



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
IFCE – *CAMPUS* FORTALEZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA – PGECM

REBECA OLIVEIRA AMARANTE

OS CONHECIMENTOS GEOMÉTRICOS MOBILIZADOS NO USO DO
ASTROLÁBIO NÁUTICO DO PORTUGUÊS SIMÃO D’OLIVEIRA (1606) NA
FORMAÇÃO DO LICENCIANDO EM MATEMÁTICA

FORTALEZA

2023

REBECA OLIVEIRA AMARANTE

OS CONHECIMENTOS GEOMÉTRICOS MOBILIZADOS NO USO DO ASTROLÁBIO
NÁUTICO DO PORTUGUÊS SIMÃO D'OLIVEIRA (1606) NA FORMAÇÃO DO
LICENCIANDO EM MATEMÁTICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - *Campus Fortaleza*, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Área de concentração: Ensino de Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Carolina Costa Pereira

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A485c Amarante, Rebeca Oliveira.

Os conhecimentos geométricos mobilizados no uso do astrolábio náutico do português Simão d'Oliveira (1606) na formação do licenciando em Matemática / Rebeca Oliveira Amarante. - 2023.
206 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, Campus Fortaleza, 2023.

Orientação: Profa. Dra. Ana Carolina Costa Pereira.

1. Conhecimentos geométricos. 2. Instrumentos matemáticos. 3. Astrolábio náutico. 4. Arte de Navegar. 5. Unidade Básica de Problematização. I. Título.

CDD 510.07



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
Av. 13 de maio, 2081 , - Bairro Benfica - CEP 60040-531 - Fortaleza - CE - www.ifce.edu.br

AVALIAÇÃO

Processo: 23256.000661/2023-33

Interessado: Rebeca Oliveira Amarante

REBECA OLIVEIRA AMARANTE

OS CONHECIMENTOS GEOMÉTRICOS MOBILIZADOS NO USO DO ASTROLÁBIO NÁUTICO DO PORTUGUÊS SIMÃO D'OLIVEIRA (1606) NA FORMAÇÃO DO LICENCIANDO EM MATEMÁTICA

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-graduação em Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciência e Matemática (PGECM) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em ensino de ciência e matemática, área de concentração em Ensino de Matemática.

Aprovada em 27/02/2023.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Ana Carolina Costa Pereira (Orientadora)
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Profa. Dra. Ana Cláudia Mendonça Pinheiro
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Profa. Dra. Daniele Esteves Pereira Smith
Universidade Federal do Pará (UFPA)



Documento assinado eletronicamente por **Ana Carolina Costa Pereira, Usuário Externo**, em 01/03/2023, às 12:54, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Daniele Esteves Pereira Smith, Usuário Externo**, em 01/03/2023, às 22:57, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ana Claudia Mendonca Pinheiro, Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 27/04/2023, às 08:59, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade do documento pode ser conferida no site https://sei.ifce.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0 informando o código verificador **4531594** e o código CRC **D115C07F**.

Dedico esta dissertação ao presente que Deus
me deu, minha mãe! Exemplo de amor, fé,
perseverança e luta.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade de cursar este mestrado!

Ao meu marido Sayd Oliveira, pelo apoio, incentivo e companheirismo diário.

À minha mãe Maria Vanda, à minha irmã Deborah e ao meu pai Ernesto Wagner, que sempre acreditaram no meu potencial pessoal e acadêmico. E o que sou hoje é fruto do que eles me ensinaram.

À minha Melzinha, por me alegrar até em dias difíceis.

À minha madrinha Tenente Amanda G., que me ensinou a compreender e gostar da disciplina de Matemática.

Às minhas amigas e aos amigos de mestrado e doutorado pela dedicação em compartilhar seus conhecimentos comigo e incentivar o desenvolvimento da minha pesquisa. Dando um destaque às minhas amigas do PGECM, Dianara e Thalya, foi incrível ter vocês nessa jornada, obrigada por tudo!

À minha orientadora, Profa. Dra. Ana Carolina, que me ensinou em dois anos o que não foi ensinado em quatro anos de graduação. Grata por todo o aprendizado e pelas oportunidades que me forcaram a crescer como docente.

À Profa. Dra. Ana Cláudia, que realizou o intermédio com o IFCE – *Campus* Sobral para a confecção do instrumento astrolábio náutico.

Aos participantes do curso de formação universitária, sem eles não teria obtido os dados para serem analisados nesta pesquisa.

Ao Grupo de Pesquisa em Educação e História da Matemática (GPEHM), por todo o acolhimento e ensinamento, que foram essenciais na mudança de olhar em relação à história da Matemática.

À Profa. Dra. Daniele Esteves e à Profa. Dra. Ana Cláudia, por colaborarem com seus conhecimentos na minha pesquisa por meio da participação da banca de qualificação e, agora, de defesa.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PGECM, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Ceará.

“Porque Eu, o Senhor, seu Deus, o tomo pela
mão direita e lhe digo: Não tenha medo, pois Eu
o ajudarei”. (Isaías 41:13)

RESUMO

Estudos envolvendo o uso de instrumentos históricos relacionados à interface entre história e ensino de Matemática (IHEM), com a intenção de explorar os conhecimentos matemáticos incorporado neles, estão em desenvolvimento no Brasil. Principalmente, os estudos associados a um saber/fazer de praticantes matemáticos europeus dos séculos XVI e XVII. Esses aparatos estão descritos em tratados, que relatam suas fabricações e seus usos. Entre eles, os publicados em Portugal, que estavam direcionados aos instrumentos voltados para a navegação, temos o tratado *Arte de Navegar* (1606), escrito por Simão d'Oliveira, que traz quatro aparatos, em que um deles é o astrolábio náutico. Destarte, temos como objetivo geral: conhecer como o astrolábio náutico pode favorecer o ensino dos conhecimentos geométricos mobilizados por meio do seu uso na formação de licenciandos em Matemática. Para alcançá-lo, utilizou-se como metodologia a Etnografia na Pesquisa em Educação, contendo as técnicas para a coleta dos dados. As primeiras abordagens de pesquisas utilizadas foram a qualitativa, a bibliográfica e a documental para, a partir da obra, elencarem-se elementos de ordem contextual, historiográfica e epistemológica acerca do instrumento, necessários ao desenvolvimento de uma IHEM. Também recorreu-se à Unidade Básica de Problematização (UBP), a qual foi aplicada no curso de formação universitária em uma turma de dez licenciandos em Matemática da Universidade Estadual do Ceará. Por fim, para a análise dos dados oriundos dessa intervenção, empregou-se o método de Análise de Conteúdo de Bardin (2016). Após a investigação dos dados, emergiram três categorias de análise: I) Conhecimentos geométricos/Uso do astrolábio náutico no mar/Limitações; II) Astrolábio náutico/Componentes do instrumento; e III) Conhecimentos geométricos/Uso do astrolábio náutico em terra/Limitações. Por meio da análise dessas ações, foi possível verificar que os discentes, durante suas participações no curso, ao desenvolverem as UBP propostas através do uso do astrolábio náutico, foram capazes de mobilizar conhecimentos geométricos, bem como conseguiram reconhecer quais eram esses conhecimentos e em que momento da utilização do instrumento eles emergiam, favorecendo, assim, o ensino da Geometria.

Palavras-chave: Conhecimentos geométricos; Instrumentos matemáticos; Astrolábio náutico; *Arte de Navegar*; Unidade Básica de Problematização.

ABSTRACT

Studies involving the use of historical instruments related to the interface between history and mathematics teaching (IHEM), with the intention of exploring the mathematical knowledge incorporated in them, are under development in Brazil. Mainly studies associated with a know-how of European mathematical practitioners of the 16th and 17th centuries. These devices are described in treaties that describe their fabrications and uses. Among them, those published in Portugal, which were aimed at instruments aimed at navigation, we have the treatise *Arte de Navegar* (1606) written by Simão d'Oliveira, which brings four devices, one of which is the nautical astrolabe. Thus, our general objective is to know how the nautical astrolabe can favor the teaching of geometric knowledge mobilized through its use in the training of undergraduate students in Mathematics. To achieve this, Ethnography in Research in Education was used as a research methodology, containing the techniques for data collection. The first research approaches used were qualitative, bibliographical and documental to, from the work, list elements of a contextual, historiographical and epistemological nature about the instrument, necessary for the development of an IHEM. Also, the Basic Problematic Unit (UBP) was used, which was applied in the university training course in a group of ten Mathematics undergraduates at the State University of Ceará. Finally, for the analysis of data from this intervention, Bardin's Content Analysis method (2016) was used. After investigating the data, three categories of analysis emerged: I) Geometric knowledge/Use of the nautical astrolabe at sea/Limitations; II) Nautical astrolabe/Instrument components; and III) Geometrical knowledge/Use of nautical astrolabe on land/Limitations. Through the analysis of these actions, it was possible to verify that the students, during their participation in the course, when developing the UBPs proposed through the use of the nautical astrolabe, were able to mobilize geometric knowledge, as well as being able to recognize what this knowledge was and in what way. When the instrument was used, they emerged, thus favoring the teaching of Geometry.

Keywords: Geometric Knowledge; Mathematical instruments; Nautical Astrolabe; Art of Navigating; Problematic Basic Unit.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	— Frontispício do tratado Arte de Navegar da autoria de Simão d'Oliveira ...	39
Figura 2	— Soneto descrito no tratado Arte de Navegar de Simão d'Oliveira.....	41
Figura 3	— Autores, antigos e modernos, mencionados no tratado Arte de Navegar de Simão d'Oliveira.....	42
Figura 4	— Licenças contidas no tratado Arte de Navegar de Simão d'Oliveira.....	43
Figura 5	— Os círculos da esfera artificial.....	45
Figura 6	— Astrolábio náutico.....	46
Figura 7	— Armila náutica.....	47
Figura 8	— Quadrante náutico.....	48
Figura 9	— Rosa da Agulha.....	49
Figura 10	— Etapas I e II	54
Figura 11	— Etapa III	55
Figura 12	— Etapa IV	56
Figura 13	— Etapa V	56
Figura 14	— Graduação dos quadrantes superiores	58
Figura 15	— Graduação do astrolábio náutico	59
Figura 16	— Modelo prático para o cálculo da latitude	63
Figura 17	— Direcionamentos para a construção de UBP	70
Figura 18	— Organização metodológica	85
Figura 19	— Momento de leitura do Cartão de Recurso 2 pelos grupos	96
Figura 20	— Réplica do instrumento astrolábio náutico	97

Figura 21	— Da esquerda para a direita: relator do Grupo 1, relator do Grupo 2 de blusa preta e relator do Grupo 3 com camisa listrada de preto e vermelho	98
Figura 22	— Da esquerda para a direita: relator do Grupo 1 segurando o mapa conceitual, relator do Grupo 2 ao centro e relator do Grupo 3 de blusa preta	100
Figura 23	— Da esquerda para a direita: relator do Grupo 1, relator do Grupo 2 e relator do Grupo 3	101
Figura 24	— Produto final da atividade 3 produzido pelos grupos conjuntamente	102
Figura 25	— Visitação dos grupos ao museu dos instrumentos contidos no terceiro livro do tratado Arte de Navegar (1606)	103
Figura 26	— Da esquerda para a direita: processo de produção de uma das etapas da atividade 5 pelos Grupos 1, 2 e 3, respectivamente	106
Figura 27	— Da esquerda para a direita: processo de produção do produto final da atividade 5 pelos Grupos 1, 2 e 3, respectivamente	109
Figura 28	— Da esquerda para a direita: desenho finalizado do instrumento astrolábio náutico do Grupo 2, Grupo 3 e Grupo 1, respectivamente	110
Figura 29	— Grupos realizando a problematização coletiva da UBP 1	120
Figura 30	— Da esquerda para a direita: Grupo 1, 2 e 3, respectivamente, utilizando o astrolábio náutico	123
Figura 31	— Da esquerda para a direita: Grupo 1, 2 e 3, respectivamente, realizando a problematização coletiva da segunda UBP	131
Figura 32	— Da esquerda para a direita: Grupos 1, 2 e 3, respectivamente, medindo a altura dos objetos utilizando o astrolábio náutico	133
Figura 33	— Cálculos matemáticos do Grupo 1 para determinação da altura por meio do uso do astrolábio náutico	136
Figura 34	— Cálculos matemáticos do Grupo 2 para determinação da altura por meio do uso do astrolábio náutico	137
Figura 35	— Cálculos matemáticos do Grupo 3 para determinação da altura por meio do uso do astrolábio náutico	137
Figura 36	— Da esquerda para a direita: relator do Grupo 1, 2 e 3, respectivamente, discorrendo acerca das conclusões do contexto histórico e matemático do astrolábio náutico	139

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	—	Tratados relacionados à Arte de Navegar dos séculos XVI e XVII	35
Quadro 2	—	Descrição do tratado Arte de Navegar de autoria de Simão d'Oliveira	43
Quadro 3	—	Cronograma de aulas presenciais	89
Quadro 4	—	Sistematização geral do plano de ação do curso de formação universitária	93
Quadro 5	—	Descrição dos Cartões dos Grupos 1, 2 e 3, respectivamente	103
Quadro 6	—	Trechos da tradução realizada pelo Grupo 1, Grupo 2 e Grupo 3	107
Quadro 7	—	Conhecimentos geométricos mobilizados pelos grupos	107
Quadro 8	—	Núcleos de sentido	116
Quadro 9	—	Categorias	118
Quadro 10	—	Produto final da atividade 8 dos Grupos 1, 2 e 3, respectivamente	142

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
GPEHM	Grupo de Pesquisa em Educação e História da Matemática
IFCE	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
IHEM	Interface entre História e Ensino de Matemática
JSTOR	<i>Journal Storage</i>
UBP	Unidade Básica de Problematização
ULisboa	Repositório da Universidade de Lisboa
UECE	Universidade Estadual do Ceará

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	CONHECENDO O TRATADO ARTE DE NAVEGAR DO PORTUGUÊS SIMÃO D'OLIVEIRA E O INSTRUMENTO ASTROLÁBIO NÁUTICO	33
2.1	O cosmógrafo-mor, a arte de navegar e o surgimento dos tratados portugueses dos séculos XVI e XVII	33
2.2	Aspectos contextuais do tratado Arte de Navegar (1606) e da vida de Simão d'Oliveira	35
2.3	Descrição do tratado Arte de Navegar (1606)	39
3	O ASTROLÁBIO NÁUTICO DESCRITO NO TRATADO ARTE DE NAVEGAR (1606)	52
3.1	Breve descrição acerca da construção do instrumento astrolábio náutico	52
3.2	Breve descrição acerca do uso do instrumento astrolábio náutico	60
4	A INTERFACE ENTRE HISTÓRIA E ENSINO DE MATEMÁTICA E A UNIDADE BÁSICA DE PROBLEMATIZAÇÃO	65
4.1	O conceito de interface entre história e ensino de Matemática	65
4.2	A Unidade Básica de Problematização (UBP)	68
4.2.1	<i>Etapas do processo de aplicação da Unidade Básica de Problematização</i>	69
4.2.2	<i>Exemplos de Unidade Básica de Problematização</i>	71
4.3	Propostas de Unidades Básicas de Problematização para a sala de aula ...	75
5	ELEMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA	83
5.1	Caracterização da pesquisa	83
5.2	Lócus, público-alvo e coleta de dados	87
5.2.1	Lócus e público-alvo	88
5.2.1.1	O curso de formação universitária	89
5.2.2	Coleta de dados: instrumentos de coleta e registro de dados	90

5.2.3	<i>Descrição do curso de formação universitária: o conceito de atividade, o tratamento didático, a intencionalidade, o plano de ação e o desenvolvimento.....</i>	91
6	ANÁLISE DOS DADOS DO CURSO DE FORMAÇÃO UNIVERSITÁRIA DA UECE	112
6.1	Análise de Conteúdo: preceitos e conceitos	112
6.2	O processo de desenvolvimento das categorias de análise	114
6.3	Os conhecimentos geométricos mobilizados por meio do uso do instrumento astrolábio náutico pelos licenciandos em Matemática	119
6.3.1	<i>Categoria I: Conhecimentos geométricos/Use do astrolábio náutico no mar/Limitações</i>	119
6.3.2	<i>Categoria II: Astrolábio náutico/Componentes do instrumento.....</i>	128
6.3.3	<i>Categoria III: Conhecimentos geométricos/Use do astrolábio náutico em terra/Limitações</i>	130
6.4	O processo de (res)significação dos conhecimentos pelos licenciandos em Matemática	138
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	144
	REFERÊNCIAS	151
	APÊNDICE A — TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	159
	APÊNDICE B — PROGRAMA DE ENSINO	161
	APÊNDICE C — QUESTIONÁRIO DE SONDAÇÃO FORMATIVA	165
	APÊNDICE D – PRÉ-TESTE DIAGNÓSTICO	168
	APÊNDICE E – CARTÃO DE RECURSO 1: ASPECTOS CONTEXTUAIS DA GEOMETRIA (SÉC. XVI - XVII)	169
	APÊNDICE F – CARTÃO DE ATIVIDADE 1: ASPECTOS CONTEXTUAIS DA GEOMETRIA (SÉC. XVI - XVII)	174

APÊNDICE G – FICHA DE AVALIAÇÃO DIÁRIA	175
APÊNDICE H – CARTÃO DE RECURSO 2: SIMÃO D’OLIVEIRA E A OBRA ARTE DE NAVEGAR (1606)	176
APÊNDICE I – CARTÃO DE ATIVIDADE 2: SIMÃO D’OLIVEIRA E A OBRA ARTE DE NAVEGAR (1606)	179
APÊNDICE J – CARTÃO DE ATIVIDADE 3: TRATADO ARTE DE NAVEGAR (1606)	180
APÊNDICE K – CARTÃO DE ATIVIDADE 4: INSTRUMENTOS NÁUTICOS	182
APÊNDICE L – CARTÃO AUXILIAR DA ATIVIDADE 4	183
APÊNDICE M – CARTÃO DE RECURSO 5: O INSTRUMENTO ASTROLÁBIO NÁUTICO	187
APÊNDICE N – CARTÃO DE ATIVIDADE 5: O INSTRUMENTO ASTROLÁBIO NÁUTICO	190
APÊNDICE O – CARTÃO AUXILIAR DA ATIVIDADE 5	192
APÊNDICE P – CARTÃO DE ATIVIDADE 8: CONHECIMENTOS MATEMÁTICOS ACERCA DO ASTROLÁBIO NÁUTICO	195
APÊNDICE Q - QUESTIONÁRIO AVALIATIVO DO CURSO	196
APÊNDICE R - PÓS-TESTE DIAGNÓSTICO	197
ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP IFCE	199
ANEXO B - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP UECE	203

1 INTRODUÇÃO

Os conhecimentos oriundos da Geometria desempenham um papel importante no processo de formação do aluno da Educação Básica, pois os auxiliam no desenvolvimento da percepção visual, das estruturas cognitivas, possibilitando, assim, o percurso de transição do período operatório concreto para o operatório formal. Tais conceitos proporcionam uma integração recíproca entre as disciplinas e uma conexão entre os ramos da Matemática (NOGUEIRA, 2015; SANTOS; OLIVEIRA, 2018).

