser Rumos. E que nos meos ho erro [p. 8] seja sensiucl prouo ho asi. Çerta cousa he que pella sua tauoa primeira, a meo grao de norte sul yndo a leste quarta do nordeste, e per as outras quartas como esta respondem mais de dous graos e meo per diferença de meridianos, pello qual he necesareo que o caminho que se anda que he o Risco que elle lança antre ponto e ponto, seja allguã cousa mais que os dítos dous graos e meo, dentro do qual os angulos he neçessario fazerem sensiucl variaçaõ e isto sendo ainda o globo tamanho que se posa partir a quarta parte do meridiano como elle mãda em .180. meos graos, tam manifestos que se possa o globo per elles Rumar, por que naõ se diuidindo em mais que em 90. como he costume, Responderã per sua cõta a cada hũ grao per deferença de meridianos mais decimas e o Risco sera aynda mayor. E que nẽ nos começos nẽ nos cabos, nẽ per outra algũa via estas linhas sejã Rumos, tem muy çerta demonstraçaõ. por que se me disessem que saõ Rumos, seguir se ya que o Rumo per que himos ao nordeste naõ nos seruiria pera tornar per elle ao sudueste, nẽ ho per que ymos ao sudueste, seruiria pera tornar por elle ao nordeste. E asy pello conseguinte en todolos outros. a demonstraçaõ sera esta sejam dous pontos no Rumo de nordeste sudueste antre o equinoçial e ho polo a. e .b. e o Risco por que se ajuntã seja ho arco .a.b.



As partes do meridiano antre estes pontos e ho polo, sejã .a.c. e .b.c. de sorte que o pollo do norte seja .c. e estendamos hum pouco mais ho arco .c.b. que he menor, ate d. pera que .a.c. e .d.c. sejam ygoaes. Manifesto he, os dous arcos .a.c. e .b.c. serem ambos juntamente menos que meo circulo, pelo qual he necesario como Mileo demonstra [p. 9] que ho angulo .a.b.d. seja mayor que o angulo .c.a.b. e por que quem Vay de .a. pera .b. ao nordeste parte gouernando com angulo yqual ao angulo .c.a.b. e quem parte de .b. pera .a. pelo mesmo caminho, parte

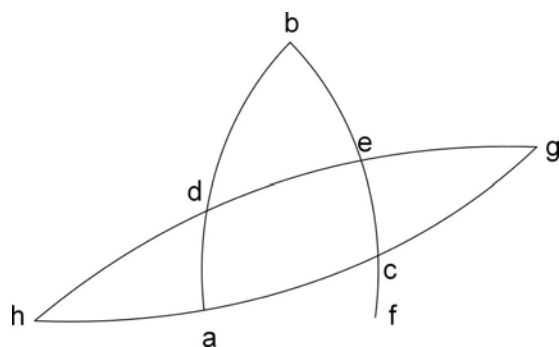
com angulo mayor que he .a.b.d. seguese que quem vai de .b. pera .a. não hira ao sudueste pois o nordeste e o sudueste haõ de tomar angulos yguaes *scilicet* meo Reito. ou se de .b. pera .a. vaõ ao sudueste não se podera yr de .a. pera .b. pelo mesmo caminho ao nordeste e o mesmo he em todollos outros porque esta demonstraçaõ he geeral. asi que se lançarmos ho arco do paralelo de .a. pera .d. e tirarmos do angulo a.b.d. mayor, o angulo .deb. e. ygoal ao angulo .c.a.b. *que* he posto per angulo do nordeste, manifestamente se segue que a cada hũ grao de altura, Respondera mais per deferença de meridianos indo ao nordeste, que ao sudueste isto desde o equinocial ate o norte, mas desde o equinoçial ate o polo do sul, he pello contrairo, por que mais Respondera per diferençia dos miridianos yndo ao sudueste que ao nordeste, como parece formando a figura da demonstraçaõ pera a outra parte. e geeralmente se segue isto a todo o modo de Rumar per pontos e arcos que ajuntaõ os taes pontos. quer se ponha a diferença dos meridianos que nestas suas tauoas Respondem a cada hũ grao do meridiano *que* saõ as mesmas que a carta amostra, quer se ponhã outras mayores ou menores. e ora a diferença dos meridianos va creçendo ygualmente asi como creçe a altura ora va desigualmente.

E nam somente se segue do dito modo de Rumar que ho nordeste e sudueste sejam vias diferentes mas seguese aynda que se per algum modo fezermos que o nordeste [p. 10] va sempre fazendo angulos yguaes como conuem pera *per* hũ mesmo Rumo sera necessario que o sudueste va fazendo angulos desiguaes per todallas alturas, quero dizer que o Rumo per que ymos ao sudueste em huã altura do polo fara hũ certo angulo com o meridiano no lugar da partida e em outra altura fara outro desigual e ira semp^e diforme antre o circulo equinocial e qualquer dos polos, que he outro muj grande incomviniente. porque as taes linhas curuas se não podem Receber per Rumos. A proua he esta sejam dous arcos de dous meridianos que não pasem de quadrantes .a.b. b.f. o polo seja o ponto .b. o arco .a.c. antre os pontos .a. e .c. faça no ponto .a. o angulo .bac. de 45 graos como conuẽ pera ser nordeste e do pôto .d. que tem outra altura saya o arco .d.e. que faça outrosi no ponto .d. angulo de 45. graos pera que .a.c. e .d.e. sejaõ ambos nordestes



Digo que quem tornar de .e. pera .d. não leuara a mesma Rota, que leuar quem for de .c. pera a. por que se tornassem de .e. pera .d. e de .c. pera .a. per ygoal Rumos, posto que desigual a Rota que leua quem vay de .a. pera .c. ou de .d. pera .e. neçesariamente os angulos .d.e.f. a.c.f serião ygoaes por que estes são hos que faz o meridiano com o Rumos no lugar da partida pello qual os que ficaõ pera dous Reitos, .d.e.b. .a.c.b. seriaõ yguais e pois os angulos .b.d.e. .b.a.c. são yguais, e o angulo a.b.c. he comũ aos dous triangulos .e.b.d. c.b.a. segue-se como he demonstrado per mileo e também *per monte regio propos[ição]* 54 no terceiro Livro que os lados do triangulo piqueno, são yguaes aos lados do triangulo grande *scilicet* as partes aos todos que he imposiuel, pelo qual pois que conçedendo que de .d. pera .e. e de .a. pera c. vaõ per hũ mesmo Rumos se segue [p. 11] que tornando de .e. pera .d. e de .c. pera .a. tornãõ per outros Rumos que não são os per que forã e ainda $|\cos|^2$ per que tornaõ são antre si desiguaes manifestamente fica prouado *naõ* serẽ Rumos. E esta demonstraçaõ he geeral não somente neste Rumos de nordeste que nomeey, mas en todolos outros e asi quartas como meas partidas, aos quaes todos chamo Rumos e não *tam* somente conuençe a este modo de Rumar, que poem as distancias de meridianos que a carta amostra como a baixo prouarei mas a todo modo de Rumar globo por arcos de circulos mayores, quer ponhã as distançias de meridianos que nestas tauoas se contem quer outras quaes quer, e no lugar que esteuer mais perto do equinoçial, sera o amgulo do Rumos que auia de ser igoal menor que no lugar mais longe dele. pera demonstraçaõ do qual estendamos os arcos de .a.c. ate se ajuntarẽ de huã parte no ponto .g. e da outra no ponto .h.

² Imperceptível no manuscrito. Joaquim de Carvalho assume [o].



Digo que se per algum modo fizermos ho angulo .d.a.c. ser yqual ao angulo .b.d.e. pera que sejã Rumos de hũ mesmo nome, ora usemos pera iso das tauoas que no dito tratado estaõ, ora de outras quaes quer, sera necessariamente ho angulo .a.c.f. que se faz no ponto .c. mais perto do circulo equinocial menor que o angulo .d.e.f. por que pois os dous angulos .b.d.e. .d.a.c. saõ yguais seraõ tambem os dous angulos .h.d.b. .h.a.d. que ficaõ dos dous Reitos antre si yguais pelo qual no triangulo .h.d.a. os dous lados .h.d. .h.a. serã ambos juntamente yguaes a meo circulo e portanto os dous lados ch. h.e. do triangulo eh.c. |saõ| maiores ambos juntos que meo circulo, donde se segue que ho angulo de fora .h.c.f. sera menor que o de dentro .h.e.c. assy que naõ tan somente saõ desiguaes aos do Rumo [p. 12] mas aimda amtre si saõ desiguaes. E nestas demostracoes tomo sempre como demonstrado per todos, que quando os dous lados do triangulo spherical saõ yguais a meo çirculo he o angulo de fora yqual ao de demtro e se saõ menores he mayor, e se mayores menor e as suas anuersas.

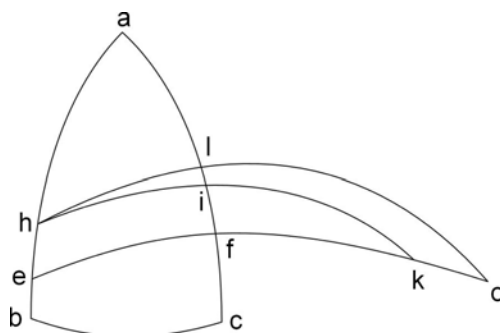
E porem particularmente contra este modo de Rumar globo que neste tratado se contem o qual poem igualmente per todo o globo, huã mesma quantidade per deferença de meridianos a cada hũ grao per que se muda a altura farei euidentissima demonstraçaõ, que nenhuã linha das que lança em parte nem em todo pode ser Rumo. Por que imaginemos no globo tres quartas de meridianos que vẽ do polo .a. as quaes sejam .ab. .ac. .ad. que tomem do equinocial os arcs .b.c. .c.d. ygoais

parte. e por quanto no triangulo .e.a.f. o angulo .a.e.f. he agudo, e o angulo .f.a.e. tambem agudo e ambos juntamente são menos que hũ angulo Reito como parece pelas suas tauoas nas quaes o arco .b.c. que he a quantidade do angulo .f.a.e. he muito menos que hũa quarta parte das .32. da agulha e o angulo .a.e.f. não pode passar de sete quartas, sera portanto neçesareo que o angulo .a.f.e. seja obtuso pois todollos tres angulos valem mais que dous Reitos como he demonstrado per todos. E o angulo [p. 14] .a.f.k. que com elle faz dous Reitos sera agudo mas maior que o angulo .a.e.f. por que os dous lados .ae. .af. são menos *que* meio circulo e fica de fora no triangulo .e.a.f. pollo qual ho sino do seu arco sera maior que ho sino do arco do angulo .a.e.f. agora cerraremos a demonstraçam per esta arte no triangulo ehk a proporçaõ que tem o signo do lado .hk. ao sino do lado .he. esa tem ho sino do ângulo |hek| ao sino³ do angulo .k. E no triangulo .i.f.k. a proporçaõ que tẽ o sino do lado .if. pera o sino do lado .ik. esa tem o sino do angulo k ao sino do angulo kfi. e pois os lados .h.e. .if. são iguais, sera do sino do lado .he. pera o sino do lado .ik. como do sino do angulo .k. ao sino do angulo .k.f.i. pello qual pella proporçaõ yqual que se demonstra na xxij proposiçaõ do quinto Livro de Euclides a proporçaõ que tem o sino do arco .h.k. ao sino do arco .i.k. esa tera o sino do angulo .h.e.k. com ho sino do angulo kfi. E porque o sino do arco .h.k. he mayor que o sino do arco .i.k. como jaa he demonstrado, sera tambem o sino do angulo .h.e.k. *que* he agudo maior que o sino do angulo .k.f.i. que he imposiuel, porque temos demonstrado .k.f.i ou .a.f.k. que he o mesmo ser mayor Imposiuel he logo que os angulos .a.h.i. .a.e.f. sejam iguais e portanto pondo que a altura vay crescendo igualmente, e a deferença dos meridianos yqualmente, he imposiuel o rumo ser yqual nestas saidas dos pontos que per Riscos ou arcos se ajuntaõ. E porque dentro nos arcos, he craro en todollos seus pontos serem desiguais fica evidentemente demonstrado, que as ditas linhas em nenhuma parte sua fazem com os meridianos angulos yguais pelo qual he imposiuel serem Rumos.

Agora quero demonstrar que o processo que estas linhas curvas leuã nos pontos per que se vão continuando he fazerẽ [p. 15] em mayor distancia do circulo

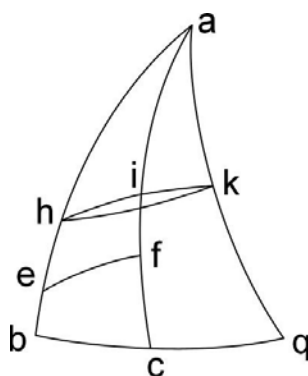
³ Joaquim de Carvalho escreveu “he pera o sino”. À margem está a indicação correcta das proporções em causa.

equinocial menores angulos. E pera demonstraço disto, husemos da mesma figura e digamos asi, pois temos demonstrado que he imposiuel ser ho amgulo .a.h.i. ygual ao angulo .a.e.f. Daquy fica que ou .a.h.i. he mayor ou menor. Demonstrarei que naõ pode ser mayor e asi ficara prouado ser menor. Manifesto he que se ho angulo .a.h.i. he maior poderemos tirar dele como mileo ensina hum angulo igual ao angulo .a.e.f.



este angulo que asi fezermos igual ao dito angulo .a.e.f. seja .a.h.L. e seja o ponto .L. no quadrante .a.c. e estendase o arco .h.L. até tanto que com .ek. outrosi prolongado se ajunte no ponto .o. e este concurso he necessario ser fora do ponto .k. por que doutra sorte cortar seyão os circulos mayores desigualmente que he contra Theodosio. E sera como jaa demostramos o arco .ho. menor que quadrante e o angulo .L.f.o. agudo, e mayor que .a.e.f. e no triangulo .o.h.e. como do sino do arco .ho. ao sino do arco he, asi do sino do angulo heo ao sino do angulo |of| tem no triangulo .o.L.f. sera do sino do lado .Lf. ao sino do lado .Lo. como do sino do angulo .o. ao sino do angulo .L.f.o. E porque .he. he menor que .Lf. pois he igual a .if. como poem este modo de Rumar sera logo do sino de .he. ao sino de .Lo. menor proporçaõ que do sino do angulo .o. ao sino do angulo .L.f.o. pellas proposições |vii^a| e |xii^a| do quinto de Euclides E portanto concruindo digo asi. pois do sino de .ho. pera o sino de .he. como do sino do angulo .h.e.o. ao sino do angulo .o. E do sino de .he. ao sino de .Lo. he menor proporçaõ que do sino do angulo .o. ao sino do angulo .L.f.o. sera logo pollo modo [p. 16] de demostrar da xxxj preposiçaõ do quinto que he acreçêta per campano do sino de .ho. ao sino de .Lo. menor proporçaõ que do sino do angulo .h.e.o. ao sino do angulo .L.f.o. e pois ho sino de .ho. he mayor que o sino do arco .lo. e he menor a

proporção que a que tem .h.e.o. pera .Lfo⁴ [falo nos sinus] seguese que muito mayor sera o sino do angulo .h.e.o. que o sino do amgulo .L.f.o. que he imposiuel pois he demonstrado estes angulos serem agudos e ser o angulo .h.e.o. menor que o angulo .L.f.o. pello qual naõ pode o angulo .a.h.i. ser ygual nẽ mayor que angulo .a.e.f. E asi ficara que he menor e per esta demonstração parece que estes angulos que estes seus Rumos vaõ fazendo, com os meridianos desde o equinocial ate os polos, hirã cada uez semdo menores de sorte que se quisesemos lançar Rumos, asi per arcos de circulos mayores, mas fossemos fazendo angulos yguais en cada hũ dos pontos que asinamos, pera que teuesem alguma mostra de Rumos seria necesario avendo de ponto a ponto hũ grao per deferença das alturas, que a deferença dos meridianos fose cada uez mayor desdo circulo yquinocial pera os polos porque se na figura pasada o arco e.f denota hũ certo Rumo no qual o ponto .f. dista mais do equinoçial que o ponto .e. per hũ grao, e a distancia dos meridianos he o arco do equinoçial .b.c. e o arco .eh. he ygual ao arco .fi. e cada hum deles he outrosi hum grao,



pois ho angulo .a.h.i. he *prouado* ser menor que o angulo .a.e.f. se fezermos no ponto .h. com o arco .ah. hũ angulo ygual ao angulo .a.e.f. [p. 17] e Leuarmos ho arco que causar no ponto .h. este angulo igual ate chegar ao paralelo do ponto .i. que seja no ponto .k. manifesto he que auendo antre .k. e .h. hũ grao somente per deferença das alturas como avia antre .e. e .f. a deferença⁵ dos meridianos sera o arco do equinoçial .bcq. que denota o angulo .h.a.k. E asi sera necesario que os Rumos vaõ çercando o globo do mar e da terra. como na minha obra escreuj que

⁴ Joaquim de Carvalho opta por [lfb].

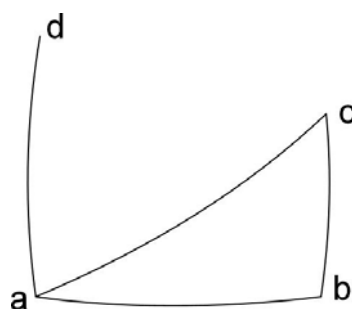
⁵ Assumo [deferença] e não [diferença].

me elle Reprehende posto que nesta materia não falei de principal intento. nã determinando mas somente en figura e exemplo. Mas ao menos iso que asi escreuj he mais Raçional que ho que neste seu tratado se contem por que deuera cõsiderar que guardando as deferenças de meridianos que a carta [a]mostra⁶, hera imposiuel ficarem per Rumos arcos de çirculos que fezesem com hos meridianos, angulos proporçionaes aos da carta que he esençial aa origem e natureza de Rumo E que tomase as deferenças de meridianos que a carta amostra responder por cada hum Rumo a hũ grao de norte sul, per que a altura se varia. he cousa crara de uer. por que donde diz o Regim¹⁰ navegãdo per sete quartas Respondem a hũ grao per deferença de meridianos .88. Legoas que he a meo grao 44. Diz elle na sua primeira tauoa que no leste quarta ao nordeste e nas outras quartas como esta Respondem a meo grao do meridiano dous graos e 31 minutos per deferença de meridianos que valem as ditas 44. Legoas porque .35. Leguas valem dous graos e as noue Legoas que ficã valerã os .31. minutos E conforme a isto vay nas outras tauoas por que onde diz o Regimento nauegando per seis quartas Respondem a hum grao daltura per deferença [p. 18] de meridianos 42 Legoas $\frac{1}{4}$ que he a meo grao 21 legoas $\frac{1}{8}$ diz na sua segunda tauoa que a meo grao do meridiano que he huã de 180 que ha na sua quarta parte, Respondem per deferença de meridianos hũ grao .12. minutos indo pello les nordeste e as outras meas partidas como esta. E o que da o Regimento indo per çinco quartas que he nordeste quarta a leste, e pera as outras quartas como esta da elle comuertido en graos. e este mesmo modo guarda em todo ho demais. De sorte que as ditas tauoas não cõtem outra cousa senã comuersã das Legoas do Regimento acostumado em graos e suas partes, dando a cada hũ grao 17 Legoas e mea pello quall consta que o artefício que teue pera Rumar o globo não foi outro senã tirar da carta o que Responde per deferença de meridianos a hum grao do meridiano per que se muda a altura e foi pondo seus pontos no globo que fezesem esta mesma deferença na altura e per deferença de meridianos E ajuntou estes pontos per arcos e pareceolhe que estes pontos ficariam asi em Rumo como na carta que eu tenho demonstrado ser imposiuell. nã husou pera isto de outro nenhũ primor,

⁶ O [a] foi acrescentado.

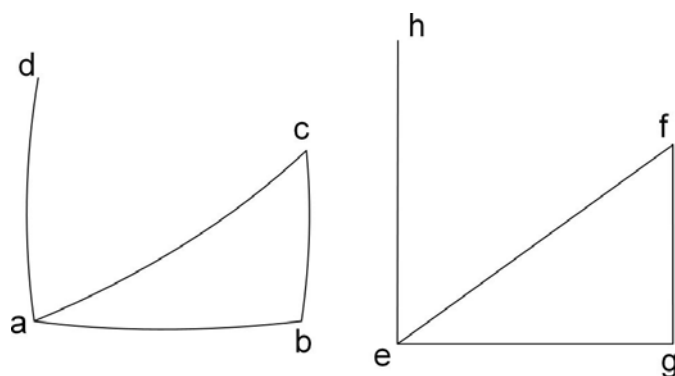
senaõ fazer sete taboas cheas dalguarismo, pera o que bastavã sete palavras, por que pois nas ditas tauoas os numeros vaõ crescendo igualmente *scilicet* a dous graos de meridiano Responde ho dobro *que* a hũ, e a tres. tres vezes mais, e asi pello conseguinte nos outros, nõ vejo de que seruja escreuer pelo nordeste Responde a hum grao hum grao, e a dous dous, e a tres tres, e leuar isto ate .90. senam de querer encher papel, senaõ quãto [p. 19] me parece que querendo Rumar globo per este modo, pois imaginamos o grao Repartido em .60. minutos nam se poderã tomar estes minutos mui facilmente no circulo equinocial tantas vezes quamtas comuem por que posto que se posam tomar minutos todauia o grãõ |ad| ser mais que |a Rezoado| pera se poder bem fazer.

Mas tornando ao proposito principal Digo que sendo ja per mim demonstrado que estes Rumos que lança vaõ sempre deminuindo pello qual sam desiguaes ante si Agora quero mostrar como logo no seu prinçipio, que he no circulo equinoçial donde começam, sam diferentes, da uerdadeira quantidade que se lhes deue a qual he ao nordeste sudueste, noroeste sueste 45. graos as meas partidas o meo disto. e a as quartas o meo deste meo, como parece pella diuisaõ da agulha. E primeiramen^{te} demostro isto no nordeste sudueste, ou noroeste sueste seja no globo o arco .a.b. hum grao do çirculo equinoçiall .b.c. outro grao do meridiano, sera portanto o arco .ac. que ajunta estes dous pontos: a. e .c. conforme ao que diz no 7º *capitulo* o Rumo de nordeste sudueste. E seja .ad. arco do meridiano do ponto .a.



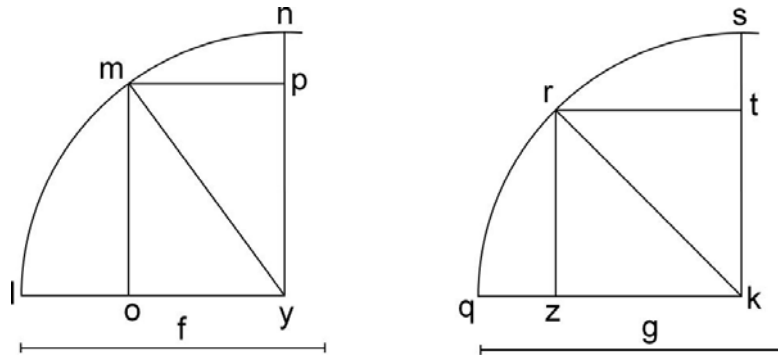
Manifesto he que pera .ac. ser Rumo de nordeste sudueste, he necessario que o angulo .d.a.c. que fazem o meridiano e o Rumo no ponto .a., seja angulo de .45. graos, que he meo Reito, mas como logo prouarei este angulo .d.a.c. tem menos

de 45. graos, porque pois no triangulo .a.b.c. os dous lados .ab. .bc. são yguais os dous angulos .a.c.b. c.a.b. sobre o basis necessariamente seram yguais e porque todollos tres angulos de qual [p. 20] quer triangulo spherical de arcos de circulos mayores valẽ mais que dous Reitos e o amgulo .b. he Reito valera cada hum dos outros mais de meo Reito, pello quall se do angulo Reito .d.a.b. tirarmos ho angulo .c.a.b. que he mais de meo Reito ficara o angulo .d.a.c. menor que meo Reito e tera portanto menos de 45. graos Ora pera demostrar que hos Rumos que lança per cinco quartas e seis e sete façã outrosi logo em seu principio menor angulo com o meridiano do que deuem ter vsarey da mesma figura per esta arte. seja o arco a.c. ho Rumo de nordeste quarta a leste, ou les nordeste, ou leste quarta ao nordeste e quais quer outros como estes .a. seja hũ ponto do equinoçial donde o começamos a descrever .b.c. huã parte do meridiano, e .a.b. o que lhe responde pello equinoçial como diz a sua tauoa e .a.d. seja arco do meridiano que passa por .a. manifesto he que .d.a.c. he o angulo do Rumo .ac. que pomos per qual quer dos tres que disemos.



Digo que este angulo .d.a.c. he menor que a sua verdadeira quantidade, que deue ter, porque seja na carta o triangulo rectilinio e rectangulo .e.f.g. no qual ho lado .fg. seja huã parte do meridiano como he .bc. no spherical, e o lado .eg. seja outrosi propocional ao lado .ab. no spherical pois elle tera a proporçaõ dos lados do spherical do rectilinio da carta, como per suas tauoas parece e açima declarei, e o terceiro lado .ef. que |estaa| em comtrario do angulo .g. recto seja hũ dos sobredictos [p. 21] tres Rumos da carta a que responde a deferença de meridianos .eg. sobimdo na altura pera a parte do meridiano ou Rumo de norte sul .fg. lamcemos mais a linha de norte sul .eh. a qual com o Rumo .ef. fara no ponto .e.

ho angulo .h.e.f. que he a quantidade do tal Rumo e pois de .a.b. pera .bc. he como de .eg. pera .fg. e de .ab. pera .b.c. he mayor proporçaõ que do sino de .ab. pera o sino de .bc. como demostra Ptolomeo na primeira dicção do almagesto em cordas, que he o mesmo que en sinos será Logo de .eg. pera .fg. mayor proporçaõ que do sino de .a.b. pera o sino de .b.c. E por que de .eg. pera .fg. he como do sino do angulo .e.f.g. pera o sino do angulo .f.e.g. e do sino do arco .ab. pera o sino do arco .bc. he como do sino do angulo .a.c.b. ao sino do angulo .c.a.b. sera portanto mayor proporçaõ do sino do angulo .e.f.g. ao sino do angulo .f.e.g. que do sino do angulo .a.c.b. ao sino do angulo .c.a.b. E por que o angulo .a.c.b. he mayor que o angulo .d.a.c. por quanto fica de fora no triangulo spherical que se acabaria levando os arcos .ad. e .bc. ate o polo, e he agudo, auera mayor proporçaõ do angulo .a.c.b. ao angulo .c.a.b. que do angulo .d.a.c. ao mesmo angulo .c.a.b. fallo nos seus sinos, pello qual pois do sino do angulo .e.f.g. ao sino do angulo .f.e.g. he maior proporçaõ que do sino do angulo .a.c.b. ao sino do angulo .c.a.b. E do sino do angulo .a.c.b. ao sino do angulo .c.a.b. he maior que do sino do angulo .d.a.c. ao sino do angulo .c.a.b. avera logo mayor proporçaõ [p. 22] do sino do angulo .e.f.g. ou seu igual .h.e.f. ao sino do angulo .f.e.g. no triangulo rectilineo que do sino do angulo .d.a.c. ao sino do angulo .c.a.b. no spherical. Teremos logo diuidido asi ao angulo reito reitelineo .h.e.g. como ao spherical .d.a.b. em dous angulos per tal modo que maior he a proporçaõ do sino do angulo .h.e.f. que he o do Rumo na carta ao sino do angulo .f.e.g. que do sino do angulo .d.a.c. que he o do Rumo no globo ao sino do angulo .c.a.b. E por que a quantidade de cada hum angulo rreito destes, he quarta parte de çircunferença de circulo, e as suas partes outrosi tomaõ arcos do mesmo çirculo e [?] proporcionã ao todo segundo a proporcaõ dos taes arcos a todo o quadrante, facilmente se prouara pellos princípios de vitello no primeiro Livro da prespeitiua, que ho angulo .h.e.f. toma mais graos da çircunferença do circulo que ho angulo .dac.



E isto mesmo poderemos Demonstrar per esta arte. sobre os centros .y. e .k. façamos dous circulos yguais e tomemos delles dous quadrantes em hũ dos quaes asinemos ho arco do angulo .h.e.f. que |seja| .lm. e ho arco do angulo .f.e.g. sera m.n. pois ambos valem hũ recto o sino de .lm. seja .mo. ou sua igual .yp. e o sino de .mn. sera .mp. ou sua yqual .oy. e lançese o semidiametro .ym. Asinemos outrosi no outro quadrante o arco .qr. que seja o arco do angulo spherico .d.a.c. e sera logo o arco que fica .rs. o arco do angulo .c.a.b. cujo sino seja .rt. e o sino de .qr. seja .rz. ou kt⁷. E hordenemos a demonstraçaõ [p. 23] per este modo pois de .yp. pera .pm. ha maior proporçaõ que de .kt. pera .rt. e a proporçaõ dos quadrados he dobrada que ha dos lados será tambem maior proporçaõ do quadrado de .yp. ao quadrado de .pm. que do quadrado de .kt. ao quadrado de .rt. isto se proua porque se tomarmos a terceira linha .f. que tenha tal proporçaõ pera .yp. como .yp. pera .pm. e tambem a linha .g. que tenha tal proporçaõ pera .kt. como kt pera rt. da linha .f. pera m.p. avera tal proporçaõ como do quadrado de .yp. pera o quadrado mp e de .g. pera .rt. avera tal proporçaõ como do quadrado de .kt. pera o quadrado de .rt. pello correlario da proporçaõ 17 do sexto Livro de euclides. e de .f. pera .mp. avera mayor proporçaõ que de .g. pera rt. pellas proposições 12 e 31 do quinto Livro. pello qual do quadrado de .yp. ao quadrado de .mp. avera |mór| proporcaõ que do quadrado de .kt. ao quadrado de .rt. E portanto dos quadrados de .yp. e de .mp. ambos juntos ao quadrado de .mp. avra mor proporçaõ que dos quadrados de .kt. e .rt. ambos juntamente ao quadrado de .rt. isto se proua pella propositam 25⁸ do quinto Livro e por [esta rezaõ] do quadrado do semidiametro ym ao quadrado de mp [auera maior proporçaõ] que do quadrado do semidiametro .kr. ao quadrado de .rt. Pello quall do

⁷ Joaquim de Carvalho opta por escrever [rt].

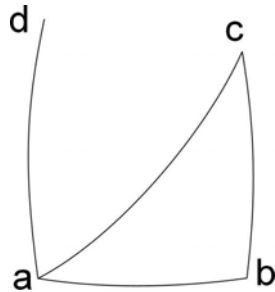
⁸ Dificuldade de leitura. Segue-se a sugestão de Joaquim de Carvalho.

semidiametro .ym. a .mp. avera mayor proporçaõ que do semidiametro kr a rt e porque os semidiametros saõ iguaes, sera necesario .mp. ser menor que .rt. e⁹ pello conseguinte o arco .mn. menor que o arco .rs. E asi ficara .Lm. maior que .q.r. e porque .Lm. he o arco que toma o angulo .hef. que [he] ho do Rumo na carta e o arco .qr. he ho que toma o angulo .dac. que fazem no globo o arco que se poem por Rumo e ho meridiano. fica daqui prouado que estes taes Rumos que no globo lança *scilicet* leste quarta ao nordeste les nordeste nordeste quarta a leste e outros como estes, logo no equinoçial donde começa a fazer sua Rumaçaõ tomaõ menos da Roda da agulha do que [p. 24] na uerdade deuem tomar e o mesmo tenho ja demonstrado do nordeste e sudueste ou noroeste e sueste. E porẽ por que os triangulos em que isto se imagina saõ de arcos muj piquenos e os lados que contem ao angulo reito se daõ proporcionais aos que comtem o angulo reito do triangulo reitilineo, estes angulos que no equinoçial estes Rumos fazem com o meridiano fazem pouca deferença dos da carta. E por esta causa acostuma Ptolomeo como em outra parte escreuy usar de linhas dereitas *per curuas* em pequenas quantidades {posto que nã neste caso se aja sempre de fazer}¹⁰ Mas todavia os taes angulos vaõ sempre deminuindo de sorte que quanto mais longe do equinoçial tanto faraõ maior deferença e a causa he por que ja entaõ hum dos lados do triangulo que cõsta de huã parte do meridiano e parte do parallelo e do arco que vay de ponto a ponto he muito menor em proporçaõ que ho do triangulo rectilineo que se faz na carta E sem embargo disto nã he a deferença tanpouca no nordeste no mesmo ponto do equinoçial donde começa a sair que o que lhe falta naõ seja mais de grao porque ho angulo que faz com ho meridiano he de 43 graos e 42 minutos como parece fazendolhe sua comta e avia de ter inteiramente 45. Mas o angulo do nor nordeste creçe porque avendo de ter 22 graos e meo tem 26 e 26 *minutos* por que ponhamos que ho arco do meridiano que he .bc. tenha um grao e .ab. 25 *minutos* sera o arco .ac. a meia partida de nor nordeste pella sua arte de Rumar E porque a proporçaõ do sino todo ao sino do que falta .abc. pera 90 he como do sino do que falta a .ab. pera 90 ao sino do que falta a .ac. pera 90 multiplicaremos portanto ho sino de 89 graos que he 99984 em o sino de 89 graos e 35 *minutos* que he 99997 E faraõ 9998100048 estes partiremos por

⁹ À margem: “e prouarseha isto mesmo muito mais facilmente por demonstraçaõ q leva o cõtrairo a impossivel”. Sigue-se a sugestão de Joaquim de Carvalho.

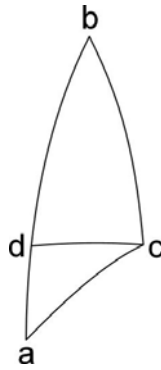
¹⁰ Texto sublinhado.

100000 que pomos por seno todo e viraõ na par[**p. 25**]tiçaõ 99981 que he seno de 88 graos e 53 *minutos* e ho que falta pera nouenta que he hum grao e sete *minutos* sera a quantidade do arco ac.



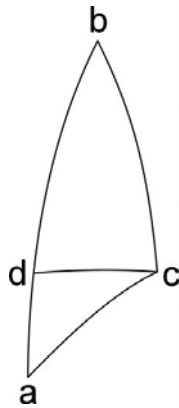
[Mas] por quanto a proporçaõ que tem o seno de .ac. cõ ho seno de .cb. essa tem o seno todo com o seno do angulo .cab. multiplicaremos o seno todo que he 100000 em 1745 que he o seno de hum grao que tem .bc. e faram 174500000 estes partiremos per 1948 que he o seno de hum grao e 7 *minutos* que tẽ .ac. e viraõ na partiçaõ 89579 que he seno de 63 graos e 37 *minutos* os quaes tera o angulo .cab. e porque este com ho angulo .dac. fazem o amgulo reito .dab. tiraremos estes 63 graos e 37 *minutos* de 90 graos e o que ficar que sera 26 graos e 23 *minutos* sera a vallia do angulo .dac. que he da mea partida nor nordeste ou nor noroeste a qual avia de ter somente 22 graos $\frac{1}{2}$ e conforme a esta conta e modo de demostrar se sabera a quantidade dos angulos das outras duas quartas.

E pois jaa temos demostrado como estes Rumos vaõ sempre deminuindo sera bem que façamos expriencia de algus delles em grãde altura do polo, pera que craramente se ueja a diminuicaõ que os ditos Rumos fazem. E como naõ guardaõ as verdadeiras qantidades que deuem ter. seja o ponto .b. polo do mundo do quall diste o ponto a. per ho arco do meridiano .ab. que ponhamos ter 3i graos.



E o ponto c. diste *por* .bc. arco de 30 graos e ho angulo .a.b.c. seja angulo de hũ grao manifesto he que porquanto per este modo de Rumar, indo pello nordeste e mudando se a altura per hũ grao a deferença dos meridianos he outrosi hũ grao, e isto per todallas allturas. sera *portanto* o arco .ac. Rumo de nordeste sudueste. lançemos do ponto .c. o arco .cd. *perpendicular* sobre a.b. sera logo a proporçaõ do sino todo a 1745 que he sino de hum grao, que tem o angulo .abc. como do sino de .bc. que he 50000 ao sino de .d.c. pello qual o sino de .dc. [p. 26] tera per esta Rezaõ 572 partes e mea que he sino de 30 *minutos* menos hũ segundo como parece pella tauoa dos sinos E portanto posto que asi naõ seja, bem podemos sem erro sensiuel tomar .d.c. per .30. minutos de grao. E por que a proporçaõ do sino todo *pera* o sino do que falta ao arco .d.c. *pera* .90. he como o sino do que falta ao arco .db. *pera* 90 [ao sino do *que* falta ao arco bc *pera* 90]¹¹ multiplicaremos ho *primeiro* destes quatro numeros proporçõaes que he o sino todo em o quarto que he 86602 sino de .60. graos que faltã ao arco .bc. *pera* 90. e faraõ 8660200000 estes partiremos por o segundo numº que he 99996 sino de .89 .graos e meo que faltaõ ao arco .dc. *pera* .90. e viraõ na partiçaõ 86605 que seraõ sino do que falta ao arco .bd. *pera* .90. *scilicet* 60 graos e hũ quinto de hum minuto de hũ grao. E asi .db. tera 30 graos menos hum *quinto* de hũ minuto.

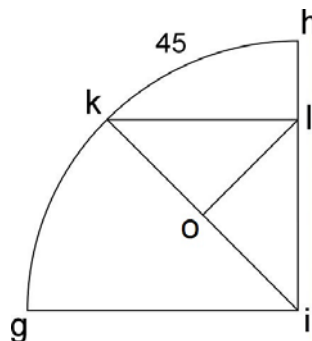
¹¹ Acrescentado ao texto.



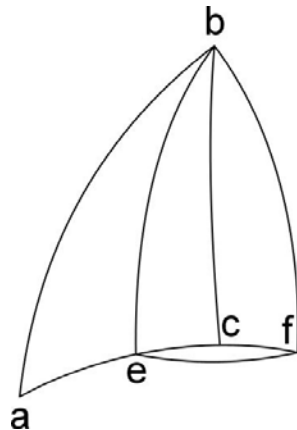
E por que este quinto de minuto he cousa muy piquena de que nas tauoas dos sinos naõ fazemos mençaõ, bẽ poderemos tomar .bd. per .30. graos posto que na verdade verissimamente falando isto naõ posa ser pois .bc. que jaz de fronte do angulo reito tem somente 30 graos. e neçesareamente he maior que db. pello quall pois tomamos db. per arco de 30 graos sera logo o arco ad. arco de hũ grao. Item no triangulo .adc. a proporçaõ que tem o sino todo ao sino do que falta a d.c. pera 90. esa tem o sino do que falta ao arco .ad. pera 90 ao sino do que falta ao arco .ac. pera .90. Multiplicaremos por tanto os dous sinos que saõ ho segundo e ho terçeiro numero hum pello outro *scilicet* 99984 per 99996 e faraõ 9998100048 estes partiremos per 100000. e viraõ na partiçaõ 99981 que he sino de .88. graos e 53 *minutos* que tera o que falta ao arco .ac. pera .90. e asi tera .ac. hũ grao e sete *minutos* E por que do sino do angulo .dac. ao sino todo [p. 27] he como do sino de dc. ao sino de a.c. multiplicaremos o sino todo que he o segundo numero proporçional per o sino de .dc. que he o terçeiro e faraõ 87250000 estes partiremos per 1948. sino de hum grao 7 *minutos* que tem .ac. e viraõ na partiçaõ 44790 o qual numero sera o sino do angulo .dac. E porque este sino Responde a 26 graos .36. *minutos* sera portanto o angulo .dac. que faz o meridiano no ponto .a. cõ ho arco .ac. que poem por Rumo de nordeste sudueste angulo de 26 graos .36. *minutos* que he mais nor nordeste que nordeste, pois estaa mais perto delle principalmente que o arco que sae do equinoçial que elle lança por nor nordeste tem casi outro tanto por que heraõ .26. graos e 23 *minutos* como açima demostramos per sua conta conforme a demonstraçaõ. Pello qual nã he despantar se a linha que lança por nordeste nã toma mais de leste a oeste que hua quarta do equinoçiall. e se ella de grao em grao per que se muda a altura fora fazendo angulos de 45 graos como requer o nordeste manjfestto he que cercara o globo do

maar e da terra como no meu tratado escreuj que elle |Rprende| E por este mesmo modo de demostrar se podera fazer |experençia| de qual Rumo dos outros pello qual constara quã fora saõ de Rumos nẽ soamente de o parecerem.

Mas pera mais abastança quero demostrar se o angulo .dac. fora de 45 graos como era necesario, quanta fora a deferença dos meridianos, antre os pontos .a. e .c. manifesto he que o arco .ac. corta ao parallelo que pasa per .c. no ponto .c. por que se fosse cõtigente pois o meridiano .bc. passa pellos polos do parallelo, pasaria tambem pellos polos do circulo .ac. como se proua pella 6^a do segundo Livro de theodosio E asi seria o amgulo .acb. reito pella proposiçaõ 19 do primeiro Livro. E porque a proporçaõ do sino todo ao sino do angulo .bac. de 45 graos he como do diametro do quadrado a seu lado como parece nesta figura em ha qual sendo .kh. 45 graos o semidiametro .ik. que he o sino [p. 28] todo tera com .kl. sino de 45 a proporçaõ que ha antre o diametro e o lado do quadrado.



E sendo o angulo [.a.]c.b. Reito a proporçaõ do sino todo ao sino do angulo .bac. de 45 graos, he como do sino de .ab. ao sino de .bc. seria portanto a proporçaõ do sino de .ab. ao sino de bc. como do diametro do quadrado ao seu lado E porque do sino de 45 graos ao sino de .bc. arco de 30 graos he como do diametro do quadrado ao seu lado como parece pella mesma figura na qual se partimos o semidiametro .ik. pello meo no ponto .o. e do ponto .o. ao ponto .L. leuarmos linha derecha facilmente se prouara que .kl. sino de 45. e .ko. que he igual ao sino de 30 graos, pois he a metade do semjdiámetro ficã na proporçaõ que ha antre ho diametro do quadrado e o seu lado. Daquj se segue pella nona proposiçaõ do quinto Livro de Euclides, que ho sino de 45 graos seria yqual ao sino de .ab. o qual .ab. pusemos ser arco de 3i graos.



E porque isto he imposiuel tambem sera imposiuel que ho circulo cujo arco he .ac. seja contingente ao paralelo que pasa *per* c. mas cortalloha. sejam hos dous pontos em que o corta .c. e .f. leuando por diante o arco .ac. ate .f. e partiremos ho arco .cf. pello meyo no ponto .e. do qual leuaremos arco de çirculo mayor ate ho ponto b. e de .f. *pera* .b. tambem arco de çirculo mayor E sera neçesario o angulo .bec. ser reito per causa da igualdade dos dous triangulos .cbe. – .fbe. E porque a *proporçaõ* do sino todo ao sino do angulo .bac. que tem 45 graos de arco, he como do sino de .31. que tem ab. ao sino de |be| multiplicaremos 70710 sino de 45 em 51503 sino de .31. e faraõ 3641777130 estes partiremos *por* 100000 e viraõ na partiçaõ 36418 / sino de 21 graos 21 *minutos* e por que no mesmo triangulo .aeb. a *proporçaõ* do sino do que falta ao arco .eb. *pera* 90 com ho sino do que falta ao an[p. 29]gulo .bac. *pera* 90 he como do sino todo *pera* o sino do angulo |abe| multiplicaremos 70710 segundo numero em 100000 terçeyro e faraõ 7071000000 estes partiremos *per* 93137 sino de 68 graos e 39 *minutos* que faltaõ ao arco |eb| *pera* 90 e viraõ na partiçaõ 75920 que he sino de 49 graos 24 *minutos* os quaes valera o angulo |.abc.| Item por que a *proporçaõ* que tem o sino do que falta ao arco .eb. *pera* 90 com ho sino todo, esa tem o sino do que falta ao arco .bc. *pera* 90 com ho sino do que falta ao arco .ce. *pera* 90 |multiplicaremos| 86602 sino de 60 graos *que* faltaõ ao arco .bc. *pera* .90. em 100000 e faraõ 8660200000 estes partiremos *por* 93137 sino de 68 graos 39 *minutos* e viraõ na particaõ 92983 sino de 68 graos 25 *minutos* os quais tiraremos de 90 e ficaraõ 21 graos e 35 *minutos* que vallerá o arco .ce. E por que a *proporçaõ* que tem o sino do arco .cb. com ho sino de .ce. esa tem o sino todo

com o sino do angulo .cbe. multiplicaremos 36785¹² sino de 21 graos e 35 minutos que tem .ce. por 100000 e o que somar partiremos por 50000 sino de 30 graos que tem .bc. e vyra na partiçãõ o dobro de .36785. que he 73570 a este numero Respondem de arco de 47 graos. 22 minutos os quaes vallera o angulo .cbe. estes tiraremos de 49 graos 24 minutos que achamos que val o angulo .abc. E ficarã dous graos. 2 minutos por valia do angulo .abc. De sorte que pera o arco .ac. fazer no ponto .a. com o meridiano angulo de 45 graos que se deue ao nordeste hera necessario que a distancia dos meridianos dos dous pontos .a. e .c. fose 2 graos .21 minutos e naõ hũ grao somente como elle pos, pera que o Rumo do nordeste, naõ fose çercando o globo do mar e da terra como no meu tratado escreuj.

SEGUNDA PARTE

Agora sendo ja per mĩ demonstrado os Rumos que pellas tauoas [p. 30] e septimo *capitulo* lança serem falsos E que as Regras de cartear que no cabo da obra poem todavia seriam falsas posto que os Rumos fosem |verdadeiras| nesta segunda parte Responderei aos primeiros capitulos e proposições de seu tratado, pera que conste se per elles se podera Rumar algũ globo. E primeiramente digo que a difiniçãõ de Rumo posta no *primeiro capitulo* comprehende estas cousas *scilicet* que possa aver linha curua no globo que naõ he çirculo. E que em todollos seus pontos a possam tocar sem a cortar circulos mayores. E que em todos estes pontos da contigência possam fazer os meridianos com os circulos mayores contingentes angulos iguaes hũs a outros. E que per esta Razaõ a tal linha curua seja Rumo as quais cousas todas ouuera de prouar serem posiueis, e prouada a posibillidade, ouuera de emsinar a lançar a dita linha. mas |elle| quer que tudo isto se Rçeba per difiniçãõ sem proua allgũa.

No segumdo *capitulo* quer prouar que o Rumo de leste oeste seja çirculo, mas bem olhado quando alguã cousa demostrase seria isto que se se der huã linha curua no globo a qual toquem circulos mayores per todos seus pontos sem a cortar E isto per tal arte que os meridianos que pasam pellos pontos da

¹² À margem está escrito o valor “36185”. Contudo, o valor correcto é 36785.

contingência, façã com os ditos circulos mayores contingentes angulos reitos esta tal linha curua sera hũ çirculo, cujos polos saõ os polos do mundo, mas disto naõ se segue que seja Rumo nẽ Rumo de leste oeste senaõ presupondoo per sua definiçaõ. E pois per fim da geometria que pera isto traz ho auia de presupoer |mais| leue lhe fora dizer asi. Todo circulo paralelo he Rumo de leste oeste pois lhe compete a definiçaõ, que he ser linha curua com todas estas comdições *scilicet* que os circulos mayores contingentes ao tall paralelo fazem nos pontos de contingência angulos Reytos com os meridianos. E se me diser que elle nã quer *prouar* no seu segundo *capitulo* esta prepusiçaõ todo circullo paralelo he Rumo [p. 31] de leste oeste senaõ a sua comuersa a qual he todo Rumo de leste oeste he çirculo paralelo, sera maa desculpa porque |ouuera| de *prouar* primeiro esta per sua definiçaõ. Todo çirculo paralelo he Rumo de leste oeste e emtam a sua comuersa seria logo *prouada* per esta arte, ponhamos um pee do compasso sobre hum dos polos do mundo e alcançemos com o outro ao Rumo de leste oeste que dizem que naõ he çirculo e |segundo| aquelle interuallo descreueremos hũ çirculo o qual se vay sempre per cima do Rumo segue-se que o Rumo he çirculo e se diserẽ que naõ vay segue-se que de hum mesmo pomto onde o circulo e o Rumo se ajuntam, o qual naõ he polo do mundo saem duas Rotas pera diuersas parte e cada huã he Rumo de leste oeste o qual nesta materia he imposiuel e o contraditorio poria eu por prinçipio se nisto escreuese sem lhe *prouar* *proua* alguma /asi que pois se avia de socorrer a definiçaõ pudera todo *prouar*, per ella sem mais geometria/quanto mais que ainda isto naõ demonstra *scilicet* que se se der hũa linha curua no globo, aa qual sejam contingentes circulos mayores e os meridianos fezerem com os circulos contingentes angulos Reitos nos pomtos da contingencia a tal linha curua sera çirculo E usarei da sua mesma figura por que asi he necessario pera lhe mostrar em que peca {sua demonstraçaõ, e escusar Relatalla de} ¹³ prinçipio, por que nẽ esta minha {Reposta serue, nẽ se poderá} ¹⁴ perfeitamente emtemder, se nã vendo primeiro o seu tratado e devem andar ambos juntos Digo que o circulo .KeL. tocara ao çirculo .def. no ponto .e. |como| elle diz mas quando logo diz e ficara o circulo KeL. dentro do Rumo isto se lhe negaraa e elle naõ ho *proua* consistindo aqui todo o pesso da demonstraçaõ. Por

¹³ Texto sublinhado.

¹⁴ Texto sublinhado.

que dira o aduersario que se ho arco .oe. he ho menor que pode aver do polo .o. ao Rumo ho çirculo .KeL. ficara dentro do Rumo e se ho arco .oh. he o maior que pode |ujr| do polo .o. ao Rumo ho arco .mhn. caira de fora do Rumo e se ho arco .oe. naõ he o menor nẽ .oh. he o maior, mas todauia .oe. menor [p. 32] que |.oh. ho| arco ke ficara dentro do Rumo E o arco .eL. que he parte do mesmo circulo caira fora do Rumo e bem asi o arco .mh. ficara dentro do Rumo e .hn. caira de fora e finalmente tanto que ho aduersario der o arco .oe. ser menor que .oh. quer seja minimo e .oh. maximo quer naõ concedera que .op. he mayor que .oe. e menor que .oh. mais dira que os circulos .spt. posto que contingente no ponto .p. ao circulo .qpr. nem todo passa per fora do Rumo nẽ todo per dentro porque .sp. cae dentro do Rumo e .pr. vay per fora Do qual naõ se segue nenhũ dos imposiueis que infere contra ho que he pello aduersario concedido. e desta sorte cortaõse o circulo .spt. que se lamcou e o Rumo no ponto.p. E cada hum delles he contingente ao circulo mayor .qpr. no mesmo ponto .p. E porque os angulos da contingencia que faz o circulo mayor com ho circulo que se llança segundo ho interuallo .op. sam ambos iguaes de huã parte e da outra e hũ dos amgulos da contingẽcia que ho circulo mayor contingente faz com ho Rumo fica parte de hũ dos ditos dous angullos yguais e ho outro comprehende ao outro com exçeso. segue-se *que* per esta Reposta do aduersario os angulos da contingẽcia *que* faz o circulo mayor contingente com ho Rumo sam desiguais que naõ avera por imposiuel defendendo que a dita linha curua naõ he circulo nẽ aqui pode auer lugar pera prouar que saõ iguoas estes angulos da contingencia do circulo mayor e da dita linha curua, o modo que temos pera demostrar a ygualdade dos angulos da contingẽcia que faz no plano qualquer circulo ou com a linha direita comtingente, ou com outros circulos ou os que faz no globo o çirculo mayor contingente a algum çirculo menor, por que isto se proua pella comũ sentença se de cousas yguais tirarmos cousas yguais *etc.* [mas]¹⁵ neste casso como naõ seja [p. 33] a dita linha curua de que falamos ser circulo menos se dara que hos angulos que faz o meridiano cõ ella sejam iguais.

No terceiro *capitulo* diz que os outros Rumos que naõ saõ leste oeste entram nos polos, e pera isto faz huã figura de muitos Riscos per que cuida que o demonstra.

¹⁵ Acrescentado no texto.

porque trabalha por demostrar que o arco .ei. he menor distancia do polo e que o arco eo e ef menor que ei. pello qual diz que desta sorte ficara demonstrado que estas distancias do polo saõ cada uex menores, e iraõ asi sobindo ate chegarẽ ao polo e presuposto que aja esta linha curua cõ as condições que diz na sua definição, e posto que demonstrara que as taes distancias dos pontos do Rumo ao polo sam cada uex menores, disto naõ se segue que ho Rumo chegue ao polo, porque ainda que a dita distancia do pollo do horizonte ao polo do mundo seja finita, podemola jmaginar diuidida toda ella ou alguã parte sua em partes infinitas e cada vez menores, pera a parte do pollo. E asy naõ se seguiria que por os pontos do tal Rumo serem cada uex mais propinquos ao pollo chegue ao pollo. E portanto ouuera de ordenar sua demonstraçaõ per esta arte. Digo que este Rumo chega ao pollo porque se me diserẽ que naõ, acabe logo no ponto tal, antes do polo e *por* que dese ponto podemos aynda ir por diante por ese Rumo como a agulha nos amostra. segue-se que ho Rumo di en diante sera çirculo. ou tornara pera baixo, apartandose do polo e entaõ aqui prouar que qualquer cousa destas he imposiuel ou husando da sua [mesma]¹⁶ demonstraçaõ onde quais quer outros meos pera iso necesarios e finalmente colegir que a parte afirmatiua fica verdadeira a quall diz que chegaõ ao polo quanto mais que nẽ ainda demonstra a primeira cousa a qual he, os arcos que deçem do polo ao põto do Rumo serem cada uex menores. e sam tamtas as miudezas em que se pode quebrar a sua demonstraçaõ, que he muito grande [p. 34] emfadamento apomtalas. principalmente que qualquer que algũ ora leo alguã demonstraçaõ, o podera per si entender e a menor destas he, que ante de ter demonstrado que estes Rumos chegaõ aos polos. antes pera iso começa a querer demostrar a desigualdade das linhas, diz que o paralelo que manda lançar pello ponto i. segundo a quantidade de .ei. cortara ao Rumo outra uex, naõ constando ajnda ate onde o Rumo se podera estender mal se |pode| afirmar que fazendo hum paralelo com o interuallo .e.i. o qual o aduersario diz ser mayor que .eo. posto que corte ao Rumo no ponto .i. o tornara outra vez a cortar, e que naõ fica o Rumo {da parte de dentro Na fim deste *capitulo* 3º. o dito bacharel}¹⁷ zomba grandemente de mim e sem nenhu preposito. perdoe ho *Deus*.

¹⁶ Texto acrescentado.

¹⁷ Texto sublinhado.

A Demonstração que faz no quarto *capitulo*, pera provar que os Rumos que não forem leste oeste ou norte sul não podem ser circulos he verdadeira presuposto que os taes Rumos chegaõ ao polo por que como quer os angulos que os meridianos fazem com ho Rumo sejam igoaes, se o Rumo fosse circulo pois chega ao polo cada hũ destes angulos seria ygual ao que faz outra vez o meridiano cõ ho Rumo no ponto do polo E por que no meemo polo ficaõ hũs angulos partes dos outros, seguirsehia este imposiuel, que he a parte ser igual ao todo, esta he a Rezaõ de sua demonstração Mas quem teuer que a linha curva a que chama Rumo com as condições da difinição. he imposiuel auella pois elle não proua que a aja. dira que bem proua ser imposiuel que seja circulo, porque he imposiuel avella y tem presuposto que seja posiuel avella e que a aja a de[p. 35]mostração nam comcruye, senão por aquela parte do Rumo que se da chegar ao polo, o que elle não demonstra no *capitulo* passado, por que tendo que o tal Rumo he circulo, mas que não chega ao polo a sua demonstração que neste *capitulo* faz nã ha niso lugar. e se teuermos que he composto de arcos de circulos outrosi a demonstração não proua cousa alguã. senã daquele arco que chegar ao polo. E dos outros arcos prouarsea ser imposiuel, mas isto somente pella difinicaõ por Razaõ das contingências que não poderam ser nos pontos honde hũ arco se ajunta com ho outro. {E posto que quem Responde a quem demonstra}¹⁸ não he obrigado a dar Rezaõ do que Responde Digo que muy Raçionalmente se pode dizer, que o Rumo não chega ao polo. e pello conseguinte esta demonstração do 4º *capitulo* não tem vigor, pois não proua senão da parte terminada ao polo, que allem de o não ter demonstrado he falso, porque se ho Rumo se terminase ao polo, presuposto que pello Rumo per que ymos podemos tornar ao seu contrairo, que he outro principio que se eu na materia escreuese poria por mais noto que quantos elle poẽ. segue-se que sairiamos do polo, e não pello Rumo de norte sul, que he imposiuel. E se me disserem que isto he grande puntualidade ou miudeza, por que quando se entra no polo he con hũa parte de Rumo tam pequena que não se olha a yso. e ho Rumo per que se vay nauegando, nã he indujsiuel e portanto que não he necessario especular isso, etc. A iso Respondo que asi he a verdade mas a sua

¹⁸ Texto sublinhado. Nota à margem, noutra letra: “não entendo a razão com que o grande Pedro Nunes dis isto, saluo se |quer| dizer que |demonstrar| a falsidade na demonstração de quem demonstra e não responder com razão e sem prova demonstrativa”.

demonstração não pode provar ser impossível que o Rumo ou parte sua seja círculo senão por Rezação daquela parte grande ou pequena, com que se entra no polo yndo sempre por ela fazendo angulos yguais distintissimamente do Rumo de norte sul, e se isto não ho ha, como não ho ha, não prova a sua demonstração que o Rumo não seja [p. 36] círculo. E se eu no *capitulo* passado dei ordem como se provasse *que* ho Rumo chega ao polo, não |fallei niso| denominadamente porque não escreuo na materia não digo nada de Rumos. *nem* menos determino aqui *nem* determinei no meu segundo tratado a deferença dos meridianos, que cabe a cada hum Rumo, no qual falei exemplarmente. Mas daualhe melhor caminho do que elle leua o qual todavia tem Reposta. por que deziamos asi. se ho Rumo não chega ao polo, acabe logo no ponto tal antes do polo a isto avemos de Responder, que ho Rumo não chega ao polo, pella Rezação que pera iso dei, mais chega a qual quer ponto antes do polo, pois de qual quer ponto se pode hir adiante pelo mesmo Rumo. E *portanto* não avemos de consentir que acabe no ponto tal antes do polo, pello qual não se podera concluir que o Rumo chegue ao polo como cuidou que demonstrava no *capitulo* pasado, *nem* provar que não seja círculo como cuida que prova neste.

E porem muy facilmente se podera mostrar que o Rumo não he círculo posto que tenhamos que não chega ao polo, usando da mesma figura sua per esta arte. Por que se o tal Rumo que não he leste oeste, não norte sul he círculo, tomemos hum polo seu como ensina theodossio na proposição xxxj do *primeiro Livro*, e lançemos pelo polo do mundo .o. E pello polo do círculo que asy achamos hũ meridiano, E seja este tal meridiano .od. ou outro qualquer que o corte por que necessariamente o meridiano que passar per ambos polos *scilicet* do mundo e do Rumo ho |ade cortar|. e por husarmos da sua figura, seja este meridiano .od. seguese pella proposição dezanoue de theodosio no *primeiro Livro* que os angulos no ponto .d. serão Reitos E porque como elle mesmo demonstra todollos angulos que os meridianos fazem cõ [p. 37] ho Rumo são iguais hũs a outros, farã portanto todollos meridianos que cortam ao Rumo com o dito Rumo angulos reitos pelo qual pella proposição 17 do *primeiro Livro* de theodosio em cada hũ dos meridianos que cortam ao Rumo estara o seu polo E asi sera necesario que o seu polo seja o ponto onde todos se ajuntam que he o polo do mundo que he

imposiuel porque seria circulo de leste oeste contra o presoposto e asi naõ poderia ter polo fora dos polos mundo.

O quimto *capitulo* com as suas proposições he hua grande emborilhada porque em mathematicas naõ esta o dereiro fazerse curuo nẽ o curuo dereito. e se fora de mathematicas queremos fazer curua huã linha direita emcuruando por algum emgenho que naõ pode ser perfeito e pontual aquele corpo em que a tal linha direita estaa, naõ somos çertos que depois de curua lhe fique a verdadeira quantidade que tinha *por* que ho emcuruar o dereito ou emdereitar o curuo naõ se pode fazer sem rarefação e condesação. isto he comũ em philosophia O que em mathematicas consiste he proposta huã linha curua achar huã direita sua igual e a amuersa Mas ate oje naõ he isto achado. Archimedes trabalhou mujto nisto e naõ lhe deu cabo porque somente demostrou que a proporção que tem a çircunferencia do çirculo ao seu diametro he tal, que ho contem tres vezes e menos que huã setima *parte* do diametro, mas mais que dez partes de 71 em que se Reparte o diametro, alem das tres vezes inteiras. de sorte que se continuarmos ho diametro tres vezes, e lhe acreçentarmos huã parte menor que septima e maior que $\frac{10}{71}$ esta tal linha direita sera igual a circumferencia do çirculo. mas ajnda [p. 38] [nã he sabido]¹⁹ que parte he esta que avemos de acrecentar. E por esta causa naõ sabemos fazer direita ygual a curua. posto que saybamos hordenar figuras dereitas iguais a alguas curuas como demostrou hypocrates chio da lua do quadrante do circulo, e e Archimedes no tetragonismo da figura que faz a sectan conica com a linha direita. Mas na primeira proposiçaõ deste quinto *capitulo*, ho dito Bacharel sem nenhũ scrupulo mathematicamente demonstrando diz que emcuruemos a linha *dereita* que como dise he cousa fora de mathematicas. E na segunda toma linha direita igual a curua que posto que os mathematicos ajam por posiuel, naõ he demonstrado como se faça. Diz tambem na segunda que notemos na direita .a.c. os mais pontos que podermos. Crara cousa he que podemos notar nella quantos quisermos pois saõ infinitos mas notar muitos ou poucos que faz pera a demonstraçaõ. ora demonstrar em triangulo|s| de linhas curuas sphaeraes pondo huã figura em çima da outra como elle faz nũca se fez. Eu posso dizer dos

¹⁹ Texto acrescentado.

que Vy. que são Euclides, Theodosio, Mileo, ptolomeo Albategni, gebre Monte rregio, Vernerio, não achei em nenhũa destes, que pera demonstrar hũa cousa em sphaera, mande por hũ lado ou angulo sobre outro, nẽ somente pera demonstrarẽ a proposiçaõ semelhante aa quarta do primeiro Livro de euclides o fazem, que parecia cousa pera fazer. allem disto o angulo .a. não pode quadrar com ho angulo .d. por que hũ he contheudo per arcos de circulos que se fezeraõ das linhas dereitas e ho outro [p. 39] per arco de circulo e per Rumo o qual elle mesmo diz que não he circulo nẽ composto de arcos de circulo. Mais como sabe que huã linha curua podera tocar todas aquelas porçoẽs de circulos que se fezeraõ das metades das dereitas que se emcuruaraõ por que per uentura as distançias dellas ao basis .b.c. as quais despois de emcuruadas ficam por partes de meridianos, ou por ficarẽ alguãs dellas em comparaçaõ das outras maiores do que comuẽ ou per outra alguã caussa que nos he ignota, não se conformarã de tal sorte que huã linha curua possa yr tocando todallas partes nos pontos donde se fezeraõ os angulos sphaeraes. E posto que asi fose o que tudo nos he ignoto ajnda não sabemos o que seria dos outros pontos da tal linha curua antre os pontos que asinamos *scilicet* se os çirculos maiores contingentes faraõ com os meridianos yguais angulos aos outros. E per nenhũa modo se segue que se venhã a juntar .c. e .f. nem que caira .b.c. justamente sobre .ef. E *por* tanto não se segue que fiquem yguais .bc. e .ef. que he a sua concursaõ da qual elle depois tira que asinando no globo as deferenças de meridianos que amostra a carta as linhas que comtinuarẽ os pontos ficaraõ por Rumos.

Na terceira proposiçaõ torna a por duas linhas dereitas yguais a dous arcos de çirculos maiores a qual cousa como açima dise se nã sabe fazer per geometria, e he sabido que nem ainda por movimento as podemos fazer yguais. E posto que os mathematicos Recebaõ ser possiuel que a [p. 40] linha direita se iguale a curua, nenhũa demonstrou esta possibilidade Diz mais que se faça hũ angulo reitilineo sobre hum ponto de huã linha direita semelhante a hũ angulo sphaeral porque como se ha ho angulo |.be.| Reito sphaeral ao angulo sphaeral feito no ponto .a. possiuel he auerse ho angulo .e. Reito e de linhas dereitas a huã quarta quantidade do mesmo genero, por que isto he principio muito manifesto de Archimedes na quadratura e de Theom no xij de Euclides. O principio que Theom poem. E de

que archimedes usa he este aa letra, posto per campano no principio de Euclides como se ha huã quantidade a qualquer outra de seu genero asi se auera qualquer terceira a alguã quarta de seu genero a qual allega na segnnda [sic] proposiçaõ do [xij] mas nẽ elle nẽ Theom nẽ archimedes naõ se aproueitaraõ do dito principio senaõ muj geralmente per esta arte. Dizem Theom E campano se deste quadrado a este quadrado naõ ha aquella proporçaõ que ha deste çirculo a este çirculo seja logo deste quadrado a este quadrado como deste çirculo a huã area ou maior ou menor que ese circulo de qualquer forma ou figura que seja E asi pintãõ esta area de diferente figura que çirculo. e esta mesma via leua archimedes. o qual poem por quarta cantidade hũ espaço. De sorte que naõ quiserã Dizer asi seja logo deste quadrado a este quadrado como deste circulo a algum outro circulo, como elle faz aplicando este prim[p. 41]cipio a angulos, por que se o asy puseraõ ficaua o dito principio mais limado e particular E portanto menos noto, pollo qual pudera se lhes negar, e ja tiueraõ neçesidade pera iso de demonstraçaõ. Mas pera que he prouar per testemunhas ser posiuel huã cousa tam facil de fazer e demonstrar. se queremos fazer angulo Reitilineo semelhante a spherical estendamos os arcos do espheral ate serem quadrantes e façamos sobre o ponto do angulo como sobrepollo hum çirculo maior e imaginemos hum plano que toque ao globo no mesmo ponto como he neçessario ser pella terceira do *primeiro* de Theodosio. ho eixo da sphaera que vem do centro a este ponto que fiz pollo, sera perpendicular sobre o dito plano pella 4^a e outrosi perpendicular sobre o plano do çirculo que descreuemos pella 10^a e estes dous planos serãõ equidistantes pella proposiçaõ [xiii]º do *Livro* xjº de Euclides. estendanse os planos dos circulos que contem ao angulo spherical e cortaraõ ao plano contingente e ao plano do çirculo que descreuemos e as comũs cortaduras seraõ linhas dereitas *per* Euclides. e faran dous angulos reitilineos hum no centro da sphaera, e o outro no ponto do contacto sobre o plano cõtingente. e seram ambos iguais pella x^a do xjº por que as linhas que os contem Respondente a Respondente saõ equidistantes pella [xbj^a]. E porque o arco que Respõde ao angulo reitilineo sobre o centro da Sphaera respõde outrosi ao angulo spherical, e a proporçaõ que tem [p. 42] cada hum delles ao seu Reito he como do mesmo arco a quadrante segue-se que asi o angulo reitilineo no centro como o *que* fizemos de fora no plano contingente, he semelhante ou proporcional ao spherical asinado. Alem do sobredito pera

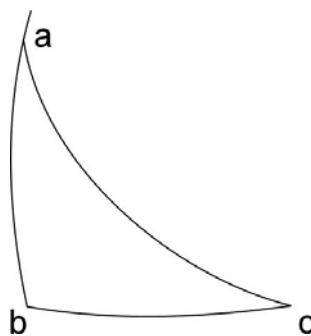
demonstrar o intento da mesma terceira proposição proua pella segunda que |.ef.| e .bc. são iguais a qual não demonstra cousa alguma.

A quarta proposição he toda fundada na terceira e a terceira na 2^a e o que diz no fim della, que asi ho demonstra Euclides no quinto não quer dizer que esta proposição seja demonstrada per Euclides, mas que pello quinto de Euclides se colige a conclusam prosuposto ho de cima, e isto per causa das proporções serem iguais.

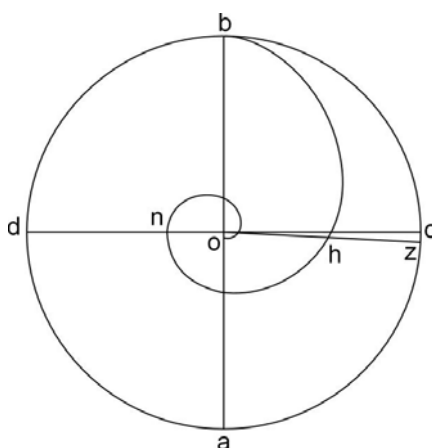
Na quinta proposição toma por fundamento que todo Rumo entra nos polos nam sendo de leste oeste, o que elle nam demonstrou. E Diz mais que ponhamos a linha .l.n. direita igual com o arco .df. mas nunca o demonstrou. Por que no fim da primeira proposição diz som^{te} estas palauras se encuruarmos as taes linhas dereitas sobre os çirculos ficara demonstrado o que queriamos. Dahy em diante vai alegando a segunda e a terceira. E vay teçendo sua demonstração comparando linhas dereitas a curuas que diz serem iguais, e faz isto tam sem escrupulo, como se o teuera demonstrado *por* meos euidentissimos.