Santos e Oliveira (2018) justificam a necessidade da Geometria no âmbito escolar, argumentando que, sem estudá-la, os indivíduos não desenvolvem o adequado “pensar geométrico” e, sem essa habilidade, eles, provavelmente, não saberão resolver as situações do dia a dia, ao longo de suas vidas, que forem geometrizadas.

É importante chamar a atenção para as pesquisas voltadas ao ensino da Geometria, entre elas, as realizadas por Caldato e Pavanello (2014, 2015); Duarte e Patriota (2015); Nogueira (2015); Santos e Oliveira (2018) e Pavanello, Costa e Verrengia (2020), as quais apontam que essa área da Matemática é pouco desenvolvida nas aulas ministradas na Educação Básica e ensinada por intermédio de métodos tradicionais, em que o conhecimento é repassado aos alunos mediante aulas expositivas.

Desde a década de 1990, autores como Pavanello (1989) e Lorenzato (1995) já sinalizavam o quase completo descaso com o ensino da Geometria e seu consequente abandono no âmbito escolar. No entanto, ainda segundo esses autores, isso deve-se a uma formação deficitária dos licenciandos em Matemática acerca desse conteúdo no Ensino Superior, em conjunto com a carência de metodologias adequadas quando tornam-se professores e iniciam sua atuação em sala de aula. Estabelecendo-se, portanto, um círculo vicioso: a geração que possui *déficits* nos estudos da Geometria não sabe como ensiná-la adequadamente à geração seguinte (DUARTE; PATRIOTA, 2015).

Nas palavras de Vieira e Allevato (2014, p. 1), isso se daria por causa da “influência curricular do Movimento da Matemática Moderna, bem como o despreparo dos docentes em relação aos conteúdos geométricos e às estratégias que poderiam ser utilizadas para propiciar a produção de conhecimentos geométricos”, tal como o “tratamento excessivamente técnico e compartimentado destinado à Geometria pelos livros didáticos e propostas curriculares vigentes”.

Desde as pesquisas realizadas por Pavanello (1989); Oliveira e Velasco (2007); Gonçalves e Lando (2012) e, mais recentemente, as desenvolvidas por Rocha (2014) e Nogueira (2015), ressalta-se que o descaso com a Geometria tem chamado a atenção dos educadores matemáticos do país e que, embora isso reflita uma propensão geral, torna-se mais nítido nas escolas públicas, sobretudo, após a promulgação da Lei 5692/71.

A liberdade que a Lei 5692/71 outorgava às escolas, quanto ao direcionamento dos programas das diferentes disciplinas, evidenciou ainda mais a problemática relacionada ao domínio deficitário da Geometria pelos professores de Matemática, pois eles, sentindo-se inseguros para ensinar esse conteúdo em sala de aula, deixaram de incluí-la em suas programações. Mesmo aqueles que se aventuravam a lecioná-la, deixavam para o final do ano letivo a realização de sua abordagem em sala de aula, possivelmente, em uma tentativa, mesmo que inconsciente, de usar como justificativa a escassez de tempo para o não cumprimento do trabalho planejado para o ensino da Geometria (NOGUEIRA, 2015).

Algumas décadas após a promulgação da Lei 5692/71, houve a necessidade de assegurar a implantação dos conceitos geométricos no currículo da disciplina de Matemática na Educação Básica e, desse modo, garantir o acesso e o estudo desses conhecimentos (NOGUEIRA, 2015). Consoante Santos e Oliveira (2018), os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), na década de 1990, trouxeram um novo olhar para a Geometria, desde a escolarização inicial. Em seu conteúdo, consta: “É importante destacar que a Matemática deverá ser vista pelo aluno como um conhecimento que pode favorecer o desenvolvimento do seu raciocínio, de sua sensibilidade expressiva, de sua sensibilidade estética e de sua imaginação” (BRASIL, 1997, p. 26).

Ainda de acordo com o documento supracitado,

Os conceitos geométricos constituem parte importante do currículo de Matemática no ensino fundamental, porque, por meio deles, o aluno desenvolve um tipo especial de pensamento que lhe permite compreender, descrever e representar, de forma organizada, o mundo em que vive. O trabalho com noções geométricas contribui para a aprendizagem de números e medidas, pois estimula a criança a observar, perceber semelhanças e diferenças, identificar regularidades e vice-versa (BRASIL, 1997, p. 56).

Conforme o excerto acima, os conhecimentos geométricos integram o currículo de Matemática da Educação Básica, visto que possibilitam aos alunos o desenvolvimento de um pensar mais amplo acerca do mundo real. É essencial frisar que, em consonância com os PCN do Ensino Médio, a Geometria é essencial para o adequado desenvolvimento de habilidades de visualização, desenho, argumentação lógica e resolução de problemáticas, “um trabalho

adequado de Geometria, para que o aluno possa usar as formas e propriedades geométricas na representação e visualização de partes do mundo que o cerca” (BRASIL, 2000, p. 44).

A consequência do abandono da Geometria na Educação Básica, para Santos (2014), Silva (2018) e Oliveira (2019), foi o baixo desempenho dos alunos no tocante a esse conteúdo, como observado nos resultados dos estudantes que realizam a Prova Brasil e o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Entretanto, objetivando a superação dessa problemática, notam-se diversos esforços no sentido de favorecer seu ensino e sua aprendizagem no decorrer dos anos. Logo, tem-se constatado sua inserção em documentos curriculares nacionais, como, mais recentemente, na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que aponta os conhecimentos geométricos como de suma importância para interpretação e resolução de problemáticas do mundo físico e de distintas áreas do conhecimento (BRASIL, 2017; OLIVEIRA, 2019).

Vale salientar que a BNCC, por um lado, acerta ao inserir e dar maior relevância aos conhecimentos geométricos na base curricular nacional, no entanto, por outro lado, tem sido alvo de discussões pelos professores da rede escolar brasileira, uma vez que esse documento irá padronizar mais as práticas docentes em sala de aula. De acordo com Venco e Carneiro (2018, p. 9), a nova proposta da BNCC irá consolidar ainda mais a padronização dos conteúdos na política educacional “[...] a partir de conteúdos, provas e aulas estandardizadas em nome de alcançar melhores índices da educação, mas sem problematizar o que, de fato, os estudantes estão se apropriando e construindo um conhecimento capaz de formar cidadãos emancipados e com atuação na sociedade”.

Para os educadores matemáticos, o Ensino de Matemática, enquanto campo de pesquisa e de formação profissional é “[...] um fértil campo de produção de conhecimento e que aponta caminhos para as práticas de ensinar e aprender Matemática” (PASSOS; NACARATO, 2018, p. 120). Todavia, essa produção não parece estar sendo considerada pelas reformas propostas pela BNCC, porque “[...] a maioria dos educadores matemáticos rejeita a ideia de um currículo por competências e habilidades, tal como propõe a BNCC, numa visível articulação com o mundo empresarial” (PASSOS; NACARATO, 2018, p. 120).

Nesse cenário descrito anteriormente, em relação ao Ensino de Matemática, a BNCC sinaliza para a integração das cinco unidades temáticas de Matemática, sendo elas: números, álgebra, geometria, grandezas e medidas e probabilidade e estatística. Contudo, ao realizar-se uma análise mais atenta das habilidades propostas para cada ano escolar, essa articulação não é explicitada. O conjunto de habilidades elencadas restringe-se à própria unidade temática. Dessa maneira, “[...] a BNCC avançou ao introduzir novos conteúdos, mas da forma como o fez, não

dá subsídios ao professor que não tem uma formação específica para ensinar Matemática e que, o modo como as habilidades foram redigidas dificilmente serão por ele compreendidas” (PASSOS; NACARATO, 2018, p. 131).

Nesse sentido, apesar dos esforços, o que se nota é que, referente à Geometria, o seu ensino vem sendo ignorado nas escolas públicas brasileiras e, conseqüentemente, recebendo menos atenção do que os outros temas estudados (CALDATTO; PAVANELLO, 2013; SOUSA, 2015; NOGUEIRA, 2015). Quanto ao Ensino Fundamental, os alunos, desde o 5º ano, já não possuem conhecimentos satisfatórios sobre os conceitos geométricos, isso se daria devido aos docentes (pedagogos) que ensinam Matemática nos Anos Iniciais não possuírem formação adequada e suficiente (pouca carga horária destinada a essa área da Matemática no decorrer da graduação em Pedagogia) para construírem a base do ensino de Geometria (DIONIZIO, 2019; COSTA; PINHEIRO, COSTA, 2016). Na formação inicial dos licenciados em Matemática, verifica-se que os conhecimentos prévios de estudantes sobre os conceitos básicos de Geometria ainda estão em um nível de aprendizagem abaixo do ideal (OLIVEIRA, 2019).

Assim, torna-se visível a defasagem no ensino da Geometria, porém observa-se, entre os docentes que lecionam a disciplina de Matemática, uma enorme preocupação em relação a isso. Evidência disso é a procura pelos cursos de Geometria ofertados por instituições como as universidades, que possuem convênio ou não com as Secretarias da Educação, ou por aqueles oferecidos por outras entidades e instituições, gratuitas ou pagas, com o intuito de preencher as lacunas acerca do conhecimento geométrico deixadas pelo seu processo de formação deficitário na graduação (NOGUEIRA, 2015; ROSA; SOUZA; SANTOS, 2020).

Em suma, averigua-se, no âmbito escolar, que os conhecimentos geométricos são transmitidos de forma abstrata pelos docentes, gerando alunos com aversão a essa disciplina. Isso se deve ao processo de formação de professores de Matemática, pois as aulas relacionadas à Geometria são ministradas aos mesmos de forma expositiva e a grade curricular dessa área é deficitária de conteúdo (DUARTE; PATRIOTA, 2015; PAVANELLO; COSTA; VERRENGIA, 2020).

Entre as possibilidades de meios e métodos, que podem ser utilizadas em sala de aula para a melhoria do ensino da Geometria, está o uso de recursos didáticos oriundos da História da Matemática. Embora a História da Matemática não tenha como objeto de estudo o ensino em si, de acordo com os educadores Mendes (2009), Saito (2016) e Chaquiam (2017), um trabalho que envolva a História da Matemática pode favorecer o ensino de Matemática.

Seguindo essa linha de raciocínio, compreende-se que a história sendo incorporada, ainda no processo de formação do licenciando em Matemática, possa repercutir em um entendimento mais amplo acerca dos conhecimentos geométricos e, provavelmente, em consequências positivas para o ensino de Matemática (BARONI; TEIXEIRA; NOBRE, 2004; OLIVEIRA, 2019).

Entende-se que a História da Matemática tem relevância formativa no processo de desenvolvimento dos saberes e das práticas dos professores. O fato de possibilitá-los conhecer a Matemática do passado amplia a compreensão dos conteúdos a serem ensinados e propicia a expansão do entendimento do desenvolvimento do currículo, sendo esses aspectos exemplos da função da história em ambientes de formação. Nessa conjuntura, compreende-se que a incorporação da história na formação docente viria a ampliar as perspectivas e as possibilidades do professor no ensino da Matemática (BARONI; TEIXEIRA; NOBRE, 2004; OLIVEIRA, 2019).

Portanto, por meio de recursos que a História da Matemática pode ofertar, articulada ao ensino, oportuniza-se uma reflexão sobre o processo de ensino e aprendizagem de conceitos (ALVES, 2019). Tal articulação não possui o propósito de ensinar Matemática através da história, também não tem como fim reproduzir o processo histórico do desenvolvimento do conhecimento matemático, mas pretende-se discorrer, no nível epistemológico, o que ambas possuem em comum para, depois, refletir-se a respeito do processo histórico da construção e da formação do conhecimento matemático no contexto em que foi desenvolvido (PEREIRA; SAITO, 2018).

Diante disso, o interesse pela realização dessa articulação do ensino da Geometria a elementos da História da Matemática é recente e teve início a partir dos estudos e das leituras oriundas do Grupo de Pesquisa em Educação e História da Matemática (GPEHM), presente na Universidade Estadual do Ceará (UECE), por intermédio da vice-líder Antônia Naiara de Sousa Batista. Iniciando os estudos no GPEHM Júnior¹, pode-se observar que, além de poder imergir na pesquisa histórica, procurando meios de articulá-la ao ensino de Matemática, também é possível discutir as relações dos recursos didáticos com a História da Matemática. Um ponto marcante desse grupo de pesquisa é o uso de tratados contendo instrumentos históricos, que

¹ O GPEHM Júnior é direcionado aos indivíduos que estão iniciando os estudos na pesquisa científica, ou seja, para aqueles que tenham interesse em começar as primeiras leituras sobre Educação Matemática, História da Matemática, metodologia de pesquisa, construção de um projeto de pesquisa, escrita de um resumo ou mesmo a escrita de um artigo.

possibilitam uma interface entre a história e o ensino de Matemática, proposta por Saito e Dias (2013), proporcionando o processo de experimentação prática.

O GPEHM disponibiliza uma gama de materiais para estudos nos encontros semanais realizados e ainda auxilia na concepção de novas ideias para a elaboração de pesquisas que objetivam o estudo com os instrumentos matemáticos. Isso colabora para que eles possam ser agregados em uma pesquisa de mestrado, uma vez que o grupo provê os meios necessários para a realização de uma articulação entre história e ensino de Matemática que, segundo Saito e Dias (2018), é determinante para o desenvolvimento de uma interface entre história e ensino de Matemática.

No grupo de pesquisas (GPEHM), também são levantados questionamentos sobre os atuais professores de Matemática, que não possuem conhecimento adequado para essa prática, existe, assim, uma limitação e uma dificuldade em realizar-se a articulação entre história e ensino de Matemática, bem como em levar os conhecimentos matemáticos incorporados nos instrumentos e contidos nos textos originais por meio de atividades investigativas para a sala de aula (SILVA, 2018).

Consoante Alves (2019), adquirir novos recursos e perspectivas relacionadas à ação didática seria ideal para o adequado desenvolvimento do saber-fazer dos docentes. Nesse intuito, é relevante atuar na formação do licenciando em Matemática, propondo o desenvolvimento de atividades que irão ser utilizadas por eles no ensino de Geometria, a fim de atender a contextos direcionados e específicos desse conteúdo, que são deficitários ou negligenciados no âmbito do seu processo de formação.

Para que seja viável intervir no processo de formação do licenciando em Matemática, o estudo da interface se torna um diferencial na formação no que concerne à demanda de alguns processos educacionais, que possam envolver o ensino e a aprendizagem dos assuntos da Matemática, relacionados ao contexto histórico e que unem dois conhecimentos relevantes ao docente, sendo o específico a Geometria, que é uma área da Matemática e o didático (ALVES, 2019; SILVESTRE, 2016).

Tendo-se em vista que a interface favorece o processo de ensino e aprendizagem de Matemática, bem como é um meio para se articular a história e o ensino de Matemática, um primeiro caminho tomado foi a leitura de trabalhos produzidos pelo próprio grupo de estudo

(GPEHM), referentes a essas temáticas mencionadas², com a finalidade de compreendê-las com maior profundidade.

O desenvolvimento desta pesquisa torna-se relevante, uma vez que visa a intervir na formação dos licenciandos em Matemática em relação à aplicação da Geometria, realizada por eles de acordo com as novas concepções, ou seja, para que a interface entre a história e o ensino de Matemática, por meio desse conteúdo, caminhe até a sala de aula. Caminhada essa realizada pelo uso dos instrumentos matemáticos contidos em tratados históricos do século XVI e XVII, pois o grupo de pesquisa (GPEHM) tem a tendência de estudar documentos desse período, quando a Matemática prática estava em ascensão na Europa.

Nesse propósito, teve-se acesso às recentes pesquisas desenvolvidas pelo GPEHM no âmbito da náutica portuguesa do século XVII, particularmente, a desenvolvida por Oliveira (2021), que realiza um primeiro olhar sobre os aspectos gerais da obra *Arte de Navegar*, publicada em 1606, por Simão d'Oliveira. Esse estudo chamou a atenção, pois, nele, foi possível verificar que esse tratado do século XVII apresenta saberes acerca das navegações, da Astronomia, da cartografia e da cosmografia, que permitiam “aos sujeitos desta arte, conhecer os astros e inferir informações sobre estes, além de saber sobre conhecimentos geométricos do espaço navegado e de sua localização marítima, podendo mediante a esses, evitar o acesso a terras perigosas ao navegante” (OLIVEIRA, 2021, p. 6).