Item no sexto *capitulo* querendo collegir conforme aos pasados quã[p. 43]tos graos per deferença de meridianos se pasaram partindo do equinocial per qualquer Rumo ate chegar ao polo. Propoem isto quasi per estas palauras que sam asaz craras. e decrarase per outras que sam improprias, e nam intelligiueis. Diz asi Quero dizer que graos do equinocial tomaram antre si, o Rumo que se estender de algum ponto do equinocial, com a quarta do meridiano que no polo faz com o çirculo vertical contingente ao dito Rumo angulos igual, aos angulos que sobre o dito Rumo fezerem, os outros meridianos com semelhantes circulos maiores verticaes. Mas pois o cabo do Rumo he o polo como elle cuida, eu nam sey como imagina que no ponto que he fim de huã linha que se nam pode mais estender, posa ser contingente algum çirculo mayor. Porque pella mesma Rezaõ que me disserem que hum circulo mayor he ho contingente, o sera qualquer outro que nam cortar ao Rumo. Do qual se segue que pois este circulo contingente he outrosi meridiano poderemos por indeferentemente quantos graos do equinoçial quisermos pello que tomaõ antre si o Rumo que se estender de algum ponto do

equinocial com a quarta do meridiano. E tambem se o çirculo maior vertical contingente ao Rumo nos amostra qual seja o Rumo se nordeste ou noroeste, ou se he mea partida. ou quarta. e qual dellas he, pois o çirculo maior vertical contingente ao Rumo no polo he outrosi meridiano que vai de polo a polo, nam se podera por tanto entrar no polo nem sair delle senam pello Rumo de norte sul. e falso sera dizer que os outros Rumos que nam saõ norte sul e leste oeste posaõ chegar ao polo, que elle cuida ter demonstrado no terçeiro *capitulo*. [p. 44] E por qualquer Rezaõ destas duas alem do que diz neste *capitulo* se fundar na segunda proposiçao que nem demonstrou, se pode bem collegir que nam collige o que propoem neste sexto *capitulo*. Por que pois .ca. nam he hum mesmo Rumo ate o polo, nam haõ neste triangulo lugar a *segunda* e *terçeira* proposiçaõ. E se o çirculo contingente ao Rumo no ponto a. pode ter diferentes sinus nam tem o arco do equinocial .bc. çerta e determinada quãtidade. Mas Ponhamos tudo isto a parte e vejamos o que se segue que he huã boa emborilhada. diz que sendo .ab. arco de meridiano de 90 graos e o angulo .c. de onze graos e 15 *minutos* que he ha ualia de huã quarta a que chamamos oeste quarta ao noroeste que se representa pella linha ac. porque a proporçaõ dos lados he a que tem os sinus dos angulos como he demonstrado na *terçeira* proposiçaõ, fazendo lhe sua conta acharemos que .bc. arco do equinocial tera 452. graos e 27 *minutos*. De sorte que imagina que o leste quarta ao noroeste, e a quarta parte do meridiano, e os graos do equinocial que ha desdo ponto donde começa ho oeste quarta ao noroeste no mesmo equinoçial, ate outro ponto do equinocial em que acaba o *derradeiro* meridiano quando chega ao polo fazem hum triangulo como he .abc. em que ordena sua proporçaõ e conta.



E per esta sua geometria .bc. lado do triangulo que contem ao angulo reito .b. no equinoçial teria 452 graos e tantos *minutos* do equinoçial que he mais que todo ho circulo. Veja a sua mesma figura que neste sexto *capitulo* poem, em que estam debuxados os Rumos. e achara que ho oeste quarta ao noroeste leua [p. 45] esta figuração que aquy ponho, usando das mesmas letras *porque* o nomea. He per ella A linha curua .b.h.n.o oeste quarta ao noroeste, e o semidiametro que nesta figura sair do ponto .o. que representa ao polo e tirar da quarta .ca. dous graos e 27 *minutos* o qual seja .oz. Representara a quarta do meridiano. e todo ho circulo equinoçial com mais o arco .bz. *que* tem 92. graos e 27 *minutos* *pera* serem 451. e 27 *minutos*. sera o lado do triangulo que contem ao angulo reito o qual faz o meridiano com o equinoçial. Ora se isto asy he no globo como elle diz que semelhança tẽ isto com o triangulo .abc.? *pera* querer Inquirir e determinar quantos graos do equinoçial pase o oeste quarta ao noroeste ou leste quarta ao nordeste, nos quaes he imposiuel imaginar triangulo. E se lhe nam parece asy torne a uer a sua *segunda* *proposiçaõ* em *que* quer *prouar* pella igualdade de dous lados que contem angulo reito no triangulo reitilineo e no spherical respondente a Respondente sendo os outros angulos semelhantes, que os outros dous lados *que* tem os mesmos angulos reitos tambem saõ iguais, achara que isto *que* nella quer fundar e conforme a ella mesma pella terceira *proposiçaõ*

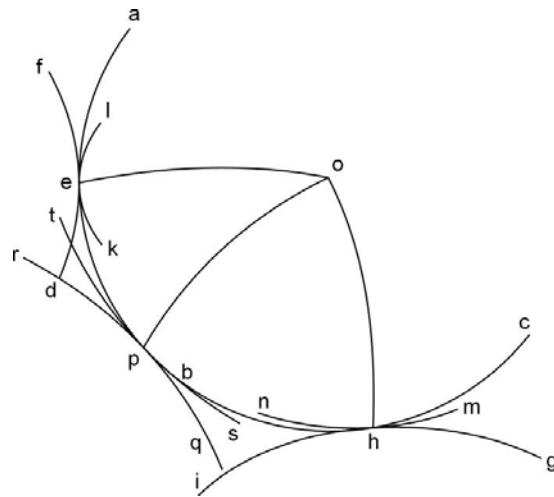


calcular he nam tam somente falso mas ñimaginauel e mais estranho ao entendimento que a chimera dos logicos. Pello qual pois as suas tauoas pellas quaes se haõ de asentar os pontos e per elles lançar os Riscos que haõ de ficar por Rumos [p. 46] sam calculadas per estes triangulos que nam ha nem quadraõ com

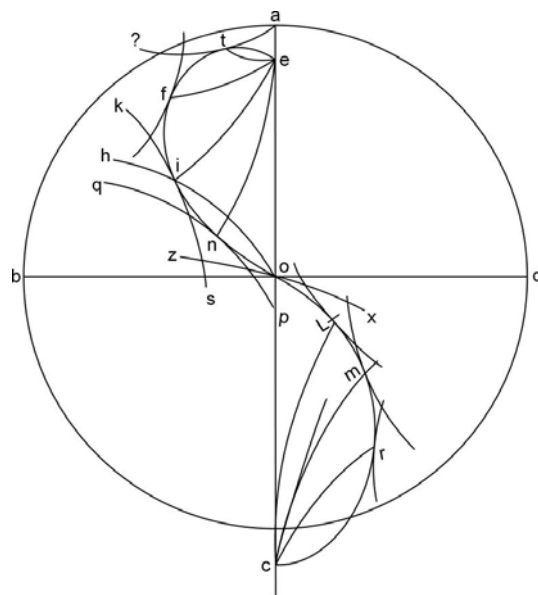
as suas mesmas proposições em que a obra vai fundada. Posto que lhe quisessemos conceder todo o demais que nesta minha Reposta lhe neguey. e consentisemos que os Riscos que manda lancar nam sam arcos de circulos, mas aquellas Linhas curuas que elle quereria [?] fosse, nam taõ somente posiueis mas lançadas per hum Angeo grandisimo mathematico, fica craramente per *mym* prouado que os numeros que nellas se contẽ nam saõ per verdadeiros meos calculados. Do qual se segue *que* o globo que per esta doutrina se Rumar sera falsamente Rumado. Ao outro modo que da no *capitulo* oitauo nam Respondo, porque elle mesmo nam confia tanto nelle como no outro. e tem os mesmos fundamentos. E Alguãs outras cousas podera apontar que hey por falsas. e Bem asi Responder aas outras Reprehensões. Mas escreuo nisto com algum pejo por que nam sey quam bem me pareçeraa atentar por iso. E naõ ja porque deua desprezar o saber de nenhuã pesoa. Mas escreuo com desgosto porque eu primeiramente nestas partes tratey a cosmographia per modos scientificos e ingeniosos, onde nam se sabia mais que buscar hum lugar em Ptolomeo e ler por Pomponio Mela. Achey como se tomase a altura do polo a toda ora do dia e outras cousas proueitosas *pera* a nauegaçaõ. Ensinej aos excelentisimos Príncipees o Ifante Dom Luys, o Iff. dom Anrrique e o Iff. dom duarte. Com as outras pesoas, nam fuy diffiçil nem taõ façil, *que* a sciencia per *mym* fose diminuida. Mas agora vendo que se leuantaõ nouamente homẽes que vaõ onde os nam chamaõ leuaõ o que lhes naõ pedem, falaõ [p. 47] em tempos que per ventura os naõ quereriaõ ouuir, prometem em todo lugar muy largamente mais do que se pode pedir. Dizem mal de meus tratados aproueitandose delles e usando muitas uezes de minhas proprias palauras e querendo falar em tudo danaõ tudo. Tenho determinado por esta Rezaõ acabando de alimpar alguãs obras que escreuy pasar meus estudos aa philosophia, e a largarlhes as mathematicas no estudo das quaes perdi a saude irremediaelmente.

[p. 48] figuraçaõ do 2º *capitulo*. no qual diz *que* a linha curua .a.b.c. seja o Rumo de leste oeste, e o põto .o. polo. e *que* do polo .o. venhaõ os meridianos .oe. .oh. *que* façaõ com os circulos maiores de .f.g.h.i. contingentes ao Rumo nos pontos .e. e .h. angulos reitos sobre o polo .o. com o Interuallo .oe. descreue ho

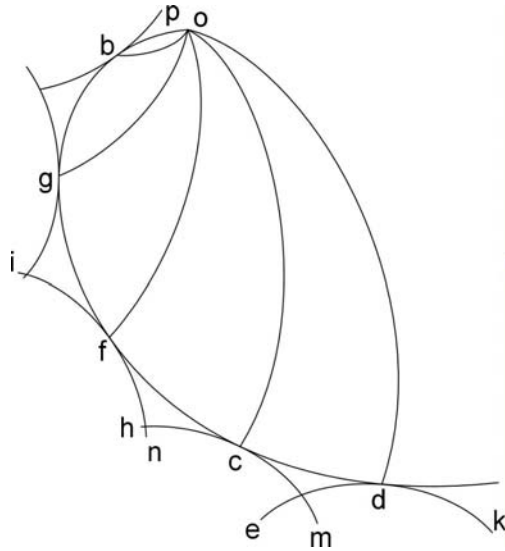
paralelo .kel. *que* diz que ficara dentro do Rumo. e segundo oh faz ho paralelo mhn. *que* diz que ficara fora do Rumo. Depois disto antre e. e .h. sinala o ponto p e lança o meridiano op. e o circulo qpr contingente ao rumo este arco op diz *que* sera neçesario ser menor *que* .oh. e maior *que* .oe e faz ho paralelo spt do qual arguie *que* ou caira dentro do rumo ou fora e tira o imposiuel



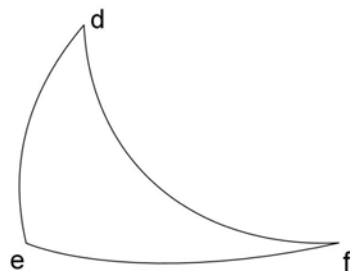
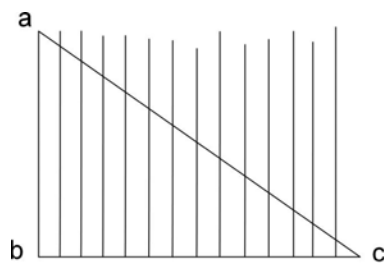
figuraçãõ do 3º capitulo na qual o circulo abd diz que represente ao horizonte .aoc ao meridiano .a.c. polos do mundo e o polo do horizonte. A linha curua f.i.o.mr. he ho Rumo *que* quer prouar *que* chega aos polos.



[p. 49] figuração do 4º capítulo na qual .obd. he o Rumo e o ponto .o. polo do mûdo. do qual vem os meridianos aos pontos das contingência.



da 2ª propesição do 5º capítulo.



E porque *senhor* nesta parte me pareceo *que* bastava confutar o que contra my se escreueo, *pera* que constase quã injustamente fuy reprehendido, por afirmar que todollos Rumos cercaõ ao globo. Seria agora cousa |conuemente| tratar como se deua Rumar o globo, *pera* correborar a dita *proposiçaõ per* verdadeiros *principios*. Do qual ficariaõ manifestas, asy no globo como na demonstraçaõ todas aquelas cousas em que a carta e o globo saõ conformes ou diferentes, e a verdade das distan[p. 50]çias dos meridianos, e quantidade dos caminhos, e todo ho de mais de que se pede rezaõ que acontece no nauegar. As quaes cousas determinarey quando *pera* .V.A me for mandado, e *pera* iso estou ofereçido ha muitos annos.

Análise matemática de algumas passagens do Manuscrito de Florença

No que se segue, emprega-se notação matemática moderna para expor o raciocínio seguido por Pedro Nunes nalgumas secções deste documento²⁰.

Para se conseguir uma boa aproximação a uma linha de rumo, é possível usar troços de arcos de círculos máximos, desde que esta utilização obedeça a regras concretas. Para Pedro Nunes isto seria claro mas para o seu crítico não²¹. Pegando no método proposto pelo bacharel, começa por demonstrar que os troços de arcos de círculo máximo que utilizada na construção da linha de rumo não são linhas de rumo. A propriedade principal e essencial das linhas de rumo é manter com os meridianos por que passam um ângulo constante, V , ao passo que usar troços de arcos de círculo máximo implica variações neste ângulo.

1. Usando esta propriedade, Pedro Nunes considera que se os tais arcos de círculo máximo fossem rumos, “o rumo por que vamos ao nordeste não nos serviria para tornar por ele ao sudoeste”, uma vez que no ponto em que um qualquer troço de arco termine, o rumo ou ângulo que este faz com o meridiano final já não será igual a um qualquer ângulo V inicial.

²⁰ O conjunto que figuras apresentadas baseia-se nas figuras originais do manuscrito. De notar que pretende dar uma ideia a mais aproximada possível da figuração original e como tal poderá apresentar algumas proporções incorrectas.

²¹ “(...) e isto se os riscos por que juntamos os (...) pontos que assinalamos, quizer que sejam arcos de círculos maiores, por que não o declara, e assim o deve entender (...)”, *Manuscrito de Florença*, p. 1.

Veja-se a figura 1. onde a e b são respectivamente os pontos final e inicial do arco de rumo inicial NE-SO, com ângulo de partida $\beta = 45^\circ$:

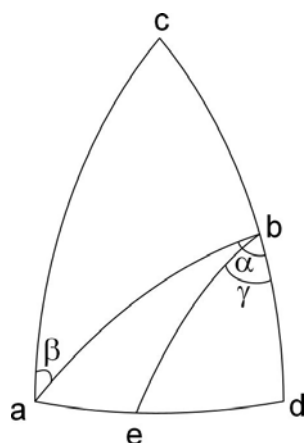


Figura 1. A linha \widehat{ad} é a equinocial, \widehat{ac} e \widehat{dc} são arcos de meridiano, c é o pólo, $\beta = 45^\circ$.

Seja $\widehat{ac} = \widehat{dc} = 90^\circ$, vem $\widehat{ac} + \widehat{bc} < 2\widehat{ac}$ donde, usando propriedades de igualdade entre triângulos esféricos, vem $\alpha > \beta$ ²². Necessariamente $\alpha \neq \beta$, ou seja, o ângulo de partida do ponto a , será diferente do ângulo de retorno do mesmo arco, mas partindo de b em direção ao ponto a . Tomando-se, no ponto b , um ângulo $\gamma = \beta$ sucede que, seguindo um rumo SO, o ponto de chegada à equinocial passa a ser e . Nunes refere a este propósito que no hemisfério norte, para uma igual variação em latitude, a variação em longitude é maior para um rumo NE que para um rumo SO, ou seja, $\widehat{ad} > \widehat{ed}$, verificando-se o contrário no hemisfério sul.

2. Em consequência do que foi demonstrado no ponto anterior, Nunes conclui que tomando-se sempre arcos com o mesmo ângulo de partida para construir o rumo, se verificam desigualdades entre os ângulos dos arcos de retorno, em função da latitude, ou seja, dois arcos de um mesmo rumo (com os ângulos de partida V iguais). Mas tomados em latitudes diferentes, obtêm-se diferenças para os ângulos de retorno.

²² Nunes refere-se a demonstração de Menelau de Alexandria (c. 70 d.C. - 130 d.C.), nas suas *Esféricas*. Facilmente verificado usando, por exemplo, as fórmulas dos co-senos.

Veja-se o processo com auxílio da fig. 1.3.2:

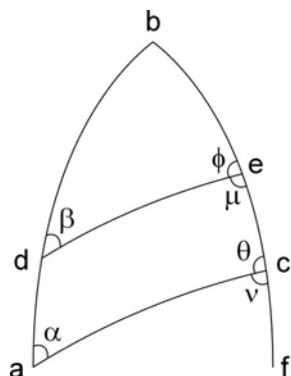


Figura 2. No esquema presente o ponto b é o pólo, \widehat{ab} e \widehat{bf} são arcos de meridiano, $\alpha = \beta = 45^\circ$.

sendo \widehat{ab} e \widehat{bf} ambos menores ou iguais a 90° e $\alpha = \beta = 45^\circ$, se se tomar a direcção $e \rightarrow d$ leva-se rota diferente da rota de direcção $c \rightarrow a$, isto porque se \widehat{ed} e \widehat{ca} fossem rumos iguais ter-se-ia $\mu = \nu$ e conseqüentemente $\phi = \theta$, pelo que teríamos necessariamente uma igualdade entre os lados dos triângulos Δ_{dbe} e Δ_{abf} ²³, o que constitui uma impossibilidade. Esta é uma propriedade válida para todos os rumos. Sublinha-se ainda que Nunes também demonstra que, neste caso, “no lugar que estiver mais perto do equinocial, será o ângulo do Rumo que havia de ser igual menor que no lugar mais longe dele”, ou seja, $\mu > \nu$.

3. Subseqüentemente, Nunes apresenta uma importante demonstração matemática que permite entender melhor a aplicação de arcos de círculo máximo na construção duma curva de rumo. Segue-se o seu raciocínio na sucessão de figuras seguinte (da fig. 2.3 à fig. 2.5). Segundo o relato do método de traçar rumos num globo do bacharel era necessário que as variações em altura e as variações em longitude, ou seja, entre meridianos consecutivos, se mantivessem constantes para cada rumo específico. Nunes prova que tal não se deve passar se se pretender rumar o globo correctamente. Propõe que se imagine a seguinte figura:

²³ “como é demonstrado por mileo e também por monte regio”, *Manuscrito de Florença*, p. 10. “Mileo” é corrupção do já referido Menelau.

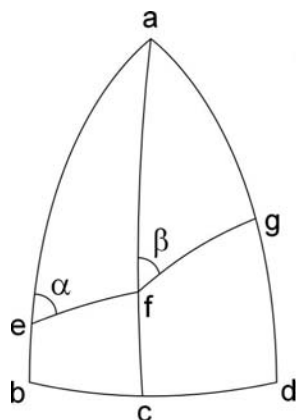


Figura 3. A linha \widehat{bcd} é a equinocial, \widehat{ab} , \widehat{ac} e \widehat{ad} são arcos de meridiano, a é o pólo.

Assim, $\widehat{ab} = \widehat{ac} = \widehat{ad} = 90^\circ$ e $\widehat{bc} = \widehat{cd}$. Tomem-se os pontos e e f , tal que $\widehat{ef} = \widehat{bc}$ e, naturalmente, $\widehat{fc} > \widehat{eb}$. Do ponto f parte um arco em direcção a um ponto $g \in \widehat{ad}$ com um ângulo β , de modo a que se tenha $\widehat{ef} = \widehat{fg}$. Assim, usando a técnica do bacharel, juntam-se estes dois últimos arcos e obtém-se um rumo \widehat{efg} . Nunes pretende aqui provar que, nestas condições, os respectivos ângulos de partida, ou seja, $\alpha = \widehat{aef}$ e $\beta = \widehat{afg}$, não podem afinal ser iguais. Para continuar a seguir os seus passos, imagine-se o ponto h no paralelo de f , e o ponto i no paralelo de g :

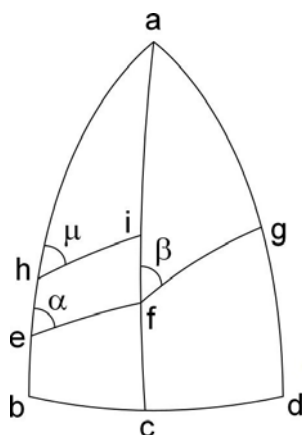


Figura 4.

Desta maneira $\widehat{ah} = \widehat{af}$ e $\widehat{ai} = \widehat{ag}$, donde $\mu = \beta$, com $\mu = \widehat{ahi}$. Daqui, se se provar que $\alpha \neq \mu$, ficará também provado que $\alpha \neq \beta$. Para tal, estendem-se os arcos \widehat{ef} e \widehat{hi} até um ponto exterior k :

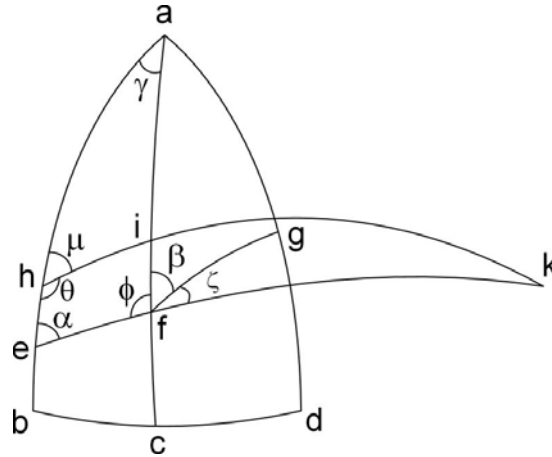


Figura 5. Diagrama completo.

e vem $\widehat{eh} = \widehat{fi}$ e daqui se tira que $\mu \neq \alpha$. Como α e μ são ângulos agudos, o ângulo $\theta = \widehat{ehi}$ será obtuso e $\widehat{ek} > \widehat{hk}$. Desta maneira $\widehat{hk} < 90^\circ$ e $\sin \widehat{hk} > \sin \widehat{ik}$, além de que, no triângulo Δ_{eaf} , os ângulos α e $\gamma = \widehat{bac}$ são agudos e assim $\alpha + \gamma < 90^\circ$. Pode-se assim concluir que, será necessário que $\phi = \widehat{efi} > 90^\circ$ e $\alpha < (\beta + \zeta) < 90^\circ$. Assim se infere que $\sin \zeta > \sin \alpha$, onde $\zeta = \widehat{gfk}$.

Para terminar a demonstração Nunes faz notar que, no triângulo Δ_{ehk} , se verifica:

$$\frac{\sin \widehat{hk}}{\sin \widehat{he}} = \frac{\sin \widehat{he}}{\sin k} \quad 1)$$

Por sua vez, no triângulo Δ_{ifk} :

$$\frac{\sin \widehat{if}}{\sin \widehat{ik}} = \frac{\sin k}{\sin(\beta + \zeta)} \quad 2)$$

e como $\widehat{he} = \widehat{if}$ vem também:

$$\frac{\sin \widehat{he}}{\sin \widehat{ik}} = \frac{\sin k}{\sin(\beta + \zeta)} \quad 3)$$

Usando a 22^a proposição do Livro V de Euclides, chega à proporção:

$$\frac{\sin \widehat{hk}}{\sin \widehat{ik}} = \frac{\sin \alpha}{\sin(\beta + \zeta)} \quad 4)$$

Já se tinha visto que $\sin \widehat{hk} > \sin \widehat{ik}$ e, forçosamente, $\sin \alpha > \sin(\beta + \zeta)$. Isto resulta numa impossibilidade, porque tinha já sido demonstrado que $(\beta + \zeta) > \alpha$. Daqui, é claramente impossível que $\alpha = \beta$, resultado que se tinha definido como sendo o objectivo desta demonstração.

Ou seja, quando a “altura vai crescendo igualmente e a diferença dos meridianos igualmente, é impossível o rumo ser igual nestas saídas dos pontos que por riscos ou arcos se juntam (...)”²⁴, ou seja, se na aplicação dos arcos de círculo máximo se mantiverem constantes os valores referidos introduz-se uma variação nos ângulos dos arcos sucessivos que, por definição, deveriam ser constantes. Nunes conclui e demonstra ainda que, à medida que há uma aproximação do pólo, os arcos determinam ângulos cada vez menores com os meridianos. Assim, de modo a estabelecer um rumo usando arcos de círculo máximo mantendo constante a variação da longitude ponto a ponto, deve-se ter em atenção que o valor da diferença entre meridianos sucessivos tem de ser um grau de liberdade.

4. Torna-se claro que a principal confusão do bacharel foi usar trigonometria no plano para tratar problemas no globo. Nunes, afirma que este procedimento não é correcto e que origina naturalmente um erro no método de rumar. Considere-se o triângulo plano:

²⁴ *Manuscrito de Florença*, p. 14.

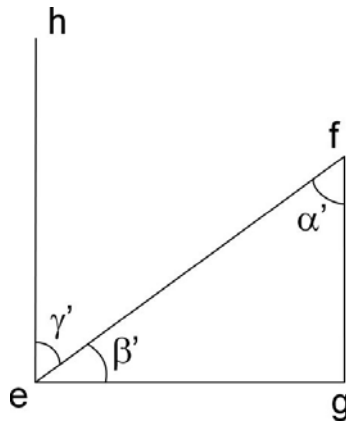


Figura 6.

onde $\overline{eg} = \overline{fg} = 1^\circ$ e $\alpha' = 45^\circ$. No globo, surge um esquema semelhante ao da figura anterior:

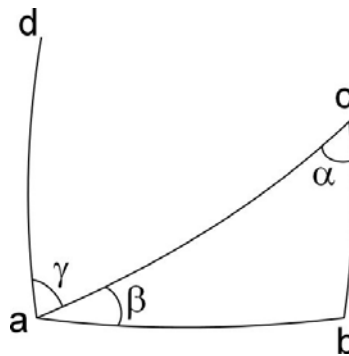


Figura 7. Triângulo esférico equivalente ao da figura anterior (Figura 6.), $d\hat{a}c = \gamma = \pi/4$.

Poder-se-ia, deste modo, estabelecer a relação de semelhança $\frac{\overline{eg}}{\overline{fg}} \sim \frac{\widehat{ab}}{\widehat{bc}}$.

Nunes faz uso de uma demonstração de Ptolemeu, incluída no *Almagesto*, e

chama a atenção para a relação $\frac{\widehat{ab}}{\widehat{cd}} > \frac{\sin \widehat{ab}}{\sin \widehat{bc}}$, donde chega naturalmente à

proporção $\frac{\overline{eg}}{\overline{fg}} > \frac{\sin \widehat{ab}}{\sin \widehat{bc}}$.

Uma vez que:

$$\frac{\overline{eg}}{\overline{fg}} = \frac{\sin \alpha'}{\sin \beta'} \quad 5)$$

e,

$$\frac{\sin \widehat{ab}}{\sin \widehat{bc}} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \quad 6)$$

vem:

$$\frac{\sin \alpha'}{\sin \beta'} > \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \quad 7)$$

Sabendo também que $\alpha > \gamma$:

$$\frac{\sin \gamma'}{\sin \beta'} > \frac{\sin \gamma}{\sin \beta} \quad 8)$$

Mostra-se assim a diferença entre um rumo na carta e um rumo no globo, ou seja, os triângulos Δ_{acb} e Δ_{efg} estão relacionados mas não são iguais. Nunes mostra inclusivamente que, nestas condições, a um rumo $\gamma' = 45^\circ$ na carta, corresponde no globo um rumo $\gamma = 43^\circ 42'$.

5. Com o objectivo de exemplificar como, à medida que se aproxima do pólo, este método de rumar o globo induz uma variação nos valores dos ângulos de partida dos rumos (que supostamente devem manter-se constantes), Nunes calcula o valor do ângulo α no seguinte triângulo (figura 8.). O bacharel pretende que este seja um rumo de NO, logo, se este valor for diferente de $\alpha = 45^\circ$, o seu processo não será correcto.

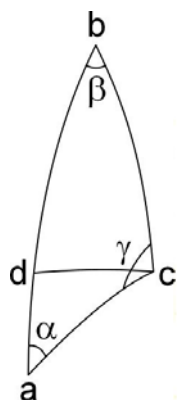


Figura 8. Neste triângulo o ponto b é o pólo, $\widehat{ab} = 31^\circ$, $\widehat{bc} = 30^\circ$ e $\widehat{abc} = \beta = 1^\circ$.

Considere-se $\widehat{ab} = 31^\circ$, $\widehat{bc} = 30^\circ$ e $\widehat{abc} = \beta = 1^\circ$, pelo que, seguindo o modo de construção de rumos do bacharel, tem-se um rumo de NE-SO. Lance-se a partir do ponto c o arco \widehat{dc} , perpendicular a \widehat{ab} , e tem-se $\sin \widehat{dc} = 0,00572$, ou seja, $\widehat{dc} = 29'59$, e assim pode tomar-se, sem erro sensível, $\widehat{dc} = 30'$. Assim:

$$\frac{\sin \beta}{\sin(90^\circ - \widehat{dc})} = \frac{\sin(90^\circ - \widehat{db})}{\sin(90^\circ - \widehat{bc})} \quad 9)$$

donde $\widehat{db} = 29^\circ 59' 48'' \sim 30^\circ$. Sabendo também que:

$$\frac{\sin \beta}{\sin(90^\circ - \widehat{ad})} = \frac{\sin(90^\circ - \widehat{ad})}{\sin(90^\circ - \widehat{ac})} \Leftrightarrow \sin(\widehat{ac}) = 0.01949 \quad 10)$$

obtem-se $\widehat{ac} = 1^\circ 7'$. Daqui:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\sin \widehat{dc}}{\sin \widehat{ac}} \Leftrightarrow \sin \alpha = 0.44790 \Leftrightarrow \alpha = 26^\circ 36' \quad 11)$$

o que é muito diferente do valor que devia obter para o rumo NE-SO, $\alpha = 45^\circ$.

6. Para terminar este longo processo de desconstrução do método de traçar rumos num globo proposto pelo bacharel, Nunes sugere que se calcule

como exemplo, o valor da diferença entre meridianos que cabe realmente a um rumo de NE-SO nas condições do ponto anterior. Para tal usa a seguinte figura:

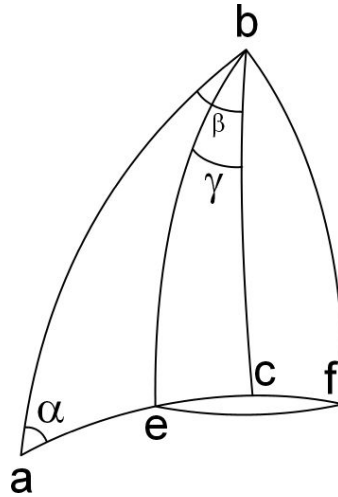


Figura 9. Expansão da figura anterior (triângulo \widehat{abc}) utilizada para o cálculo da distância entre os pontos a e c . O ponto continua a ser o pólo, o arco \widehat{af} é a expansão do arco \widehat{ac} . Os arcos \widehat{eb} e \widehat{fb} são arcos de meridiano que interceptam o arco \widehat{af} .

Sabe-se, do exemplo anterior, que $\widehat{ab} = 31^\circ$ e $\widehat{bc} = 30^\circ$. Considerando a figura auxiliar, tome-se o ponto e em metade do arco \widehat{cef} e os arcos de círculo máximo (e também meridianos) \widehat{cb} , \widehat{eb} e \widehat{fb} . Nestas condições, os triângulos Δ_{cbe} e Δ_{fbe} são iguais, e necessariamente $\widehat{bec} = 90^\circ$. Como:

$$\frac{1}{\sin \alpha} = \frac{\sin \widehat{ab}}{\sin \widehat{bc}} \quad \text{e} \quad \frac{\sin(90^\circ - \widehat{eb})}{\sin(90^\circ - \alpha)} = \frac{1}{\sin(90^\circ - \beta)} \quad (12)$$

vem $\beta = 49^\circ 24'$. Como:

$$\frac{\sin(90^\circ - \widehat{eb})}{1} = \frac{\sin(90^\circ - \widehat{bc})}{\sin(90^\circ - \widehat{ce})} \quad (13)$$

vem $\widehat{ce} = 21^\circ 35'$, e porque:

$$\frac{\sin(\widehat{cb})}{\sin(\widehat{ce})} = \frac{1}{\sin \gamma} \quad 14)$$

finalmente $\gamma = 47^\circ 22'$. Na posse destes valores, obtém-se a quantidade que interessa $(\beta - \gamma) = 49^\circ 24' - 47^\circ 22' = 2^\circ 21'$. Deste modo, Nunes conclui que, para o arco \widehat{ac} fazer no ponto a um ângulo de 45° , a distância entre os pontos a e c terá de ser $2^\circ 21'$ e não 1° , como o bacharel defendia.

Conclui ainda que o método proposto pelo bacharel para rumar o globo “(...) não foi outro senão tirar da carta o que responde por diferença de meridianos a um grau do meridiano por que se muda a altura e foi pondo seus pontos no globo que fizessem esta mesma diferença na altura e por diferença de meridianos. E ajuntou estes pontos por arcos e pareceu-lhe que estes pontos ficariam assim em rumo como na carta (...)”²⁵.

Após a análise desta parte, fica claro que o *bacharel* poderá ter tido o mérito de apresentar das primeiras tentativas de cálculo de tabelas de rumo e também de possivelmente ter contribuído para a ciência náutica da época, mas não terá estudado devidamente o problema de navegação por rumo constante, a ponto de não ter entendido nada mais que a definição de rumo.

Segunda parte

Na segunda parte do manuscrito e tendo já “demonstrado os Rumos que pelas tábuas e sétimo capítulo lança serem falsos”²⁶, o propósito é responder aos “primeiros capítulos e proposições de seu tratado, para que conste se por eles se poderá Rumar algum globo”²⁷. Nunes comenta brevemente os capítulos segundo até ao sexto da obra do bacharel.

²⁵ *Manuscrito de Florença*, p. 18.

²⁶ *Manuscrito de Florença*, pp. 29-30.

²⁷ *Manuscrito de Florença*, p. 30.

Ao ler os seus comentários, destaca-se claramente a introdução de algumas novidades em relação a algumas características peculiares da linha de rumo. Em particular, um leitor do manuscrito terá acedido às novas conclusões do cosmógrafo em relação ao comportamento da curva nas proximidades de um pólo²⁸. Estão também envolvidas considerações sobre os casos particulares de linhas de rumo com $V=0^\circ$; 90° . Destaca-se ainda, a correcção de um cálculo do bacharel, onde este pretendia obter um valor para a diferença de longitude entre dois pontos dados e ligados por uma linha de rumo.

1. No terceiro capítulo da sua obra, o bacharel terá também tecido algumas considerações em relação a este assunto, tendo mesmo apresentado uma figura para apoiar os seus argumentos, figura essa que o cosmógrafo reproduz neste manuscrito (fig. 2.9). Acerca disto, o cosmógrafo-mor escreve: “diz [o bacharel] que os outros rumos que não são leste oeste entram nos pólos (...)”, ou seja, todas as linhas de rumo $V \neq 0^\circ$ acabariam por atingir o pólo.

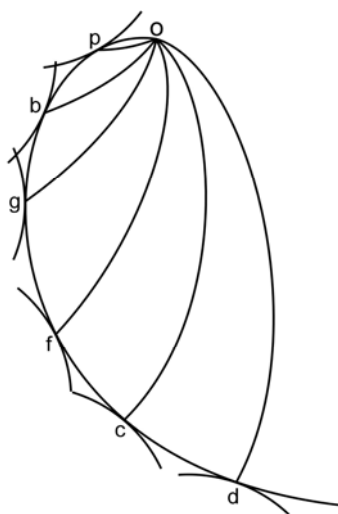


Figura 10. Adaptação de uma figura presente na *Defensão*, por sua vez inspirada numa figura, primeiramente incluída pelo bacharel, no 4º Capítulo da sua obra. O ponto, *o*, é o equador e a curva de rumo passa sucessivamente pelos pontos, *d, c, f, g, b, p*.

O bacharel exige que os arcos de círculo máximo, \widehat{do} , \widehat{co} , \widehat{fo} , \widehat{go} , \widehat{bo} , que dão as distâncias entre os sucessivos pontos da curva de rumo e o pólo, vão

²⁸ No *Tratado em defensão da carta de marear* Nunes afirmara: “Como parece nesta figura que vay cercando ho globo do mar e da terra: ate chegar ao ponto que esta dabaxo do polo: onde todolos rumos: meas partidas e quartas vam finalmente entrar (...)”. *Obras*, I, p. 128.

diminuindo pelo que “irão assim subindo ate chegarem ao pólo”²⁹. Nunes, no entanto, sabe que esta é uma propriedade da sua linha, mas esta propriedade, por si só, não é suficiente para provar que a curva atinge o pólo do mundo. Refere claramente que, mesmo que a distância entre o ponto *o* e um qualquer ponto da curva seja finita, esta poder-se-ia imaginar, toda ou em parte, dividida em partes infinitas e cada vez menores e, desta forma, “não se seguiria que por os pontos do tal rumo serem cada vez mais propinquos [próximos] ao pólo chegue ao pólo”³⁰. Esta é uma conclusão muito interessante: não se pretende atribuir-lhe antecipadamente noções concretas sobre limites mas é interessante verificar como usa a sucessão (infinita) das distâncias entre um ponto da curva e um ponto de convergência, para provar o comportamento, no limite, da sua linha de rumo. Ele escreve “que o rumo não chega ao pólo (...), mais chega a qualquer ponto antes do pólo, pois que de qual quer ponto se pode ir adiante pelo mesmo rumo”. Há também que notar que a breve demonstração que apresenta neste manuscrito não corresponde à que iria dar no capítulo 24 das *Opera*, como se verá aquando do comentário a esse capítulo.

2. Na continuação, aponta uma vez mais para algumas dificuldades técnicas apresentadas pelo seu “adversário” na sua obra, nomeadamente no 5º capítulo. Aí o bacharel terá tentado enunciar algumas propriedades de equivalência entre “linha direita” e “linha curva”, ou seja, entre segmentos rectos no plano e segmentos rectos na esfera o que, como Nunes faz notar, à data não tinha sido possível “em matemáticas” por não ter sido determinada a proporção que tem a circunferência do círculo ao seu diâmetro³¹.

3. A última e interessante objecção tem a ver com a determinação de “quantos graus por diferença de meridianos se passaram partindo da equinocial por qualquer rumo até chegar ao pólo”, ou seja, quantos graus em longitude percorre uma curva de rumo desde a partida num ponto do equador até chegar ao pólo.

²⁹ *Manuscrito de Florença*, p. 33.

³⁰ *Manuscrito de Florença*, p. 33.

³¹ Nunes refere-se ao valor de π . Escreveria ainda: “E posto que os mathematicos Recebaõ ser possivel que a linha derecha se iguale a curua, nenhum demostrou esta possibilidade”, *Manuscrito de Florença*, pp. 39-40.

O bacharel terá escolhido como exemplo o cálculo de uma curva de rumo $V=11^{\circ} 15'$ tendo proposto para tal que se calculasse o arco bc do seguinte triângulo esférico:

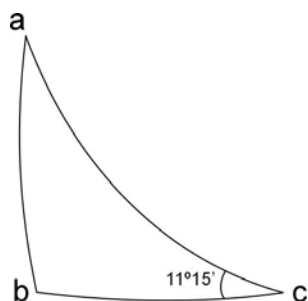


Figura 11.

Pedro Nunes faz notar que a hipotenusa deste triângulo não é um círculo máximo e que calcular o comprimento do arco de círculo máximo bc não é obviamente o mesmo que calcular o comprimento de uma linha de rumo. Por outro lado, como já havia apontado, a linha não chega ao pólo pelo que, para se proceder a um cálculo aproximado, será necessário definir um ponto final. Para tal, menciona que se poderá determinar um meridiano que corte a linha de rumo num ponto e esse ponto será o final. Este meridiano será o arco \widehat{ab} e, deste modo, resolve-se também o problema de escolha deste arco, pois existem infinitos círculos máximos tangentes ao rumo no pólo (ainda que se considerasse que a linha de rumo atingiria este ponto) e mesmo nas suas proximidades existe mais de um círculo máximo, que não corta o rumo, e é assim tangente ao rumo.

O bacharel terá apresentado um valor de $452^{\circ} 27'$ para o arco bc . Nunes salienta naturalmente esse erro e apresenta uma figura onde traça uma curva de rumo correcta, com as condições iniciais propostas pelo bacharel e que este não terá conseguido resolver:

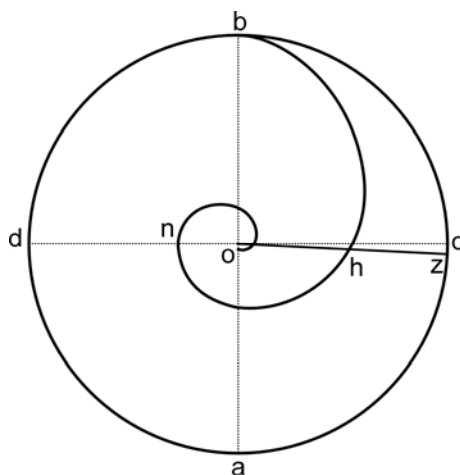


Figura 12. O bacharel pretende calcular o comprimento da curva de rumo que passa pelos pontos b, h, n, o . O ponto o é o pólo, os pontos b, c, a, d definem a equinocial e o arco $\widehat{cz} = 2^{\circ} 27'$.

O manuscrito termina logo de seguida sem que Nunes se alargue mais em considerações técnicas sobre a curva. Como se sabe, a forma final da sua teoria só viria a surgir em 1566 e integrava tanto matérias dos tratados de 1537 quanto deste manuscrito. Perceber essa evolução é um dos objectivos do próximo capítulo.

O método de cálculo de tabelas de linhas rumo de Pedro Nunes.

Veja-se de seguida, de uma forma resumida, os principais contornos do método de cálculo que Pedro Nunes desenvolveu para calcular tabelas de rumo.

Este trabalho de modernização do método de Nunes é devido a Raymond D'Hollander³². Acrescenta-se aqui uma generalização e algumas simplificações de notação matemática.

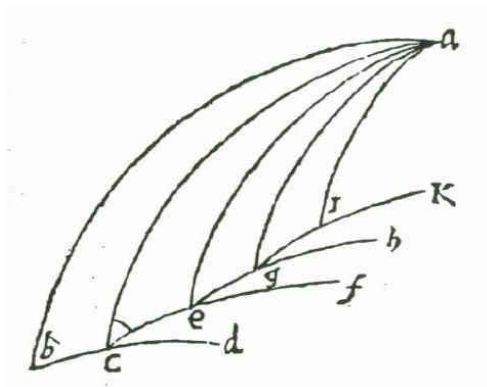


Figura 1. Figura original de Pedro Nunes (*Opera*, p. 168) onde se podem observar os sucessivos triângulos esféricos usados para calcular os pontos da curva de rumo. (a é o pólo e b situa-se na linha do equador).

Considere-se a existência de triângulos esféricos Δ_i , ou seja $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n$, com $i=1, \dots, n$, $n \in \mathbb{N}$, na superfície de um globo. Tome-se um ponto B_1 (b na Figura 1) no equador e um rumo com ângulo V de partida. A partir daqui o método de Pedro Nunes permite obter sucessivos pontos B_i (na Figura 1 correspondem a c, e, g, i , e seguintes) como base de construção desta sucessão de triângulos esféricos.

³² Sobre isto veja-se Raymond D'Hollander, «Historique de la loxodromie», *Mare Liberum*, 1 (1990), 29-78; Raymond D'Hollander, «La théorie de la loxodromie de Pedro Nunes», in: Luís Trabucho de Campos, Henrique Leitão, João Filipe Queiró, *International Conference Petri Nonii Salaciensis Opera, Lisbon – Coimbra, 24-25 May 2002. Proceedings*, (Lisboa: Departamento de Matemática da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2003) 63-111. Estes artigos e outros textos foram incluídos em: Raymond D'Hollander, *Loxodromie et projection de Mercator* (Paris: Institut Océanographique, 2005).

Designe-se o pólo por A e assim na figura, o arco $\widehat{ab} = 90^\circ$ passa a ser \widehat{AB}_1 . A questão base é a de obter as coordenadas dos pontos B_i , sabendo que estes pontos estão espaçados de tal forma que definem triângulos esféricos Δ_i e, em cada triângulo, os ângulos à esquerda são iguais a V e à direita iguais a $\pi - (V + dV)$. Como $\sin(\pi - (V + dV)) = \sin(V + dV)$ vem:

$$\frac{\sin \widehat{AB}_2}{\sin \widehat{AB}_1} = \frac{\sin \widehat{AB}_3}{\sin \widehat{AB}_2} = \frac{\sin \widehat{AB}_{i+1}}{\sin \widehat{AB}_i} = \frac{\sin V}{\sin(V + dV)} = k \quad 1)$$

com $i=1, \dots, n$. Os arcos \widehat{AB}_i (na Figura 1 tem-se, por exemplo, o arco \widehat{ac}) são os meridianos que passam pelos pontos B_i . Nunes considera ainda $dV=1^\circ$, valor que achava suficientemente sensível e preciso para poder ser utilizado com efeitos práticos na navegação.

Como $\widehat{AB}_1 = 90^\circ$ e $\sin 90^\circ = 1$, vem:

$$\sin \widehat{AB}_2 = \frac{\sin V}{\sin(V + dV)} = k \quad 2)$$

e daqui:

$$\sin \widehat{AB}_3 = \sin \widehat{AB}_2 \frac{\sin V}{\sin(V + dV)} = \left[\frac{\sin V}{\sin(V + dV)} \right]^2 \quad 3)$$

podendo generalizar-se:

$$\sin \widehat{AB}_i = \left[\frac{\sin V}{\sin(V + dV)} \right]^i \quad 4)$$

Como $\left[\frac{\sin V}{\sin(V + dV)} \right] < 1$, vem $\sin \widehat{AB}_i = \left[\frac{\sin V}{\sin(V + dV)} \right]^i \rightarrow 0$, o que

mostra que a curva nunca atinge o pólo, espiralando infinitamente à volta deste, o que para efeitos de navegação prática não é relevante. Os arcos \widehat{AB}_i , assim

obtidos fornecem as co-latitudes³³ dos pontos B_i e conseqüentemente as suas latitudes φ_N .

Para facilitar o cálculo dos arcos $\widehat{B_i B_{i+1}}$, Nunes define um conjunto de pontos auxiliares H_i , com $i=1, \dots, n$, $n \in \mathbb{N}$. Estes são obtidos onde os arcos de círculo máximo, com origem em A , encontram os arcos $\widehat{B_i B_{i+1}}$ prolongados, de modo a que nos pontos H_i , os arcos $\widehat{A H_i}$ sejam perpendiculares a $\widehat{B_i B_{i+1}}$. Deste modo vem, por exemplo, que o ponto H_1 é o ponto onde o meridiano de B_2 encontra o equador. Tendo o primeiro arco, $\widehat{B_1 B_2}$, obtêm-se os seguintes pontos por iteração. Por uma questão de simplicidade e de clarificar o raciocínio de Pedro Nunes apresento o cálculo do primeiro arco, generalizando-se para os restantes.

Pode obter-se o arco $\widehat{B_1 B_2}$ de duas maneiras. Primeiro, resolvendo o triângulo esférico rectângulo $\widehat{B_1 B_2 H_1}$:

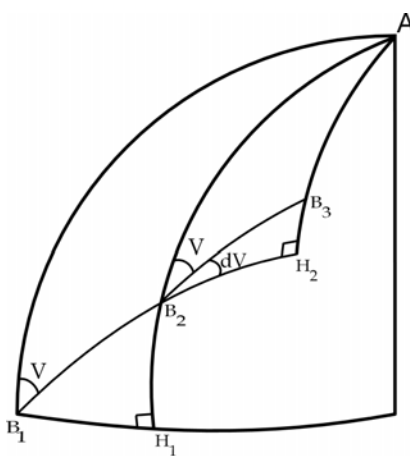


Figura 2. Esquema auxiliar para o cálculo dos primeiros valores de $\widehat{B_i B_{i+1}}$. O ponto A é o pólo e os pontos B_i e H_i estão na linha do equador.

onde $\widehat{B} = 90^\circ - V$ e $\widehat{H_1 B_2} = 90^\circ - \widehat{A B_2}$, vem:

$$\frac{\sin \widehat{B_1 B_2}}{\sin 90^\circ} = \frac{\sin \widehat{H_1 B_2}}{\sin(90^\circ - V)} \quad 5)$$

³³ A co-latidade é dada por $\varphi' = 90^\circ - \varphi$ onde φ é a latitude.

Uma vez que o valor de $\widehat{AB_2}$ foi obtido na fase anterior e o valor de V é conhecido obtém-se facilmente $\widehat{B_1B_2}$. A segunda maneira é resolvendo os dois triângulos esféricos rectângulos $\widehat{AB_1H_2}$ e $\widehat{AB_2H_2}$ (ver Figura 2):

$$\widehat{B_1B_2} = \widehat{B_1H_2} - \widehat{B_2H_2} \quad (6)$$

e de seguida calculam-se os $\widehat{B_iB_{i+1}}$ (ou seja para $i > 1, i \in N$) com auxílio do esquema da Figura 3. Considere-se então, os dois triângulos esféricos rectângulos $\widehat{AB_iH_{i+1}}$ e $\widehat{AB_{i+1}H_{i+1}}$.

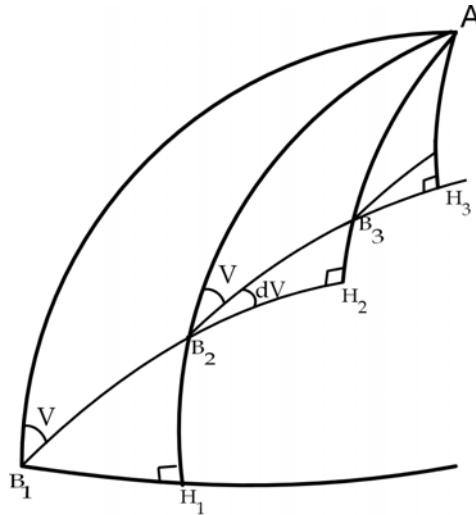


Figura 3. Esquema auxiliar geral para o cálculo dos valores de $\widehat{B_iB_{i+1}}$. O ponto A é o pólo e os pontos B_i e H_i estão na linha do equador.

Assim:

$$\widehat{B_iB_{i+1}} = \widehat{B_iH_{i+1}} - \widehat{B_{i+1}H_{i+1}} \quad (7)$$

Veja-se o cálculo de $\widehat{B_{i+1}H_{i+1}}$. Vem:

$$\frac{\sin \widehat{AH_{i+1}}}{\sin V} = \frac{\sin \widehat{AB_i}}{\sin(90^\circ)} \quad (8)$$

Como V é conhecido e \widehat{AB}_i já foi obtido numa fase anterior tira-se facilmente \widehat{AH}_{i+1} . Substituindo este valor directamente e usando a analogia:

$$\cos \widehat{B_i H_j} = \frac{\cos \widehat{AB_i}}{\cos \widehat{AH_j}} \quad 9)$$

(com $i, j=1, \dots, n, n \in \mathbb{N}$) obtém-se facilmente e após substituição na equação anterior os valores para $\widehat{B_i H_{i+1}}$. Por fim o cálculo de $\widehat{B_{i+1} H_{i+1}}$ resulta:

$$\frac{\sin \widehat{AH_{i+1}}}{\sin(V + dV)} = \frac{\sin \widehat{AB_{i+1}}}{\sin(90^\circ)} \quad 10)$$

Uma vez que o valor de $V + dV$ é conhecido e se sabe $\widehat{AB_{i+1}}$, tira-se facilmente $\widehat{AH_{i+1}}$. Usando 9) obtém-se facilmente os valores para $\widehat{B_{i+1} H_{i+1}}$.

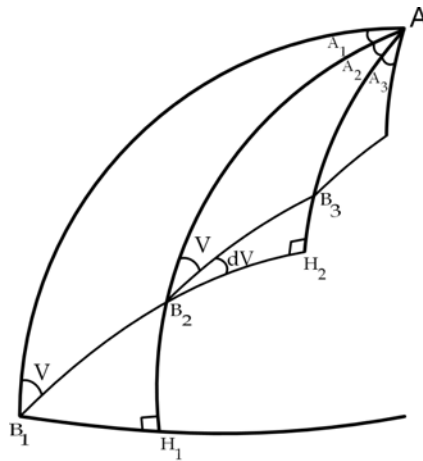


Figura 4. Esquema auxiliar geral para o cálculo dos valores de A_i . O ponto A é o pólo e os pontos B_i e H_i estão na linha do equador.

Por último, considerem-se os triângulos esféricos $\widehat{AB_i B_{i+1}}$. A relação dos senos sugere:

$$\frac{\sin \hat{A}_i}{\sin \widehat{B_i B_{i+1}}} = \frac{\sin V}{\sin \widehat{AB_i}} \quad 11)$$

Como se sabe o valor de V , de $\widehat{B_i H_{i+1}}$ e de $\widehat{AB_i}$, obtém-se directamente os valores dos ângulos \hat{A}_i . Estes, com $i \geq 1$, representam as diferenças de longitude

entre os sucessivos pontos B_i , de modo que a longitude de um ponto B_i , com $i > 1$, é dada pelo somatório $\lambda_i = \sum_i \hat{A}_i$.

Cartas de D. João de Castro a D. João III

A carta que D. João de Castro escreveu a D. João III em 5 de Agosto de 1538:

(...) Eu, Senhor, tenho trabalhado neste caminho quanto pude por entender miudamente a variação das agulhas, de que os pilotos tanto se queixam; e soube-a perfeitamente e afirmo a V. A. que até ora não foi sabido nem imaginado algum segredo que nesta parte alcancei; o que faz muito ao caso para as diferenças que houve entre V. A. e o imperador, e pode haver sobre a repartição do mundo.

E assim me certifiquei da lonjura que há do Brasil ao cabo da Boa Esperança, e nisto estou tão constante que me atreverei a fazer confessar a homens bárbaros e a outros de grande engenho.

E também foi por mim muito bem exercitada a elevação ao pólo a toda a ordem do dia, e nesta operação achei muitos avisos notáveis.

Não fui remisso de fazer muitas anotações sobre o correr das águas, e nisto achei muitas diferenças e coisas mui remotas da notícia dos seus pilotos.

Contemplei a ordem dos ventos, e se dariam lugar a passarem naus à Índia todo o ano, e se este nome de monções, se é assim como dizem ou não; e, do que disto soube, estou satisfeito.

Do mar tirei o que pude, assim por aves, peixes e ervas, para conhecimentos das terras. E assim achei lugares onde os pilotos são enganados na altura, e foi por mim investigada a causa, e sabida, e todas aquelas terras, por onde passei, assentei em verdadeiras alturas e derrotas. E aquelas, que me pareceu proveitoso, debuxei para aviso e resguardo de seus pilotos.

Os eclipses da Lua tenho muito a cargo.

De tudo isto tenho feito um roteiro, que poderá ocupar duas mãos de papel; mandá-lo-ei a V. A. nas primeiras naus que partirão da Índia, levando-me Nosso Senhor lá; e não o mando agora por estar escrito de ruim letra e a viagem não ser acabada.

Da doutrina, vida, costumes e justiça do vizo-rei não escreverei a V. A., porque sou parte; creio que o farão todos aqueles que nestas partes se acharem.

Nosso Senhor acrescente a vida e real estado de V. A.; escrita a 5 dias de Agosto, nesta nau *Grifo*, que Nosso Senhor trouxe a salvamento a este porto de Moçambique, de 1538. (...) ³⁴

³⁴ Luís de Albuquerque, *Cartas de D. João de Castro a D. João III* (Lisboa, Publicações Alfa, 1989), pp. 7-8.

(Sem data, mas decerto posterior a Setembro de 1538)

Senhor: Cuidando muitas vezes nas diferenças de V. A. com o imperador sobre a determinação de Maluco, determinei de saber de seus pilotos, mareantes, as causas por onde se fundavam cair dentro dos termos donde se acabam os 180 graus da linha da demarcação, a qual dista 370 léguas das ilhas de Cabo Verde para o ocidente (...). Pelo qual, desejando de servir V. A. me pus a investigar o segredo disto (...); no qual tempo passei de tábua a tábua todos os livros de cosmografia que nestes reinos são havidos, assim antigos como modernos, tendo diante de mim muitas cartas, pomas e agulhas, que para este caso cumprem. E achei que V. A. tem mais 185 léguas do que alguns portugueses entendem e os Castelhanos querem. E porquanto a relação disto deve ser dada por mim a V. A. diante de Pedro Nunes, seu cosmógrafo, para logo meu propósito ficar assentado. (...).

E a parte que pertence a V. A. por diferença de meridianos se divide desta maneira: e tem a linha de demarcação do meridiano de Lisboa ao que passa por Alexandria 37 graus; e tem do meridiano de Alexandria ao que passa pela boca do mar Ruivo 28 graus; e tem do meridiano da boca do Estreito ao que passa pelo cabo Comorim 30 graus; e tem do meridiano do cabo Comorim ao que passa pelo fim das ilhas de Maluco 38 graus; que tudo faz a soma de 180 graus equinociais.

Esta conta e diferença de meridianos que os pilotos e cartas de marear fazem é falsa, por razão de porem mais caminho de Alexandria à boca do mar ruivo do que é na verdade (...).

E porquanto eu tenho achado que o numero das léguas que as cartas de marear põem de Alexandria ao estreito do mar Ruivo é falso por 200 léguas, pouco mais ou menos, não sendo na verdade mais do que 420, pouco mais ou menos, tomando o meio das opiniões, provo logo Maluco estar mais ocidental 7 graus, pois a diferença de Alexandria à boca [é] 21 graus, que e a quantidade de leste a oeste que estas 400 e tantas léguas tomam, respeitando a altura do pólo em que estes lugares estão. (...)

Pelo que, Senhor, conluo que, pois, de Alexandria a boca do mar Ruivo e pouco mais de 400 léguas, na diferença de meridianos que passam por estes lugares haverá 17 graus, que são menos 11 graus do que as cartas e pilotos fazem, (...).

Ora, Senhor, tamanho, engano como se faz a V. A. não sei se lhe e de atribuir a pouca ciência de seus pilotos se a preguiça dos mestres das cartas de marear, em não quererem aprender mais que uma pequena parte da pintura com que espantam o povo; mas isto hei por a mais grave coisa do mundo que, sabendo estes homens de certo não haver mais de Alexandria a boca do Estreito que as 400 léguas que acima disse, em que há 17 graus de um meridiano ao outro, quando vêm assentar esta terra estendem-na tanto que há entre estes 2 lugares 28 graus, por diferença de meridianos; e daqui nasce que, havendo de situar as terras daí por diante por suas próprias lonjuras, causam que o engano que lhes fica feito no comprimento do mar Ruivo, o qual engano é 11 graus por leste e oeste, vai na mesma proporção empurrando as terras para o oriente, de maneira que quanta é a quantidade que acrescentam do meridiano de Alexandria ao que passa pela

boca do Estreito, por outra tanta afastam toda a terra que é da boca do Estreito até as ilhas de Maluco. E se porventura disserem que a carta, por ser plana e fazer o mundo quadrado, dá ocasião a parecer este mar Ruivo tamanho, e que na verdade, reduzido em corpo redondo, se encurvariam as linhas sendo o mundo convexo, e retraindo sempre as distâncias que no plano parecem grandes, a isto digo, que, posto que a qualidade do corpo redondo seja assim, a quantidade neste lugar é tão pequena que causa muito pouco sentimento, assim porque o caminho não é tamanho que no fim se ganhe muita parte, como porque o lugar por onde vai é entre a linha e o trópico, onde este respeito não faz tanta diferença como nas terras que se inclinam aos pólos; e para que não se espantem os pilotos e os que querem falar em cosmografia, dizendo que, se a boca do mar Ruivo estivesse a quantidade que eu digo chegada ao meridiano de Alexandria, as terras que vão do cabo da Boa Esperança por diante, com os lugares do mar Ruivo, não ficariam debaixo do meridiano em que estão, a isto respondo que, quanta parte se há-de chegar a ponta do Estreito no meridiano de Alexandria, tanto o cabo da Boa Esperança se há-de [ter] por mais ocidental do que está. E já pode ser que as derrotas ficassem mais verdadeiras, porque quem sabe estarem agora bem, se os pilotos nunca acabam de se queixar do nordestear das agulhas, o que é indício as costas não se correrem por verdadeiras derrotas; e também para que os pilotos se não espantem de eu dizer que o cabo da Boa Esperança está mais ocidental e chegado ao Brasil do que as cartas o fazem, digo que isto é muito notório a quem alguma coisa entende, porque a carta, falsamente fazendo a terra quadrada, causa os paralelos que estão próximos aos pólos serem iguais a equinocial, e serem todos círculos maiores, e os meridianos, que com eles se encontram em todas as partes, serem equidistantes; donde se segue que tamanha distancia há entre dois lugares que estão chegados aos pólos como nos que estão debaixo da linha, não sendo na verdade assim; e disto enganados os pilotos [que] do Brasil vão a dobrar o cabo da Boa Esperança, o qual caminho fazem de leste a oeste, de maravilha se fazem com o cabo que não estejam muito além. E isto tenho eu feito num instrumento por minha mão, o qual inventou o doutor Pedro Nunes muito necessário a esta navegação: pelo qual se sabe, caminhando de leste [a oeste], por cada grau de altura quantas léguas responde ao grau. Assim, Senhor, enganados pelo caminho que [a agulha] lhes mostra, a saber, do Brasil até o cabo da Boa Esperança, não podendo pela altura que vai de leste a oeste saber quantas léguas andam, fica socorrerem-se da estimativa, a qual, sendo muito incerta, e o ventar dos ventos por muitas maneiras duvidosas, onde também, cuidando consistir nisto gloria, ufanos de andarem grande espaço de caminhos, fazem situar as terras mais orientais daquilo que Deus as pôs.³⁵

³⁵ Luís de Albuquerque, *Cartas de D. João de Castro a D. João III* (Lisboa: Publicações Alfa, 1989), pp. 30-36.

Biblioteca Pública de Évora, Fundo Manizola, Códice 27

Apresentam-se, de seguida, transcrições textuais das partes do manuscrito em que o autor se refere directamente a Pedro Nunes e ao seu trabalho.

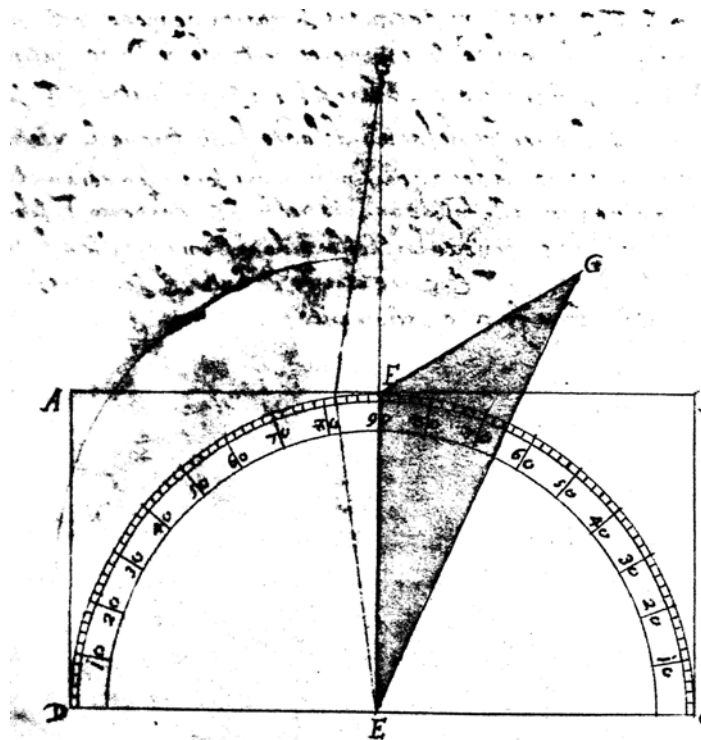
Divisão do manuscrito:

- fl. 1r – *Definição da arte de navegar*
- fl. 1v – *Capitulo 2 da forma do Universo.*
- fl. 3r – *Da divizão do Mundo em suas partes primeiramente da parte Celeste. Cap. 3º*
- fl. 4v – *Da divizão da parte celeste Cap. 4.*
- fl. 6r – *Cap. da ordem dos orbes celestes nos seus movimentos. Cap. 5º.*
- fl. 7v – *Da divizão da parte elemental e da forma, sitio, e grandeza da terra e agoa. Cap. 6.*
- fl. 8v – *Capitulo dos círculos do ceo, e da terra imaginados e pera esta arte necessários. Cap. 7.*
- fl. 11r – *Dos officios do Meridiano, primeiramente como se acha a linha Meridiana. Cap. 8º.*
- fl. 16r – *Como e com que estromento se toma a altura meridiana. Cap. nove.*
- fl. 23r – *dos officios do Zodiaco e dos Tropicos. Cap. decimo.*
- fl. 26v – *Tavoa da declinacão dos pontos da eclitica, e da equinocial. Cap. 11.*
- fl. 36v – *Como se sabera a largura de qualquer lugar a qualquer ora que aia sol. Cap. 12.*
- fl. 39v – *Como conhecera a largura de hum lugar de noite pellas estrellas. Cap. 13.*
- fl. 45r – *Como se sabera a longura dos lugares. Cap. 14.*
- fl. 49v – *Cap. 15. dos officios do Orizonte*
- fl. 50v – *Cap. 16. da materia e natureza dos ventos*
- fl. 57v – *Da Agulha de Marear. Cap. 17.*
- fl. 70r – *Cap. 18. dos erros que fazem os navegantes no nordestear e noroestear das agulhas e como se alcãncara com certeza na terra, e no mar*
- fl. 76r – *Cap. 19 da fabrica e uso da carta de Marear*
- fl. 84v – *Cap. 20. das legoas das taboas que Respondem a hum grao da deferencia do longitudinal, segundo o Rumo por onde se navega*

fls. 13v-15v.

Ponhase agora hum estromento de latão ou de madeira se fasa hum Rectangulo A.B.C.D. do tamanho que quizerem com que seia a longura A.B. dobrada da largura B.C. e devidindo o lado D.C. pello meio no ponto .E. della como de centro se descreva o sime circulo D.F.C. que com o simediametro F.E. se divida em .2. quadrantes, D.F. F.C. cada hum dos quais se reparta ao modo costumado e 90. g e se lhe ponhão seus numeros contando de .D. 10. e assim de .C. 10. ate perfazer a contia e logo sobre o simediametro E.F. se levante a angulos rectos de latão delgado hum triangulo ysoceles rectangulo cuios lados ygoais hum deles Seia o semediametro E.F. e o outro que com elle fasa o angulo recto F.G. e do ponto F. se levante hum estillo perpendicular ao plano do instrumento e seia do tamanho do semediametro F.E. cuio extremo ao centro E. se atravesse hum fio com que estava feito o estremento

Estrumento pera se tomar a altura do sol e o meridiano inventado por pero nunes. (fl. 14r)



O seu uzo pera acharmos a linha meridiana que buscamos he este. ponhase sobre algum plano que este ao ulivel e voltesse de maneira ao Sol antes de meio dia |quando| a sombra do lado F.G. do triangulo .EFG. caia ao justo em sima da linha FA. Logo se veja a sombra do lado EG ou do fio atravesado |quando| todo he |hum| onde corta o quadrante, e notece os g. e M. que adita sombra asinala, que serão os que o sol então tem de Altura em sima do horizonte, o que feito ao longo do lado A.B. do instrumento se tire huã recta linea no plano sobre que ele esta atentado. E este representara o Vertical em que naquelle instante esta o Sol depois do meio dia, outro tanto espaso como antes tornase a por o dito instromento ao Sol da mesma maneira |quando| a sombra do lado F.G. caia em sima da mesma linha F.A. ou de F.B. e a sombra D.E.G. caira em sima dos mesmos .g. e .M. do quadrante D.F. em que caio na primejra operacão ou em outros tantos do quadrante C.F. e logo no mesmo plano sobre que esta o estromento ao longo do seu lado A.B. se tire outra recta e tambem representara outro Vertical em que o Sol esta ao tempo desta segunda operacão as quais 2. rectas lineas que pello modo dito representão os dous verticais necessariamente se ham de cortar se o angulo em que se ellas cortão divide pello meio, a recta que asi o dividir sera a linha meridiana que se buscava a qual fica igualmente a |partada| destas 2. lineas e cortando o angulo que ellas fazem pello meio como fas o meridiano dos dous verticais em que o Sol estava hum antes do meio dia e outro depois em igual espaso de tempo do mesmo meridiano apartado.

Conhecida por este modo a linha meridiana se a queremos asinalar em outro plano, ponhamos sobre esta estillo a angulos rectos e penduremos livremente hum fio com hum chumbo ou com qualquer outro peso sobre a superficie onde a queremos asinalar, e quando a sombra do estillo cair em sima do meridiano notemos a sombra do fio em .2. pontos pellos quais tirada huã recta línea será meridiana no proposto plano como a outra achada com a pasada observacão hera no outro plano.

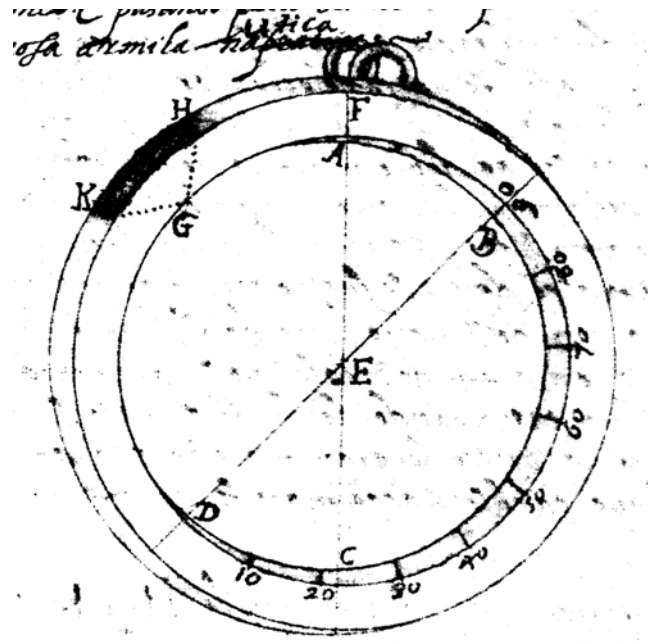
Todos estes modos declarados pera conhecer a linha meridiana servem somente na terra e não nos poderemos aprouejtar delles no mar, mas porque o

pratico navegante lhe conuem fazer esta operação na terra quando nella sae
convem tambem que saiba usar delas.

fls. 18v-20r.

Outro estromento he a armilla nautica o mais facil e serto de todos quantos pera esta arte se podem inventar cuia fabrica he esta.

Fasace de metal ou de madeira huã armila circular A.B.C.D. do tamanho que se fazem os estrelabios de 4 igoais superficies uma concava e a outra |comueixa| e ambas circulares e concentricas cuio centro imaginado seia .E. e as duas de fora seiam planas cada huã das quais tenha de largo hum dedo e na superficie concava deitemos pello meio .2. circulos que comprehendão hum estreito espaso pera entre elles se asinelarem os graos e logo outro pera qualquer das bandas que quisermos mais distante pera os numeros, e pello centro .E. deitemos hum diametro A.C. que divida a armilla em 2. partes igoais e do ponto A. pera D. na concava superficie aonde deitamos os circulos tomaremos o arco AG. Igoal a metade de hum quadrante e da outra parte tomaremos A.B. igoal a A.G. e do ponto .B. pello centro E tiraremos outro diametro B.E.D. e se fizermos bem a operacão sera do ponto .D.G. hum quadrante e outro de .G.A.B. e logo o semicírculo B.C.D. dividiremos em noventa partes igoais que representarão os graos aos quais poremos os numeros começando de .D. por .C. ate .B. o que feito na superficie convexa em dereito do ponto .G. se fasa huã abertura H.G.K. longa aqual se va terminar em hum buraquo muj pequeno no ponto .G. e esta abertura tenha forma de piramide quadrãogular cuio vertice este no ponto .G. e o angulo que no dito ponto fazem os dous seus lados opostos que atravessão a superficie exterior serão obtuzo e ultimamente sobre o ponto .A. em dereito do diametro .A.C. lhe poremos hũ anel .F. como aos estrelabios por onde este instromento se pendure e porque o piramide H.G.K. que cavamos neste instromento para com que o perpendicularo deitado do ponto .A. não pase pello centro .E. nem venha a parar no ponto .C. e asi não fique perlibrado como convem nas operações quando delle uzarmos sera necessario que ou da outra parte de .B. tiremos outra tanta materia ou na parte de .D. ajuntemos porque asi fique igoalmente pezado, e o perpendicularo de .A. uenha a cair sempre no ponto .C. pasando pello centro com que estara de todo acabada a nosa armila nautica.