Segundo Oliveira (2021, p. 6), o tratado traz consigo a importância dos instrumentos náuticos, tais como: armila náutica, quadrante náutico, rosa da agulha e astrolábio náutico, que fazem uso das matemáticas “como saberes norteadores e facilitadores do bom exercício que este ofício exige, por exemplo, na ocasião de produção e manuseio de instrumentos matemáticos utilizados para atender as finalidades e objetivos da navegação”.

Ainda nesse estudo de Oliveira (2021), realizado sobre o tratado *Arte de Navegar*, pôde-se observar que, ao se realizar o adequado tratamento didático de textos presentes na História da Matemática, eles podem contribuir para as práticas do ensino de Matemática mediante sua inserção em sala de aula. Outro ponto na pesquisa que chamou bastante atenção é quanto ao instrumento astrolábio náutico, pois “observando o contexto aos quais tais instrumentos estavam imersos, percebemos uma relação direta com a geometria prática exercida pelos praticantes das matemáticas” (OLIVEIRA, 2021, p. 9-10).

² Estudos que versam sobre a interface entre a história e o ensino de Matemática, por meio de documentos históricos, podem ser vistos em: Silva e Pereira (2021); Pereira et al. (2020); Pereira (2020); Saito e Pereira (2019); Pereira e Saito (2018); Batista (2018); Alves (2019); dentre outros.

Oliveira (2021) também verificou, em seu estudo, a possibilidade de o instrumento astrolábio ser investigado dentro de uma interface entre história e ensino de Matemática, já que se constatou que os conhecimentos geométricos contidos no instrumento podem ser mobilizados pelo seu uso, ademais, aventa-se a hipótese de haver a possibilidade de emergirem potencialidades didáticas para o desenvolvimento de atividades para o ensino da Geometria no âmbito escolar. Esses pontos justificam o uso do tratado *Arte de Navegar*, bem como do instrumento astrolábio náutico nele inserido, como meio para a mobilização dos conhecimentos geométricos, que serão o objeto de estudo da presente pesquisa.

Após realizar uma busca visando encontrar uma cópia do tratado mencionado no estudo de Oliveira (2021), no qual está contido o instrumento astrolábio náutico, que reflete os diversos aspectos da ciência náutica do período em que foi criado, encontramos uma versão em formato digitalizado da obra original, que se está disponível na Biblioteca Nacional de Portugal (BNP), tendo como título: *Arte de Navegar*, publicada em 1606, de autoria de Simão d'Oliveira, cosmógrafo-mor, natural da cidade de Lisboa, escrito na língua portuguesa de Portugal, do século XVII.

Diante do exposto, houve a necessidade de se compreender o cenário brasileiro e internacional de pesquisas envolvendo os instrumentos matemáticos, a formação de professores de Matemática e o objeto de estudo desta pesquisa, que são os conhecimentos geométricos. Assim, a partir de uma busca cruzada nas bases eletrônicas de dados acadêmicos, realizada com as palavras-chaves: “instrumentos matemáticos”, “formação do professor de matemática” e “conhecimentos geométricos”, utilizadas na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), no *Journal Storage* (JSTOR) e no Repositório da Universidade de Lisboa (ULisboa)³, tem-se uma situação mais ampla.

Quanto aos achados das pesquisas realizadas na BDTD, que versassem acerca dos instrumentos matemáticos, foram selecionados cinco dos vinte e dois estudos encontrados. Após a leitura dos títulos, dos resumos e dos estudos na íntegra, apenas cinco estavam relacionados ao tema da busca. Desses cinco estudos selecionados, somente três mencionavam o instrumento matemático astrolábio náutico: Cattozzi (2008), Moura (2016) e Oliveira (2017).

No que se refere ao estudo de Cattozzi (2008), ele investigou a obra *Singularidades da França Antártica*, da autoria de André Thevet, com o objetivo de compreender como Thevet

³ As pesquisas foram realizadas nas bases eletrônicas de dados acadêmicos (BDTD, JSTOR e ULisboa) do dia 2 de setembro ao dia 30 de setembro de 2021. Sendo utilizadas as palavras-chaves em português na BDTD, assim como em português e inglês apenas nas bases eletrônicas de dados acadêmicos JSTOR e ULisboa. O intuito dessa coleta de dados foi o de apontar estudos dos últimos vinte anos e que tenham realizado uma articulação e/ou aproximação entre esses temas mencionados.

tornou-se cosmógrafo e por quais motivos inseriu o Brasil em sua cosmografia. Como resultado, verificou que Thevet tomou posse de três mecanismos para tal finalidade: (I) realizou a descrição dos índios tupinambás e de seus costumes culturais, (II) o valor dado às experiências pessoais em detrimento dos escritos da Antiguidade e (III) a utilização de alguns termos da cosmografia do seu período, tais como: astrolábio, bússola, longitude, latitude, entre outros. No tocante ao astrolábio náutico, observou-se, no estudo, uma descrição razoável sobre o uso desse instrumento, além de uma contextualização histórica interessante, mas de maneira breve e pouco aprofundada. No entanto, o estudo só tratava do instrumento astrolábio, não contendo nenhuma informação sobre a formação de professores de Matemática e os conhecimentos geométricos.

O outro estudo é o de Moura (2016), com o objetivo de investigar e auxiliar colaborando com o ensino e a aprendizagem de Astronomia, desenvolveu um Projeto de Intervenção Pedagógica (PIP), fazendo uso de conteúdos da Física – Gravitação Universal e da Matemática – Elipses, aos olhos da História da Astronomia. Entre os instrumentos matemáticos construídos pelos estudantes do Ensino Médio, achava-se o astrolábio. Para que o objetivo do estudo fosse alcançado, foi preciso realizar uma contextualização histórica do instrumento, tal como uma breve descrição da sua fabricação e do seu uso, para que essas etapas fossem adaptadas à realidade dos estudantes. Como resultado, verificou-se o movimento do pensamento relacionado aos conhecimentos geométricos, realizado pelos estudantes do Ensino Médio por meio do uso do astrolábio. Entretanto, o estudo falava sobre o instrumento astrolábio e os conhecimentos geométricos, não contendo nenhuma informação sobre a formação de professores de Matemática.

Por fim, a pesquisa de Oliveira (2017), que, de maneira abrangente, trouxe informações de caráter historiográfico e contextual sobre as grandes navegações do final do século XV e do início do século XVII. No referido estudo, apresentaram-se também os mais imprescindíveis instrumentos que tornaram possível o desenvolvimento da navegação astronômica e matemática aliadas à gênese, à construção, ao manuseio e ao uso de instrumentos náuticos antigos, entre eles, o astrolábio náutico. Desse modo, entende-se que os instrumentos matemáticos podem revelar informações de caráter epistemológico, de conhecimentos matemáticos e de potencialidades didáticas para o ensino de Matemática. Apesar de o estudo discorrer sobre instrumentos matemáticos, como o astrolábio náutico, não possui nenhuma informação sobre a formação de professores de Matemática e os conhecimentos geométricos.

As três pesquisas descritas abordavam o estudo do instrumento astrolábio náutico, buscando realizar uma contextualização histórica do período em que ele esteve inserido, bem como sua construção, seu manuseio e seu uso. Todavia, em dois estudos, não foram observados, pela contextualização realizada, quais os conhecimentos matemáticos estão incorporados e, por conseguinte, mobilizados por meio do uso do instrumento astrolábio e a sua relação com os conhecimentos geométricos. Nesses estudos, de igual maneira, não se identificou uma tentativa de desenvolvimento de uma interface entre a história e o ensino de Matemática com vistas a identificar potencialidades didáticas para o desenvolvimento de atividades direcionadas para o ensino da Geometria, que emergem do uso do astrolábio para a formação de professores de Matemática. Ou seja, constatamos uma escassez de estudos que abordam os conhecimentos geométricos a partir do uso de instrumentos matemáticos na formação dos professores de Matemática.

Em relação às pesquisas realizadas na BDTD, que exploraram o objeto de estudo do presente trabalho, no caso, os conhecimentos geométricos, mediante um instrumento matemático, encontramos duas: o estudo de Castillo (2016) e o de Delefrate (2019).

No que tange a Castillo (2016), seu objetivo foi o de verificar o contexto no qual a obra e o seu autor estiveram inseridos; verificando, através desse contexto, quais eram os conhecimentos matemáticos mobilizados e abordados na obra *Tectonicon* e sua relação com as práticas matemáticas, entre elas, a Geometria. Também foram analisados os conhecimentos matemáticos incorporados no instrumento báculo (*cross-staff*), levando em consideração a prática de mensuração e os processos descritos pelo autor. Assim, foi verificada a articulação das três dimensões de análise (historiográfica, contextual e epistemológica) e a pesquisa centrou-se, objetivamente, na construção e no uso do instrumento *cross-staff*. Os resultados mostraram que o báculo e os outros instrumentos descritos no tratado *Tectonicon* são mais que apenas simples ferramentas, e sim instrumentos que incorporam conhecimentos, evidenciam a relação entre o saber e o fazer de um período e apontam para questões de ordem epistemológica para a reflexão sobre o processo de desenvolvimento do conhecimento científico e matemático. No entanto, os conhecimentos geométricos verificados, nessa pesquisa, emergiram do instrumento matemático báculo e não do astrolábio náutico, nem foram aplicados na formação de professores de Matemática.

Outra pesquisa realizada nesse sentido é a de Delefrate (2019), que, nesse estudo, apresentou conhecimentos geométricos empregados no desenvolvimento de um instrumento criado para desenhar elipses, cuja descrição está em uma obra do século XVII, intitulada: *De*

Organica Conicarum Sectionum in Plano Descriptione, composta por Frans van Schooten, em 1646. O estudo teve como objetivo analisar os dois capítulos iniciais do tratado, em que Van Schooten descreve, a princípio, os pressupostos geométricos acerca do instrumento para desenhar uma elipse. Para tanto, realizou-se uma análise contextual e epistemológica com a intenção de alinhar esse estudo com uma proposta historiográfica mais atualizada. À vista disso, foi apresentado o contexto de elaboração da obra, tal como apontados os critérios e os conhecimentos da Geometria que foram mobilizados por Van Schooten, de modo a expô-los, explicá-los e tecer comentários sobre eles. Em conclusão, o estudo ressaltou interessantes nuances, que, futuramente, podem ser exploradas por docentes que tenham a intenção de desenvolver atividades didáticas contemplando a construção de interfaces entre história e ensino de Matemática. Apesar desse direcionamento na conclusão do estudo, não foi abordada essa aplicação na formação do professor de Matemática, nem tão pouco houve menção ao astrolábio náutico e aos conhecimentos geométricos contidos em seu uso, pois a pesquisa trouxe a relação desse conteúdo com outro instrumento matemático.

Em relação às buscas realizadas na JSTOR e na ULisboa, utilizando-se as palavras-chaves já mencionadas, encontramos quarenta e seis estudos, destes, apenas seis mencionaram tratados que surgiram entre os séculos XVI e XVII relacionados a instrumentos náuticos e ainda realizaram uma contextualização histórica do instrumento astrolábio náutico, tais como: “*The Sea – or mariners’s astrolabe*”, de David Waters (1966); “*A Arte de Navegar de Manoel de Pimentel* (as edições de 1699 e 1712)”, de Correia (2010); “*Os instrumentos náuticos na obra de Pedro Nunes* (2012)”, entre outros⁴.

No entanto, esses trabalhos não tinham como finalidade articular os conhecimentos geométricos, os instrumentos matemáticos e a formação de professores de Matemática, somente realizaram uma abordagem de cunho histórico. É importante ressaltar que as obras mencionadas nos estudos encontrados são consideradas pelos historiadores de suma relevância, pois possibilitam uma melhor compreensão do desenvolvimento da ciência náutica de suas épocas. Os tratados citados nas pesquisas são concernentes à navegação e à prática da fabricação, ao manuseio e ao uso dos instrumentos náuticos. Logo, nota-se uma carência de estudos, nessas bases eletrônicas de dados, que versem sobre os conhecimentos geométricos por meio do uso de instrumentos matemáticos na formação dos professores de Matemática.

⁴ Estudos que versam acerca dos tratados voltados para a arte de navegar, relacionados à esfera das navegações e, ainda, à realização de uma contextualização histórica do astrolábio náutico, podem ser vistos em: Leitão (1966), Bastião (2010) e Canas (2012).

Dessa forma, diante dos estudos verificados nessas pesquisas, de âmbito nacional e internacional, realizadas nas bases eletrônicas de dados acadêmicos BDTD, JSTOR e ULisboa, concluímos que não houve pesquisas atinentes à perspectiva do presente trabalho, o qual busca realizar um estudo acerca dos conhecimentos geométricos mobilizados pelo uso de instrumentos matemáticos, mais especificamente, do astrolábio náutico, na formação dos professores de Matemática. Percebe-se ainda que existe uma necessidade de realizar estudos que possam envolver instrumentos matemáticos, conhecimentos geométricos e formação de professores, em particular, utilizando o astrolábio náutico português como um recurso didático. Portanto, fortaleceu-se a proposta de desenvolver uma pesquisa nesse sentido.

Partindo desse cenário e tendo a compreensão de que a formação de professores é peça fundamental para reorientar o ensino de Geometria, este estudo se volta ao seguinte questionamento: *como o uso do astrolábio náutico pode propiciar o ensino dos conhecimentos geométricos na formação dos licenciandos em Matemática?*

A fim de responder ao questionamento proposto nesta pesquisa, foi definido como objetivo geral: conhecer como o astrolábio náutico pode favorecer o ensino dos conhecimentos geométricos mobilizados por meio do seu uso na formação dos licenciandos em Matemática. Seguindo essa linha de investigação, como forma de alcançá-lo, foi realizado um curso de formação universitária, tendo a participação de licenciandos em Matemática, para, em vista disso, elencarem-se os seguintes objetivos específicos: (I) identificar, a partir do tratado *Arte de Navegar* (1606), o contexto no qual o instrumento astrolábio náutico esteve inserido; (II) reconhecer os aspectos físicos do astrolábio náutico, bem como os conhecimentos geométricos que estão incorporados tanto na leitura do processo de construção quanto no uso desse instrumento; (III) desenvolver um curso de formação universitária para licenciandos em Matemática; e (IV) descrever as atividades de uso do astrolábio náutico, aplicadas no curso de formação dos licenciandos em Matemática.

Posto isso, para alcançar o objetivo desta pesquisa, partindo-se do tratado *Arte de Navegar* (1606), de autoria de Simão d'Oliveira, a metodologia empregada teve uma abordagem multirreferencial, pois foi necessário buscar aporte em diferentes métodos de ensino.

Relativo ao processo de desenvolvimento de uma interface, o primeiro movimento que se faz é o movimento das três esferas (contextual, historiográfica e epistemológica), em que foi realizada uma pesquisa qualitativa de caráter documental e bibliográfica, porque “no contexto da pesquisa qualitativa, a análise documental constitui um método importante seja complementando informações obtidas por outras técnicas, seja desvelando aspectos novos de

um tema ou problema” (KRIPKA; SCHELLER; BONOTTO, 2015, p. 61). Para isso, teve-se que trabalhar diretamente com a obra, uma vez que foi utilizado o tratado original e documentos secundários a respeito do período, no qual a episteme da época precisou ser estudada, tendo-se em vista que examinamos um texto histórico do século XVII.

Assim, utilizaram-se tais pesquisas mencionadas até o momento, as quais foram direcionadas para o estudo dos elementos relacionados ao contexto de elaboração do astrolábio náutico. Vale frisar que a metodologia de pesquisa usada, no presente estudo, foi pautada em uma abordagem etnográfica na pesquisa em educação com sujeitos. A Etnografia também foi empregada na organização e na análise do curso de formação universitária desenvolvido nesta pesquisa, o qual teve por título “Mobilizando os conhecimentos geométricos por meio do uso do instrumento astrolábio náutico”, sendo ministrado presencialmente na Universidade Estadual do Ceará (UECE).

A proposta deste estudo está baseada na concepção de interface entre história e ensino de Matemática (IHEM) e na produção de atividades didáticas por meio da utilização da Unidade Básica de Problematização (UBP). As UBP surgem como uma proposta de metodologia ativa que, de acordo com Miguel e Mendes (2010, p. 386), é elaborada como uma prática indisciplinar (não disciplinar) construída na forma de um *flash* discursivo memorialístico, pautado em uma prática social “situada em um determinado campo de atividade humana”. Tal prática de cunho social pode possuir um caráter diferente em distintos grupos sociais, bem como nas situações em que possa vir a ser ministrada, mobilizando diversos fins, meios e métodos culturais de tais comunidades (MENDES; MIGUEL, 2010; TAVARES; PEREIRA, 2016; TAVARES; PEREIRA, 2017).

Ressalta-se que as UBP são desenvolvidas a partir de práticas socioculturais matemáticas oriundas da história, nas quais os alunos teriam autonomia total para discutir e elucidar os diversos conjuntos de problematizações, que poderão vir a ser sugeridos, tendo a intenção de promover uma construção do conhecimento, além do processo necessário ao desenvolvimento do ato de pensar (MENDES; MIGUEL, 2010; TAVARES; PEREIRA, 2016; TAVARES; PEREIRA, 2017).

Entre as diversas finalidades da UBP, ela pode vir a contribuir para o processo de formação do licenciando em Matemática, uma vez que essa metodologia ativa estimula a participação do aluno durante o seu processo de aprendizagem, de maneira tal que acaba por torná-lo um indivíduo mais crítico e agente, não mais passivo. A utilização adequada das UBP,

durante o ensino, repercute no desenvolvimento de significados conceituais⁵ e metacognitivos⁶, que estarão presentes durante o processo de resolução das problematizações propostas nessa metodologia (MENDES; MIGUEL, 2010; TAVARES; PEREIRA, 2016; TAVARES; PEREIRA, 2017). Desse modo, propôs-se, na presente pesquisa, a utilização da UBP em uma IHEM. Por fim, para a análise dos dados coletados no curso de formação universitária, após a aplicação das atividades, foi usada a metodologia de análise de conteúdo de Bardin (2016).

Dessa maneira, esta dissertação está dividida em sete seções, em que a primeira realiza uma discussão introdutória do tema estudado, apresentando a problemática e a justificativa do estudo, além dos objetivos e de uma breve descrição do aporte metodológico.

A segunda seção está direcionada às informações de cunho contextual, que auxiliam a identificar o cenário de elaboração do tratado *Arte de Navegar* (1606) e da vida de Simão d'Oliveira. Enfatiza-se o período no qual o instrumento astrolábio náutico foi desenvolvido, dando a devida atenção ao contexto de concepção da obra no que diz respeito ao que estava em pauta na época sobre os estudos matemáticos e as possíveis influências para que esse tratado fosse elaborado no cenário português entre os séculos XVI e XVII.

Na terceira seção, são abordados alguns conhecimentos geométricos reconhecidos no astrolábio náutico durante o processo de leitura dos trechos do tratado em que está descrita a construção e o uso do instrumento. Na quarta seção, discorre-se sobre a concepção de interface entre história e ensino de Matemática, como também se realiza um aprofundamento do conceito, do processo de elaboração e dos exemplos das Unidades Básicas de Problematização aplicadas no curso de formação universitária.

A quinta seção contém informações de cunho metodológico, as quais são a base para a realização desta pesquisa e para a organização e a aplicação do curso de formação universitária. Destacam-se: a metodologia da pesquisa, contendo as técnicas para a coleta dos dados (etnográfica na pesquisa em educação com sujeitos) e a abordagem de pesquisa assumida (qualitativa de caráter documental e bibliográfica). Ainda é realizada a descrição do processo de aplicação das atividades ao longo do curso.

Na sexta seção, é realizada a conceituação do método utilizado para organização e análise dos dados oriundos da aplicação das UBP no curso de formação universitária, mais especificamente, a metodologia de Análise de Conteúdo de Bardin (2016). Apresentam-se as

⁵ Conceituais: formulação de uma ideia por palavras.

⁶ Metacognitivos: uso de habilidades estruturantes para o processo de aprendizagem dessa ideia.

discussões advindas das intervenções com os licenciandos em Matemática e a delimitação dos conhecimentos geométricos mobilizados por eles, a partir do uso do astrolábio náutico.

Para finalizar, adentra-se nas considerações finais desta pesquisa, tendo em vista a apresentação das conclusões obtidas neste estudo, relatando os objetivos alcançados e a resposta à pergunta diretriz.

2 CONHECENDO O TRATADO ARTE DE NAVEGAR DO PORTUGUÊS SIMÃO D'OLIVEIRA E O INSTRUMENTO ASTROLÁBIO NÁUTICO

Entre os diversos tratados que foram escritos entre os séculos XVI e XVII, relacionados à esfera das navegações, podem-se citar alguns, tais como: a Arte de Navegar (1545), de Pedro Medina; a Arte de Navegar (1596), de Padre Francisco da Costa; a Arte Prática de Navegar... (1699), escrita por Manoel Pimentel; a Arte de Navegar (1606), de Simão d'Oliveira e a Arte de Navegar dos Portuguezes (1894), do Infante Dom Henrique⁷. Nessas obras, estão contidos saberes atinentes à navegação, à Astronomia, à cartografia e à cosmografia de sua época, bem como às características e ao manuseio de instrumentos náuticos. Entre os instrumentos comumente descritos nesses tratados, encontram-se o astrolábio náutico, a armila náutica, o quadrante náutico e a rosa da agulha.

Como mencionado, um desses tratados é a Arte de Navegar, publicada em 1606 e escrita pelo português Simão d'Oliveira, um Padre Jesuíta que também tinha como ofício o cargo de cosmógrafo-mor do reino. Assim, nesta seção, procura-se versar acerca do contexto relacionado ao cenário de elaboração do tratado e do instrumento astrolábio náutico, nele descrito.

Nesta seção, estão compreendidas três subseções, em que a primeira trata do ofício de cosmógrafo-mor; das navegações marítimas, que, pelos portugueses, foi definida como uma “arte”, no caso, a arte de navegar; e do surgimento dos tratados em Portugal durante os séculos XVI e XVII. Na segunda parte, discorre-se sobre os aspectos contextuais da obra e da vida de Simão d'Oliveira. Por fim, a terceira subseção contém uma descrição dos elementos da obra.

2.1 O cosmógrafo-mor, a arte de navegar e o surgimento dos tratados portugueses dos séculos XVI e XVII

Os cosmógrafos-mores surgiram no cenário relativo à expansão ultramarina portuguesa, durante as primeiras décadas do século XVI e passaram a desempenhar um papel de extrema relevância na política territorial (GESTEIRA, 2014). Era dever desses oficiais examinar, padronizar e realizarem a compilação das cartas de marear e demais documentos produzidos durante as navegações pelos pilotos e cartógrafos, além de supervisionarem o ensino e a

⁷ Estudos que versam acerca dos tratados voltados para a arte de navegar, relacionados à esfera das navegações, podem ser vistos em: Albuquerque (1970); Batista (2018); Nunes (2012); Eça (2008); Reis (1988) e Fraga (2021).

obtenção dos novos conhecimentos técnicos e geocartográficos acerca das navegações (GESTEIRA, 2014; FRAGA, 2021).

É importante ressaltar que, até então, esses conhecimentos de náutica eram transmitidos de mestres para aprendizes. Houve-se a necessidade de sistematizar e de padronizar todas as atividades que envolviam a náutica portuguesa, culminando na criação de um documento que regulamentou o ensino da Náutica em Portugal, o “Regimento do Cosmógrafo-Mor”, criado em 1592. O cosmógrafo-mor passaria a ser o mais alto cargo da função pública do Reino de Portugal e tinha como encargo do seu ofício dedicar-se ao aproveitamento e ao desenvolvimento dos conhecimentos da cosmografia em prol da náutica (FRAGA, 2021, p. 34).

Outra função de suma relevância desse ofício, segundo Gesteira (2014, p. 1019), era a de que os cosmógrafos do reino deveriam verificar a acurácia dos instrumentos náuticos, que seriam usados durante as navegações a serviço da Coroa Real, visto que “um dos aspectos cruciais era a padronização da graduação e da forma de divisão, pois se os dados fossem coletados com unidades de medidas distintas, além de tornar a reunião dos dados dificultosa, multiplicar-se-iam os erros no momento de inserção dos dados em novas tabelas”.

Destarte, com o passar das décadas e o avançar das técnicas e dos conhecimentos náuticos, foi dada uma maior atenção para a sistematização científica relacionada à produção de roteiros, diários de bordo e guias náuticos, surgindo, assim, documentos que compilavam esses conhecimentos. Desse modo, emergiram os tratados direcionados à arte de navegar, sendo esses de autoria dos cosmógrafos-mores. Gesteira (2014, p. 1014) realiza uma breve descrição dos tratados e de suas finalidades, como pode-se observar:

Além de o Tratado ser uma espécie de livro didático para aqueles que se iniciavam na astronomia durante a época moderna, era também ponto de partida obrigatório para aqueles que aprendiam a arte de navegar, sobretudo para uso dos instrumentos, mas nesse caso os livros não se estendiam em comentários críticos sobre o tema, como era mais frequente nos livros de astronomia, inclusive entre os matemáticos da Companhia de Jesus. Diferente de obras que se dedicavam à filosofia natural, os livros de navegação apresentavam apenas os princípios básicos da esfera, as noções necessárias para a navegação: redondeza da terra (composta por terra e água), os círculos máximos, os meridianos e o horizonte, os círculos menores, os trópicos de Câncer e de Capricórnio, o eixo e os polos, o que é zênite (relativo ao observador) e o que é latitude e longitude.

Como constata-se no excerto acima, o tratado era um ponto de partida para aqueles que queriam aprender a arte de navegar, principalmente, para o aprofundamento do uso dos instrumentos náuticos, pois apresentavam princípios concernentes às navegações, tais como: zênite, latitude, longitude, entre outros. Em relação aos instrumentos náuticos, de acordo com

Gesteira (2014, p. 1014), os tratados indicavam a “importância do controle sobre sua fabricação, em particular quanto aos problemas relativos a sua graduação. Embora não houvesse detalhamento, cabia ao cosmógrafo examinar o instrumento, e o regimento previa”. Dessa maneira, não poderia outra pessoa, a não ser o cosmógrafo, “fazer cartas de marear, quarteirões, globos, astrolábios, quadrantes, agulhas, balhastilha, regimentos da altura do polo e declinação do Sol e relógios [...]” (GESTEIRA, 2014, p. 1014).

No Quadro 1, a seguir, estão dispostos alguns dos tratados relativos à arte de navegar, escritos por cosmógrafos-mores:

Quadro 1 - Tratados relacionados à Arte de Navegar dos séculos XVI e XVII

OBRAS	AUTOR	EDIÇÃO
Arte de Navegar	Pedro Medina	1545
De arte atque ratione navegandi (a)	Pedro Nunes	1566
Arte de Navegar	Padre Francisco da Costa	1596
A Arte de Navegar	João Baptista Lavanha	Existente, mas não publicado
Arte de Navegar	Simão d’Oliveira	1606
Arte Prática de Navegar (publicada por seu filho)	Luiz Serrão Pimentel	1681
Arte Prática de Navegar...	Manoel Pimentel	1699 e 1712
A Arte de Navegar dos Portuguezes	Infante Dom Henrique	1894

Fonte: Elaborado pela autora.

No quadro anterior, podem-se ver alguns dos tratados referentes às obras sobre a arte de navegar, os seus autores e o período em que elas foram escritas. Como percebe-se, grande parte desses tratados foram publicados durante os séculos XVI e XVII, pois era um assunto recorrente do período contextual em que viviam.

Diante disso, nota-se que o ofício do cosmógrafo-mor era imprescindível às monarquias. Os países europeus entendiam a importância e o significado de possuírem esses oficiais, tecnicamente e moralmente preparados para resguardarem seus interesses geopolíticos (GESTEIRA, 2014).

2.2 Aspectos contextuais do tratado Arte de Navegar (1606) e da vida de Simão d’Oliveira

O tratado *Arte de Navegar* foi publicado no início do século XVII por Simão d'Oliveira, mais especificamente, no ano de 1606, em Portugal. Nesse período, os portugueses estavam enfrentando um declínio das grandes navegações e do comércio marítimo, repercutindo, assim, negativamente na economia do país.

Vale frisar que, anteriormente, durante os séculos XV e XVI, Portugal passou por um intenso desenvolvimento de técnicas de navegação, que possibilitaram guiar as embarcações em alto-mar, bem como a capacidade de localizarem-se nos mares. Desse modo, houve o surgimento e a conexão de conhecimentos geográficos, astronômicos e, sobretudo, matemáticos, o que favoreceu o nascimento da Navegação Astronômica; método de navegação utilizado para fins de orientação da posição das embarcações em alto-mar. As matemáticas desse período foram empregadas para a construção e o manuseio de instrumentos importantes para as observações celestes e outros procedimentos em alto-mar (OLIVEIRA, 2017).

A ciência náutica desse período (séculos XV e XVI) tornou-se cada vez mais evidente, esse cenário ficou conhecido, então, como a “época de ouro” da náutica portuguesa, na qual as inovações náuticas e cartográficas começavam a emergir (BASTIÃO, 2010). A navegação marítima passa a ser considerada uma “arte”, “[...] em outras palavras, tudo que era realizado ou confeccionado a partir de regras estabelecidas com auxílio da ciência. Como arte, a navegação era uma das vias de aplicação prática da matemática e da astronomia” (GESTEIRA, 2014, p. 1016).

A partir dessa expansão da náutica portuguesa, foi preciso desenvolver e adaptar instrumentos que auxiliassem e orientassem as navegações em alto-mar, entre eles, estiveram presentes: bússolas, balhastilhas, astrolábios, quadrantes, como também compassos, transferidores e réguas, que eram utilizados para transferir os dados coletados para a superfície do papel, possibilitando o aprimoramento das cartas de marear (GESTEIRA, 2014).

Com a diversidade de instrumentos náuticos existentes, os quais demandavam acurácia para sua construção e seu uso, além da necessidade de perpassar os conhecimentos náuticos adquiridos aos navegantes, os primeiros tratados acerca das navegações começaram a aparecer. Consoante Gesteira (2014, p. 1016), esses textos eram direcionados ao desenvolvimento da arte de navegar, tendo como intenção “[...] ao mesmo tempo ensinar e auxiliar os pilotos, mas também assimilar práticas consagradas pelo uso dos navegantes e inseri-las em obras que buscavam o reconhecimento de autoridade entre os cosmógrafos e outros homens de ciências”.

Entre esses tratados relacionados às navegações portuguesas, estava inserido o tratado *Arte de Navegar* (1606), de Simão d'Oliveira, que foi um Padre Jesuíta e “[...] cosmógrafo-mor

entre os séculos XVI e XVII. Seu livro, *A arte de navegar*, traz longos trechos das anotações de aula do padre Francisco da Costa, matemático jesuíta que lecionou no Colégio de Santo Antão” (GESTEIRA, 2014, p. 1026). Seus conhecimentos sobre a náutica foram oriundos do curso de Aula de Esfera, criado pela Companhia de Jesus e ministrado no Colégio de Santo Antão, Lisboa, como pode-se confirmar a seguir:

É certo que não fazemos a mínima ideia da frequência que tinham as aulas do P.^e Costa, mas há indicações de que o seu curso foi bastante apreciado na época: o P.^e Simão de Oliveira declara no próêmio da sua *Arte de Navegar* (1606), como já notou o historiador P.^e Francisco Rodrigues, ter consultado as lições daquele mestre de Santo Antão para a redacção dessa obra [...] (ALBUQUERQUE, 1970, p. 9).

O curso de Santo Antão, mencionado no excerto anterior, abordava conhecimentos sobre os “elementos de cosmografia, construção e uso da carta de navegar, utilização dos principais instrumentos de alturas (astrolábio, balestilha e quadrante) e a determinação da declinação da agulha” (ALBUQUERQUE, 1970, p. 7-9).

Ainda segundo Albuquerque (1970, p. 9), o Padre Jesuíta Francisco da Costa foi um dos mestres desse curso de Santo Antão e poderia ter lecionado para Simão d’Oliveira, pois, no próêmio do tratado *Arte de Navegar*, há a menção a esse Padre Jesuíta, como se vê a seguir:

Simão de Oliveira cita Francisco da Costa no final do próêmio da sua *Arte de Navegar*, nos termos seguintes: «Estes são os Autores antigos & modernos dos quaes se tirou a doutrina deste tratado. [...] / Autores modernos. / Magino. / Tychoabrahe. / Pêro Nunes Cosmographo dei Rey dom João. / João Baptista Labanha Cosmographo mor dei Rey Dom Phelippe nosso senhor. / O Padre Francisco da Costa, da Companhia de Iesu, mestre de Mathematica insigne» [...]

Como é possível verificar no texto anterior, tem-se informações de um certo vínculo entre o Padre Francisco da Costa e o autor do tratado *Arte de Navegar* (1606). No entanto, não podemos discorrer muito mais sobre a vida de Simão d’Oliveira, já que há uma escassez de informações bibliográficas, como se confirma no dicionário bibliográfico português escrito por Silva (1862, p. 283, grifo nosso):

SIMÃO DE OLIVEIRA, de cujas circumstancias pessoaes não diz Barbosa cousa alguma. – E. 329) (C) *Arte de navegar*. Lisboa, 1606. 4º - Nem Barbosa na *Bibl.*, nem o collector do pseudo-*Catalogo da Academia* souberam dizer-nos por quem fôra impresso este livro: o que é prova evidente de que nenhum d’elles o viu, e que o segundo não fizera n’este caso, como em tantos outros, mais que trasladar o primeiro. - Preenchendo pois esta lacuna, direi que foi Pedro Craesbeeck o impressor da *Arte de Navegar*, de que a Bibl. Nacional de Lisboa possui um exemplar.

Nota-se uma carência de informações acerca da vida de Simão d'Oliveira, logo, a única obra que encontramos desse autor é o seu tratado *Arte de Navegar* (1606). Todavia, de acordo com Pereira (2000), o responsável pela doutrina contida no tratado de Oliveira (1606) foi, na realidade, o Pe. Francisco da Costa. Para Pereira (2000, p. 12), grande parte do tratado escrito por Simão d'Oliveira foi copiado do manuscrito de Francisco da Costa:

Na realidade terá sido o padre Francisco da Costa o autor que é responsável pela doutrina exposta por Simão de Oliveira na sua *Arte de Navegar* (Lisboa, Pedro Crasbeeck, 1606), como claramente demonstrou Luís de Albuquerque. Ver para o efeito Luís de Albuquerque, *Dois Obras Inéditas do Padre Francisco da Costa*, Coimbra, Junta de Investigações do Ultramar, Agrupamento de Estudos de Cartografia Antiga, 1970. Neste trabalho Albuquerque mostra claramente, que a maior parte da obra de Simão de Oliveira é praticamente copiada do manuscrito de Francisco da Costa.