Uzo da Armilla náutica

O seu uzo he facilissimo porque quando queremos tomar a altura do Sol penduremos este estromento do seu anel e voltemos ao Sol a face em que esta a piramide aberta H.G.K. de maneira que a superficie interior fique de tudo asombrada, e logo sem nenhũa outra operacão o Raio do Sol que entrar pelo buraquo .G. nos mostrara nos graos da face interior o apartamento que tem o Sol do meu Zenith. contando os graos de .C. pera .B. ou os que tem de altura em soma do Horizonte |contandeos| de .B. pera .C. e pello mesmo modo com que |obrando| com o estrolabio conhesiamos a altura meridiana com ese mesmo saberemos com esta armilla, que he como diziamos atras a |meudando| as observações ganhase com o uzo deste estromento duas grandes ventagões a primeira que não he necessário moverce pera sima ou pera baixo adiotra ate que entrem ou saião os Raios do Sol pelos buraquos das piollas como se uza com o estrelabio, que he grande |embaroso|, pois que somente com uoltar o buraco .G. ao Sol temos conhecida a sua altura, ou a distancia do nosso Vertice. E a segunda he que os graos deste estromento são ao dobro maiores do que foram sendo de hum estrolabio do mesmo tamanho porque de .2. igoais angulos o que se fas na circumferencia do circulo |comprende| dobrado arco do que se fas no

centro, como se pode provar com a .20. proposição do terceiro livro de Eclides, e mais mais claramente com a .44. de Vitelão no seu primeiro livro da prespectiua e asi uzando deste estromento sera o conhecimento das partes dos graos mais persiso a operação mais breve e a observação mais sarta.

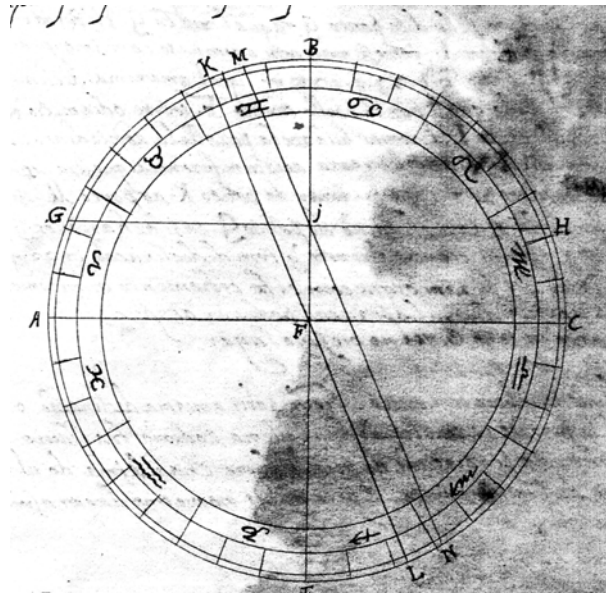
Neste instrumento se faz a piramide .H.G.K. otuzangulo porque quando o Sol estiver no noso Vertice e deitar os Raios perpendiculares e paralelos a recta A.C. que pello buraco .G. ham de ir parar ao ponto .D. e asim quando estiver no Orizõnte e vierem pera parar ao ponto .B. estes Raios nestes dous sitios formão hum angullo recto sendo este da dita piramide obtuzo podem desembarasadamente os tais Raios entrar pello buraco .G. e asinalar os graos quer seia ponto .B. quer no ponto .D. a |fase| do mesmo estromento posto ao Sol representa como o mesmo estrelabio ou o meridiano quando a altura he meridiana ou o uertical em que esta o Sol fora do meridiano e asi a recta A.C. o eixo do orizonte e .A. o Zenith e .C. o nadir e o buraco .G. representa hum estillo posto a ângulos rectos no centro de hum quadrante perpendicular ao orizonte e o que neste estromento asinala o Raio do Sol no quadrante amostra a sombra do estillo.

fl. 22v.

... e pello mesmo modo com que nos servíamos no mar (...) aproveitaremos com grande facillidade do estromento de pero Nunes com que atrás conhecemos a linha meridiana porque posto o seu lado A.B. sobre ella a sombra do lado E.G. do triangulo E.F.G. nos asinalara na graduação os graos e minutos que tem de altura meridiana o sol.

fl. 27v-28v.

Conhecese estas mesmas declinações das partes da ecliptica com alguns estromentos hum delles que refere pero nunes no cap. 5 no segundo livro das suas obras é muj facil porque so com huã regua e um circulo dividido em 360. g. se sabe a declinação de qualque ponto da ecliptica por este modo.



Seia o circulo A.B.C.E. devidido com 2 diametros A.C. B.E. que se corte no ponto F. a angulos rectos em 4. quadrantes e cada quadrante em 90. g. o qual circulo represente a eclitica e asi lhe ponhamos os .12. sinos e seia o ponto A. o principio de Arias B. de Cancer C. de Libra E. de Capricornio. O diametro A.C. representa a comum sepcão do seu plano com o plano da equinocial e o diametro B.E. a comum sepcão da mesma eclitica com o plano do coluro dos soesticios, e sophonhamos que queremos saber a declinação de 22. g. de Arias contados pois os 22. g. no sino de Arias que he de A. pera B. ate o ponto G. tiraremos com a regra (por graos) a recta G.H. parallel a recta A.C. que representara a comum sepcão da mesma eclitica e do plano do paralelo equinocial descrito pello dito ponto G. a qual recta G.H. cortara o diametro B.E. em .I. tomese mais com o compasso no mesmo quadrante .A.B. o arco B.K. 23. g. e 28. m. igoal a maxima declinação do sol pello qual ponto e pello centro F. se tire o diametro K.F.L. e pelo ponto I. tiremos huã recta parallel a ao dito

diametro que seia M.I.N. a qual cortara a circumferencia que seia nos pontos M.N. contados pois os g. e m. do ponto K. ao ponto M. eses mesmos serão os da declinação do ponto G. e asi acharemos que são 8. g. e 35. m. e tantos diremos que tem de declinação os 22. g. de Arias que heram os que com este estromento queríamos saber a prova da qual operação pode ver o especulativo navegante em pero nunes no mesmo lugar.

Podemos tambem com outro estromento saber a mesma declinação o qual he fundado na construção de anallema, e o demostra Clavio na primeira perposição do primeiro livro e na ultjma da sua gnemonica, e pero nunes no mesmo lugar asima dito.

fls.36v-37v.

Reprende pêro Nunes no Cap. 10. do segundo livro com muita razão a pedro Apiano, por querer conhecer a altura do polo a qualquer ora com hum estromento, de que trata na sua cosmografia suposto a ora [considerada digo] conhecida que sem se saber a dita ora se não pode alcansar, e assim no cap. 11. a Jacobo Ziaglero Por outras razões a estas semelhantes, e no cap. 12. e 13. 14. 15. 16. ensina a conhecer esta largura muj certa e percizamente a qualquer ora que aia sol. conhecendo a sua altura que tem sobre o Orizonte com hum estrelabio ou qualquer estromento e pella sombra do vertical em que esta com as quais operações e com a meridiana e declinacao sabidas ou não sabidas demonstra o que propoem, mas todas estas operacoes não servem senão em terra, porque a 1^a do cap. 13. de que mais podíamos uzar, por se fazer so com huã observacao de huã sombra requer a meridiana conhecida he esta, no mar não se pode conhecer senão ao meio dia, como diremos adiante, e se ao meio dia pello sol conhecermos a meridiana no mesmo tempo podemos saber pellas regras dadas, a ellevacão que temos sem uzarmos destas que se ordenarão, per necessidade quando ao meio dia não ouvese sol. Tanto mais que a dita observacao não se pode fazer senão amtes ou depois do meio dia e assim pasado o dito instante, se navegando |ya| Agulha de marear. Por meio da qual conheso a meridiana |Me| nordesteara ou noroesteara mais ou menos, e asi a merediana que me mostrou no sitio pasado ao meio dia, não no he no outro lugar onde me depois acho, e menos pode servir as dos capítulos 14. 15. porque requiere .2. e .3. observacoes e posto que pera ellas não seia necesario o conhecimento da meridiana, comtudo como se não posam fazer todas em hum mesmo lugar, como convem que se fasam, pera a operacao ser certa, pella viagem que a Nao vai fazendo, mudando e variando o Orizonte, e meridianos, não se saberá com certeza a ellevacão do polo que se busca, pera a terra são as operacoes destas certisimas, soposto porem que he necesario pera ellas hum globo mui exatamente esferico, o que tem mujta deficuldade, da parte da materia, e do artífice, e portanto deixando o dito modo, que pella sua variedade de casos he trabalhoso, posto que pela doutrina de sinos, he mais facil, não sendo necesario o globo, como ensina pedro Apiano, no pronunciato |?| e Erasmo |uzualdo| Na propositicao .48. nos seus livros do

primejro móbil, o que se deixa de especular aqui per se não aver ate agora mostrado a dita doutrina dos sinos, declaramos o outro que pero nunes ensina no cap.16. pera estas operacões mesmas, pera que a posão fazer os curiosos navegantes, quando saírem em terra, ou por curiosidade ou por necessidade, não aparecendo o sol ao meio dia e querendo saber a largura do lugar em que esta.

Simon Fallon, Lisboa, BNP, Cod. 2258.

[fl. 64r.]

(...)

Cap:8º: Qual seia a figura propria do elemento de Agoa.

(...)

Diguo pois *que* o elemento da agoa he de figura circular, e spherica, não só en Rigor Physico como dissemos da Terra, mas ainda em todo o Rigor Mathematico.

(...)

[fl. 66v.]

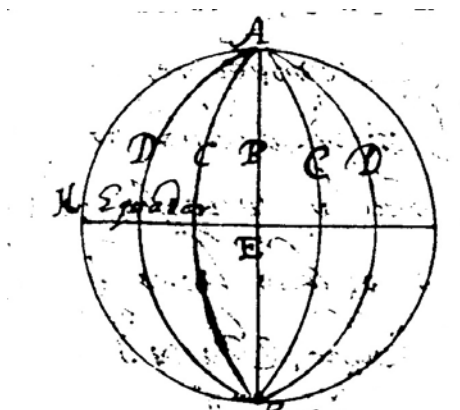
Cap:9: Porque circulos se nauega ou se mouem quaisquer corpos pezados no elemento da Agoa

Supposto que assyma tratando do elemento da Terra, loguo depois de sua figura, declaramos o centro de sua grauidade, que he o mesmo que o ponto para onde pezão todas suas partes, e os corpos pezados, que nelles se mouem; não será fora de proposito ajuntarmos a mesma questão no elemento da agoa, e perguntarmos; Qual he o ponto, |ou| Centro da grauidade da agoa; e para onde pezão os corpos graues, que se mouem nella? E ainda *que* do *que* dissemos assyma, aonde pusemos o mesmo ponto centro da grauidade destes dous elementos, se colhe facilmente a resolução, comtudo para satisfazermos, a alguns curiosos, e tirarmos de toda alguma duvida, que particularmente possa auer no elemento da agoa, faço este *capítulo* e nelle as seguintes Resoluções.

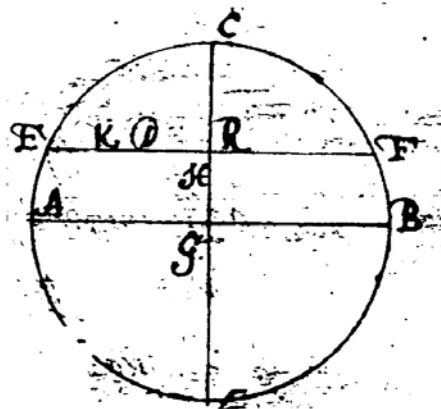
E: Norte e sul, nauegasse sempre por meridiano; e leste oeste debaixo da linha equinocial, por Circulo maximo.

A Resão he clara, porque *quando* a primeira parte, o Rumo de Norte sul hé segmento do mesmo meridiano, ou de seu exo, como dissemos no *primeiro* tratado: e *quando* a 2^a parte, tambem quem nauega de Leste oeste debaixo da equinocial, o seu Rumo pella [fl. 67r.] mesma resão he segmento, ou da equinocial da Terra, ou do exo da equinocial do Ceo, que sempre vem a ser circulo maximo.

Acrecentasse, que mouendosse a nao K. pera o Norte A. pelos meridianos BA. CA. DA. etc. sempre fica do mesmo modo pezando para E centro do Vniuerso, porquanto he iuntamente Centro de todos estes meridianos, e do mesmo modo para o mesmo ponto E peza quando se moue debaixo da equinocial: ergo isso se entende não avendo impedimento [?], como são Ventos contrarios, correntes de Agoa etc.



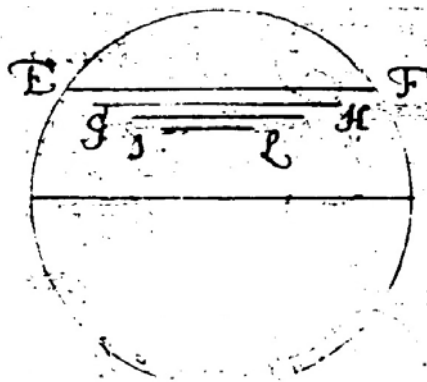
E: Não se nauega, nem se move a Nao em effeito Leste Oeste continuamente por nenhum Parallelo fora da equinocial.



Demonstrasse 1º Porque a Nao K. posta no Paralello EF. fora da equinocial AB. para se mover por elle continuamente, [hase] de imaginar sua quilha em linha Paralella com elle. De sorte que a Popa fique em E e a proa em D. o que não pode ser, porque se moveria então a Nao com o centro de sua gravidade para H. centro do tal Paralello, e não para G. centro do Universo, o que he claramente contra a Natureza, dos corpos pezados, qual he a Nao ergo [?].

Querem alguns que esta demonstração não tenha força dizendo que a Nao K. se move pello ditto Paralello EF. Tendo a popa em E, e a proa em D. de maneira porem que ponderando para o centro do Universo G. e não para o centro do paralello H.: assy que posto que he verdade que se não move [fl. 67v.] pello plano do Paralello, como prova a demonstração, comtudo movesse pela Periferia do ditto Paralello.

A isso diguo *primeiramente*, que he inintelligivel o assumpto, a saber que se move a Nao pella Periferia do Paralello, sem se mover respondentemente pello seu plano, porque a Periferia de hum circulo não he outra cousa mais que huã linha circular composta de todos os pontos en que ultimamente se termina o plano logo quem anda pella Periferia, anda por partes do plano, e assy se não descreve a Periferia, sem se descrever proporcionalmente o plano. Declarasse nesta figura.

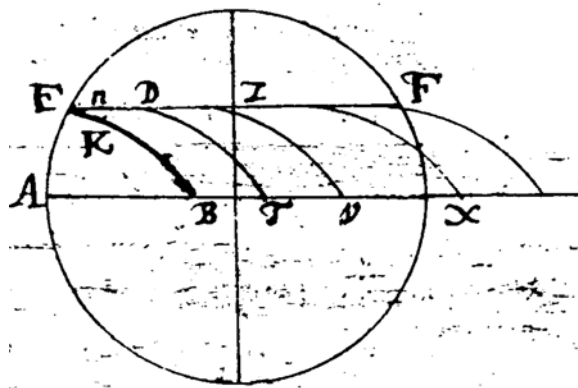


Seia a Periferia do Parallelo EF. [Vg.] de 40° na superficie do globo, a esta respondem no interior do globo infinitas Periferias cada vez menores gh. il. etc. huãs [?] debaixo das outras até o centro do Parallelo donde todas se descrevem, antes o plano do Parallelo, não he outra couza, mais que estas Periferias, continuadas com as partes da quantidade até seu centro: se imaginarmos pois que a Nao [?] se move pella ultima Periferia EF. Está tirada [?] |moverseá| pella Periferia H. e assy tirandosse pouquo e pouquo todas as Periferias superiores, se moverá do mesmo modo pellas Periferias inferiores, até o centro do Parallelo : logo quando em effeito se move, não se move só pella Periferia senão tambem pello Plano: E assy senão entende movesse a nao pella Periferia do Circulo sem se mover proporcionalmente pello plano do mesmo, conforme esta verdade porque [fl. 68r.] nos outros circulos vg. meridiano , e equinocial, não se pode mover a nao pella Periferia, sem que se mova tambem correspondentemente pellos seus Planos: loguo será o mesmo nos Paralellos.

Confirmasse 2°, Porque a nao, quando se move pella Periferia do Parallelo, ou hade responder ao Plano da mesma Periferia, ou ao Plano de alguã outra se se fizer; se o plano de outra Periferia, pergunto qual |seia| E se he Periferia de circulo maximo, ou de circulo menor? Se de menor, tanto pello tanto, porque não respondera Periferia do mesmo Parallelo? Se de maior, como pode o plano do circulo maior responder a Periferia do circulo menor? Se finalmente dizemos, que vai respondendo a differentes planos, não veio porque não vá tambem por differentes Periferias.

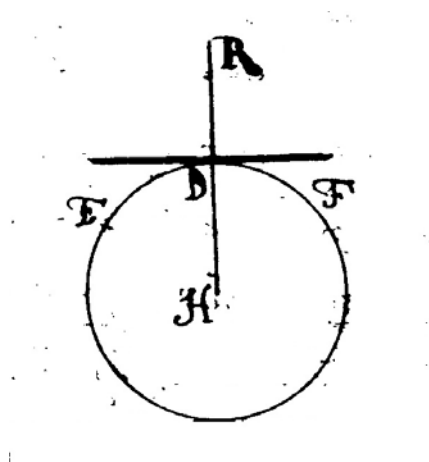
Confirmasse 3^a. A nao K. na mesma primeira figura, quando está quieta, não hé no Parallelo EF. senão en circulo maximo, logo nem quando se move: o Antecedente he certo, porque nenhum corpo grave |aquieta| sem pezar para o centro do Universo, e assy a nao K. não aquieta com a quilha ED dereita para H. centro do Parallelo, senão para G. centro do Universo, de maneira que a linha do mastro continuada até ao centro do mundo seia a linha da direcção da nao, quero dizer a linha, que descreveria hum perpendicularo deixado cair livremente. a consequencia colhe mui bem, porque a nao movesse na mesma forma, e sitio, enquanto está quieta, quero dizer, sempre na mesma linha de direcção, e |aprumo| para o centro do Universo; e a rezão hé porque quando aquieta, sua gravidade hé, a que a faz por nessa direcção: loguo como quando se move, não despe esta gravidade, tambem guardara a mesma |fama|: loguo se o aquietar da Nao [fl. 68v.] hé sempre um circulo maximo e não um Parallelo, tambem o mover della, será do mesmo modo en circulo maximo.

Seia a 2^a demonstração. A nao K. posta no ditto Parallelo EF. não tem rumo algum, com que possa nauegar por elle: loguo não pode ser por elle a nauegação. A consequencia he boa, porque a nao não se moue senão conforme ao Rumo da agulha. De maneira que para ir ao Norte, hé necessario emproar ao Rumo do Norte, e para ir ao sul, emproar no Rumo do sul: o antecedente demostrasse, porque se ouuera algum Rumo, que apontasse o ponto F. do Parallelo para a nao, que está em E, andar por elle, seria o Rumo de Leste: mas o Rumo de Leste de agulha não aponta em F. senão em B, como também o Rumo de oeste não aponta em E senão em A: loguo como a nao não tem Rumo, que seguir pello Parallelo, não se move por elle.



A resão de agulha não apontar com o Leste para F. nem com o Oeste para E. está clara, porque em todas as parajes do mundo, o Rumo de leste oeste corta ad angulos rectos o de Norte sul, de maneira que tanto arco do Horizonte, em cujo centro, está sempre a nao, fica entre Leste, e o Norte, e entre o mesmo Leste e o sul, cada qual de 90° , o que não seria se o Leste apontado fosse o F. assy que he certo, que o Leste, que aponta a agulha hé aquelle ponto, em que em toda a sphaera a equinocial corta o Horizonte, porque só este, e o que lhe hé Diametralmente opposto com o meridiano reparte o Horizonte nos 4. Rumos principais Norte, Sul, Leste, e Oeste, como se vé claramente

3ª demonstração do mesmo. Se a nao K. se movesse [fl. 69r.] pella Periferia do Parallelo EF. seria verdade dizerse, que a quilha como linha Recta, que pello menos pode ser, seria a tangente de tal Periferia; e consequentemente tirandosse imaginariamente de H. centro do Parallelo para ella, o semidiametro HD fará com, ella angulos rectos, pella Proposição 18. do 3º e mais claramente pela 4 do 1º libro de Theodosio.



[Produsasse] pois HD. Como mastro do navio, de maneira que sera |h.d.r.| claro está, que os mesmos angulos internos [fusão] H.D. com a tangente |R.D.| como externos fazem com a mesma tangente proposição 15. do 1º.

Donde se infere, que quando se move a nao pella Periferia do Parallelo, vai sempre o seu mastro, fazendo angulos rectos com as tangentes, que podemos imaginar sobre a tal Periferia. [E] como por outra parte temos demonstrado arriba no capitulo 5. *Capitulo*. Confirmasse, ex Aristotele, e Clavio, que todo o

corpo pezado cae sobre a terra, ou agoa fazendo angulos rectos com os Horizontes sensiveis, seguesse que movendosse a nao pella Periferia do Parallelo, no mesmo tempo ira fazendo angulos rectos, e iguais com duas linhas rectas, que entre sy não são paralellas, quais são a tangente do Parallelo, e o Horizonte sensivel: o que hé claramente contra a doutrina da Proposição 27. e 28. do 1º loguo porque senão sigua tam grande absurdo, não se háde dizer que se move a nao pello Parallelo.

Não obstantes esta demonstrações há alguns argumentos em contrário. Seia o 1º. a nao K. na mesma figura assy[**fl. 69v.**]ma, de tal modo se move pello Parallelo EF. que quando em sempre guarda a mesma Latitud, ou distancia da equinocial, loguo como o Parallelo he o que guarda esta igual distância, e latitud, por elle se navega. Rp que falando do caminho que em effeito fas a nao, abaixo tratarei do que pode fazer, não *hem* em igual latitud, ou distancia da equinocial, antes como bem ensina Pero Nunes na sua Nautica. initio. he certo, *que* em a Nao K. posta em E. seguindo o Rumo de Leste continuamente, se vai chegando cada vez para a Equinocial: E a rezão está clara, *porque* como dissemos assyma, o Rumo de Leste, não he EF., se não EB. Donde vem, como notou o mesmo A. que se em mar |estanhado| emproando huã nao em Leste, e com vento em popa, se atracasse o Leme, a pouquos passos andados perderia a Latitud, e se acharia cada vez mais vezinha a Equinocial.

Preguntará alguem, como se não da fé desta differença de Latitud, quando em effeito parece nauega a nao pello Parello |EF.| Rp. Que por duas rezões. A 1ª *porque* hé necessario andar muitas legoas pello Rumo EB. para variar Latitud, e afastarse do Parallelo differença sensiuel, de *que* se possa dar fé. O que se mostra na sphaera, en que a Eccliptica, que no principio de D. coincide com o mesmo Parallelo de D, e tem a mesma declinação, ou distancia da Equinocial, que elle, a saber, 23.º31.'30.'' conforme as taboas Phrigias andando |?| grao tem a mesma declinação menos 13'', e até quatro graos de longitud em que declina 23.º27.'51.'', não tem mais differença de Latitud. que pouco mais de 3'. Imaginemos pois, que o Parallelo EF. he o Tropico de 69, a linha EB. Vertical primario, ou Rumo de lesteoeste de quem mora em E. hé a linha Eccliptica; [**fl. 70r.**] loguo, andando de E. para B. dous e tres graos respondendo a cada hum 17. legoas e ½, como comunmente respondem em circulo maximo, qual hé

vertical primario; podera andar 52. legoas, e mais sem se apartar do Parallelo, mais que dous, ou tres, que he differença insensivel, e que com os Instrumentos nauticos, se não pode observar.

A 2ª resão de se não dar feé da mesma variedade de Latitud, he porque como loguo direi, a nauegaçã de Leste Oeste, não se fas continuamente pello mesmo Vertical primario EB. Porque em a nao se movendo de E. qualquer distancia, iá o seu Leste não he B.; e assy variandosse continuamente o Leste B.T.[?]. [?] fica a nao continuando sempre quasi a mesma distancia da Equinocial. Acrescento que em effeito, que o que faz o que está ao Lemecom emproar a nao no mesmo Rumo, hé arribala sempre a mesma altura, e assy se navega em effeito sempre perdendo, e reparando a mesma Latitud.

O 2º argumento contra nossa resolução. A nao K. navegando pello Rumo de Leste fas angulos rectos com o meridiano: loguo como o Parallelo E.F. fas angulos rectos com o meridiano, por ele se fará a navegação. Que o Parallelo faça angulos rectos com o Meridiano se vê na mesma figura |primeira| deste titulo, aonde a linha EF. cae perpendicularmente sobre o meridiano c.j. e consequentemente ad angulos rectos pella diffinição 10. do 1º.

Confirmasse com a proposição 14. e 15. do 1º de Theodosio aonde se prova que quando um circulo maximo corta |Bifarião|, ou pellos Pollos a hum menor, que o corta ad angulos rectos: loguo como o meridiano c.j, he circulo maximo e corta EF. |bifarião|, e passandolhe pellos Pollos, pois são os mesmos do mundo, não poderá [fl. 70v.] não fazer com elle angulos rectos.

A este argumento diguo primeiramente que tanto prova fassesse esta nevegação pello Parallelo, como pellos Verticaes primarios, porque tambem estes fazem angulos rectos com os meridiano, ex |cod| theodosio proposição 15. no Scholio. Em que se demostra, que os dous Circulos da sphaera, que se passam pelos Pollos hum do outro, se cortão ad angulos rectos: logo se a cauza de se fazer esta navegação pello Parallelo, era fazer estes angulos rectos com o meridiano, tambem se fará pellos Verticaes, pois elles tambem fazem angulos rectos com os meridianos.

Se instarem dizendo, que hé verdade, que Eb. Vertical primario fas angulos rectos com o meridiano c.j. em E. porem que afastandosse a nao de E. para diante |vg.| para N. iá os não fas, porem que andando pello Parallelo en

E.D.Z, etc. fas sempre angulos rectos, e que por isso parece este Parallelo mais accomodado caminho para a nao ir sempre fazendo angulos rectos com os mesmos meridianos, e com todos os mais segmentos.

Rp. Que para navegar vai pouquo, ou nada, em o *angulo* que se fas com o Meridiano iá passado, porque se não trata senão do presente; por onde como todos os Verticaes primarios em *que* se vai sucessivamente achando a nao, são ad angulos rectos *com* os meridianos, que tambem sucessivamente vai adquirindo, dahi vem, que por rezão de angulos rectos, tanto |monta| andar pello Parallelo, como pellos Verticaes.

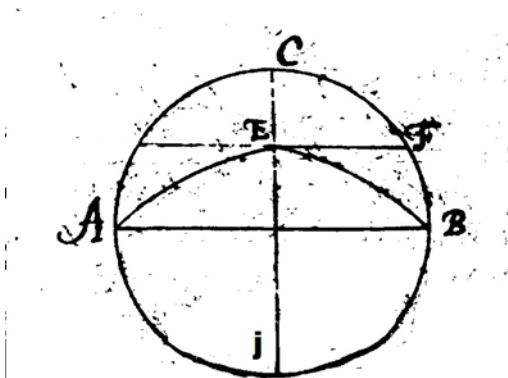
Acrecentasse mais, que se falarmos em o Rigor da melhor Geometria em materia de angulos sphericos, os quais vai sempre favendo a nao, não entra em consideração o angulo que faz o Parallelo com o meridiano porque a diferença do angulo spherico [fl. 71r.] ex Clavio |diffinição| 1^a dis assy. *angulos sphaericus est, quem in sphaerae superficie duo arcus circularum maximorum, se |se| |mutuo| secantes continent.* E |Kepleno| in Epythome Astronomia. cap.12. de hoc agendo, falando dos Circulos da Sphera dis assy, {Tomi maximi |constituunt| sphaericum angulum. |Bini| sphaericum angulum. In his versatur doctrina triangulorum}³⁶. etc Deixo outros muitos AA. en que a cada passo se acha esta doutrina, assy que os circulos menores, quais são os Paralellos não entrão em consideração para a fabrica dos angulos, ou triangulos sphericos: Loguo nã se pode dizer em rigor geometrico, que o Parallelo fas angulo recto com o meridiano.

á confirmação do argumento tirada da proposição 14. de Theodosio digo, que se prova, que o meridiano fas angulos rectos com os Paralellos como secundariamente. Quero dizer, que porquando todos elles são Paralellos à equinocial, com a qual o meridiano fas angulos rectos, não pode não o fazer tambem com elles consecutivamente, o que não hé assy no angulo recto, que o meridiano fas com o Vertical primario. Alem do que como se vé claramente na prova da mesma proposição, o Parallelo não fas angulos rectos com o meridiano por rezão da Periferia, senão por rezão do Plano, o qual como se representa por hum Diametro, ou linha recta paralella com o Diametro da equinocial, não pode

³⁶ Texto sublinhado

o meridiano cortando a ambos os Diâmetros, não fazer com elles angulos iguaes pella proposição 27. do 1º.

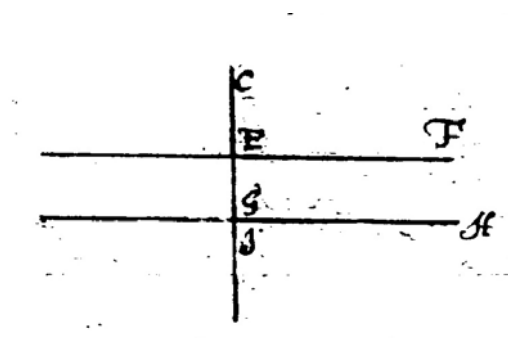
Confirmasse, porque se fora verdade, que o Parallelo EF. |enquando| a Periferia, fisesse angulo recto com o Meridiano Ej., seguirseia, que como por outra parte o Vertical primario EB. fas tambem angulos rectos com o mesmo meridiano seguirseia que como por outra parte serião



[fl. 71v.] iguaes parte Vertical primario EB. fas tambem angulos rectos com o meridiano, nem se pode dizer Pelatario, que o angulo de contingencia F.E.B. não acrecenta nada sobre o angulo FEC. que isso bem o |convence| Clavio. na proposição 16. do 3º. Libro.

E se alguém, disser, que tambem este inconveniente se vê nos planos, porque se o plano do Vertical primario EB. fas angulos rectos com o meridiano Ej. e iuntamente com o mesmo fas tambem angulos rectos, o plano do Parallelo DEF. seguesse que o todo BEC. hé igual co sua parte FEC.

Rp. que nos planos, não milita a mesma resão, porque a seccão dos planos, como já disse, he em linhas rectas: e em linhas rectas nenhum inconveniente hé, fazer duas Paralellas com a mesma linha recta os mesmos angulos, como em effeito fas EF. GH. com Ej.



Pella proposição 27. do 1º principalmente porque o plano do Vertical não corta o plano do meridiano no mesmo ponto, em que o plano do Parallelo, pois o plano do Vertical cortasse com o plano do meridiano no centro da sphaera; E o Parallelo corta o do mesmo Meridiano tam lonie do centro do Universo, que fas o pedaço do semidiametro que responde ao arco de Latitud, que hé o mesmo, que o seno do seu complemento, como supponho ex propria materia.

E: Nem hé possível naturalmente navegarse por hum Parallelo continuado.

Admito principalmente, que se não nega aqui o caminho, que fas a nao de Leste a Oeste, fora da equinocial não serve de |petipê|, e regra o parallelo da altura em que se acha no principio, e |termo| [fl. 72r.] da navegação, antes diguo, que sy, e que pondosse hum pé do compaço no principio, e estendido o outro até o termo dá o numero dos graos de longitud, os quais se podem reduzir a leguas conforme as regras geometricas de Hydrographia, e isto somente hé o que disserão Cespedes, Sneleo, e outros, *que* disserão, *que* a navegação de Leste a Oeste fora da equinocial, se fazia por parallelo, como claramente se entende de suas provas, e de sua doctrina.

Neste sentido pois diguo, que as tres demonstrações postas no capitulo passado, não só provão, que en effeito se fas navegação de Leste a Oeste por parallelo, senão, que ainda hé impossível faserse naturalmente, como bem verá, quem attentamente as considerar. Só dirá alguém, hé possível navegarse de Leste a oeste sem perder, ou mudar a altura: Logo hé possível navegarse por parallelo. a consequencia parece boa, porque na verdade, por Parallelo não hé mais, que navegarse para leste, guardando sempre a mesma altura. O antecedente não se pode negar, porque ainda que em effeito, como dissemos assyma, se navega perdendo, e recuperando a altura, com tudo parece que pode aver naturalmente tanta diligencia em emproae a nao, que se poderá guardar com ella sempre a mesma altura, e neste caso está a nao sempre équidistante da equinocial: Loguo irá por Parallelo, porquanto o Parallelo hé o mesmo que equidistante da equinocial.

Para responder a este argumento, que hé o Achilles, en que estribão³⁷ os do contrário parecer, admito |prontamente| que iá com elle se não prova, que en

³⁷ Verbo estribar: apoiar, basear.

effeito se navega por Parallelo de Leste a oeste fora da equinocial, se não que quando muito he possível. Admito 2°. que se poderá responder a elle muito bem, navegandosse o Antecedente, e dizendo que hé impossível podersse navegar [fl. 72v.] Leste oeste fora da equinocial por algum pedaço de Parallelo continuado sem perder a altura, porque como a tal nevegação se aia de fazer pelo Rumo de Leste, e consequentemente pello Vertical primario, e este continuado varie os angulos com o Meridiano, não pode ir equidistante da Equinocial.

Admito em 3°. lugar, e hé verdadeira solução do argumento |1| que ainda que todo o Parallelo seia, e se possa dizer en todo rigor equidistante da equinocial; não hé verdade inferirse que todo o equidistante da equinocial hé Parallelo, porque não são estes termos conuertiveis, como dizem os Logicos. Bem assy como aynda que hé verdade diserse, que todo homem hé animal, não se segue que todo o animal tambem hé homem; porque assy como há outros animais, que não são homens; assy há outros equidistantes, que não são Parallelos, como são todos os pontos que tiverem igual arco de declinação: Loguo ainda que a nao K. pudesse navegar de E para F. guardando sempre a mesma altura , e en igual distancia da equinocial A.B.V. etc. não se segue que a tal navegação se faça continuamente pello Parallelo EF. Para dizermos mais em particular, qual he o outro equidistante porque se faz esta navegação, iá que não hé o parallelo, ponho o seguinte [?].

E: A navegação de Leste oeste fora da equinocial, passa por partes de differentes verticaes primarios.