Outro fato a ser citado é que Simão d'Oliveira publicou seu tratado em Lisboa, no ano de 1606, isto é, dois anos após o falecimento do Pe. Francisco da Costa e dez anos após a publicação do tratado *Arte de Navegar* (1596), desse mesmo Padre. Dessa maneira, conforme Albuquerque (1970, p. 6), nos termos da licença real, a qual ficava impressa no início de cada obra, assegurava-se aos autores a exclusividade das vendas de suas produções por um período de dez anos, por isso, “[...] deve ter sido essa a razão por que só em 1606 apareceu editado um novo livro sobre o assunto a que adiante teremos de nos referir largamente: a *Arte de Navegar* do P.^e Simão de Oliveira”.

Posto isso, tendo a intenção de corroborar sua afirmação de plágio por parte de Oliveira (1606), Albuquerque (1970, p. 37) relata que:

A leitura do seu tratado mostra que o P.^e Oliveira não se limitou a receber uma influência mais ou menos directa do jesuíta, como insinua no prefácio do seu livro: com efeito, apropriou-se não só de páginas inteiras como até de capítulos completos da *Arte de Navegar* que Francisco da Costa deixara inédita.

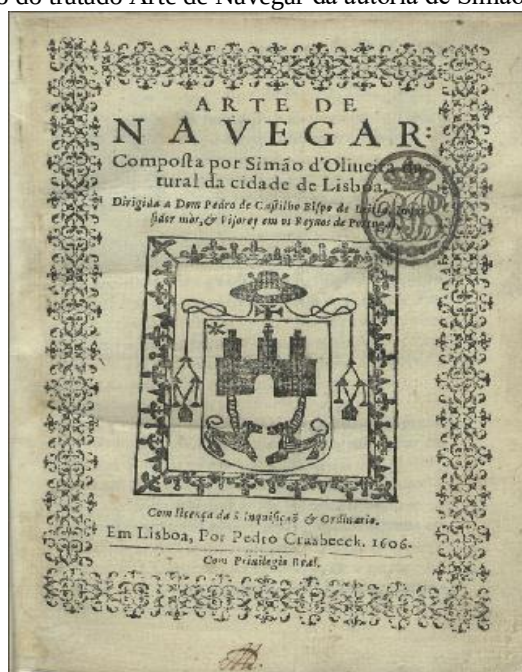
Como pode-se perceber na citação anterior, não são apenas alguns trechos que foram plagiados por Oliveira (1606), mas sim capítulos na íntegra. Entretanto, nesse período, ressalte-se que o plágio, mesmo que parcial, de obras técnicas ou relacionadas às ciências, ainda não era julgado com tanta veemência como atualmente (ALBUQUERQUE, 1970). Porém, de acordo com Albuquerque (1970, p. 37), “[...] também é verdade que na parca bibliografia científica e técnica portuguesa dos séculos XVI e XVII, nenhum outro exemplo se conhece em que o plágio fosse levado tão longe”.

Por fim, para Leitão (1966), o Pe. Simão d'Oliveira, em seu tratado, traz conhecimentos que não estão presentes na obra do Pe. Francisco da Costa, como a menção a um possível erro de indicação da agulha (instrumento náutico). Ainda é dito que apenas na Arte de Navegar, de Simão d'Oliveira, encontram-se descrições sobre o modo de usar e de determinar o variar da agulha ao meio-dia (LEITÃO,1966).

2.3 Descrição do tratado Arte de Navegar (1606)

No tratado Arte de Navegar de Simão d'Oliveira, em seu frontispício (Figura 1), pode-se verificar a imagem de um brasão, a presença de um carimbo, timbre ou um selo real e, ao final da página, uma rubrica.

Figura 1 - Frontispício do tratado Arte de Navegar da autoria de Simão d'Oliveira



Fonte: Oliveira (1606, frontispício).

Analisando-se o frontispício, encontram-se algumas informações, como o título mencionando a autoria de Simão d'Oliveira e relatando que o tratado foi dedicado a Dom Pedro de Castilho⁸, Bispo de Leiria, tendo este último encomendado e licenciado a criação dessa obra,

⁸ O inquisidor geral de Portugal Dom Pedro de Castilho, citado no texto, foi o primeiro desse ofício a possuir também um ordenamento relativo ao exercício de seu cargo do Santo Ofício. O Bispo de Leiria deflagrou uma grande reforma na Santa Inquisição realizada nessa época. Dom Pedro de Castilho, além disso, fez parte de maneira ativa na segunda junta de Valhadolid. O Bispo era descendente da famosa dinastia de arquitetos reais do século XVI (GIEBELS, 2011).

“Por mandado do senhor Bispo Dom Pedro de Castilho, inquisidor mor, vi e examinei este livro intitulado Arte de Navegar” (OLIVEIRA, 1606, frontispício).

No frontispício, é aludido o nome de Pedro Crasbeeck⁹. O seu nome de nascença era Peeter van Craesbeeck, mas, estando em Portugal, passou a assinar como está referenciado na obra. Ele, de acordo com Dias (1996) e Stein (2017), foi um famoso tipógrafo, impressor e editor nas primícias desta arte em Portugal.

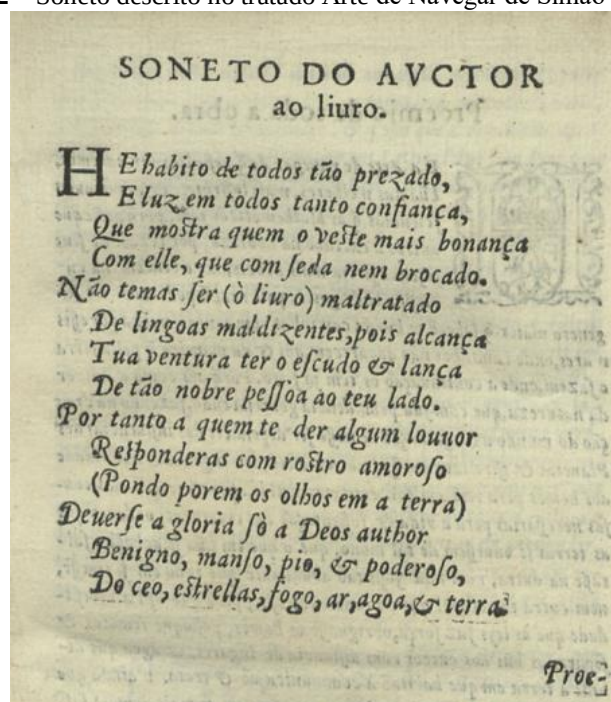
Após o frontispício, Oliveira (1606) faz uma dedicatória, endereçada a Dom Pedro de Castilho, Bispo de Leiria, Inquisidor mór, & Visorey em os Reynos de Portugal, expondo a motivação para a publicação do tratado:

[...] tive animo para escrever esse breve tratado intitulado Arte de navegar, por não achar autor algum que sobre está matéria que informo tenha escrito, sendo assim muito importante haver nas republicas que a saiba, pois dela dependem os tratos, comércios e navegações, que enobrece os estados, enriquece os reinos e as populações das cidades [...] (OLIVEIRA, 1606, s/p).

No texto anterior, Simão d'Oliveira deixa claro que a publicação da Arte de Navegar foi motivada devido à escassez de matérias que versassem acerca dos temas contidos em seu tratado. Já na página seguinte, Oliveira (1606, s/p) menciona, ao prudente leitor, que “muito devemos (amado leitor) aos que com seu empenho e arte trabalharam para nos deixar regras e preceitos, com os quais alcançaremos o que os antigos careceram [...]”. O que pode sugerir que esse tratado é direcionado aos homens do mar, navegantes, que desejavam iniciar tal ofício, uma vez que continua dizendo: “[...] vos ofereço este tratado no qual achareis algumas curiosidades, não só para navegar (pois não falta coisa alguma) [...] com bem pouco trabalho e menos dispêndio e não com pouco proveito podereis alcançar ser muito destro navegante [...]”. Após essa lauda, é dedicada uma página à descrição de um soneto do autor (Figura 2).

⁹ Crasbeeck foi o fundador da grande e mais conhecida casa editora da sua época, criou a famosa dinastia de tipógrafos que, logo, passou a ocupar relevante destaque na área de edição portuguesa por mais de um século. Crasbeeck foi intitulado pelo rei Dom Filipe II como cavaleiro fidalgo da sua Casa, também foi nomeado impressor da Casa Real e passou a ocupar o cargo de livreiro-mor do reino e da Ordem de Cristo (DIAS, 1996; STEIN, 2017).

Figura 2 – Soneto descrito no tratado Arte de Navegar de Simão d’Oliveira



Fonte: Oliveira (1606, s/p).

Na página seguinte ao soneto, encontra-se o proêmio¹⁰ da obra, no qual o autor traz algumas informações da arte de navegar, bem como realiza um breve resumo dos conteúdos abordados no tratado, exibindo exemplificações dos livros e recorrendo o que está introduzido neles.

[...] Trataremos no livro 1 dos círculos da esfera artificial, por ela ser o fundamento e alicerce em que todas as ciências matemáticas se sustentam e de cuja noticia depende tanto o conhecimento do que havemos de ensinar, que seria muito dificultoso (para que não digamos impossível) alcançar sem ela coisa alguma. No livro 2, apontaremos os officios dos ditos círculos, para maior clareza [...]. No livro 3 ensinaremos o modo com que se hão de fazer perfeito o acabamento não só dos mais famosos e necessários instrumentos, de que na navegação se há de usar, os quais são o astrolábio e a agulha de marear, mas também outros melhores e mais exatos que até o presente se tem achado. No livro 4 diremos o que toca ao uso dos sobreditos instrumentos e preceitos de navegar, referindo todo o louvor, se algum de tão pequena obra se merece, há Deus o autor e fonte de que tudo o emana (Oliveira, 1606, s/p).

Portanto, pode-se observar, no excerto anterior, que Oliveira (1606) faz menção ao conteúdo do tratado, dizendo que o livro primeiro contém fundamentos sobre os círculos da esfera artificial, os quais são a base de todo o conteúdo. No livro segundo, o autor apresenta os officios dos círculos da esfera artificial. No livro terceiro, são dadas informações do processo de construção dos instrumentos náuticos. Por fim, no livro quarto, Oliveira (1606) discorre sobre

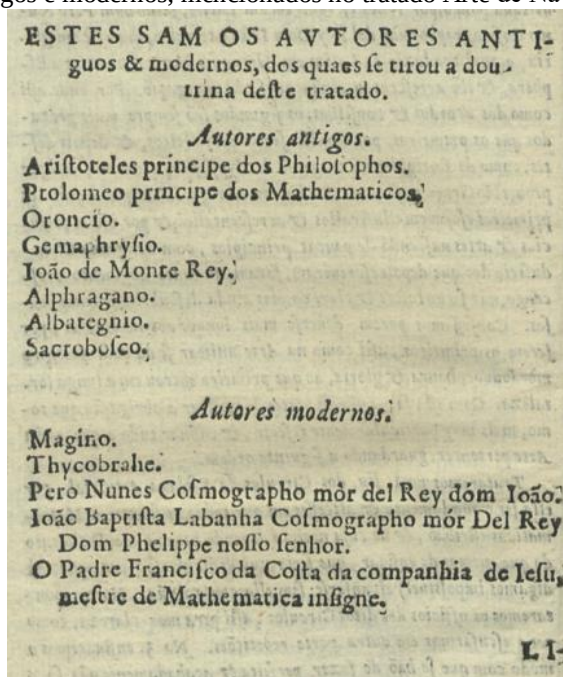
¹⁰ Prefácio; texto introdutório que pretende apresentar ou introduzir o conteúdo de algo.

o uso dos instrumentos e os preceitos de navegar, esclarecendo que Deus é a fonte de todo conhecimento, que vier a ser mencionado.

Ao ler o proêmio em sua íntegra, percebe-se que o autor explicita que a obra tem como base as matemáticas, sendo estas conhecimentos norteadores e facilitadores para a produção e o uso de instrumentos náuticos e do exercício do ofício durante a navegação. Também contém noções de Astronomia, que, em conjunto com os conhecimentos matemáticos, possibilitariam identificar a localização em alto-mar e assegurar, assim, o percurso correto para se chegar ao destino almejado pelos navegantes.

Antes do início das laudas direcionadas aos livros e aos seus respectivos capítulos contidos no tratado, Oliveira (1606, s/p) relata de quais autores, antigos e modernos, extraiu as doutrinas como base referencial para compor a sua obra, conforme se vê na Figura 3.

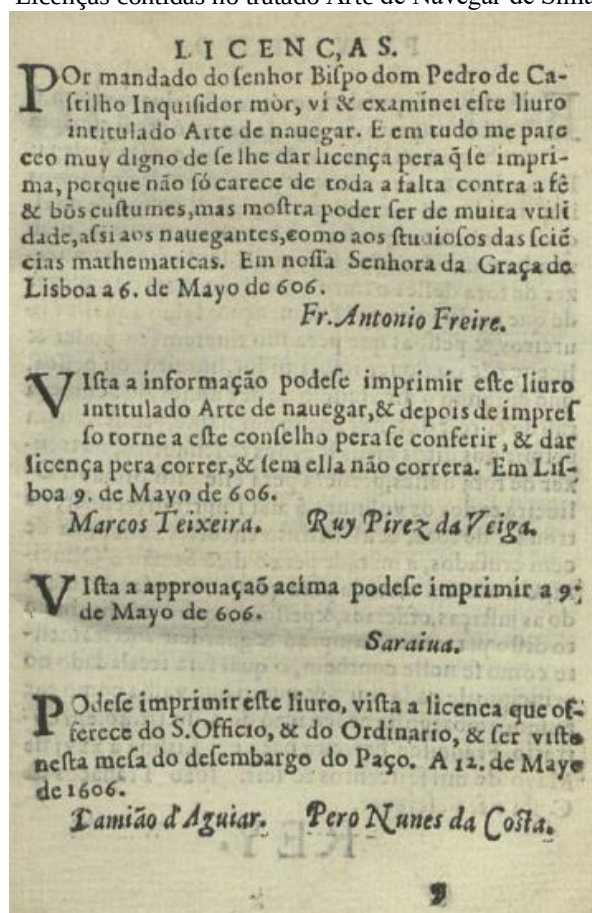
Figura 3 – Autores, antigos e modernos, mencionados no tratado Arte de Navegar de Simão d’Oliveira



Fonte: Oliveira (1606, s/p).

Compreende-se que o autor utilizou os conhecimentos desses indivíduos como base teórica para construir os conhecimentos descritos e articulados no seu tratado. Em seguida, Oliveira (1606, s/p) ainda destina uma página para descrever as licenças (Figura 4), ou seja, as autorizações, que legalizavam a liberação e a impressão do tratado, sendo “por mandado do senhor dom Pedro de Castilho Inquisidor mór, vi e examinei este livro intitulado Arte de Navegar. [...] mostra utilidade aos navegantes, como estudiosos das ciências matemáticas”.

Figura 4 – Licenças contidas no tratado Arte de Navegar de Simão d'Oliveira



Fonte: Oliveira (1606, s/p).

Logo após, encontram-se os privilégios, que foram escritos pelo próprio rei, enunciando: “Eu o Rei faço saber [...] que por tempo de 10 anos, imprimido nenhum outro livreiro algum, e pessoa de qualquer qualidade que seja, não possa imprimir nem vender em todos os Reinos e Senhorios, nem trazer de fora desse o livro intitulado Arte de Navegar, de que na dita petição faz menção [...]” (OLIVEIRA, 1606, s/p). Ou seja, esses privilégios contêm os termos da licença real, a qual garantia ao autor a exclusividade da publicação e da comercialização da obra por dez anos. Depois, nas próximas laudas, adentra-se nos elementos textuais do tratado, isto é, nos livros e capítulos que constituem a obra, cuja organização pode ser visualizada no Quadro 2.

Quadro 2 - Descrição do tratado Arte de Navegar de autoria de Simão d'Oliveira

LIVRO	TÍTULO DO LIVRO	CAPITULOS
Primeiro Livro	Os círculos da esfera artificial	16
Segundo Livro	Os ofícios dos círculos da esfera artificial	7

Terceiro Livro	A fabricação dos instrumentos náuticos	26
Quarto Livro	O uso dos instrumentos náuticos e preceitos de navegar	53

Fonte: Elaborado pela autora.

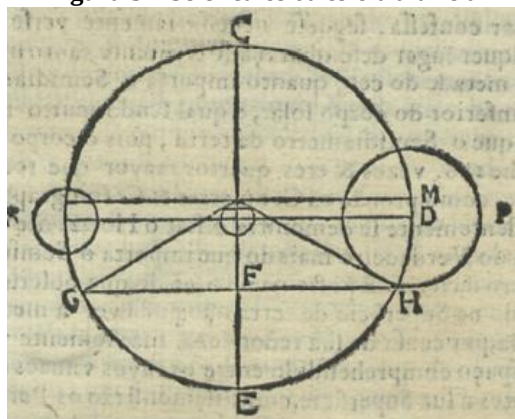
Como observa-se no Quadro 2, o livro primeiro trata dos círculos da esfera artificial, os quais representam todo o universo. Nos capítulos de 1 a 4, há informações sobre o inventor e a finalidade do instrumento esfera artificial, tal como as definições das partes que o compõem e sua divisão. Desse modo, é mencionado que Atlas, Rei de Maurítânia, segundo os relatos de Plínio¹¹ descritos por Oliveira (1606), seria o criador da esfera Artificial. Em relação à descrição desse instrumento, é possível verificar que ele se caracteriza como redondo e composto por diversos círculos. A esfera é dividida em dez círculos, seis dos quais se denominam de maiores ou máximos, que são: Horizonte, Meridiano, Equinocial, Zodíaco, Coluro dos Equinócios e Coluro dos Solstícios. Os outros quatro menores são denominados de Trópico de Cancro, Trópico de Capricórnio, Círculo Ártico e Círculo Antártico (OLIVEIRA, 1606).