Quando a Nao K. parte de E para o Leste em proa em D. de sorte que está no plano do Vertical primario A.E.D. en se movendo neste circulo alguã couza, iá está no outro Vertical primario |DT| a rezão hé, porque en saindo de E, iá B. não hé o seu leste, se não T. distancia de 90° de D. aonde se acha [fl. 73r.] como B. era de E. donde partira: do mesmo modo continuando a viaje, como se [?] varia o leste T. em V. iá se hade acabar em Z. distancia de 90° do mesmo V. e assy andando por partes differentes verticaes primarios eb.DT. ZV. etc. movesse para Leste de sorte, que ainda que pareça que se move pello Parallelo EF. não se move senão pellos ditos Verticaes: e porquando todas as partes E.D.Z. etc. tem tambem igual distancia da equinocial, ficasse movendo a Nao K. sempre equedistante da equinocial sem ser pello Parallelo.

Rp. que este movimento sempre hé pello Vertical, e comtudo não se perde a altura. a cauza hé porque o mouimento da nao (como tambem qualquer outro movimento) como dizem todos os Phylosophos, não começa por parte certa nem em certo espaço, de maneira *que* se possa assinar, esta hé a *primeira* parte do movimento, ou esse o *primeiro* espaço, per *que* se faz, porque como he quantidade successiua, essa parte que se assinaria ou esse espaço iá hé diuisiuel em duas metades, 3 terços etc. como qualquer outra quantidade: loguo não hé a *primeira* parte nem o *primeiro* espaço: E assy he, que começa o movimento por parte incerta, e em espaço incerto. Por onde quando a Nao não se move para Leste, não se poem primeiro em D. sem se por em infinitas partes do espaço, que há intermedio, de maneira que en qualquer parte, en que imaginamos a Nao entre E. e D. como he espaço divizivel, podemola considerar primeiro em a metade desse espaço, e assy en infinitas partes de qualquer espaço divisivel, por pequeno que seia.

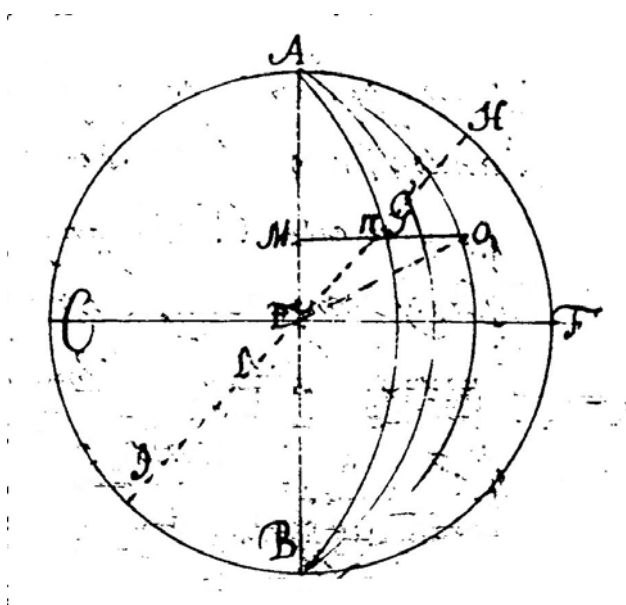
Assy que a Nao en cada Vertical primario não se move parte nenhuma certa, e determinada, que se assy se movera, tinha grande força o argumento mas movesse somente huã [fl. 74r.] parte incerta, e indeterminada en cada Vertical, e como a altura he quantidade certa, e determinada, vg. 40°. ou 50°, não hé muito, que sempre seia a mesma, porque huã quantidade incerta não a pode mudar, como tambem affirma toda a [Phylosophia]. Principalmente, como a parte incerta do Vertical EB. que a nao andao, responde também no équador proporcionalmente a parte incerta B.P. porquanto iá B. não hé o Leste, senão P. e assy se move sempre a nao para Leste F. movendosse por partes incertas d differentes Verticais primarios EB. Z|?|P. etc.

E: Como se navega pellos outros Rumos obliquos?

Rumo obliquo se chama todo o que não hé dos quatro Principais, Norte, Sul, Leste, Oeste. E por evitar mais embaraço ponho exemplo en o Rumo de Nordeste EG. e o que delle se disser, se entende, dos outros. Seia a Nao K. en E. meridiano AEB. CEF équinocial, ou qualquer outro Parallelo. EG. o Rumo de Nordeste, vai continuamente por EG.|?| Parece que não há que duvidar. 1º porque o tal Rumo EG. he pedaço de circulo maximo 2º porque a agulha aponta

nelle, porquanto fica ee 45°. Dividindo em partes iguaes o arco oriental AF. en que aponta com seu Norte, e Leste.

Contudo diguo, que se não move a dita Nao continuamente peloo arco EG. e a rezão hé porque se se movera por elle continuando o tal arco ate fazer perfeito circulo E.G.h.i.L.[?] veria a tal nao não só a dar a volta ao mundo sem se por debaixo do Pollo, mas ainda alguã vez se afastaria delle, como se ve claramente na figura. O que não pode ser, porque hé certo, que or qualquer Rumo obliquo se ganha altura, ou mais devagar, ou mais depressa, conforme for o Rumo; de maneira que como [fl. 74v.] no Rumo do Norte se ganha em 17. legoas e 1/2 [?] graos assy do de Nordeste, se ganha hum grao en cada 24. legoas e 3/4, e no de Lesnordeste, são necessarias 45 legoas e 3/4 para ganhar hum grao, como se ve nos triangulos F.M.G. EMO suppondo, que o arco EM. He hum grao de altura, que pello Rumo do Norte he mais breve, que pello de Nordeste EN. Com mais resão ainda que o de Lesnordeste EO. Como tudo supponho demonstrado na Hydrographia, logo como a quantidade da altura he finita e lemitada, ganhandosse sempre algum dia se esgotaria; loguo como a Nao andando por EG. não só não |chagaase| por debaixo do Pollo, mas ainda alguãs vezes se afasta delle, não pode ser o caminho continuado da nao para Nordeste.



Declarasse mais com o seguinte computo Arithmetico: navegando a Nao de E équinocial para o Norte dereitamente pelo arco EA. como este tem 90° e

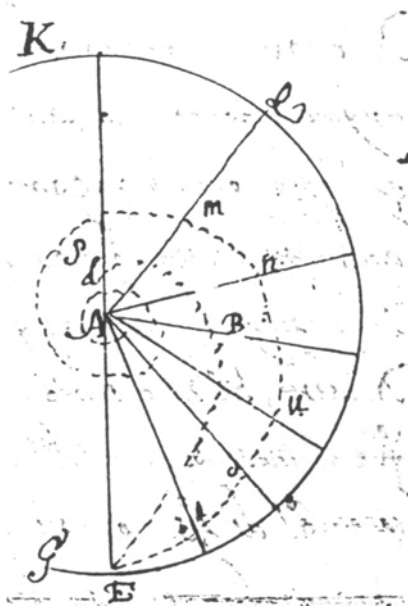
para ganhar hum grao se andão 17. legoas $\frac{1}{2}$ multiplicando 17 $\frac{1}{2}$ por 90, vem a tal nao |ase| debaixo do Pollo, como tiver andadas 10575. |?| legoas: loguotambem multiplicando os mesmos 90. por 24 e $\frac{3}{4}$ que são as legoas, que respondem no Rumo de Nordeste, virá a |se| por debaixo do Pollo em 20326. legoas. Loguo como o circulo maximo na terra tem 6300 legoas, não se pode pello Rumo de Nordeste continuar na forma explicada.

A Resão Geometrica de a nao K. indo *para* o Nordeste [fl. 75r.] não poder ir continuamente por EG.H. etc. hé a mesma que assyma aponteí no navegar para Leste fora da équinocial: porque assy como nauegando para o Leste se vão sempre fazendo angulos rectos com os meridianos que successiuamente vai a Nao adquirindo: assy tambem quando se nauega para o Nordeste, hé necessario, que se vão fazendo angulos de 45° com os mesmos meridianos successivos: loguo como FG. não faça angulos de 45° . com os meridianos que a nao vai successivamente adquirindo, como se demostra na mesma figura, aonde o angulo AFG. não pode ser igual ao angulo EGH. porquando o meridiano AEB. não hé Parallelo com AGB.

Acrescetasse, que como en saindo a nao de E. para F. se lhe muda o Leste, e não pode servir F. porquando ao mudar do Horizonte hé necessario mudarse o leste, assy he necessario mudarse o ponto de Nordeste, e iá não será H. que dantes servia.

Se preguntarem quanto hé necessario que se mova a Nao de E. para o Nordeste para lhe não poder servir o circulo EG.H. etc. Respondo como assyma nos Verticaes, que não se pode apontar quantidade, que não aia outra mais pequena, e que assy se não pode assinar cousa alguã , que a nao ande pello |?| circulo, porque en se assynando, iá se acha en diferente angulo com o meridiano passado, porquanto está iá en angulo de 45° com outro meridianonão parallelo a elle.

Villabordo Snelio declara este movimento das naos pellos Rumos obliquos com a seguinte figura.

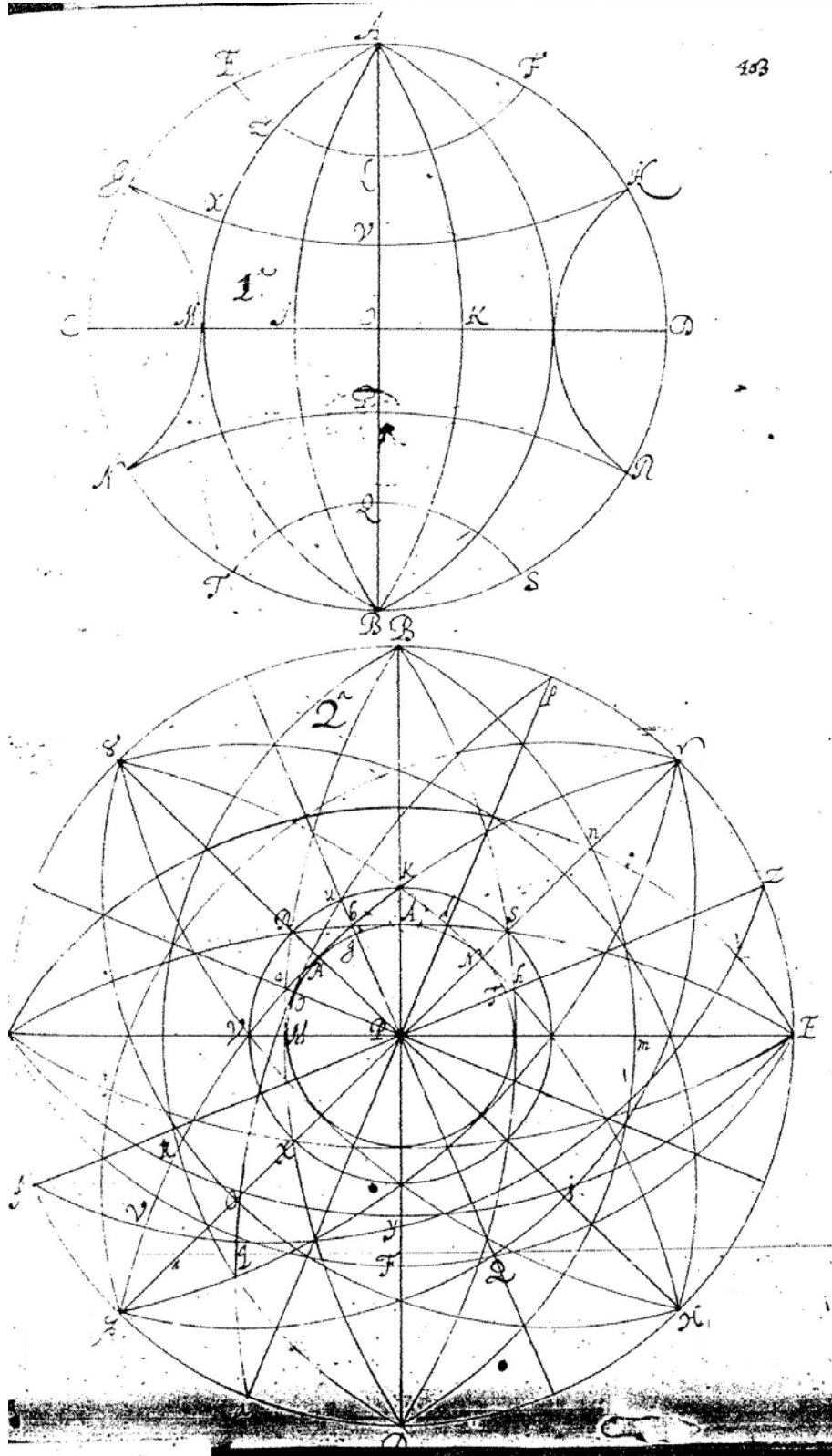


Seia. Seia a équinocial ex ZR.[?] o Pollo do mundo A. [fl. 75v.] os meridianos AE. AX. AZ. etc. o caminho da nao para o Nordeste a Elice, ou linha spiral EIOV etc. aonde se vé, que a cada parte *que* muda o meridiano, he necessario *que* se mude tambem o circulo, de sorte *que* indo sempre para o Nordeste, vai por partes incertas de diferentes circulos maximos, cada hum dos quais he Rumo de Nordeste, e todas iuntas fazem a dita Elice EIOV. Donde se infere claramente, que como este A. proua este modo de nauegar em Rumos obliquos, não o deue de negar nauegando *para* o Leste fora da Equinocial, *porque* en hum, e outro caso milita a mesma rezão.

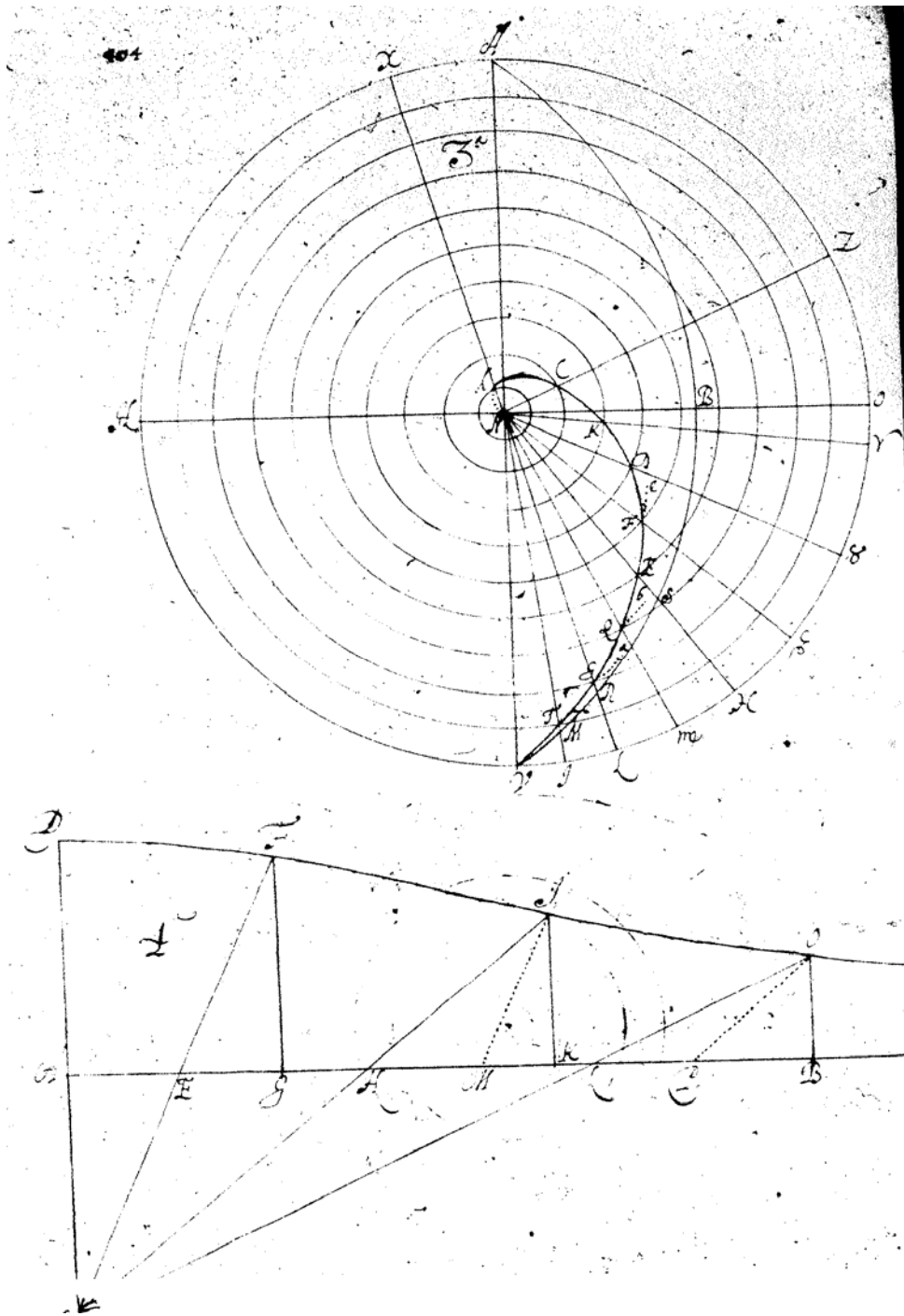
Assy que por Resolução de todo o *Capitulo* diguo, *que* fora dos meridianos e linha equinocial, não se anda por Terra, nem se nauega pello Mar por algum outro circulo, ou maior, ou menor continuamente.

Apologia contra certo Autor tocante a los Rumbos Nauticos, Lisboa, BNP, PBA 240

[p. 403]



[p. 404]



[p. 405] Apologia contra certo Autor tocante a los Rumbos Nauticos.

Capitulo 1.º Del rumbo nautico de Norte Sul.

El autor, que impugno cap.9º. to. 2º. en el paragrafo 1º. suppose, o resume de lo que pretende demostrado en cap. antecedentes, que los dos elementos de tierra, y agua, pesam para el mismo punto de gravedad; y *lanque* la verdade es, que el tal comum punto de gravedad destes dos elementos no tiene mas fundamento, que algunas ordinarias experiencias, que bien examinadas convencen lo contrario; el presente instituto no necessita del acierto en este particular. Y assi admitto, por no paesser porfiado, que los tales elementos pesan para el mismo comum punto, y centro de gravidade, que sea en hora buena el del Universo.

2. El mismo Autor paragrafo siguiente añade, {que se navega nortesul sempre por meridianos y de la raçon porque el rumbo de nortesul es seguimiento del mismo meridiano o de su exe como dixemos en el primer tratado}³⁸. Para acertar mejor con la fuerça desta raçon, uve de rebolver el tal tratado 1º. porque no apunta el capitulo, y en el cap. 8º. halle, que hablando del meridiano dize que {el meridiano es circulo maximo lançado por los polos polos del mundo, y por el zenid, y nadid de qualquier lugar (entiendesse del lugar, cuyo meridiano es)}³⁹ _añade {tiene sus polos en la seccion comun del equador con el horizonte}⁴⁰; y es verdad; pero porque la tal seccion comun del equador con el horizonte por la 3.11. es en fin recta bien fuera apuntar los puntos desta seccion comun que sirven al meridiano de polos. Dize mas: {en este circulo el sol, y qualquier Astro, tiene su mayor altura sobre el horizonte}⁴¹: y la verdad es, que muchos astros tienen en el meridiano su minima altura sobre el horizonte, y el sol tambien muchas veses, y en muchas latitudes.

3. Pero mas a nuestro proposito se declara: es de mucha consideracion entre los mathematicos el diametro del meridiano, que es la linea, que junta las

³⁸ Texto sublinhado.

³⁹ Texto sublinhado.

⁴⁰ Texto sublinhado.

⁴¹ Texto sublinhado.

secciones comunes del meridiano con el horizonte y se llama la línea meridiana. Esta en la tierra muestra derechamente el norte para una parte, y el sur para otra: en la carta de marear es el rumbo de norte sur. Primero advierto, que siendo el meridiano, y horizonte círculos, y por el mismo caso superficies planas, no pueden tener más, que una común sección, que es línea recta, y es realmente la línea meridiana de que aquí se habla, y perifericas de círculos no se pueden llamar círculos con más justicia, que los lados de triángulos, triángulos. 2º quando dize, que la línea meridiana en la carta de marear es el rumbo de nortesul, deve de querer dizer, que representa la línea meridiana, que es la sección común del meridiano, y el horizonte, o eje del vertical primario.[p. 406]

4. Ahora |concertemos| estos textos y averiguemos como desta doutrina se enfiere la consecuencia que se pretende. {La línea meridiana de la carta de marear es (o representa) la que es la sección común del meridiano y del Horizonte pero es también el rumbo de nortesul. Luego se navega nortesul sempre por meridiano}⁴². Esta parece es la fuerza del argumento del Autor propuesto en terminos hábiles pero la menor para inferior elemento necessariamente suppose, que el rumbo de nortesul de la carta esta bien descrito y que representa verdaderamente el rumbo nautico verdadero, que es la línea de la quilla del navio, o el extremo infimo del mastil mayor o el centro del movimiento describe en la superficie del mar quando navega nortesul. y assi este es el rumbo verdadero nautico de norte sur, que el de la carta para para ser acertado tiene obligacion de representar, y porque quien quiere representar acertadamente qualquier objecto, primero ha de reconocerle en si y saber su forma, y postura, y no aprehenderle le del retrato, que quiere hazer: para averiguar se la línea de la carta, que representa algun rumbo nautico esta bien descripta: es menester por otra via saber, y reconocer la forma, y postura del mismo rumbo. Pero el Autor, en este argumento no nos da noticia alguna anterior, que muestra la naturaleza y postura del rumbo nautico verdadero del nortesul, y assi en la sobredicha menor supone lo que avia de provar. Antes infiere por consecuencia lo que le avia de ser prueba de la misma menor.

5. Añado que si argumenta bien facilmente se hallara convencido por su mismo argumento que el rumbo de leste oeste fuera del equinocial es círculo

⁴² Texto sublinhado.

paralelo del equador. Porque como el mismo en el lugar citado confiesa, las lineas, que en la carta de marear cortan las meridianas en angulos rectos, son los rumbos de leste oeste de la carta. Pero nadie puede negar que representan los paralelos del equador [in marg.: luego se navega leste oeste por paralelos del equador] y si se replica, que los rumbos de leste oeste en la carta no representan los verdaderos nauticos, que son las lineas en la superficie del mar, que los navios navegando leste oeste describen; peroque si, los de nortesul. Respondo 1°. que facil cosa seria demostrar, que los rumbos de nortesul de la carta ordinaria estan mucho mas errados que los de leste oeste. 2°: desta replica se infiere, que por los rumbos de la carta no se prueba la proyeccion, y postura de los verdaderos nauticos, que representan; sino al revés se reconoce el acierto, o desacierto de la proyeccion de los rumbos de la carta. por la inteligencia de la forma, y postura de los nauticos verdaderos. Del mismo modo, que el acierto de las descripciones geographicas, y uranographicas se asegura en los phenomenos, que reconocen las posturas, sitios distancias de los lugares de la tierra, y de las estrellas del cielo, y no se prueba las tale posturas, sitios, o distancias por su descripciones. Y assi el sobredicho argumento sin mas auxilio de raçon no prueba el intento.

6. Advierto mas, que ni algun meridiano de la carta representa la seccion comun del meridiano, y horizonte del orbe del mar, y tierra, como su principal objeto; ni tan poco algun paralelo de la carta la seccion comun del paralelo, y horizonte. Porque aunque qualquer meridiano de la tierra es en su plano, como seccion comun de meridiano terrestre, y del horizonte delinido en el mismo horizonte. Con tudo este meridiano de la carta, o seccion comun que imitta (no representa) es la proyeccion del [p. 407] meridiano, que se retrata en linea recta a modo de proyeccion ortogonica; y assi enquanto es representacion de rumbo nautico verdadero, es proyeccion, y retrato de la periphèria de meridiano: y del mismo modo se ha de dezir, que rumbo de leste oeste en la carta, es retrato, y proyeccion de paralelo del equador, y enquanto representa rumbo, representa la periphèria del mismo paralelo. Y en pocas palabras la carta ordinaria no es otra cosa mas, que superficie spherica poblada de periphèrias de meridianos del equador, y de sus paralelos, y de rumbos obliquos, mal estendidas, y accomodadas à superficie cylindrica de igual diametro, y exe.

7. Añade mas el dicho Autor en el apuntado cap. 8. t. 1º. hablando del modo de hallar le linea meridiana. {Algunos en la tierra la muestran con aguja tocada en la piedra iman: porque es tal la naturaleza desta, que siempre mira con una punta al norte, y con la otra al sul descriviendo con su longitud la linea meridiana}⁴³. Pero es cierto, que esta extension de la aguja nortesul paralela a la linea meridiana (que es la seccion comun del meridiano, y del horizonte) no nace de la naturaleza de la piedra iman, como facilmente entendiera, si consultara a algun artifice que haze estas agujas. Porque despues de tocadas las puntas de la aguja, si se haze con iguales pesos, y en equilibrio perfecto; la punta, que mira al norte inclina al horizonte en el hemispherio boreal, y al polo boreal de la tierra. Vea lo que despues de Nerveod largamente filosofan sobre este particular Gilberto, Cabeo, y otros mucho modernos. Quise advertir este engano, porque algunos en el pretenden formar proyecciones de los rumbos de nortesul tan erradas, y aun mas [?] que el yerro, en que las fundan.

8. El mismo Autor en confirmacion del sobredicho argumento dize, que moviendosse el navio para el norte por algun meridiano, sempre queda del mismo modo pesando para el centro del universo, por ser el centro del universo centro de todos los meridianos. Verdad es, que si el navio se mueve por meridiano, y para el centro del universo pesa tambien para el centro del mismo meridiano en caso, que alguno [pazando] con alguna pateada, o [acoces] no desvie el centro del meridiano del centro del universo. Pero no entiendo, como desta verdad se infiere, que el rumbo de nortesul es meridiano. Porque si se porfiara, que el rumbo de nortesul es compuesto de segmentos de diversos verticales, no dexaria el navio mientras navega por ellos passando por su centro, pesar tambien para el centro del universo, que es centro comun de todos los circulos maximos avidos e por aver.

9. Estos son los argumentos, que hallo en este Autor en prueba de que el rumbo de nortesul es meridiano. Y quien hallara en ellos la fuerça, que yo le deseo, porque su intento es bueno, se puede consolar con ellos entretanto, que yo dispongo otros, que presumo seran mas efficases. Y in primis admitto, y suppongo lo que el mismo .cap. 9. tr.2º. advierte, que hablando de qualquier rumbo nautico, no se habla del camino, que el navio haze divertido por vientos,

⁴³ Texto sublinhado.

o corrientes encontradas: ni por otros accidentes ante los quales se repone la variacion de la aguja nautica. Porque para averiguar que linea o periphèria es rumbo de nortesul, de leste oeste, o qualquier otro no se ha de buscar el camino, que el navio haze divertido, y llevado de impulsos, y direcciones irregulares, y enredados, sino el camino que haze quando realmente navega) por el tal rumbo, de que se trata; y que entre en [p. 408]tre los accidentes, que se excluyen, es necessario contar la irregular variacion de la agua el contrario volens, nilens lo ha de admittir porque de otro modo de ninguna manera puede afirmar, que el rumbo de norte sul es meridiano, o que el de leste oeste en el equinocial, es el mismo equinocial. Porque la variacion de aguja tanta fuerça tiene para divertir el navio del meridiano del equinocial, o de qualquier arco de vertical, como de paralelo del equinocial, o de linea helispherica, y assi para assentar la doctrina que en este; y en los siguientes capitulos pretendo tratar, necessito de Lector, que llegue con hypotesi, que conceda que la aguja, que gobierna la navegacion, o no declina del meridiano, o siempre uniformemente, que quando el navio haze camino por qualquier rumbo, tiene las corrientes, y ventos tan benignos, que no le divirtan del y sobretodo es necessario, que llegue con animo desapassionado; y amigo de que la verdad se sepa, y valga.

10. Pongo pues, que la raçon comun de rumbo, es ser linea descripta en la superficie del mar, por el punto del navio, que es como el centro, y basis de su movimiento, quando se camina por ladireccion de la aguja. Los que admitten, que el rumbo de nortesul, y leste oeste en el equador, es circulo maximo, necessariamente admitten este tal puntodel navio: o por lo menos linea recta paralela al rumbo de la aguja. Pero mejor es poner un solo punto para poder hablar con distincion, y prespicuidad: y no le llamo el centro del peso del navio. Porque el tal centro de su peso, no es siempre el punto, en que el movimiento estriva porque puede aver viento, que lleve el navio por meridiano o otro rumo y contodo obligue el centro del peso, que camine fuera del y assi ara usar siempre del mismo termino, llamare este tal punto el cietro del movimiento, por ser el punto, que describe el rumbo y porque gobierna los movimientos de los damas puntos y partes del navio. Añade en la definicion de la razon comun de rumbo, que ha de ser linea |descripa| por la direccion de la aguja nautica, de que nadie, que entiende la materia de que hablo, puede dudar: y se no la admite se puede ir

a aprender los primeros terminos desta arte, onde hallara, que la aguja nautica es el instrumento que reyna en ella.

11. de aqui aqui se infiere, que el rumbo nautico verdadero de nortesul, es la linea que el punto del movimiento del navio describe en la superficie del mar, llevando el rumbo de norte sul de la aguja paralelo con una recta, que passa por el punto de movimiento y entrambos assi la recta, como el rumbo de norte sul en el mismo plano recto al horizonte; y esta tal linea recta llamaremos la linea de la quilla del navio. Todo esto es en rigor geometrico necessario para que el movimiento del navio se gobierne exactamente por el rumbo de nortesul de la aguja, y la linea de la quilla se pongan paralelos en el mismo plano paralelo paralelo, o enclinado al horizonte. Pero verdaderamente el movimiento del navio no se executara por la linea, que la aguja nautica, y su rumbo de nortesul encamina. Porque el centro del movimiento del navio, no ira por el camino, que el centro de la aguja, y assi iran por vias diversas, y desemejantes.

12. Luego el rumbo de norte sul es periferia de meridiano: porque quando se navega nortesul el centro de la aguja, y juntamente el rumbo de norte sul, corren de [p. 409] Norte a sul, o de sul a norte por el plano del mismo meridiano: porque endereça y encamina el navio por movimiento, en que el navio varia latitud, sin variar longitud, que solo puede ser corriendo por el mismo meridiano. Luego el punto del movimiento del navio corre por el mismo plano del mismo meridiano. Luego describe en la superficie del mar, sobre la qual se mueve peripharia del meridiano.

13. No me parece, que avra quien dude, que quando el navio navega por rumbo de nortesul varia latitud, sin variar longitud. Porque quien navega de sul para el norte, necessariamente se alexa del sul, y se acerca al norte: y entiendo por el sul el punto de la tierra, que es su polo austral, y por el norte, el polo boreal de la tierra, que son los dos puntos de la superficie terrestre, que son los polos del equador: y se varia no solo latitud sino tambien longitud, navega por rumbo obliquo, que es por direccion del rumbo de la aguja, que haze angulo obliquo con el norte sul: y todo esto es tan notorio, que solo la ignorancia de la materia se atrevera a ponerlo en duda.

14. Menos crassa, aunque bien ciega es la ignorancia (perdonenme el termino) de los que llegan a porfiar, que aunque el centro de la aguja, y el centro

del movimiento del navio no corran, y se muevan entrambos en el mismo meridiano del universo scilicet, en caso que entrambos se muevan en paralelo de algun meridiano: o el uno en meridiano, y el otro en un su paralelo: este segundo caso aconteceria, si el centro de la aguja, y el del meridiano del navio, no se pusiessen siempre en el mismo plano recto al horizonte. Porque entonces correrian por planos, o lineas paralelas. Pero los AA. desta replica non tienen bien entendidas las definiciones de latitud, y longitud. No saben, que solo meridiano es termino de longitud terrestre, y el equinocial, y sus paralelos los circulos, que la miden: ni parece que solo el equinocial es el principio de latitud terrestre, y los polos los terminos de la misma latitud.

15. Sea en la figura primera, A el polo austral, B, el boreal, COD, el equador, ELF, GvH, NPR, y TGS, sus paralelos en distancia sucessiva de 30. grados. Sea ACBD, AMB, AOB, a meridianos en la misma sucessiva distancia y porque los meridianos, AOB, AMB, passan por los polos del equador, y de sus paralelos por el Lemma 42 de nuestra Trigonometria, los arcos MO, Xv, y ZL, son semejantes: y assi dado, que AOB, sea el primer meridiano, y el principio de longitud terrestre, el navio; que navegare por MxZ, hasta el polo A, multiplicara continuamente latitud, sin variar longitud. Y porque por la construcion MO, y GA son arcos iguales de dos circulos maximos, y C, y D, los polos de AOB, y GMN: [in marg.: GMN] es paralelo del meridiano AOB. Y porque CM, es de 50. grados por la constr. AMB, y GMN, se tocan en M: y porque el navio, que navegare por MXZA, no varia longitud, el que navegare por MG, quadrante del paralelo GMN, varia longitud; antes en M, tendra 50. grados [in marg.: de longitud MO] y en G, tendra 90. grados de longitud, que es el arco GxZ.

Capitulo 2.º Del rumbo nautico de Leste Oeste en el Equador.

Nuestro autor despues que en el citado capitulo 9º. avia probado del modo, que queda[p. 410] advertido en el cap. precedente que el rumbo nauticode nortesul es meridiano, añade que tambien el rumbo de Leste oeste del navio que navega debaxo del equinocial, es el equador: y la raçon que da es porque {es

seguimiento o del equinocial de la tierra, o del exe de equinocial del cielo}⁴⁴ y remete el Lector a las raçones, si las quiere mejores, con que provo que rumbo de norte sul es meridiano: y yo le encomendo el examen dellas apuntado en el pricidente capitulo y estimare, que descubra en ellas lo que yo no he podido. Y porque pareca que pone sus definiciones por demostraciones, deseo saber porque dise, que el rumbo de nortesules {el seguimiento del meridiano, o de su exe}⁴⁵, y porque dize tambien que el rumbo de Leste oeste en el equador {es el seguimiento del equinocial de la tierra, o del exe del equinocial del cielo}⁴⁶. Porque el exe qualquier meridiano es la seccion comun del vertical primario, y del horizonte del lugar, cuyo meridiano es, y ni entiendo, qi quien navega nortesul sigue esta seccion, ni tan poco como quien navega Leste oeste en el equador sigue el exe del equinocial del cielo, ni de la tierra, que es la seccion comun de dos, y aun de duzientos meridianos.

2. y assi la verdadera raçon porque el rumbo nautico del navio que navega Leste oeste en el equador, es la peripheria del mismo equador, se ha de collegir de lo que queda advertido en el cap. precedente num. 10. y 11. en pocas palabras es porque en este caso el centro de la aguja, y del movimiento de la nao quedandosse entrambos siempre en la misma recta perpendicular al horizonte, necessariamente corren por el plano del equinocial del universo, y el centro del movimiento del navio por el mismo caso describe, la peripheria del equador, o del equador, o del equinocial terrestre, o del mar. Porque si moviendosse por plano, o peripheria de otro circulo, o linea para leste oeste, que es variando longitud, necessariamente varia latitud: por ser el equador principio de toda la longitud terrestre. y assi el centro del movimiento del navio sale de la peripheria del equador, adquiere latitud, y es de la essencia de todo rumbo de leste oeste conservar el navio que navega por el en la misma latitud, o sin latitud alguna, como es de la essencia de rumbo de nortesul conservar el navio en la misma longitud, o sin longitud alguna.

3. Añado otra raçon explica la precedente. El rumbo de lesteoeste de la aguja nautica, haze angulos iguales, y rectos con el rumbo de nortesul de la aguja siempre: y el rumbo de nortesul de la aguja, siempre cae en el plano de

⁴⁴ Texto sublinhado.

⁴⁵ Texto sublinhado.

⁴⁶ Texto sublinhado.

sucessivos meridianos quando el navio navega Leste oeste como es notorio, y se suppose. Luego el rumbo de Leste oeste nautico en el equinocial siempre haze necessariamente angulos iguales, y rectos con los sucessivos meridianos, por ser los meridianos los rumbos de nortesul. Luego es el mismo. Porque ningun otro circulo, peripheria, o linea, que corta el equador, lo puede hazer: pues el equador, que passa por polos de todos los meridianos, los corta todos en angulos rectos; y assi el Circulo, que esto haze coincide con el mismo equador y si le es obliquo, no passa por los polos de los meridianos.

Capitulo 3.º Del rumbo nautico de Leste Oeste fuera del[p. 411] Equador.

En este cap. se vera porque causa mi Autor no se aprovecho de las verdaderas razones que demonstnan que el rumbo nortesul es meridiano o su peripheria, y el de lesteoeste en el equador la peripheria del mismo equador. Porque no quiso la pena que necessariamente le causan en la consideracion de los rumbos nauticos de lesteoeste, que el navio describa fuera del equador.

2. Sea pues la resolucion que quando el navio navega lesteoeste en qualquer latitud que es fuera del equinocial el centro de su movimiento describe peripheria de circulo paralelo al equador. Porque es de la essencia de toda navegacion de lesteoeste variar longitud sin variar latitud. Porque si varia latitud sin variar longitud, la navegacion se hasse por rumbo nortesul; y si varia longitud, y latitud juntamente, se navega por rumbo obliquo. Luego resta solamente variar sola longitud. Porque es imposible que se navegue en la superficie del mar o que se camine en la de la tierra sin variar latitud solamente, o longitud solamente, o juntamente variar longitud y latitud y fuera del equinocial solamente quando el centro del movimiento del navio describa en la superficie del mar peripheria de paralelo del equador, el tal centro puede variar longitud solamente: porque quando se varia sola longitud, entre el equador, y en tal camino, y rumbo, es necessario, que queden interceptos arcos iguales de meridianos, que son las medidas de latitud. Luego es tambien necessario, que en tal camino, y rumbo sea peripheria de circulo por cuyos polos los meridianos passan, y que sea paralelo al equador por el Lemma 42 de nuestra Trigonometria; y que tambien se puede ver demostrado en Clavio. Luego el rumbo de

lesteoeste fuera del equador, es periphèria de circulo paralelo del equador. Sea en la figura 2ª P el uno de los polos de la sphaera compuesta de mar, y tierra BCDE el equador, TAM, paralelo del equado, cuya latitud es AB, area de 60 grados: las rectas BD, EC, AJ, BL, que passan por el polo O, son meridianos y assi en el precedente argumento queda demostrado, que el navio, que navega lesteoeste en latitud de 60 grados necessariamente describe con el centro de su movimiento la periphèria TAM, porque necessariamente varia longitud sin variar latitud: y assi siempre dista del equador por area igual con AB; porque no puede conservar la misma latitud sin distar del equador siempre por areas iguales que son las medidas de su continua y misma latitud. Pero si lo camino que se hasse, y la linea, que el centro de su movimiento describe es equedistante de la periphèria del equador, es tambien periphèria, y periphèria paralela con la del equador, o periphèria de paralelo del equador.

3. El contrario se fatiga mucho en desatar el mido deste argumento; pero por mas, que porfia, no acièrta con su intento. Las soluciones, que aplica son varias. La primera es, que {Pedro Nunes dise por cosa cierta, que el navio siguiendo el rumbo de Leste Oeste se acerca continuamente al Equador, y la raçon es clara: porque si el navio sale del punto A, no halle el rumbo de Leste Oeste en la periphèria del paralelo AM, sino en ARC, arco del vertical primario; pues, como Pedro Nunes advierte, puesto el navio en A, y en rumbo de Leste Oeste navegando con vientos en popa conserva la quilla immobile, a pocos passos andados se hallara en diversa latitud[p. 412], y continuamente mas cerca del equinocial⁴⁷. Lo primero que cita de Pedro Nunes; scilicet que el rumbo de leste Oeste acerca el navio continuamente al Equador: no pienso, que se halla en Pedro Nunes: y si se halla, necessita de buena prueba para el credito; que no lo concedemos. Lo segundo, que cita del mismo Nunes, no pienso, que lo cita fielmente porque si mi memoria no se descuida, Pedro Nunes de la tal experiencia no solamente infiere, que el navio se hallara a pocos passos en diversa, y menor latitud, de que no se puede dudar; sino tambien fuera del rumbo de Leste Oeste; y el rumbo de Leste Oeste de la aguja cruzando y haviendo angulo obliquo con la linea de la quilla del navio. Veasse, y entendiasse al A[utor] que se cita y en caso, que mi memoria no me acude con

⁴⁷ Texto sublinhado.

falicidad en ocasion, que no tengo Pedro Nunes en mi poder, acudira la evidencia de lo que digo: porque si el rumbo de Leste de la aguja cae en la 2ª figura en el arco ARC, puesto el centro del movimiento del navio en A; es porque en este caso, y siempre el rumbo de la aguja apunta a los puntos en que la peripheria del equinocial corta la del vertical primario, y la del horizonte: pero passando a delante por el arco ARC el centro del movimiento del navio tiene otro Zenid; otro horizonte e otro vertical primario, y finalmente otros distintos puntos de Lesteoste equinociales. Luego porque el rumbo de Lesteoste de la aguja se estiende en el plano del vertical primario del lugar del centro del movimiento del navio passado este centro adelante por ARC [in marg.: el rumbo de Lesteoste de la aguja no se estendera ya por el plano del vertical ARC, sino por otro, que le corta. Y el nuestro A[utor] |apucos| passos que dio adelante con su solucion confiessalo |ingenuamente| y dize: {en moviendo el navio en qualquier distancia de A, por ARC su Leste etc.} su Leste ya no es C., etc.; y assi lo que hasse el piloto 1ª emproar el navio, por el mismo rumbo, es reducirle siempre a mayor altura}⁴⁸. Pero se esto es verdad nuestro autor aplica flaca solucion. Porque si por el mismo caso, que el navio corre por el vertical ARC, confiessa el contrario, que es necesario reducirle a nuevo vertical para que continuye por el rumbo del Lesteoste: el vertical ARC no es rumbo de Lesteoste (como el mismo pretende provar) pues si lo es como no divierte el navio, que navega por el del mismo vertical, no le divertira de rumbo de Lesteoste: y se corre mucho espacio del vertical, le divierte mucho si poco le divertira poco: y sera impossible, que el navio navegue por qualquer arco del vertical primario, sin que salga del rumbo de Lesteoste: y assi ningun segmento del vertical primario puede ser segmento del rumbo nautico verdadero de Lesteoste; y verdaderamente, si qualquer arco de vertical per pequeno, que sea coincide con segmento del rumbo de Lesteoste, toda la peripheria del mismo vertical es continuacion del mismo rumbo; pues son lineas uniformes, assi la peripheria del vertical, como el rumbo de Lesteoste: y assi desta solucion de nuestro autor se confirma la doctrina que definiendo. Passemos a

La segunda solucion del nuestro precedente argumento del num. 2º. pretende impugnar lo que en el dicho argumento se alega, que en la navegacion

⁴⁸ Texto sublinhado.

de LEsteoeste no se varia latitud; de donde se infiere, que el centro del movimiento del navio corra linea equedistante de la peripheria del equador que es en distancia siempre de lo arcos iguales interceptos de los meridianos, que conta continuamente y de aqui; que corre peripheria del paralelo del equador. Responde el Autor, que aunque se puede desir, que quando el navio corre rumbo de Lesteoeste fuera del equador, varia latitud; porque corre de arcos de verticales, y por el consiguiente, que no corre [p. 413] equidistante del equador mismo. Con todo {la verdadera solucion, es que se puede desir equidistante del equador, sin que se infiera; que todo el equidistante del equador es paralelo porque estos terminos equidistante, y paralelo, no son convertibles}⁴⁹. En esto termino sin duda pasmo algun novato; Bien; y assi tan facilmente se afirma sin mas prueba, que dos terminos {equidistante, y paralelo}⁵⁰ no son convertibles, que es, que ni todas las lineas, que son equidistantes, son paralelas. y que todas las lineas paralelas no son equidistantes; y con todo la diferencia |etera| entre {equedistante, y paralelo}⁵¹, consiste, en que {equedistante}⁵² es palabra Latina, y {paralelo} palabra grega. Y hasta oy dia no se halla Autor, que no confiesse, que lo mismo significa {equidistante}⁵³, que {paralelo}⁵⁴ y assi son tan convertibles, como {hombre}⁵⁵, y {homo}⁵⁶ como {|mies| y raton}⁵⁷: como {piero y canis}⁵⁸: como {piedra, y Lapis}⁵⁹. Y finalmente como los ademas terminos de diversas lenguas, y provincias, que significan lo mismo. En grandes apreturas se vea el nuestro A. obligado a semejantes soluciones.

5. Mui contento con la procedente solucion, que pretendio librar en gramatica, y logica: que es en la significacion de los terminos {equedistante, y paralelo}⁶⁰: y en su convertibilidad, acude por la tercera a la Physica, y trabaja por enredarnos en el laberinto de la compusicion del continuo y invoca la escuela entera de los Peripateticos asin que no ignora, que la geometria fue

⁴⁹ Texto sublinhado.

⁵⁰ Texto sublinhado.

⁵¹ Texto sublinhado.

⁵² Texto sublinhado.

⁵³ Texto sublinhado.

⁵⁴ Texto sublinhado.

⁵⁵ Texto sublinhado.

⁵⁶ Texto sublinhado.

⁵⁷ Texto sublinhado.

⁵⁸ Texto sublinhado.

⁵⁹ Texto sublinhado.

⁶⁰ Texto sublinhado.

siempre mui devota de los catolicos. Dize pues en substancia, que aunque el centro del movimiento del navio corre por arcos de diversos verticales primarios, puede correr linea equidistante de la periphèria del equador y sin variar latitud, y por el mismo caso por rumbo verdadero nautico de Lesteoste; porque el movimiento del navio, como disen todos los Philosophos cominça en cierto y determinable espacio, porque qualquier espacio, en que se mueve es parte y divisible: y qualquier parte de la tal parte aun divisible sine fine, de suerte que no se puede imaginar alguna, que asin no sea divisible; y por el mismo caso no se puede determinar particula, en que se dis principio al movimiento, esta dize nuestro A[utor] es doctrina de todos los Philosophos y le puede creer, quien no sabe mas, que la mitad, en todos tiempos enseñaron lo contrario. hoc est los estoicos, y sus sequases; y la geometria se arrimo siempre a la doctrina estoica, que contradise lo que el Autor suppose. Y el nuestro A. tambien en cierta mostracion suya, que llama demonstracion, y que pone en guia, y frontera de las demas, que luego examinare, dexa esta su doctrina peripatetica, que ahora dise es de todos los Philosophos, y se declara por estoico, como buen geometra en las siguientes palabras. La {periphèria de un circulo no es otra cosa sino una linea circular compuesta de todos los puntos, en que ultimamente se termina el plano}⁶¹. Luego confiessa, que qualquier periphèria de circulo esta compuesta de puntos, y no de partes Aristotelicas, que llama inciertas, y se professa por estoico purissimo, y sinissimo: assi se transforma, y muda trages, y doctrinas, por no admitir la verdad de la que defiende.

6. Con todo porque la presente ocasion se buelva peripatetico tengamos la lastima, y demos le por buena la doctrina, que propone de sus partes inciertas de movimiento aver como asegura con ella, que el navio puede moverse por vertical [p. 414] primario sin variar latitud. Dize pues, que aunque en la figura 2^a el navio puesto en A se mueva Lesteoste en la vertical ARC, no varia latitud, no dessa de equidistar del equador; porque en el tal vertical, y en los subsequentes no se mueve por parte cierta, se no invierta; y para variar latitud, y distancia se requiere parte cierta, y determinada, como tambien toda la Philosophia affirma; de manera, que concide, que el navio passa de A, por el vertical EAC, parte indeterminada, que demos sea Ab, y llegado a b, rebuelve en

⁶¹ Texto sublinhado.

el vertical AHJ , otra parte incierta bH etc. Luego su doctrina peripatetica no le serve. Porque 1º si se mueve de A, para b, y en b, muda el movimiento para H, no corre en EAC: parte incierta solamente; porque parte incierta del A no con el entendimiento se puede determinar; y este movimiento, o espacio tiene la menor, pues se comprinde entre dos verticales, que cortan el vertical, cuya parte es, y no le cortan en el mismo punto; antes por pequena, que sea contiene en la doctrina peripatetica otras partes infinitas syncathegorematicè y assi el A. implica contradiccion en su misma doctrina peripatetica diziendo que en cada vertical el navio corre una sola parte indeterminada; porque si es una y sola, y la minima possible, es no solo determinada; si no parte, que Aristoteles no admite porque se es la minima, no es parte peripatetica que siempre por pequena que sea, es divisible, y contiene otras infinitas syncathegorematicè assi parte qualquier, que sea, que el navio corre en cada vertical como el A. le pone distincta de la parte que corre en otro, es parte determinada y si lo es, el mismo confiessa que basta para variar latitud, e distancia del equador. 2º pregunto al Autor si la parte, que en esta su nueva physica llama incierta es realmente cantidad peripatetica y espacio, y sin duda dira, que si, porque de ninguna manera quiere, que sea punto sino cosa divisible. Luego porque en la 2ª figura el vertical EAC, toca el paralelo MAT, en A, y le toca en un solo punto, la tal parte esta toda fuera de la periphèria del paralelo. Luego causa variacion de latitud y distancia del equador. Porque entre el punto, en que esta parte corta la del vertical siguiente y la periferia del paralelo intercede del meridiano, que pasa por los dos tales puntos, alguna parte necessariamente, y parte peripatetica, que contiene otras infinitas. Luego es distancia y latitud variada; y assi porque de ninguna manera admittira que un solo del meridiano interceda sera parte. Replica, que para variar latitud es necesaria parte determinada intercepta como de grado, o minuto: assi luego tambien para que el navio tenga movimientos en el vertical, necesita de espacio determinado, como grado, o minuto. Sea pues la parte del vertical, e tambien del meridiano grado, o minuto indeterminado e assi si minuto indeterminado del vertical basta para espacio y movimiento y assi distancia en el mismo vertical bastara para espacio e distancia en el meridiano y assi por mas que el A porfia en embaraçar, y enredar la verdad con la confusion de las partes inciertas, que nuevamente fabrica y prohija a todos los Philosophos

no se desenbolvera antes quidquid dixent quedara preso en su misma red, y tela de arana, con que sale a caça de moscas.[p. 415]

7. Y assi la verdad del caso es que el ciento del movimiento del navio puesto en A no corre quando navega por el rumbo de Lesteoeste por segmento alguno cierto o incierto del vertical primario CAE sino por la peripheria del paralelo AMT y constara con mas perspicuidad en la declaracion de cierto argumento del autor que el llama su 2^a demonstracion en esta materia. Porque lo mismo sera desenredar el engano, en que se embaraça, que refutarle. Dize, que puesto el centro del movimiento del navio en A, si pretende navegar por el rumbo de Lestoeste necessariamente pone la linea de la quilla paralela al rumbo Lestoeste de la aguja, y es verdad antes le concedo, que es necesario poner a si el rumbo de Lestoeste de la aguja en la linea de la quilla paralelos en el mismo plano perpendicular al horizonte no con tanta necesidad como en las navegaciones obliquas e rectas; sino con la necesidad que conviene a la facil y expedita noticia desta materia. Luego es necesario que la linea de la quilla se estienda por el plano del vertical primario CAE y no del paralelo MAT. Porque (disse este Autor) el rumbo de Lestoeste, corta el de Nortedul en angulos rectos, e entrambos estendidos dividen el horizonte en quatro quadrantes pues tienen su centro en el del horizonte. Admitto la consecuencia pero no la razon en que se funda; porque el centro de la aguja puede consistir en el centro del horizonte sin que sus rumbos de Lesteoeste e Nortedul (que se cortan en angulos rectos) estendidos le reparten en quadrantes en caso que la aguja juegue sobre plano obliquo al horizonte como naturalmente desea jugar y assi el rumbo del Nortedul de la aguja puede estenderse en el plano del meridiano, e el de Lestoeste en el plano del paralelo de la latitud A; no obstante que estos dos rumbos se cortan en angulos rectos. Porque el Autor no puede negar, como despues advertira, que el plano de qualquier paralelo del equador es recto a los planos de todos los meridianos, y contodo el centro de la aguja quedara en el centro del horizonte sensible, que es el plano imaginario tangente de la superficie del mar en el punto, en que la aguja se halla a paralelo al horizonte racional, y el tal punto es su ciento e sobre el centro del racional. es menester luego advertir, que los rumbos de Nortedul, y Lesteoeste de la aguja estendidos sensiblemente reparten entrambos horizontes sensible, y racional en quadrantes quando el plano de la

aguja queda paralelo al del horizonte o (que es lo mismo) quando el exe del horizonte se estiende por el estilo de la misma aguja e porque la comodidad de la navegacion, e el uso expedito de la aguja obliga los pilotos a conservar el plano de la aguja paralelo al horizonte: sus rumbos reparten en horizonte en cuadrantes y el rumbo de Nortesul se estiende por el plano del meridiano, y el del Lesteoste por el plano del vertical primario, e assi con el favor que ha hecho desta bendita demonstracion digo a la doctrina, en que el Autor la funda tenemos que puesto el centro del movimiento del navio en A, assi el rumbo de Lesteoste de la aguja como la linea de la quilla del navio dispuesto para navegar por la direccion del tal rumbo se estienden no por el plano, o periphèria del paralelo MAT, sino del vertical primario CAE.

8. Y de aqui si mas prueba el Autor seguramente infiere, que el rumbo nautico verdadero de Lesteoste, que es la linea, que el centro del movimiento del navio describe quando navega para Lesteoste es la periphèria del vertical CAE[p. 416] y no del paralelo MAT. Pessima consecuencia. Porque 1º si de la postura sobredicha del rumbo de Lesteoste de la aguja, y de la linea de la quilla se infiera que CAE es el rumbo verdadero de Lesteoste, si infiera con igual fuerça, que el navio que sale de A, Lesteoste, busca el punto C, o el punto E, que son las intercepciones de las periphèrias del equador BCDE, de CAE, el vertical primario, y de CFE, horizonte del punto A porque el rumbo Lesteoste de la aguja e la linea de la quilla nos muestran y si encaminan a ellos. De donde si infiere tambien, que el navio, que corriere de A Lesteoste disminuira 60 grados de latitud. 2º infiera evidentissimamente de la doctrina y assentada con este argumento del Autor, y de que el pretende inferir, que el rumbo de Lesteoste no es periphèria de paralelo, sino de vertical que es realmente periphèria de paralelo, y no de vertical. Porque esta doctrina recogida affirma que puesto el centro del movimiento del navio en A y dispuesto a navegacion de Lesteoste el rumbo Lesteoste de la aguja, e la linea de la quilla caen en el plano del vertical primario del mismo lugar, y punto A. Luego en todo o lugar caen en plano de su vertical primario. Luego continuada la navegacion de Lesteoste siempre se estienden en el vertical primario del lugar, en que el centro del movimiento se halla. Pero el vertical primario [in marg.: CAE no puede ser el vertical primario de] de otro punto de la superficie del mar, {no

puede ser vertical primario della}mas oriental, o mas occidental que A, como es notorio, e se puede ver por la construccion de la figura que es exacta. Porque por ser AF, HJ, y NO arcos de 90 grados CAE es el vertical primario [in marg.: de A y CFE su horizonte AHJ es el vertical primario del] del punto H, y AJJ , su horizonte. BNL , es el vertical primario del punto N, y BOL , su horizonte, etc. Y assi moviendosse el navio para Leste o para Oeste fuera del equador sucessiva e continuamente adquiere nuevo y distinto vertical primario, como nuevo, y distinto Zenid, y horizonte. Luego navegando Lesteoste del punto A, el rumbo de Lesteoste, e la linea de la quilla se hallan en el plano de nuevo vertical primario distinto de CAE [in marg.: Luego ni el cietro del movimiento del navio, ni su linea de quilha, pueden en la navegacion de Lesteoste moverce por CAE el] el minimo espacio posible, aunque se diga incierto porque no se pueden estender juntamente por planos de dos verticales distintos, que no se cortan en la superficie del mar, sino por el medio. Luego devemos mucho al contrario, que nos da ocasion de impugnar su doctrina, con que arma pleito con la navegacion de Lesteoste por paralelos.

9. Y de aqui infieran lo segundo que solo quando el navio sale de A, por la peripheria AMT, puede navegar Lesteoste. Porque todos los verticales primarios de los lugares en la superficie del mar, tienen 60 grados de latitud, por sucessiva, e continuamente tangentes de la peripheria AMT de suerte que como CAE, es el vertical primario del punto A, y tangente de la peripheria AMT en A; assi AHJ , es el vertical primario de H, y tangente de AMT, en H; BMD es el vertical primario de M, y tangente de la peripheria AMT en M, etc. y lo mismo se entiende de los puntos todos de los arcos AH, HM, MT etc. Luego las peripherias de los verticales primarios de todos los lugares, y puntos de la misma latitud AB, HB, MC, etc. se cortan inmediata, continua, y sucessivamente en los puntos continuamente sucessivos de la peripheria AMT. Luego si el centro del movimiento del navio corre por la peripheria AMT necessariamente muda el [p. 417] rumbo de Lesteoste de la aguja y la linea de la quilla inmediatamente de vertical en vertical, y en qualquier punto de la misma peripheria, los pone en vertical primario del mismo punto. Antes para executar esto que la confission del contrario, y la evidencia ya averiguada demonstra ser

necesario para navegar de Lesteoste es necesario que corra continuamente por la peripharia AMT sin salir della.

10. Advierto mas, y infiero de los numeros antecedentes, que el centro del movimiento del navio que corre por la peripharia AMT Lesteoste no lleva consigo otro punto alguno de la linea de la quilla por la misma peripharia; y assi se el centro del movimiento del navio se pone en A, y la linea de la quilla, se estiende y ocupa en el vertical primario CAE, el arco todo RAS, en la navegacion de Lesteoste, el centro correra la peripharia AMT, y los dos extremos de la linea de la quilla R y S equedistantes de A, correran la peripharia del paralelo RXS, y assi enquanto A corre el arco AH; R correra el arco Rv y S el arco SK [in marg.: mudado A, por H, en MR se mudara por v, en X y S, por K, en R. etc. y] y assi se infiera, que dos qualesquer puntos otros intermedios de la linea de la quilla, que subtende el arco RAS, equedistantes de A correran Lesteoste peripharia de proprio paralelo que sera peripharia de la latitud, en que entrambos se hallaran al principio de la navegacion, y que en navegacion de Lesteoste conservan necesariamente solo el centro del movimiento del navio que es el punto medio de la linea que llamo de la quilla corre peripharia de paralelo proprio. De onde se infiere lo que se dira de la navegacion de las demas partes del navio, y quise advertir lo apuntado en este §. para prevenir nuevas patrañas que por falta de consideracion librada en buena geometria pueden embaraçar de nuevo el punto de navegacion, que trato.

11. Otro argumento en abono de la navegacion de Lesteoste fuera del equador por peripharia de paralelo se puede proponer deste modo: el rumbo de Lesteoste de la aguja hasse angulos rectos con el norte. Luego el rumbo nautico de Lesteoste en la superficie del mar guiado por la direccion de la aguja hasse angulos rectos con los meridianos. Porque el rumbo Nortsul de la aguja siempre cae, como supponemos en plano de meridiano. Pero fuera del equinocial solos los paralelos pueden hasser angulos rectos con los meridianos. Luego solo los paralelos del equinocial que sin ser rumbos nauticos en la superficie del mar, en navegacion de Lesteoste fuera del equinocial. Este argumento assi propuesto sin dificultad demonstra que el rumbo nautico en navegacion donde no hay latitud, es la peripharia. Pero quando uso del en prueba de navegacion de Lesteoste fuera del equador por peripharia de

paralelos; en lugar de los terminos {angulos rectos}⁶², uso de {angulos iguales}⁶³ porque son terminos mas universales, por ser cosa cierta, que a imitacion de los angulos que qualquier rumbo de la aguja hasse on el del Nortesus que es siempre el mismo unimoble y unimutable, qualquier rumbo nautico en la superficie del mar guiado, y determinado por la direccion de la aguja hasse angulos iguales con todos los meridianos quiero dessor que con qualquier meridiano que corta hasse angulos semejantes y iguales con los que hasse con qualquier otro y solo esto puede hasser paralelo, quando se navega Lesteoeste sin variar latitud. Con todo el primer modo es mas breve y bueno no obstante, que el contrario, que impugno le quiera una palabra, que en esto lugar [p. 418] examinara.

12. Dize pues el Autor, que aunque Theodosio, y otros muchos demonstnan, que los meridianos cortan los paralelos del equador en angulos rectos porque passan por sus polos, se ha de entender, que habla de angulos rectos {segundarios}⁶⁴, que son angulos rectos, que hassen con los paralelos por razon de los que hassen con el equador. Gentil interpretacion de nueva geometria, y de que su relato Pero Nunes haze el caso, que merece y quando se admite y que no se abuena la demonstracion, que prueba, que el circulo maximo, que pasa por los polos de otro qualquier circulo de la sphaera le corta en angulos rectos, o haze con el angulos rectos primarios, que se infiera contra la fuerça del argumento que solo pretende inferir su intento de la rectitud de los angulos, que los paralelos del equador hassen con los meridianos: ni cura, ni tiene paraque examinar de onde les viene esta rectitud si por gracia o naturaleza, por merced o justicia. Bastele, y sobrele que los tales angulos sean rectos para inferir su consecuencia.

13. Añade mas el Autor, que la demonstracion de Theodosio lo prueba que la peripharia de meridiano hasse angulos rectos, con la de paralelo del equador, y a este intento forma una nueva geometria, que nunca entro en pensamiento de Theodosio. Pero no hasse tanto agravio a Theodosio o a Padre Clavio su interpreto que forma intenda en su defensa: pasa mas adelante a dessor que {en rigor, y en la mejor geometria en materia de angulos sphericos no entra en

⁶² Texto sublinhado.

⁶³ Texto sublinhado.

⁶⁴ Texto sublinhado.

consideracion el angulo}⁶⁵ que el paralelo hace con el meridiano, porque la definicion de angulo spherico en Clavio es esta: Angulos sphericos est, in quem sphaera superficie duo arcus circulorum maximarum se mutuo secantes, continent: y luego añade la autoridad de otros muchos Autores. Pero no advierte que assi Clavio, como los demas Autores que alega definen una sola especie, y casta de angulos, y triangulos sphericos que son los que la Trigonometria spherica considera, y mide, como ellos mismos distintamente declaran; y grande, y intolerable ignorancia seria afirmar que dos qualesquier peripherias, que se cortan, o se tocan en la superficie de la sphaera, no comprehenden angulo spheris, y a penas se halla Autor, que trata de angulos sphericos que no la diga aunque no es necesario advertir cosa tan obuia sin duda es posible definir angulo spherico en comun, y es conforme los principios de Euclides la inclinacion de dos lineas que concurren en la superficie de la sphaera sin continuar una misma linea; y esta definicion alguna cosa define, y diga el Autor que es, si no es angulo spherico semejante a esta es la definicion de angulo plano en comun no obstante, que el angulo plano que la trigonometria plana considera, tiene su particular definicion, y diferencia, y con todo no solo el angulo plano no rectilineo, que pretence a la trigonometria plana es angulo, o solo el triangulo plano el contenido de lineas rectas. Donde el contrario descubrio esta su {rigorosa y mejor geometria}⁶⁶, no lo se, que tan claramente impugna los primeros principios de toda la buena geometria, y se le preguntamos por la definicion de angulo spherico recto, no dara otra geometria, que la siguiente, es la inclinacion de los circulos de la sphaera que contandose hazen angulos deinceps⁶⁷ iguales, y aplican a los que la periferia de meridiano haze con la de paralelo del equador, hallaremos, que haze [p. 419] con ella angulos sphericos rectos.

14. Sin embargo de que nuestro contrario lo niega. Porque dise que en la figura segunda el angulo BAC que el meridiano hace con el vertical primario es recto. Luego si tambien BAM el angulo, el mismo meridiano hasse con el paralelo, es recto tenemos un angulo recto spherico mayor que otro, y advierte que hable de los angulos que las peripherias de los circulos hazen, y si le

⁶⁵ Texto sublinhado.

⁶⁶ Texto sublinhado.

⁶⁷ Nota: [sucessivamente].

replicais, que el mismo inconveniente impugna la rectitud de los angulos que el plano del meridiano hasse con el del paralelo, responde doctriřsimamente que {la seccion de los planos de circulos, es linea recta, y por la 27.7. no hay inconveniente en que una recta haga angulos iguales, y rectos con otras dos paralelas}⁶⁸ ni digo que la rigurosa ni la mejor geometria, ni la mui mas benigna, y peyor entendiera como esta respuesta viene al preposito, porque ni en las secciones de los planos de los sobredichos circulos hay linea recta, que corta otras dos paralelas: ni tan poco lineas rectas son los lados de los angulos, que planos de circulos, que se cortan hassen sino los mismos planos. Y assi pasa adelante a dessir que el plano del vertical no corta el plano del meridiano en el mismo punto, en que el plano del paralelo, porque el plano del vertical corta el del meridiano en el centro de la sphaera, a que el plano el paralelo no llega: esta tambien es otra mui rigorosissima geometria, que ni se entiende, ni hasse al caso, y tambien es verdad, que los planos del vertical y del paralelo, que se tocan en A en el mismo punto A, cortan el plano del meridiano y no se porque esta rigurosa geometria se ahoga en tan poca agua, porque con |solo| entender, que es el angulo comprehendido de dos planos, que se cortan en, facilmente entendiera no obstante la replica que tanta pena le da, como el plano del meridiano haze angulos rectos y aun iguales con el plano del vertical, con el paralelo; sabida tambien de camino la definicion 4.11. y si aun no puede entender como la peripheria del meridiano hasse angulos rectos rectos con la del vertical, y tambien con la del paralelo en el mismo punto, en que las peripherias del vertical y del paralelo se tocan; considera la definicion de angulo spherico recto, que apunta en el capitulo precedente, y tambien si los planos son perpendiculares entre si, las peripherias por mas que se cance, no pueden dexar de hasser angulos rectos aunque la controversea de la navegacion de Lesteoste necessita mui poco de la determinacion de tales angulos. Aiuda tambien a su Pedro Nunes que su autoridad en este particular le puede serenar.

15. El primer argumento del contrario, que llama su 1^a demonstracion disse que si el navio navegando Lesteoste corre por el paralelo AMT siempre consiervara su quilla paralela al mismo paralelo, que es imposible; porque por ser cuerpo pesado necessariamente conserva la quilla perpendicular al horizonte;

⁶⁸ Texto sublinhado.

y assi que el plano del paralelo. Para proceder con claridad en materia, que aunque no muy dificultosa suele embarçan mui buenos intendimientos, imaginemos un plano, que corta el navio desde popa a proa en dos mitades, y que la seccion comun deste plano, y de la quilla del navio, sea la linea de la quilla, y la imaginaremos linea recta, porque teniendo el navio la divida, y proporcionada carga, el centro del movimiento del navio sera punto de la recta, imaginemos, que sea el, en que el [p. 420] exe del mastil mayor hasse angulos rectos con la linea de la quilla y assi averiguado el sitio, y postura destas dos lineas rectas en la navegacion de Lesteoste, facilmente entenderemos en de las demas partes del mismo navio y avierte, que la linea de la quilla caera en el plano del circulo, en que cayere el plano sobredicho, que corta el navio en dos mitades de proa a popa, y que passa por el exe del mastil mayor: esto suppuesto.

16. Respondo, que si quando el navio corre Lesteoste fuera del equador el viento obliga al exe del mastil mayor a hasser con los verticales primarios de los lugares de la misma altura angulo de inclinacion igual con el que el paralelo de la altura hasse con los mismos verticales, no solo el centro del movimiento del navio corre la peripharia del mismo paralelo, como consta de los num precedentes deste cap. Tambien la linea de la quilla corre en en plano del mismo paralelo, pues continuado el plano que cae, y que passando por el exe del mastil corta el navio en dos mitades pasa por el centro del tal paralelo. Luego se da caso en que la linea de la quilla pueda correr Lesteoste en el plano del paralelo, y en este caso todas las demas lineas rectas del navio paralelas a la de la quilla, corren planos de paralelos; pero dado el caso, que el navio va viento en popa de modo, que el exe del mastil haga siempre angulos rectos con todos los horizontes, porque pasa digo que con todo el centro del movimiento del navio correra la peripharia del paralelo y la describira como ya varias veses he demostrado, y que tambien los demas puntos de la linea de la quilla equedistantes del centro del movimiento del navio de dos en dos describiran peripherias de paralelos de menor latitud, y correran por ellas, y la linea de la quilla toda no correra por plano de paralelo, por plano de vertical, o de otro circulo de la sphaera ni tan poco el exe del mastil correra por plano de circulo alguno de la sphaera como tambien queda demostrado, y se puede ver en la figura 2^a sea el centro del movimiento del navio puesto en A, punto de

contigencia del paralelo AMT, y del vertical primario CAE, y puesto el navio con la postura que en este caso se pone el exe del mastil del navio sera perpendicular a la superficie del mar en A, con que continuado llega al centro de la sphaera, que es postura, que siempre obsierva en esta navegacion, y porque el plano que pasa por el exe del mastil, por el centro del movimiento A, se pone siempre recto a la superficie del, y a todos los horizontes sucessivos y assi como en A, passa por el centro de la sphaera, tambien en H, en M, etc. passara por el centro de la sphaera y porque el plano del vertical CAE passa por el centro de la sphaera, y por el sobredicho plano, y la linea de la quilla estendida en el, se entienden y miran con este caso derechamente para C, y E los puntos del orto y ocaso del lugar, y punto A, cayeran, y si estenderan en el plano del vertical CAB y porque por la misma razon mudado el centro del movimiento del navio para H cayen, y se estienden por AHJ vertical primario de H, y lo mismo consta de los verticales primarios de todos los puntos intermedios del arco AH y los demas todos de toda la peripheria AHN si infiere que el tal plano la linea de la quilla e el exe del mastil continuado pasan continua, y imediatamente de vertical primario en vertical primario sin moverse a correr a algun plano [p. 421] dellos o de otro circulo de la sphaera.

17. Ya he dicho, como el centro del movimiento del navio corre por la peripheria del paralelo y como se considera, como punto solitario, y sin continuacion para arriba o para abaxo no se puede dessir con propiedad, que corre por plano de circulo alguno, y lo mismo se entiende de los demas puntos de la linea de la quilla y assi porque el exe del mastil en que el centro del movimiento del navio es extremo no corre por plano de algun circulo y no solo es muy improprio modo de hablar que el centro del movimiento del navio corre por el plano del paralelo, porque corre por su peripheria sino falso y errado porque no tiene linea alguna, que continuada le guia por tal plano, y por otra parte como es punto y remate del exe del mastil, es necessario, que corra por la superficie, en que el mismo exe continuado, que es una meta cuyo vertice del centro de la sphaera su superficie descrita por el movimiento de tal exe, y la basis el segmento de la superficie de la sphaera comprehendida de la peripheria del paralelo que el remata del exe y el centro del movimiento del navio describe qual en la figura 2^a es AHN. Del mismo modo que el rayo central del sol con su

movimiento diurno de 24 horas de oriente a occidente corre en la superficie de una meta cuyo vertice es el centro del univierso, su superficie la que el rayo central del sol perpendicular a la superficie de la tierra y continuado describe con su movimiento continuado, y su basis el segmento de la superficie de la tierra comprehendida de la peripheria del paralelo de tal dia que el extremo lo mismo rayo central delinea, como la gnomica considera, y demonstra por principio de sus demonstraciones, y si considerarmos ser cada punto de la linea de la quilla continuada, linea recta al centro de la sphaera diremos que ellos tambien de dos en dos corren por superficie de diversas, y desiguales metas. Remitto a la contemplacion, y especulacion de los curiosos las demas consideraciones que de lo advertido se puedan inferir, y de que el presente discurso no necessita, y paso a los con que mi Autor confirma su argumento.