Nos capítulos de 5 a 12, Oliveira (1606) trata dos nomes, das definições e das divisões de Horizonte, Meridiano, Equinocial e Zodíaco, respectivamente. O Horizonte ou Círculo do Hemisfério seria o círculo contido na esfera artificial, que divide o hemisfério inferior do superior. Por isso, é chamado de Horizonte, isto é, limitador da visão. O Meridiano, consoante o tratado, seria o círculo que passa pelos polos terrestres e pelo zênite acima da cabeça. O Equinocial seria o círculo que faz a divisão da esfera em duas partes iguais, tendo-se a mesma distância em ambos os polos e em ambas as partes. Já o Zodíaco é o círculo na esfera que intercepta e é interceptado pela Equinocial em duas partes iguais, sendo que uma dessas se inclina para o norte, a outra para o sul.

Os capítulos de 13 a 15 abordam as definições e as divisões dos dois Coluros, Trópicos e Círculos Polares, respectivamente. Os Colouros são os dois círculos maiores na esfera, os quais possuem a função de distinguir solstícios e equinócios. Os Trópicos são divididos em dois, o Antártico e o Ártico. Sendo os Círculos Polares relativos às regiões da Antártica e do Ártico terrestre. Por fim, no capítulo 16, Oliveira (1606) menciona que os círculos da esfera artificial (Figura 5) são um fundamento básico a ser compreendido, pois, para ele, estes seriam a representação do universo.

¹¹ Plínio-o-Velho, *N.H.*, V, 9 -10; VI, 203 -205; Alfredo M. Martín, *Los periplos atlánticos norteafricanos de Políbio y Juba II transmitidos por Plinio*, Gerión, 31, 2013, pp.239 -268.

Figura 5 - Os círculos da esfera artificial



Fonte: Oliveira (1606, p. 14).

O livro segundo, que tem o título: “Dos ofícios dos círculos da esfera artificial”, está dividido em sete capítulos, Oliveira (1606) cita duas razões que o levaram a tratar de tais ofícios, ou seja, das funções nesses capítulos, sendo a primeira o fato de conter doutrinas importantes para os navegantes que anseiam por aprender a arte de navegar. A segunda razão teve como intenção servir de orientação e fonte de pesquisa, não somente aos navegantes, mas a todos os entusiastas das ciências das matemáticas. No decorrer desses capítulos, são demonstrados os ofícios/funções acerca do Horizonte, Meridiano, Equinocial, Zodíaco, Coluros, Trópicos e Círculos Polares, respectivamente.

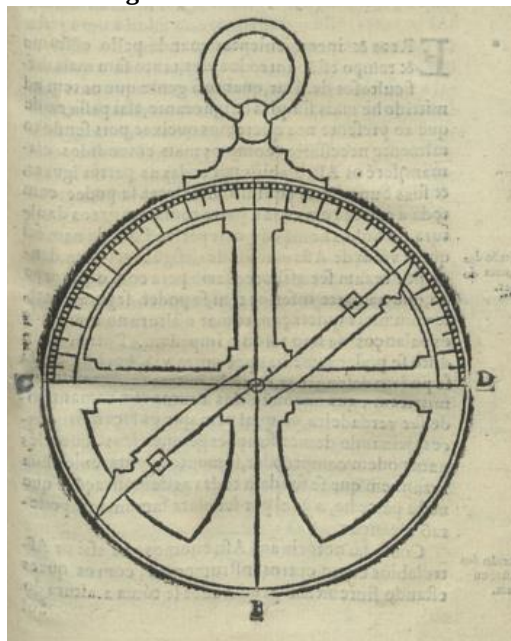
O livro terceiro tem por título: “Da fabrica dos instrumentos náuticos”. Em consonância com Oliveira (1606, p. 53), “os instrumentos náuticos são necessários a navegação, que sem eles não se pode navegar perdendo-se a terra a vista, convém que o navegante ponha toda diligência e cuidado [...]”. Oliveira (1606) ainda prossegue advertindo ao “bom piloto” e ao “curioso navegante” a importância de se fabricar tais instrumentos com a maior exatidão possível, pois qualquer erro, em sua construção, colocará a embarcação fora do “caminho” exato para se chegar ao “porto que demandava”. Tais instrumentos mencionados e destacados para os ensinamentos em relação à sua fabricação e ao seu uso são: o astrolábio náutico, a armila náutica, o quadrante náutico e a agulha de marear, descritos respectivamente em capítulos.

Esse livro inicia, em seus capítulos 1 e 2, as orientações da fabricação do astrolábio náutico (Figura 6). Tal instrumento é graduado de forma que possibilite indicar distâncias zenitais¹² por leitura direta. Por isso, o zero é inscrito no ponto em que passa a vertical de suspensão, no entanto, Oliveira (1606) não deixa pormenorizados os detalhes e as minúcias

¹² O ângulo sobre o plano vertical do astro, desde o zênite até o astro.

necessárias para a construção do astrolábio, justificando que se trata de um instrumento conhecido na época. Também são descritos os erros recorrentes do processo de fabricação do astrolábio náutico, indicando as várias operações às quais os pilotos deviam proceder para verificarem se o instrumento estava ou não em condições de uso por aqueles que se dispunham a utilizá-lo em suas navegações (OLIVEIRA, 1606).

Figura 6 – Astrolábio náutico

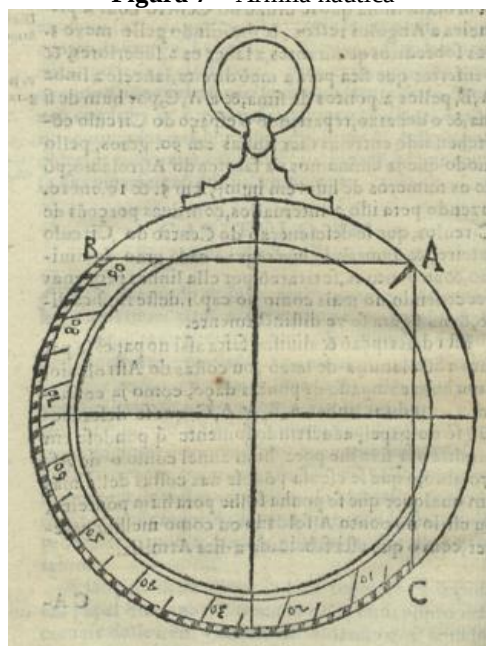


Fonte: Oliveira (1606, p. 57).

Como observado na Figura 6, a estrutura do astrolábio náutico possui um formato de círculo com um semicírculo graduado nos dois quadrantes superiores, por sobre o qual movia-se a dioptra, a qual possuía como função marcar o grau no instrumento. A dioptra ainda continha as pínulas, com seus respectivos orifícios. O astrolábio possui um anel de sustentação, em que se erguia o instrumento (OLIVEIRA, 1606).

Após, encontra-se o capítulo 3, que descreve a fabricação da armila náutica (Figura 7). Esse instrumento possibilitava observar e determinar a altura do Sol, sendo utilizado apenas no mar. Segundo Oliveira (1606, p. 60), “[...] acho que deve entre todos o primeiro lugar à Armila náutica, pois se algum se puder comparar com ela, era o astrolábio náutico, porém a este leva muita vantagem, assim por ter cada grau duas vezes”. Além dessa vantagem, a armila náutica possuía mais uma outra, a qual dispensava o uso da dioptra, ou seja, não era necessário alinhar as pínulas para que os raios solares passassem como era realizado no astrolábio náutico (OLIVEIRA, 1606).

Figura 7 – Armila náutica

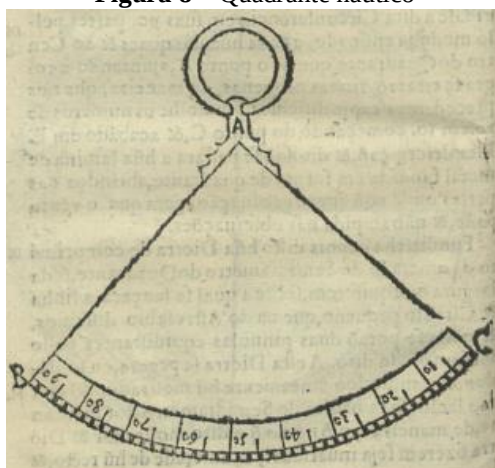


Fonte: Oliveira (1606, p. 62).

Examinando o instrumento na Figura 7, nota-se que ele é composto por um círculo, parecido com o astrolábio náutico, que, da mesma forma, continha um anel de suspensão. Além disso, era constituída de um estilete colocado em direção perpendicular ao plano do círculo. Esse instrumento se graduava de 0° a 90° e indicava a coordenada (altura ou distância zenital).

Em seguida, no capítulo 4, descreve-se a fabricação do quadrante náutico. Tal instrumento é utilizado para as observações dos astros, com o qual podia-se “[...] também servir para tomar a altura das estrelas, e para está se alcançar são necessárias outras pínulas, fazendo outro mostrador e diotra pregados [...]” (OLIVEIRA, 1606, p. 65). Em suma, o quadrante é constituído de um quarto de círculo, contendo duas pínulas que possuem pequenos orifícios, sendo utilizadas para pontaria e possuía uma escala de graduação, como se constata na Figura 8:

Figura 8 – Quadrante náutico



Fonte: Oliveira (1606, p. 64).

De acordo com Oliveira (1606), fica claro, ao longo dos capítulos do livro terceiro, que, para a determinação das alturas dos astros (em particular, as do sol), os instrumentos mais utilizados eram o astrolábio náutico, a armila náutica e o quadrante, sendo estes dois últimos, a armila e o quadrante, considerados os melhores e mais exatos instrumentos para mensuração da altura do Sol. No entanto, Oliveira (1606) descreve que os resultados obtidos por meio do uso do astrolábio náutico seriam comparáveis, quanto à precisão, aos obtidos por meio do uso da armila náutica.

Após, Oliveira (1606) dedicou o restante do livro terceiro, capítulos de 5 a 26, à agulha de marear. A agulha serve para guiar os navegantes em alto-mar com o auxílio das cartas de marear rumo ao caminho a ser seguido, pois esse instrumento continha dois ferros que, com as duas pontas de uma das suas extremidades, direcionavam para o norte e as outras duas para o sul. Ao longo dos capítulos, Oliveira (1606) relata que esses ferros são ímãs temporários, necessitavam ser cevados periodicamente, utilizando ímãs permanentes, também conhecidos como pedra de cevar. É importante destacar que tais ferros devem ficar ligados a uma rosa da agulha, a qual deveria ser confeccionada em cartão plano, contendo, em sua estrutura, uma flor-de-lis a indicar o norte com uma cruz a marcar o oriente.

A rosa da agulha (Figura 9) é construída a partir de um círculo com papel grosso e teso (cartão), que irá representar o horizonte; em que se dividem quatro diâmetros em oito partes, que representarão os oito ventos principais; sendo o restante de sua fabricação de fácil realização, uma vez que se tenha acesso à figura do instrumento.

Figura 9 – Rosa da Agulha



Fonte: Oliveira (1606, p. 77).

A agulha de marear, utilizada em conjunto com a rosa da agulha (Figura 9), direcionava o navio por meio do ângulo que se formava entre a linha da proa e da popa da embarcação e a direção do norte da agulha. Entretanto, nos capítulos finais (25 e 26) do livro terceiro, intitulados: “Da fabricado instrumento de Pedro Nunes para o nodestear, e noroestear das Agulhas” e “Da fábrica do instrumento de João Baptista Lavanha para a mesma operação”, Oliveira (1606) relata uma constatação apurada até então, a qual trazia à luz que a direção indicada pelo polo norte da agulha não correspondia usualmente com o norte real. Tal circunstância dava-se ao fato de que o polo magnético da terra não coincide com o seu polo geográfico, logo, a agulha não apontava, de maneira exata, a direção norte-sul verdadeira, ou seja, as agulhas nordesteavam ou noroesteavam conforme iam mostrando a direção leste ou oeste do norte geográfico (OLIVEIRA, 1606).

O livro quarto tem como título: “Do uso dos instrumentos náuticos e preceitos de navegar”. Nos capítulos de 1 a 3, discorre-se sobre os preceitos da arte de navegar, que, para o autor, “[...] é aquela que nos ensina a caminhar pelo mar por uma e outra parte, por meio da agulha, carta de marear e instrumentos que para tomar a altura do sol e estrelas [...]” (OLIVEIRA, 1606, p. 83). Ainda salienta que é preciso saber utilizar os instrumentos náuticos, pois eles “[...] servem para nos mostrarem a passagem em que estamos, o caminho andado e por andar, onde havemos mudar a rota e fugir das baixas [...]” (OLIVEIRA, 1606, p. 88). Entendendo a necessidade de saber como utilizar tais instrumentos da maneira mais precisa possível, Oliveira (1606), nos capítulos seguintes, disserta acerca da descrição do uso dos instrumentos náuticos, que são mencionados no livro terceiro, sendo eles: o astrolábio náutico, a armila náutica, o quadrante náutico e a agulha de marear, respectivamente.

Em relação ao processo de uso do astrolábio náutico para mensurar a altura do Sol, que “é a elevação do seu Centro sobre o Horizonte contada no meridiano do lugar onde se faz a observação e alcançar-se-á desta maneira” (OLIVEIRA, 1606, p. 92), o navegante deveria segurar o instrumento pelo seu anel de suspensão com o dedo polegar ou com o dedo indicador de uma das mãos, virando-o para o lado do Sol, de maneira tal que os raios solares pudessem incidir pelos dois orifícios das pínulas. A dioptra seria movida até que os buraquinhos das pínulas ficassem alinhados, uma vez que isso ocorre, o grau seria identificado na graduação do instrumento, pois “[...] o número dos graus que houver desta dita linha até o zênite, esta será a distância que o sol naquele tempo tem do zênite, e o que lhe faltar será 90° , que farão os que ficarem compreendidos entre a linha da confiança, e a do horizonte, será a altura que se busca” (OLIVEIRA, 1606, p. 92).

Para que a armila náutica fosse utilizada, dever-se-ia suspender o instrumento pelo seu anel, posicionando-o de acordo com o plano vertical do Sol, no intuito de que o estilete contido nele ficasse contra o astro. Nesse momento, a sombra do estilete projetar-se-ia em um ponto da graduação do instrumento, no qual era lida a coordenada pretendida. Assim, obter-se-ia a altura ou distância zenital.

O quadrante náutico, segundo Oliveira (1606), representa o meridiano ou a vertical do Sol. Portanto, para que o navegante, estando em alto-mar, pudesse usar o instrumento, era necessário pendurá-lo pelo seu anel de suspensão, direcionando-o ao Sol. Então, mover-se-ia a dioptra até que os raios solares incidissem pelos orifícios das pínulas até que o mostrador marcasse na graduação do quadrante náutico o grau para a obtenção da altura ou distância zenital do Sol.

Por fim, o restante dos capítulos do livro quarto destina-se ao uso do instrumento agulha de marear em conjunto com a rosa da agulha, as quais ficavam dispostas em uma caixa de madeira. Em conformidade com a descrição de Oliveira (1606), tal aparato era construído, de maneira tal que possibilitasse a leitura dos graus de variação da ortiva e ocídua do Sol, devido à presença de orifícios nos pontos relativos ao leste e oeste. Uma vez na caixa, pelas duas frestas com vidraças que nela continha, passava um fio, pelo qual era possível entrar a luz solar, tanto ao nascer quanto ao se pôr o Sol. Exatamente ao meio do dito fio, era alocado um ponteiro pelo qual a luz do Sol projetava uma sombra na circunferência da rosa da agulha, apontando a declinação do Sol.

Oliveira (1606) segue discorrendo que, logo após a coleta dessas informações, era preciso utilizar as tabelas de declinação para a aplicação dos cálculos, os quais determinariam

adequadamente a variação da agulha. Assim, as embarcações poderiam ser conduzidas corretamente pelos caminhos em alto-mar descritos nos roteiros de viagem e nas cartas de marear.

Averigua-se que, nesse último livro, Oliveira (1606) expõe a necessidade da agulha náutica, das cartas de marear e dos instrumentos náuticos, que serviriam para mostrar o caminho exato pelo qual navegar, sendo estas ferramentas de extrema relevância para a navegação desse período.

Nas páginas finais do tratado, verifica-se também, na lauda de número 167, a descrição da rota que partia de Portugal para as Índias. Em seguida, tem-se a taboada (sumário), na qual mencionam-se todos os livros e capítulos, com suas respectivas páginas. Por fim, identificam-se as erratas, que são referentes a algumas informações presentes no corpo do texto, ressaltando, pontualmente, erros ou observações.

Conclui-se, ao fim desta seção, que o foco foi o cenário no qual o tratado *Arte de Navegar* (1606) esteve inserido, em que se levantaram elementos acerca dos aspectos contextuais da obra e da vida do português Simão d'Oliveira. Na próxima seção desta pesquisa, encontra-se um estudo mais específico sobre o astrolábio náutico, realizando-se um detalhamento das suas características físicas, bem como dos conhecimentos geométricos que emergem de tal instrumento.

3 O ASTROLÁBIO NÁUTICO DESCRITO NO TRATADO ARTE DE NAVEGAR (1606)

Os instrumentos náuticos, produzidos durante os séculos XVI e XVII, incorporam uma variedade de conhecimentos matemáticos praticados em seu período. Desse modo, podem-se emergir informações acerca dos processos de construção do conhecimento, que auxiliam na (re)significação da compreensão da Matemática moderna (SAITO, 2014).

Um dos instrumentos presentes nesse período é o astrolábio náutico, que está descrito na Arte de Navegar, do português Simão d'Oliveira. À vista disso, esta seção irá discorrer sobre o instrumento em questão, dando uma maior atenção aos seus aspectos físicos e matemáticos por meio de uma breve descrição dos processos de construção e de uso do astrolábio náutico, os quais serão apresentados nas subseções 3.1 e 3.2, respectivamente. Enfatiza-se que o intuito desta seção é buscar identificar alguns dos conhecimentos geométricos presentes na sua fabricação e no seu uso.

3.1 Breve descrição acerca da construção do instrumento astrolábio náutico

No livro terceiro da obra de Oliveira (1606), são feitas indicações sobre a padronização inicial do processo de construção do astrolábio náutico, mencionando ao navegante (piloto ou oficial) que o instrumento deveria ser fundido em latão e quanto maior, uniforme e igual fosse em todas as suas partes, melhor seria para o uso. Essa padronização tornava-se necessária, pois, sem o adequado cuidado em manter-se o mesmo padrão de construção durante a replicação desse instrumento, poderia haver variações durante o processo de uso; o que, por sua vez, repercutiria em cálculos diferentes, como o registro de unidades de medidas distintas durante a coleta de dados e a interpretação destes. Assim, multiplicar-se-iam os erros no momento de inserção e de descrição das informações nas cartas de marear, nos roteiros e nas tabelas náuticas.

Após, realizada a indicação desse processo inicial de padronização da construção do instrumento, Oliveira (1606, p. 54) continua a descrição da fabricação, relatando que se “lançasse em papel uma linha de comprimento de seu Diâmetro, a qual dividida pelo meio descrevesse do ponto da divisão pelos dois pontos extremos da linha um Círculo que representa a Circunferência do Astrolábio”. No entanto, Oliveira (1606) não apresenta quaisquer referências de como possa ser realizada essa divisão. Acerca disso, Albuquerque (1970, p. 56), quanto à obra Arte de Navegar (1606), comenta que “o tratado passa em claro todas as

explicações quanto à sua construção, com o fundamento de se tratar de um instrumento muito conhecido”.

Dessa maneira, ao ler as instruções da construção do astrolábio náutico contidas no tratado, constata-se que, para se obter uma circunferência como é orientado, bem como para a realização da divisão de ângulos, é preciso o envolvimento de conhecimentos da Geometria e estes já se encontravam à disposição nesse período. Essa afirmação se sustenta, uma vez que Oliveira (1606) relata ter utilizado, como base para a escrita da doutrina de sua obra, autores antigos e modernos, estando entre eles o Pe. Francisco da Costa. Tal padre, como referido na seção 2 da presente pesquisa, foi um dos mestres que lecionava na Aula da Esfera, ministrada no Colégio de Santo Antão. Na Aula da Esfera, segundo Leitão (2007), recomendava-se o estudo d*Os Elementos*, de Euclides; da Aritmética; da “Esfera”, entre outros conteúdos.

Um outro autor moderno do qual a doutrina do tratado foi extraída era, nas palavras de Oliveira (1606, s/p), “Pêro Nunes Cosmographo dei Rey dom João”. Segundo Ferreira, Carvalho e Oliveira (2020), Pedro Nunes utilizava, em suas demonstrações, a Geometria pautada nos conhecimentos aprofundados dos livros de Euclides, em específico, *Os Elementos*, corroborando, assim, a necessidade da leitura dessa obra para um melhor entendimento da Matemática presente no tratado *Arte de Navegar* (1606).

Diante disso, realizou-se uma leitura da obra *Os Elementos*, de Euclides, versão traduzida por Bicudo (2009), para uma melhor compreensão dos possíveis aspectos matemáticos relacionados aos conhecimentos geométricos que o autor tinha nesse período. N*Os Elementos*, verificou-se que não há, de forma explícita, os procedimentos para o desenvolvimento dessa divisão descrita por Oliveira (1606). Contudo, entende-se que algumas das proposições, descritas na obra, podem favorecer essa divisão. Logo, continuando a leitura acerca do processo de construção do astrolábio náutico, vê-se que Oliveira (1606, p. 54) orienta:

[...] lançasse em papel uma linha de comprimento de seu Diâmetro, a qual dividida pelo meio descrevesse do ponto da divisão pelos dois pontos extremos da linha um Círculo que representa a Circunferência do Astrolábio, o qual se dividirá em quatro quadrantes com outra linha Diametral, que com a primeira se cruzara a ângulos retos no Centro e dele se descreverá outro Círculo junto ao primeiro pela parte de dentro e por junto deste se descrevam na metade superior dois semicírculos que com o segundo Círculo inteiro farão dois intervalos, um mais estreito que o outro, mas que compreendam ambos a largura do âmbito ou limbo do Astrolábio, no primeiro ficarão os graus de um em um e no segundo de 5 em 5 e dez em dez.

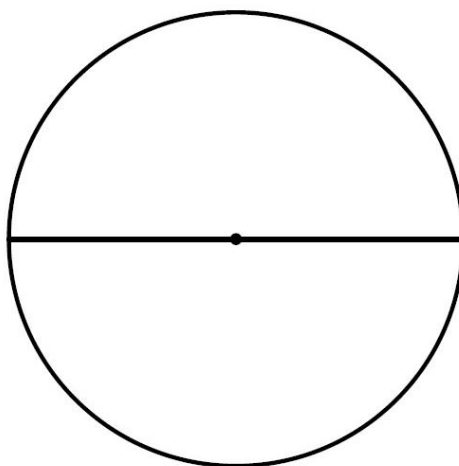
Depreende-se, no excerto anterior, que, de acordo com Oliveira (1606, p. 54), o processo para a construção do astrolábio náutico inicia-se pela realização de uma circunferência para,

posteriormente, fazer-se uma divisão de ângulos. Nessa perspectiva, elaboraram-se as seguintes etapas:

- I. Inicialmente, desenhe em um papel uma linha de comprimento, que será o diâmetro da circunferência;
- II. Dever-se-á dividir esse diâmetro ao meio e, pelos dois pontos das extremidades, formar-se-á a linha do círculo, que representa a circunferência do astrolábio náutico;
- III. Far-se-á uma outra linha diametral, que cruzará com a primeira no Centro, formando ângulos retos, dividindo essa circunferência em quatro quadrantes;
- IV. Partindo do Centro, descrever-se-á outro círculo junto ao primeiro pela parte interna, para formar um pequeno intervalo, no qual serão dispostos os graus de intervalo de 1 em 1;
- V. Na parte interna, serão traçado dois semicírculos na metade superior, que junto com o segundo círculo formar-se-ão dois intervalos, sendo um mais estreito que o outro, em que ficarão os graus de 5 em 5 e de 10 em 10.

Observa-se que, para executar as etapas I e II, conforme a Figura 10, é essencial traçar-se uma linha de medida, que será o diâmetro da circunferência, em que se constrói um círculo por meio dos dois pontos das suas extremidades. Desse modo, verifica-se que, para a realização de tais procedimentos, deve-se ter uma noção prévia de circunferência que, em linhas gerais, é uma figura geométrica plana formada pela união de pontos equidistantes ao centro.

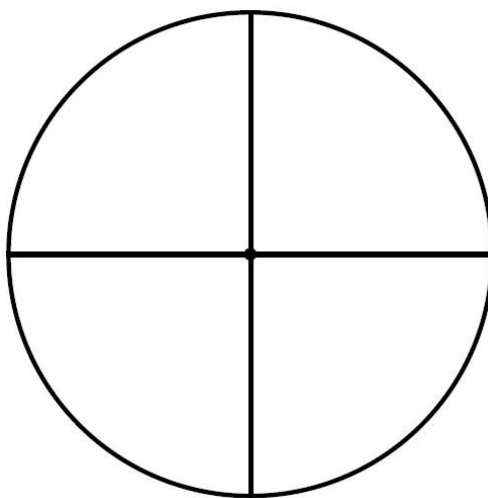
Figura 10 – Etapas I e II



Fonte: Elaborada pela autora.

Para a realização da etapa III (Figura 11), orienta-se dividir a circunferência em quatro quadrantes, partindo do seu centro uma outra linha diametral, a qual irá cruzar-se com a primeira linha (feita nas etapas I e II), formando ângulos retos. Nota-se que essa segunda linha diametral é perpendicular à primeira, ou seja, “quando uma reta, tendo sido alteada sobre uma reta, faça os ângulos adjacentes iguais, cada um dos ângulos é reto, e a reta que se alteou é chamada uma perpendicular àquela sobre a qual se alteou” (BICUDO, 2009, p. 97).

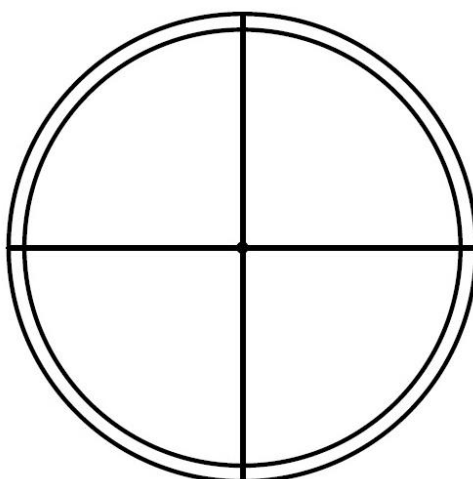
Figura 11 – Etapa III



Fonte: Elaborada pela autora.

Quanto à realização da etapa IV (Figura 12), deve-se construir um outro círculo na parte interna e próximo ao primeiro, formando um pequeno intervalo no qual serão dispostos os graus de um em um. A construção desse círculo segue o mesmo processo descrito nas etapas I e II. Tal procedimento também pode ser realizado por meio do uso de um compasso, no entanto, Oliveira (1606, p. 55) não menciona a utilização desse instrumento durante o desenho do astrolábio em papel, mas sim no momento em que é transferido o desenho para o latão: “[...] com um compasso de pontas aço, e as linhas com uma ponta do mesmo, para que corte o latão, dividindo os graus com umas riscas pequenas [...]”.

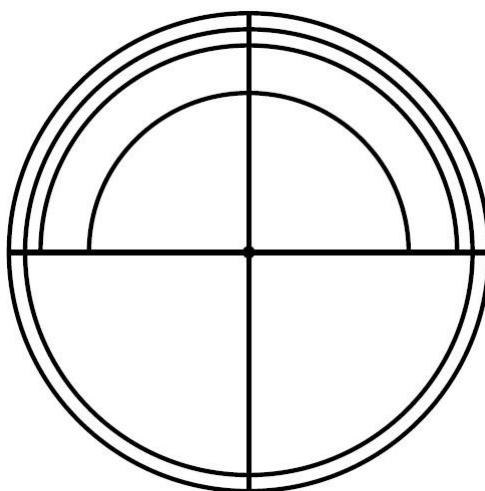
Figura 12 – Etapa IV



Fonte: Elaborada pela autora.

O passo seguinte é a realização da etapa V (Figura 13), em que são traçados dois semicírculos nos dois quadrantes superiores, que, junto com o segundo círculo descrito na etapa anterior, formará intervalos, sendo “um mais estreito que o outro, mas que compreendam ambos a largura do âmbito ou limbo do Astrolábio, no primeiro ficarão os graus de um em um e no segundo de 5 em 5 e dez em dez” (OLIVEIRA, 1606, p. 54). Nota-se que o autor não cita, especificamente, a distância entre os semicírculos e o círculo. Em linhas gerais, percebe-se que essa etapa envolve a noção intuitiva do arco de um semicírculo, o qual mede um ângulo raso.

Figura 13 – Etapa V



Fonte: Elaborada pela autora.

Em seguida, Oliveira (1606) passa a expor os procedimentos sobre a forma de realizar a divisão dos graus do astrolábio náutico, descrevendo como o instrumento precisaria ser

graduado. Assim, tal processo inicia-se pela subdivisão sucessiva das partes, como observa-se a seguir.

Descrito o astrolábio, resta dividi-lo, a qual divisão se fará desta maneira. Divide-se cada quadrante superior em três partes iguais, cada uma das quais se repartirá em outras três, e serão 9 e destas cada uma pelo meio e serão 18 que divididas cada uma em cinco ficará o quadrante dividido em 90 e cada uma das quais e ao centro do círculo, ajuntando uma régua se tirarão por elas linhas pequenas, lançando as que se tirarem de 10 em 10 graus, por ambos os intervalos e as de 5 em 5 por um intervalo e parte do outro e as de um em um por um intervalo só, fazendo um grau branco e outro preto, aos quais se lhe porão os números de 10 em 10 começando os do ponto A e acabando em C e D onde se porão 90.[...] (OLIVEIRA, 1606, p.54-55).

Constata-se que Oliveira (1606) realiza a divisão dos graus em sucessivas partes iguais dos quadrantes do semicírculo superior do astrolábio náutico. Primeiramente, divide-se cada quadrante superior em três partes iguais, ou seja, é necessário realizar a divisão de um ângulo reto em três ângulos congruentes, os quais deverão ser divididos em outras três partes, totalizando 9 partes iguais. Cada parte dividida igualmente deverá ser repartida ao meio, formando-se, agora, 18 partes iguais em cada quadrante superior. Cada parte deve ser dividida em mais 5 partes iguais, concluindo-se 90 partes iguais em cada um dos quadrantes superiores.

Todavia, vale frisar que não foi localizada qualquer referência de como Oliveira (1606) possa ter realizado essas divisões dos graus descritas no tratado. Porém, verificando-se documentos secundários desse período, aventam-se algumas possibilidades para a realização dessa divisão de ângulos. Entre elas, destaca-se a utilização de proposições, de acordo com *Os Elementos*, de Euclides e com Arquimedes (Siracusa, 287 – c. 211 a.C.)¹³.

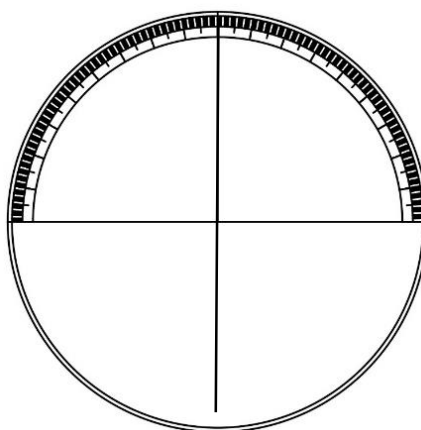
Nos *Elementos*, de Euclides, não é possível identificar, de forma explícita, os procedimentos para a divisão de uma semicircunferência em 180 graus, isto é, dividir cada quadrante superior do semicírculo em 90 partes iguais, como orienta Oliveira (1606). Apesar disso, compreende-se que, ao utilizar algumas das proposições contidas no livro I e IV dos *Elementos*, mais especificamente, entre as páginas 105 e 242, para a repartição de uma circunferência em 360 graus, analogamente, poder-se-ia desenvolver a repartição em 180 graus (BICUDO, 2009). Tais divisões dos graus, até o fim do século XVI, eram realizadas apenas com os instrumentos de Euclides, ou seja, a régua e o compasso, por isso, consistiam em um processo lento, longo e exaustivo (MEDEIROS; GUANABARA, 2017).

¹³ Para um maior aprofundamento acerca desses dois procedimentos, ver: Carvalho (1958); Bicudo (2009); Pedroso e Precioso (2015) e Medeiros e Guanabara (2017).

Uma outra maneira que, possivelmente, Oliveira (1606) possa ter utilizado para realizar essa divisão de graus seria a trisseção do ângulo dada por Arquimedes (287 – 212 a.C.), em que se pode visualizar o passo a passo em Carvalho (1958), de modo mais detalhado. É importante ressaltar que não é propósito desta pesquisa se aprofundar nos estudos relacionados à construção do astrolábio náutico, isso será estudado com a devida atenção em trabalhos futuros.

Realizada a divisão dos dois quadrantes superiores em 90 partes iguais, Oliveira (1606) orienta que, com o auxílio de uma régua, dever-se-iam traçar linhas pequenas em intervalos de 10 em 10 graus, posteriormente, de 5 em 5 graus e de 1 em 1 grau (sendo um branco e outro preto), como se analisa na Figura 14.

Figura 14 – Graduação dos quadrantes superiores



Fonte: Elaborada pela autora.