18. La primeira confirmacion dise que es inteligible que el navio se mueva para a peripheria de un paralelo {sin moverse por su plano por ser la peripheria compuesta de los puntos que son remates de su semidiametros}⁶⁹. Agradescole la doctrina estoica que en esta ocasion professa, y combidole a la solucion deste enigma, que hallara en el num[ero] precedente. Pero aprieta la defficultad aunque en figura bien impropria lo que explicare en la mia 2ª y dizen, que el plano todo de la peripheria AHN no es {otra cosa mas que muchas, y infinitas peripherias de paralelos continuamente menores descriptos sobre el mismo comun centro}⁷⁰, y continuadas como partes de cantidad hasta el mismo centro y assi ahora le tenemos estoico entero, y perfecto; pues no sole compone lineas, y puntos, sino tambien planos de lineas por el conseguen sin algun argumento aparente no le obliga a enredarse de los laberintos peripateticos compondra cuerpos de superficies y assi concluye, que el navio, cuyo centro del movimiento corre en la peripheria AHN baxara a peripheria menor[p. 422] en el mismo plano superior y mayor AHN faltara o se ausentara y si la 2ª faltara, correra en otra peripheria menor, y assi si se continuara esta anihilacion, y ausencia continua, y sucessiva de peripherias mayores en el plano del paralelo daria consigo en el centro del paralelo. Luego de facto si se mueve en la peripheria se mueve sobre el plano, y en el plano del paralelo, del modo, que moviendosse en

⁶⁹ Texto sublinhado.

⁷⁰ Texto sublinhado.

las peripherias del equador y meridiano se mueve en sus planos. Respondo en una palabra que queda averiguado en el numero precedente, el peso del navio no carga solo sobre el plano del paralelo sino sobre el agua toda, que le sustenia, y ella queda debaxo del entre mismo navio, y el centro de la sphaera y aunque las peripherias, y planos de muchos paralelos ayudan con su agua a sustentarle, no aprieta al agua de los mismos planos derechamente, y a plano para sus centros, sino para el de la sphaera, particularmente a la que corre debaxo del plano de su basis, y assienta y assi la falta no digo de una, o mas peripherias del plano de un solo paralelo, no hazia baxar un navio, que no fuesse tan delgado, y angosto como el mismo plano aun dado el caso que el navio cargava derechamente sobre el. Pero faltando las peripherias, y planos de los paralelos, en que todos los puntos del navio hassen su movimiento (pues no tiene el navio punto alguno, que no se mueva Lesteoste en alguna peripheria de paralelo), el navio daria consigo no en el centro de algun paralelo por camino derecho, sino en el de la sphaera, si se le abriera camino desahogado. Porque faltando los tales, faltarian tambien los meridianos verticales, y los demas circulos maximos que pasan por el centro de la sphaera, y constan de la misma materia, y agua, que los paralelos, y en este caso tomaria obliquamente y al suslayo no solo los planos de los paralelos que sus puntos perpendiculares se mueven, sino tambien los demas todos entre la latitud en que se hallara, y el equador. Ya he dicho, como el punto del navio, que es su centro de movimiento corre por peripheria del paralelo en la navegacion de Lesteoste sin andar o posar sobre su plano, y como aunque en su movimiento escribe la tal peripheria no se mueva sobre su plano, sino sobre superficie de meta, cuyo vertice es el centro de la sphaera e lo mismo se entiende de qualquier punto del navio, que delineando peripheria de paralelo, se mueva en superficie de meta, y porque todas estas metas tienen su vertice en el centro de la sphaera, y todos los puntos del navio pesan para el tal punto y centro (que ahora admitto, por no ser este el lugar de deshazer esta tan recebida como errada da imaginacion) se infiere evidentemente que todo el navio en su movimiento y curso de Lesteoste carga sobre un cuerpo compuesto por varias inmediatas y continuas superficies de metas que unas comprehendan en si otras menores, y el grueso deste cuerpo es conforme lo ancho del navio o espacio de latitud que en su movimiento ocupa en esta navegacion. Y assi el rumbo de Lesteoste de todo

lo navio es segmento de una basis que tiene la anchura y latitud dicha y el exemplo, que el autor trae del equador y del meridiano viene tan a proposito como si disiera, que porque el fuego quema tambien el agua, y como si pretendiera inferir, que es imposible que un cuerpo tenga natural[p. 423]mente movimiento circular porque las piedras le tienen recto conque queda tambien frustrado el conato de la 2ª confirmacion, y tambien el de la confirmacion 3ª. Porque cada punto del navio parado pesa sobre la linea de agua entre el mismo punto y el centro de la sphaera. Y esta tal linea es como seccion de infinitos verticales y assi no carga sobre una mas que otra, y aunque la linea de la quilla cae en el plano del vertical primario, quando el navio se dispone a navegacion del Leste otras infinitas lineas del mismo navio caen en planos de otros verticales. Y assi si dise que la linea de la quilla, y el plano perpendicular al horizonte en el navio cuya basis es la tal linea de la quilla carga sobre el plano del vertical primario y quando el navio esta parado con la misma razon se infiere, que los demas planos todos perpendiculares del navio cargan necessariamente sobre los otros planos infinitos verticales, y assi si de los 1º se infiera que la linea de la quilla corre Lesteoeste sobre el plano vertical primario es necessario, que concluya que las demas lineas y planos del navio se muven en los planos de los demas verticales, y assi el navio despedido Lesteoeste se deshara en infinitas lineas perpendiculares, de que cada qual correra por vertical distincto. De donde se infiera quan redicula es la consecuencia que el Autor infiere en la dicha 3ª confirmacion de su argumento, quando dise {el navio se mueve en la misma [in marg.: forma] y sitio, en que descansa. Luego si la quietud de la nao es siempre en circulo maximo, tambien el movimiento della sera del mismo modo en circulo maximo} ⁷¹. Por lo qual considerando que el movimiento Lesteoeste de qualequier punto [in marg.: del navio, se haze sobre superficie de meta y que el tal punto describe] describe la peripheria paralela del equador, que comprehende la basis de la meta misma. Es verdad clara que el mismo punto juntamente corre en la peripheria dicha, y sobre la superficie de tal meta, en que tambien descansa; y finalmente el navio todo descansa en cuerpo composto de superficies de muchas metas desiguales, anda sobre el, y corre Lesteoeste con movimiento paralelo al equador si que entiendo narra mas duda.

⁷¹ Texto sublinhado.

19. Libres ya del precipio del navio con el precedente argumento ha causado mucho miedo en este mundo hemos llegado con mas animo y examen del tercer argumento, y demonstracion del contrario que amenaza la doctrina, que defiende la arguya de un absurdo grafismo, y geometrico. El Euclides nos valga dize pues este tremendo argumento lo que aqui repetire en la figura 2^a. {Si el navio se mueve por la peripheria del paralelo AHN la linea de la quilla sera tangente en A, en H, en M}⁷² [in marg.: y en los puntos a la misma peripheria. y no lo niego. Luego haze angulos rectos con el semidiametro del paralelo, que passa por los puntos del contacto A, H, M, etc.] {etc. por la 18.3. y por la 4.1. de Theodosio}⁷³ {y en los puntos a la misma peripheria y ne lo niega. Luego hace angulos rectos con el semidiametro del paralelo que pasa por los puntos del contacto A, H, M, etc.}⁷⁴ Y menos textos me obligaran a concederle la consecuencia. Passa adelante, y quiere, que lo concedamos que el tal {semidiametro continuado coincida con el exe de que pongo |?| en |A, KA|}⁷⁵. Pero porque no prueba esta coincidencia y es verdadera en solo un caso de la inclinacion del navio que hablo en num. 16. se lo concedo de mala gana, y solo digo transeat: luego dize los angulos, que la continuacion de sobredicho semidiametro, y el exe del mastil hasse con la tangente de la peripheria son tambien rectos por la |15.1.| y infiere mui bien. Pero por otra parte el exe del mastil hasse angulos rectos con el horizonte visible. Este [p. 424] pero me parece muy duro, y verde porque la misma linea recta, que pasa y si estiende por plano obliquo al horizonte no puede ser recta al mismo horizonte, y el num. 16. advierte que solo quando el mastil del navio hasse con el plano del vertical angulo de inclinacion igual al que el plano del paralelo con el plano del mismo vertical, puede estender su exe por el centro, y plano del paralelo y quando el mastil no riscado se inclina su exe es recto al horizonte ni de la doctrina que defiende si infiera otra cosa. Con todo por lo menos por la sancta curiosidad describamos los absurdos, que este Autor infiere desta posicion suya, que sin fundamento, como enemigo ficticio fabrica. Siguese, que moviendose el navio por la peripheria del paralelo con el mismo tempo el exe del mastil ira haciendo

⁷² Texto sublinhado.

⁷³ Texto sublinhado.

⁷⁴ Texto riscado.

⁷⁵ Texto sublinhado.

angulos rectos, y iguales con dos lineas rectas, que entre si no son paralelas quales son la tangente del paralelo y el horizonte invisble que es claramente contra la doctrina de las posiciones 27. y 28. del 1º de Euclides. Luego para que no se diga tan grande absurdo no se ha de dessor el navio se mueve por el paralelo. Grande ha sido la desgracia de la doctrina que defendo, pues encurre las censuras de no menos que dos propos. enteras del primero Lib. de Euclides: pero el mismo nos absolvera en qualquier evento. y en primis sienso la desgracia del pobre del horizonte sensible, que hasta ahora se estima por superficie plana mui honrada y ahora para que se comprehenda en las propos. 27. y 28. 1º que trata solamente de lineas, se |vae| reducido a la estrechez de linea recta a modo de horizonte pintado y encogido por la scenographia. segundo protesto otra ves, que la doctrina, que defiendo no necessita al exe del mastil ha hasser juntamente angulos rectos con la tangente del paralelo, y con el horizonte estendido en plano o encogido a linea recta. En tercer lugar digo, y declaro que ni la rigurosa ni mejor geometria niega antes evidentemente demonstra que la misma linea recta puede hazer angulos rectissimos, y igualissimos no con dos o tres lineas rectas no paralelas entre si, sino con dos mil millones dellas aunque todas ellas se cortan y aun en el mismo punto de su seccion y concurso, y las propos. 27. y 28. 1º. no lo estorvan porque la 27. dize solamente que {se una recta cortando otras dos haze con ellas angulos alternos iguales, las tales rectas son paralelas; y la 28 si una recta cortando otras dos hasse con ellas angulo externo igual con el interno, y opuesto por la misma banda, o dos internos por la misma banda iguales a dos rectos, las tales dos rectas son paralelas} ⁷⁶. Pero de aqui no se infiera que la misma linea recta no puede hazer angulos rectos con otras dos rectas no paralelas, y para que el contrario reforme esta su rigurosa, y mejor geometria por no salir lexos de la materia entre manos, advierte, que la recta que es tangente a la peripheria del paralelo AHN, en [?], es tambien tangente en el mismo punto A a la peripheria del vertical primario CAE porque estos circulos se tocan en el punto A. Y la definicion de circulos de la sphaera que se tocan es esta: circulos de la sphaera se disen tocarse, quando la seccion comun de sus planos es tangente a entrambos circulos. Vea Clavio y Theodosio, y entendida la definicion no tendra duda alguna, que la misma recta (qual es siempre la seccion

⁷⁶ Texto sublinhado.

comun de qualesquier dos planos por la 3.11) puede ser tangente en el mismo punto a las peripherias de dos circulos pero la tal tangente es juntamente recta al semidiametro del paralelo y al semidiametro del vertical, que passan al punto [p. 425] del contacto A, y con todo estos dos semidiametros non son paralelos, pues concurren en el mismo punto A. Luego la misma recta puede hacer angulos rectos, y iguales con otras dos rectas no paralelas. Y para que nuestro contrario esta vez queda buen instruido en materia de definiciones geometricas, adviertole que la definicion 3^a del 11 dize: la linea recta es recta al plano, quando es perpendicular a todas las rectas que estendidas en el plano concurren en el punto, en que la recta insiste en plano. Luego Euclides nos dise que la misma recta puede hacer angulos rectos iguales no solo con dos rectas no paralelas, sino infinitas aunque se cortan a un en el punto de su contacto, que de otro modo una recta no puede ser recta a un plano y assi el exe del equador hasse angulos rectos con todos los diametros del mismo equador en el centro, y punto, en que concurren. Y assi el absurdo, que el Autor pretende imputar la doctrina, que defiende, es en si ninguno: ni la ocasion, que tomo de calumniarla, es justificada.

20. Por remate deste cap. advierto, que no tendra raçon alguna quien diga que la navegacion de Lesteoste no se exequta por peripheria de paralelo del equador: porque por diversas veses en este cap affirmo que todo el navio navega, en segmento de basis de meta: porque esto mismo segmento si compone de peripherias de paralelo y no de punto del navio, que por rumbo nautico de Lesteoste no describe peripheria de paralelo, y el rumbo principal nautico es la linea que el centro del movimiento del navio por la direccion de la aguja describe en la superficie del mar que es peripheria del paralelo. Y por esta misma razon el rumbo de Lesteoste en lugar, que carece de latitud es la peripheria del equador, que el centro del movimiento del navio describe en la superficie del mar, sin embargo que de otros puntos del navio puesto su centro del movimiento en el plano del equinocial describen peripherias paralelas a la del equador. Por lo qual en la navegacion del equador el rumbo, y camino del navio todo, es la basis de un segmento de sphaera que dos metas iguales boreal y austral dexan en la sphaera y finalmente el rumbo de Nortedul es peripheria de meridiano porque en esta navegacion el centro del movimiento del navio la

describe en la superficie del mar, no obstante, que otros puntos del navio describen peripherias de paralelos del meridiano, y solo el centro del movimiento del navio navega verdaderamente Nortesul, que es por el rumbo de Norte e en este particular na navegacion de Lesteoste assi en el equador, como fuera della es mas puntual, y exacta, que la de Nortesul porque en la navegacion de Lesteoste, todos, y cada particular punto del navio corre rumbo verdaderamente rumbo de Lesteoste.

Capitulo 4º

De los rumbos nauticos obliquos

El Autor es mas breve en la doctrina, que considera rumbos obliquos. Pone por exemplo el rumbo de Nordeste y dize que el navio, que navega por el, no continua su movimiento por el vertical que biparte el quadrante horizontal de Nordeste en la figura 3ª pongo exemplo del rumbo no quarto, si no quinto, que haze en los meridianos angulos de 56.15 sea en esta figura, N, el polo del Norte, y del equinocial [?] [p. 426] acompañado de los paralelos C, D, E, G, T, [?], v el meridiano de [?] su horizonte y porque BN es arco de 56.15, vBA el vertical o circulo de posicion que haze en v, con el meridiano vA angulo de 56.15 igual con el angulo del rumbo 5º que es Nordeste quarta de Norte. Dize pues el Autor, que el navio sale de v, punto del Equador por este rumbo quinto, no se movera continuamente por el vertical vBA: porque movendosse por el continuamente, no solo daria buelta entera al mundo sin se poner en el polo del norte N, sino que alguna vez se apartaria del mismo polo N. Dize mui bien, y [remitte] el Lector a la figura que no es mui conspicua, ni me detengo a averiguarlo. Pasemos a la menor: esto no puede ser, porque es cierto que qualquier rumbo obliquo gana altura como suppongo demonstrado en la Hydrographia. De suerte que quien navega por el quinto rumbo del paralelo de Lisboa, para algun lugar puesto en el equinocial conforme la hydrografia de nuestro Autor, gana y multiplica altura; nueva hydrografia es esta pero como importa poco al intento deste cap paso a la consecuencia. {Luego como la cantidad de la altura es finita y limitada, ganandola siempre algun dia se esgotaria, y asi por el navio erguiendo el vertical vBA, no llegara al polo N,

vBA, no es rumbo obliquo}⁷⁷. En verdad, que este modo de argumentar, es limitadissimo.

2. Y para convencer el autor que rumbo obliquo no puede llegar al polo vea el tal rumbo vEC, queda en el polo N [in marg.: y de su misma doctrina vera como siendo rumbo obliquo, no puede llegar a N, porque] porque como despues veremos el mismo compone todo rombo de obliquo de segmentos de sucessivos verticales que hacen con los meridianos sucessivos por los cuales el navio pasa angulos iguales: demos que este rumbo que sale de v por C, del punto, d, del meridiano HN de un |salaco|, y se ponga en el polo N por la doctrina del autor el ultimo segmento (como tambien qualquier otro) es arco de vertical, que siempre hace con qualquier meridiano angulo obliquo. Luego entrara en el polo N, como el mismo afirma; y no entrara, porque en el polo buelve a cortar al ultimo meridiano, que inmediatamente avia cortado en angulo obliquo, que es imposible, porque el mismo confiessa que ningun vertical que hasse angulos obliquos con los meridianos puede llegar a los polos y porque como Pedro Nunes bien advierte si dN el ultimo arco del rumbo obliquo (que es asi en la doctrina del Autor, como en de la Pedro Nunes) arco de vertical, y circulo maximo, corta el meridiano HN en d, y en un circulo maximo cortara a otro, y no por el medio, que es mas que imposible, y si el Autor acude con el |inconsulissimo|, y pueril affugio de partes inciertas, no dira nada; porque si el rumbo no tiene parte ultima, que le remata en el polo, no llega al polo, y se llega, esta parte ultima es comprehendida entre el polo, y la seccion del punto meridiano que imediatemente corta antes de entrar en el polo y asi no escapa de evidentissima repugnancia y no me puedo persuadir, que quien se entiende seriamente la persuade, que el enredo de las partes inciertas de cantidad, de que este autor hasse a el parecer caso (aunque para usar dellas las imagina bien implicatorias y inauditas) es figmento y invencion digna de aceptacion, o refutacion porque con ellas no avra proposicion geometrica, que consista, o que convença.

3. De aqui infiero de camino, que aunque rumbo obliquo no consta de segmento [p. 427] de angulos maximos sin que sea (como despues demonstrare) una linea peripherica continuada, no puede llegar al polo. Porque es de essencia

⁷⁷ Texto sublinhado.

de rumbo obliquo qual es vEC, hazer continuamente el mismo angulo igual con qualquier meridiano como despues provare. Luego no se puede dar segmento de rumbo obliquo que actualmente no corta obliquamente algun meridiano. Luego no es posible segmentar que llege al polo, porque la linea que corta otra obliquamente continuada pasa adelante, y no rebuelve imediata sobre la linea, que corta como aconteceria en el ultimo segmento del rumbo que cortando algun meridiano inmediatamente se entrara en el polo, que es punto comum de todos los meridianos antes si passara [in marg.: del punto, en que corta] peripheria de meridiano imediata al polo, este ultimo segmento no seria ya segmento de rumbo obliquo, sino de meridiano e finalmente en el polo hallaria en la seccion comum de las peripherias de todos los meridianos, y assi no cortaria meridiano algun en angulo obliquo igual a que los anteriores segmentos porque no los puede tocar assi todos, luego no seria arco, o segmento de rumbo obliquo que se tiene de ser essencia, y naturaleza necessaria.

4. Grandemente se engana el Autor, en pensar, que por el mismo caso que rumbo obliquo multiplica continuamente (quando se imagina lançado en el un hemispherio camino del polo) avia de vencer la tal latitud toda, por ser latitud finita; y limitada. Bien pudiera acordarse de que las tres siguientes proposiciones tienen evidencia tan aparentemente evidente, como en la que se funda su engano: {si aliqua quantitas potest continue, et infinite [in marg.: augeri, altera infinite] minui augmentum [illies] potest esse aequale, vel maius decremento hujus. Transitur a minori ad maius, vel contra, et per omnia media; ergo per aequale contingit reperire maius, hoc et minus codem: ergo contingit reperire aequale}⁷⁸. Y con todo no dudo, de que sabe, que {la rigurosa, y mejor geometria}⁷⁹ las condena por falsissimas. Pero para que no replique que estos exemplos son como los suyos del equador y del meridiano con que pretendo infirmar la navegacion paralela; Le quiero advertir que su mismo principio, en que, el caso entre manos se funda, es falsissimo; scilicet, si un movimiento continuamente vence distancia finita, y limitada con infinita continuacion del mismo movimiento, llegara al fin de la misma distancia; y assi en la figura 4^a AB una recta infinita continuada por espacio infinito; por la banda de B, y el

⁷⁸ Texto sublinhado.

⁷⁹ Texto sublinhado.

punto C, fuera della, levantase por la 12.1.º una recta perpendicular a AB en A, y sea su continuacion la recta finita, y limitada AD, mucho menor, que un quadrante de latitud estiendanse del punto C, otras rectas infinitas por todos los puntos de la continuacion infinita AB etc. y que en cortando AB se continuyan adelante de modo a que las continuaciones EF, HJ, LO, etc. sean iguales a AD, porque si se executa por movimiento continuo sobre D, F, J, O, la linea, que passa por los vertices D, F, J, O, y los demas infinitos, que se pueden poner, este tal movimiento pondra el mobile continua, y sucessivamente en menor distancia de AB, con todo, aunque corra con summa velocidad, nunca llegara a la recta AB continuada, y nunca llegara a ella, es evidente porque los vertices F, J, O siempre caen sobre AB, continuada, pues por la hypotesi en cortando CE, CH, CL, etc. a AB sus continuaciones EF, HJ, LO, etc. se igualan a AD, y una recta no corta a otra mas que [p. 428] en un solo punto y assi las continuaciones todas EF, HJ, LO, etc. caen enteramente sobre AB. Luego resta solo probar que el cuerpo se mueve en DFJO continuamente se ponen en menor distancia de AB, que es el menor distancia en F, que en D; en menor en J que en F, en menor en O que en J, etc. Para la qual de F, se estienda la perpendicular FG de J, la perpendicular JK de O la perpendicular OB, y digo (pues no es palabra escomulgada) que FG es menor distancia que DA, JK menor que FG, OB menor que JK. Porque por ser el angulo FGE, recto, FG es menor, que EF [19.1º]. Luego es menor que AD, y porque los angulos AEC, HEC, igualan dos rectos 13.1º[in marg.: y los angulos HEC, CHE, que F son menos que dos rectos 17.1. el] el angulo CHE es menos que AEC, y que FEG [15.1º]. Luego tambien JHK es menor que FEG 13.1º. Pero los angulos FGE, JKH, son rectos y iguales por la construccion. Luego HJK, es mayor que EFG 32.1º [?] Luego el angulo MJK igual con EFG y los triangulos EFG MJK seran equiangulos 32.[?]. Luego EF; FG::MJ;JK, y alternando EF;MJ::FG;JK. Pero EF es mayor que MJ porque es igual con HJ [?] y HJ es mayor que MJ 19.1. Pues el angulo JMK es acuto 17.1 y JMH obtuso 13.1. Luego FG es mayor distancia que JK. Del mismo principio que el autor suppose por cierto es falcissimo, y que qualquier rumbo obliquo puede multiplicar altura con movimiento continuo y infinito sin vencerla toda o llegar al polo que esta es propiedad necessaria en lineas helisphericas que les

son rumbos obliquos, y assi el computo que el Autor anade puede moverse al molde.

5. Pero nuestro Autor vuelve a insistir en que no se puede navegar en navegacion obliqua continuando vertical obliquo a los meridianos qual en la 3^a figura es vBA y disse la razon desto es la misma que arriba a punta en el navegar Lesteoste fuera del equador. Porque assi como navegando para Lesteoste el navio siempre hasse angulos rectos con los meridianos tambien quando navega a Nordeste es necessario hasser de 45 grados con cada meridiano. Hasta agur se argumenta viento en popa aunque se es verdad de agur se infiere que ningun arco de vertical por incierto, que sea, se es arco, puede ser segmento de rumbo paralelo fuera del equinocial o de rumbo obliquo. Y si le preguntamos como de aqui infiere, que rumbo obliquo no puede ser vertical continuado: añade luego, para que no se pierda cosa tan buena: {Porque vertical obliquo a los meridianos igual es vBA, no puede hazer angulos continua y sucessivamente iguales con los meridianos}⁸⁰, y la razon desta verdad (que es mui grande verdad) y que el autor da es como la demas de su {rigurosa}⁸¹ y {mejor geometria}⁸² dise pues: el angulo en NvB que el vertical vB haze con el meridiano Nv [in marg.: no puede ser igual al angulo NSB, que el mismo vertical haze con el meridiano NS por quanto el meridiano Nv, no] no es paralelo con el meridiano NS. De donde si infiere que suena aunque en las 27. y 28. del primero de Euclides y que no puede una linea cortar otras dos en angulos iguales el externo al interno, si las tales no son paralelas. Pero para que despierta sepa que no ha dicho nada, y que la igualdad de angulo externo al interno en peripherias de la sphaera no se regulan por lineas paralelas y lo entendera se le preguntan por la razon de los angulos, que el equador vJA, haze con los meridianos sin [p. 429] duda porque los meridianos pasan por los polos del equador, confessara que el equador hasse angulos rectos, y iguales con todos ellos ni en esta ocasion si pueden valer de los enredos, con que pretendian negar la rectitud de los angulos que los mismos meridianos hassen con paralelos del equador. Luego el angulo externo NLO, es igual con el interno NJL, y NJL igual con el interno NvJ y con todo los meridianos no son mas paralelos que quando

⁸⁰ Texto sublinhado.

⁸¹ Texto sublinhado.

⁸² Texto sublinhado.

el vertical los corta, y assi es necessario que entienda que el angulo externo NSB es mayor que el interno opuesto NvB porque los arcos NS y Nv entrambos son menos que semicirculos y se fueran mas que semicirculo el externo seria mayor que el interno y finalmente igual con el si NS y Nv igualan semicirculos.

6. Finalmente nuestro Autor concluya que navegacion obliqua no puede ser continuacion del vertical {si sale en v, en busca de B grado 56.15. del horizonte HO como el rumbo 5°. Requiere: y passa adelante por el vertical vBA, mudara horizonte necessariamente; y assi la aguja apuntara por nuevo vertical distinto de vBA, en el horizonte nuevo punto distinto de B y assi sera necesario mudar vertical, y no continuar por vBA}⁸³, y dize mui bien aunque nada la razon porque el vertical vBA; no apuntara en el nuevo horizonte al punto, y grado 56.15; porque aun no puede apuntar, y tocar en el tal grado con B, el mismo punto se puede imaginar que se puede tocar con otro punto del mismo vertical aunque el horizonte sea distinto de HO. Porque aunque el equador en el mismo punto de su peripheria no puede cortar juntamente la de todos los meridianos, ni la de todos los horizontes, con todo con diversos puntos las corta, y toca todas. Pero mejor hizo en no dar razon desta dificultad que apuntan la que no concluya el intento.

7. Y assi advierte la seccion comun de todos los horizontes de todos los lugares {que existen en lo meridiano, es el exe del tal meridiano y la seccion comun de todos los lugares que existen en el mismo meridiano es el tal exe del tal meridiano, y la seccion comun de todos los horizontes de todos los lugares⁸⁴ que existen en el equador, por lo qual el mismo meridiano corta todos los horizontes de los lugares que en el existen en puntos semejantes que son los de Nortesul de todos ellos y el equador corta en puntos semejantes que son los de Lesteoeste a todos los horizontes de los lugares que existen en el meridiano y assi se puede navegar de un lugar a otro de la misma igual longitud con el mismo vertical, que es el mismo comun meridiano de entrambos, y se puede navegar de un lugar a otro que no tengan latitud alguna por el mismo vertical que es el equador que pasa por entrambos, que es el comun vertical a entrambos.

⁸³ Texto sublinhado.

⁸⁴ Texto riscado.

8. Y de aqui se infiere que el mismo vertical obliquo a los meridianos no puede cortar en puntos y grados semejantes dos horizontes de dos lugares de diversa longitud. Porque tienen diversos meridianos si diversa longitud. Sean los tales lugares de diversa longitud en la 2ª figura D y L , entrambos en el equador, y por ser DE quadrante CE es el horizonte de D, J A , el horizonte de L , digo que DmB, vertical de D, obliquo a su meridiano DB, si corta su horizonte en 60 grados en, m, no puede cortar en, n, el horizonte de H. Porque si Pn, Pm, son arcos de 60. grados los angulos nmP, mnP, son iguales por el lem.[p. 430] 48. de nuestra Trigonometria. Pero el angulo nmP es recto por el lem. 29. Luego mnP sera recto contra el lem. 66 y el lemma⁸⁵ |precede| quando el tal vertical DmB es obliquo a los meridianos de entrambos lugares v y L , por ser caso, que mas dize en la materia entre manos y fuera del equador sean K y u dos lugares de la misma latitud vKL un vertical obliquo a sus meridianos KP, uP digo, que corta sus horizontes C y E, |?|gZ, en dos puntos semejantes K y v, de modo, que el punto K esta mas remoto del Leste C, que v del Leste f, para lo qual sea poq, un vertical, que pasa por u, y sea tangente de o, y porque los arcos oH, Hg, gA son iguales por la construccion og, es igual con HA, gu, es igual con AK, y los angulos comprehendidos iguales. Luego los angulos oug, HKA, son iguales por el lemma 47. Luego el vertical poq corta en q el horizonte de u, el punto semejante a K en que |?|, corta el horizonte de K y assi KC es igual con fq, y mayor que |?|: finalmente si el vertical vbJ passa por dos lugares K, y b, de diversa latitud y longitud y hasse angulos obliquos con sus meridianos KP, uP, el angulo J bP es mayor que el angulo J KP, lemma 52. Pero son iguales con los arcos de los horizontes interceptos entre sus meridianos, y el mismo vertical. Luego el tal vertical señala puntos disemejantes en los mismos horizontes.

9. De aqui se infiere evidentemente; que ningun vertical puede ser rumbo obliquo. Porque 1º rumbo obliquo es el, que el centro del movimiento del navio delinea en la superficie del mar dirigido por rumbo obliquo de la aguja. Luego el tal rumbo nautico haze siempre, y continuamente con cada particular y sucessivo meridiano el mismo angulo, que el rumbo de la aguja que le encamina con el rumbo de Nortsul de la misma aguja. Luego siempre haze el mismo

⁸⁵ Texto riscado.

angulo con todos los meridianos. Luego no es vertical obliquo a los meridianos porque este hasse angulos continuamente desiguales con todos ellos por el lem. 52 de nuestra trigonometria. 2.º qualquier rumbo obliquo que es linea descripta en la superficie del mar por el centro del movimiento del navio que tal modo mientras en tal centro corre por ella, el rumbo de la aguja, que encamina a punte, y demarque puntos semejantes en todos los sucessivos horizontes de los puntos de tal linea. Pero por el interrogacion precedente esto es imposible si el centro del movimiento del navio corre por la peripheria de un vertical. Luego no es vertical y lo mismo que estos dos argumentos pruevan de vertical continuado, si infiere con la misma evidencia de qualquier arco suyo por pequeño que sea y aunque no con mas certeza, con mas perspicuidad que el rumbo de Lesteoeste fuera del equinocial. Porque qualquier segmento de vertical, que el contrario diga, es parte de rumbo obliquo para ser segmento de vertical es necessario arco suyo aunque pequeño porque se no lo es no es mas arco de vertical, que de otro qualquier circulo de la sphaera, antes no es arco de ninguno. Luego tiene centro. Luego desvia el [in marg.: centro del] movimiento del navio del rumbo obliquo porque cortaria los meridianos, que alcanca en angulos desiguales y obligara a la aguja nautica a demarcar disemejantes puntos en los sucessivos horizontes y es mas, que evidente, que mudado el centro del movimiento de un punto [p. 431] en otro se halla en nuevo horizonte, meridiano nuevo; porque se hallara en nuevo Zenid, y nueva longitud, y latitud, y en conclusion si lo demonstrado: en estos capitulos de las proyecciones, y cursos de los tres generos de rumbos, recto, paralelo y obliquo, no es evidentissimo la geometria no demonstra cosa alguna con evidencia. No buelvo al enredo de las partes inciertas de cantidad de nuestro contrario; porque bien se entiende que no se aprovechò dellas, sino por la incertesa de lo que avia de responder a tan ciertos argumentos.

10. Pero dexemos dudar, y embaraçar mui a su bien plazer, y advirtamos que de lo dicho en el cap. precedente se infiere que enquanto el centro del movimiento del navio delineo rumbo obliquo, los demas puntos de la linea de la quilla le imitan delineando otras lineas semejantes al mismo rumbo aunque la misma linea toda siempre lo imagina estendida en el plano de algun vertical el qual hasse con meridiano en que el centro del movimiento del navio se halla angulo igual con el que el rumbo nautico hasse con todos. Pero porque el centro

del movimiento del navio no corre arco alguno de vertical, tan poco la linea de la quilla antes lleva, y pasa consigo la linea de la quilla de vertical en vertical continua y sucessivamente, y assi el rumbo obliquo que en la figura 3^a es v|?|EC, no es otra cosa, que una linea compuesta de intersecciones sucessivas, continuas, y inmediatas de muchas peripherias [in marg.: de verticales] de que cada uno haze con la de su meridiano angulo igual con el, que el mismo rumbo hasse. De suerte, que si las todas intersecciones dexassen sus señales en las sucessivas peripherias de meridianos (que son todas inmediatas) por no haver punto de la sphaera por el qual algun meridiano no pase quedaria demarcada en la superficie del mar rumbo obliquo, y porque (como se vea en la figura 3^a) el angulo interno NvM, que el vertical ABv es mayor, que el externo NMR que hasse con el meridiano NM, NMR, menor que NRS, etc. por el lem. 52. se infiere, que el rumbo vEC que sale de v, con qualquier lugar del mar, y multiplica latitud lo multiplica mas que el vertical, que sale de v, con el mismo angulo, y cada todo dentro del mismo vertical.

11. Y porque el rumbo obliquo no es arco entero de circulo alguno de la sphaera ni compuesto de arcos particulares de diversos circulos, se infiere que ningun segmento de tal rumbo tiene centro, mucho menos todo el. Luego es una linea helispherica, que es linea spiral, o belue| descripta en superficie spherica y assi merece mucho aplauso la ilacion mui {assertada}⁸⁶ [in marg: acuta]de nuestro Autor que infiere por remate de su disputa, que el Tiphis batavo es de opinion {que el rumbo obliquo es compuesto de partes diferentes circulos maximos cada uno de los quales es rumbo obliquo}⁸⁷. Porque el Batavo declara, que rumbo obliquo es |belie| o linea helispherica; como si el Batavo [in marg.: fuera tan Batavo] que ignorasse, que es absurdissima implicacion imaginar, que linea helispherica puede ser compuesta de arcos, o partes de peripherias de circulos, y no contento con esta tan erudita inferencia añade {de onde se infiere claramente, que como este autor aprueba este modo de navegar en rumbos obliquos no lo deve de negar navegando para el Leste fuera del equinocial}⁸⁸ no diga mas, ni hay para que. Porque quien cita [p. 432] a este Batavo, y trata esta materia no puede ignorar que el Batavo clara, distinta y expressamente affirma

⁸⁶ Texto riscado.

⁸⁷ Texto sublinhado.

⁸⁸ Texto sublinhado.

muchas veces, que el rumbo de Lesteoste fuera del equinocial, es paralelo del equador.