Por fim, para concluir o processo de graduação do astrolábio náutico, segundo Oliveira (1606), a numeração dos graus deve estar disposta em ordem crescente, partindo-se do zênite¹⁴ até a linha da confiança no instrumento, isto é, do A (0°) de 10° em 10° até o ponto C, que terá a medida de 90°, respectivamente, como pode ser observado na Figura 6 da seção 2. O mesmo procedimento deverá ser realizado do ponto A ao ponto D. Vale salientar que essa maneira de graduar o instrumento astrolábio, feita apenas nos quadrantes superiores, foi adaptada pelos portugueses, como menciona Oliveira (2017, p. 44):

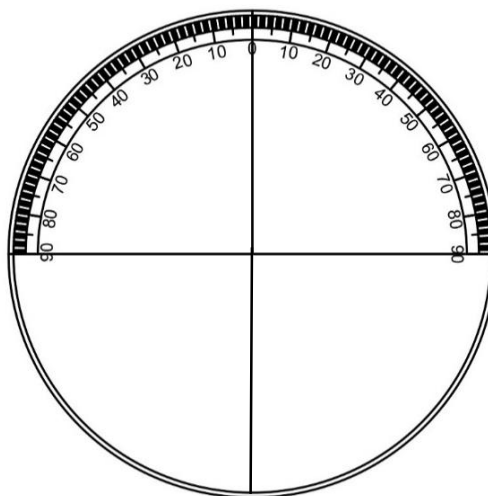
De início, essa graduação chamada 0-90-0 possuía o 90° no cume do arco graduado, junto à argola, decrescendo em ambos os lados até marcar o 0° nas extremidades do diâmetro horizontal do astrolábio. Assim, o instrumento sempre aferia a altura angular

¹⁴ Ponto da esfera celeste diretamente oposto ao nadir, que se situa na vertical do observador, sobre a sua cabeça, onde será formado entre a cabeça do observador e esse ponto uma semirreta perpendicular ao ponto de observação. Ou seja, é perpendicular à reta tangente ao ponto de observação (SARAIVA JUNIOR, 2016).

do astro. Posteriormente, em algumas versões, possuía o 0° no cume do arco indicando diretamente a distância zenital, a qual é complementar da altura e, junto com a declinação do Sol, constituem as duas medidas necessárias para calcular-se a latitude pelo regimento do Sol, um dos mais práticos, populares e preferidos regimentos usados pelos exploradores da Era das Navegações.

Portanto, como pode ser examinado no excerto anterior, realizado esse procedimento final de numeração dos graus do astrolábio náutico, teremos o instrumento construído de acordo com a Figura 15.

Figura 15 – Graduação do astrolábio náutico



Fonte: Elaborada pela autora.

Dito isso, após realizado o processo da graduação em graus do instrumento náutico, consoante Oliveira (1606, p. 55), “[...] descrito e dividido o Astrolábio em papel passar-se-ão ao Astrolábio de latão [...]”, melhor dizendo, tais procedimentos deveriam ser realizados/desenhados em um papel para, posteriormente, serem transpostos para o latão.

Em linhas gerais, o instrumento era composto por quatro peças: I) a roda graduada, sendo esta o corpo do astrolábio, possuía uma forma circular tendo a graduação em seu limbo e com dois diâmetros perpendiculares, que se encontravam no centro e davam suporte à alidade; II) a alidade ou “dioptra” (sistema de pontaria do instrumento), sendo essa parte o ponteiro, era fixada com um pino no centro do círculo, de forma que girava livremente e as suas pontas indicavam a medida angular aferida no limbo graduado do círculo; III) as pínulas, que eram duas pequenas placas quadradas e fixadas ortogonalmente na alidade, possuindo cada uma um orifício em seus centros, meio pelo qual o observador podia “mirar” o astro celeste que pretendia medir, aqui é importante ressaltar que um orifício (buraco) deverá ter uma espessura maior do que o outro (superior mais grosso que o inferior); e IV) a argola de sustentação, que

era um anel pelo qual o observador podia segurar o instrumento, estava localizada na parte superior do astrolábio e encaixava-se no círculo por uma articulação móvel destinada a possibilitar que o instrumento ficasse livremente na posição vertical.

Conclui-se que, nos procedimentos descritos anteriormente, acerca do processo de construção e de graduação do astrolábio náutico, averigua-se a presença de conhecimentos geométricos incorporados no instrumento, tais como: conceito de diâmetro, circunferência, círculo, semicírculo, perpendicularidade, bem como a noção de ângulos e suas classificações, ângulos retos e rasos. A partir disso, na subseção a seguir, é descrito o processo de uso do instrumento náutico.

3.2 Breve descrição acerca do uso do instrumento astrolábio náutico

No livro quarto do seu tratado, Oliveira (1606) deixa claro que, para a determinação da altura dos astros nas navegações (em particular, a do Sol) com suas declinações, a preferência se fazia pelo uso do astrolábio náutico em conjunto com as cartas de marear, as tábuas solares (tabelas de declinação do Sol) e o relógio de Sol universal. O astrolábio náutico português é um instrumento graduado, de maneira tal que seja possível indicar distâncias zenitais por leitura direta. Desse modo, o zero deveria estar inscrito no ponto em que passa a argola de suspensão, assim como pode-se verificar na subseção 3.1.

Ressalta-se que a distância zenital é o ângulo que se forma entre o ponto que está sendo observado e o zênite do observador, “e a altura do astro é um ângulo, e como se faz as medições em relação a vertical, sempre é calculado o complemento da altura, ou seja, para ter a altura basta fazer a diferença entre 90° e a distância zenital” (SARAIVA JUNIOR, 2016, p. 25). Nesse sentido, percebe-se que é imprescindível ter uma noção do conhecimento geométrico relacionado ao ângulo e ao ângulo complementar. NOs *Elementos*, de Euclides, ângulo é conceituado como a inclinação entre duas retas que se tocam em um ponto comum, as quais não fazem parte da mesma linha reta (BICUDO, 2009).

Conforme Oliveira (1606), o navegante, para mensurar a altura do Sol adequadamente por meio do uso do astrolábio náutico, deveria certificar-se que o semicírculo inferior de metal do instrumento precisaria estar mais pesado do que o semicírculo superior, o qual está inserido na argola de sustentação, como pode ser visto na Figura 6 da seção 2 deste estudo. Esse instrumento também deve ser furado ao meio, para que, apesar do balanço da embarcação e do vento constante, fosse mantida a verticalidade do instrumento durante o uso. Dito isso, o

instrumento pode ser utilizado com maior segurança em relação à precisão das informações obtidas.

Oliveira (1606, p. 92) descreve que, em relação aos procedimentos de utilização do astrolábio náutico, deve-se saber que “a altura do Sol é a elevação do seu Centro sobre o Horizonte contada no meridiano do lugar pelo qual se faz a observação e alcançar-se-á desta maneira”. No excerto anterior, a “maneira” à qual o autor se refere é o processo de uso do instrumento náutico. Acerca disso, o autor continua descrevendo:

[...] pendurado o astrolábio pelo anel em o dedo polegar, ou indicador da mão direita ou esquerda, de maneira, que fique pendendo livremente, vire-se com um lado para o sol, de sorte, que entre o raio dele pelos dois buraquinhos mais pequenos que nas pínulas estão, pelo o qual se levantará ou se abaixará a diotra, segundo a necessidade o pedir, e logo se notará o grau que a linha da confiança ou o ponto da diotra mostrar na graduação, por que o número dos graus que houver desta dita linha até o zênite, esta será a distância que o sol naquele tempo tem do zênite, e o que lhe faltar será 90°, que farão os que ficarem compreendidos entre a linha da confiança, e a do horizonte, será a altura que se busca. Porém a quer serve o navegante é só a meridiana, a qual é a maior que o sol em qualquer dia tem não sendo sempre uma mesma, mas todos os dias diuerfa, crescendo ou minguando segundo a parte do zodíaco em que o sol anda (OLIVEIRA, 1606, p. 92).

Pelo excerto anterior, depreende-se que deveria o navegante segurar o instrumento pelo seu anel de suspensão com o dedo polegar ou o dedo indicador de uma das mãos, para deixá-lo pender livremente. O instrumento náutico deve estar disposto perpendicularmente ao chão da embarcação e a linha da confiança do astrolábio, paralela ao horizonte. Assim, nota-se que Oliveira (1606) emprega o conceito de perpendicularidade e paralelismo ao utilizar o instrumento. Tais conhecimentos geométricos estavam disponíveis nesse período, uma vez que se encontram descritos nos *Elementos*, de Euclides.

Perpendicularidade “é quando uma reta, tendo sido alteada sobre uma reta, faça os ângulos adjacentes iguais, cada um dos ângulos é reto, e a reta que se alteou é chamada uma perpendicular àquela sobre a qual se alteou” (BICUDO, 2009, p. 97). Em linhas gerais, é quando duas retas se cruzam formando ângulos retos. São ditas paralelas as linhas que se mantêm separadas por distância sempre igual, em que essas retas em nenhum momento se cruzam.

O navegante também deveria ajustar o astrolábio na direção do Sol, de maneira tal que os raios solares possam incidir pelos dois orifícios das pínulas. A dioptra seria movida até que os buraquinhos das pínulas ficassem alinhados. Isso seria percebido quando somente ficasse projetada uma única sombra no solo da embarcação. Nesse momento, quando a sombra passa igualmente pelas pínulas, poderia ser encontrada a distância zenital. Uma vez que isso ocorre, o grau seria identificado na graduação do instrumento, pois “[...] o número dos graus que houver

desta dita linha até o zênite, esta será a distância que o sol naquele tempo tem do zênite, e o que lhe faltar será 90°, que farão os que ficarem compreendidos entre a linha da confiança, e a do horizonte, será a altura que se busca” (OLIVEIRA, 1606, p. 92).

Ainda no tocante ao uso do astrolábio náutico português, Pimentel (1819, p.17) comenta que o lugar ideal da nau para se mensurar adequadamente a altura do Sol “é ao pé do mastro grande por haver ali menos balanço”. Além disso, chama a atenção para o fato de que os graus devem ser verificados no momento exato, “entre um balanço e outro, por estar então em maior equilíbrio”.

Um outro ponto observado por Oliveira (1606, p. 91-92) diz respeito ao horário do dia em que o astrolábio náutico deveria ser utilizado, como se vê no texto a seguir.

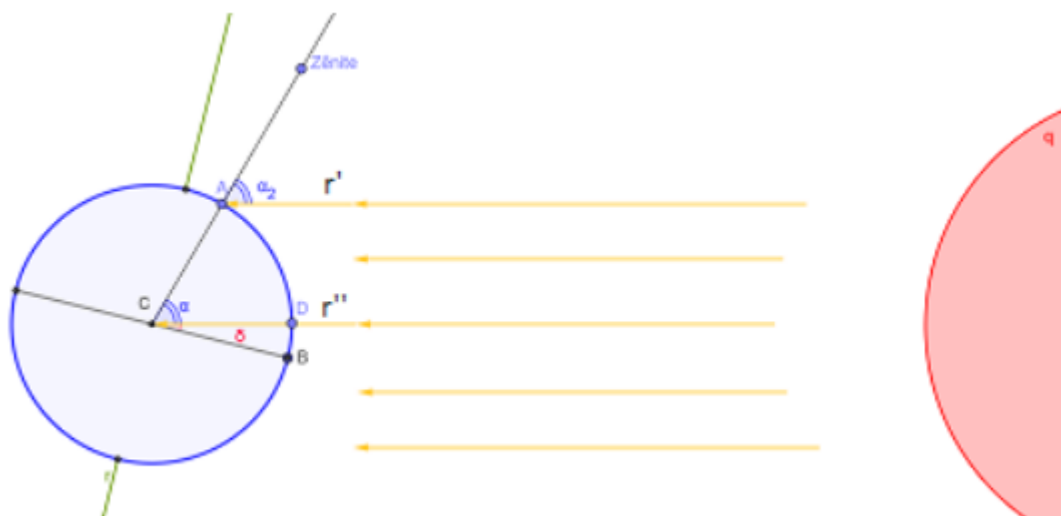
Tomando a altura do Sol antes ou depois do meio dia, representa o astrolábio o Círculo vertical em que o Sol está, mas tomando-a ao meio dia representa o meridiano: a linha C, D, o Horizonte, A, B, o seu eixo, ou linha do Zênite e Nadir, o ponto A, o Zênite, B, o Nadir, seu Centro o Centro do mundo, a Diotra uma linha direita tirada do Centro do mundo pelo centro do Sol.

Para uma melhor compreensão acerca da localização do Horizonte (linha C e D), do eixo (A e B), do Zênite (ponto A) e do Nadir (ponto B) no instrumento astrolábio náutico, descritos no texto anterior, veja-se a Figura 6 contida na seção 2 desta pesquisa. Nas palavras de Oliveira (1606), as “verdadeiras alturas solares meridianas”¹⁵ para as determinações de latitudes por meio do uso do astrolábio náutico, deveriam ser verificadas em horários específicos, pois, em consonância com Oliveira (1606, p. 93), “[...] no mar não se pode saber precisamente quando é meio dia sem primeiro se saber a altura em que a nau está [...]”. Logo, o navegante deveria iniciar suas verificações da altura do Sol, utilizando o instrumento astrolábio, meia hora ou três quartos de hora antes do meio-dia, sendo o relógio de Sol universal o instrumento náutico indicado para se verificar as horas em alto-mar. Destarte, por volta do meio-dia, ao realizar-se a segunda mensuração da altura do Sol através do astrolábio náutico, esta deverá ser maior que os graus obtidos na observação anterior e, nessa perspectiva, continuar-se-ão as observações até que a altura comece a diminuir. A altura meridiana será a maior altura verificada nas operações realizadas com o instrumento.

De posse da distância zenital, mensurada por meio do uso do astrolábio náutico, na Figura 16 a seguir, está ilustrado um modelo prático da forma como se calculava a latitude:

¹⁵ A altura angular máxima no céu em que o Sol esteve.

Figura 16 - Modelo prático para o cálculo da latitude



Fonte: Saraiva Junior (2016).

Nessa conjuntura, tendo-se como base a Figura 16 e o passo a passo construído por Saraiva Junior (2016), é descrita a construção do conceito do cálculo da latitude pela observação do Sol, usando uma tabela de declinação. É fundamental destacar que os raios solares sempre chegam à Terra paralelos. Tendo-se isso em mente, o processo dar-se-á da seguinte maneira:

1º passo – Ao localizar um ponto qualquer no globo terrestre, esse ponto será o denominado de ponto A. Já o ponto B será a interseção entre a linha do Equador e o meridiano do ponto A.

2º passo – A Terra e o Sol deverão ser observados de frente, de maneira tal que o Sol esteja exatamente de frente para o meridiano do ponto marcado.

3º passo – Os raios solares que se prolongam até atingir o ponto A serão chamados de r' e o outro raio de r'' até que se atinja o ponto C, que, nesse caso, será o centro da Terra. Haverá ainda uma interseção entre o raio solar (r'') e a circunferência da Terra, essa será denominada de ponto D.

4º passo – Nesse passo, o ângulo será marcado, o qual será chamado de δ e esse ângulo é a declinação do Sol de um determinado dia.

Nos dias atuais, pode-se ter acesso às declinações solares que estão contidas no Almanaque Náutico, em que estão as declinações de todos os dias do ano, sendo o valor de δ conhecido de acordo com o dia do ano. O método aqui descrito só pode ser utilizado de posse de uma tabela de declinações diárias, a qual já existia na época das grandes navegações. Nesse

período, havia diversas tabelas de declinações a partir das tabelas do lugar do Sol na eclíptica contidas no Almanaque de Zacuto (SARAIVA JUNIOR, 2016).

5º passo – Nesse passo, será prolongada uma semirreta iniciando-se no ponto C e passando pelo ponto A, essa semirreta é a vertical que parte da cabeça de quem observa. E o ponto de interseção entre a semirreta e a Esfera Celeste é denominado de Zênite (Z).

6º passo – Agora, tendo-se em mente que os raios do Sol têm origem em um ponto S, o ângulo SÂZ é o ângulo α , esse ângulo será medido por meio do uso do astrolábio náutico e se trata da distância zenital do Sol.

7º passo – Sabendo-se que os raios vindos do Sol são todos paralelos, então, os raios r' e r'' também o são, sendo cortados por uma transversal, que é a semirreta que passa por A, desse modo, pode-se notar que os ângulos SAZ e SCZ são correspondentes, ou seja, possuem a mesma medida, assim, o SCZ também mede α .

8º passo – A latitude será o ângulo BCA, ou seja, $\alpha + \delta$.

Segundo Saraiva Junior (2016), para que seja possível medir a latitude de um ponto, é preciso medir a distância zenital no instante em que o Sol está no meridiano e isso ocorre ao meio-dia solar, ou seja, para que o modelo descrito seja válido, o Sol necessita estar passando no meridiano do ponto A no momento da medição, ao meio-dia solar. Tal medida é realizada fazendo-se medições sucessivas, até que se perceba que se obteve um α máximo, isto é, um ângulo em que o Sol estava no seu maior ponto de altura, que é o momento em que ele passa pelo meridiano do ponto.

Logo, conclui-se que, ao utilizar o astrolábio náutico, é possível mobilizar alguns conhecimentos geométricos. Durante o processo de uso do instrumento, observa-se que, para obter a distância zenital, aplica-se o conceito de ângulo e de ângulo complementar. Em relação ao posicionamento do instrumento para a mensuração da altura do Sol, utilizam-se as concepções de retas perpendiculares e paralelas.

Na seção a seguir, encontra-se o aporte teórico da presente pesquisa, no qual realiza-se um aprofundamento acerca das concepções de interface entre história e ensino de Matemática e do conceito de Unidade Básica de Problematização (UBP).

4 A INTERFACE ENTRE HISTÓRIA E ENSINO DE MATEMÁTICA E A UNIDADE BÁSICA DE PROBLEMATIZAÇÃO

Nesta seção, iremos adentrar na fundamentação teórica deste estudo, em que abordaremos a concepção de interface entre história e ensino de Matemática. Pereira e Saito (2019a) ponderam que essa interface inicia-se por meio de um diálogo entre o historiador e o educador matemático, tendo-se como base um documento histórico, que pode ser um tratado, um texto, um instrumento matemático, entre outros, para que seja possível a elaboração das atividades didáticas. Também será esclarecido o conceito de Unidade Básica de Problematização (UBP), construída na forma de um *flash* discursivo memorialístico, pautado em uma prática social situada em um determinado campo de atividade humana (MIGUEL; MENDES, 2010; 2021).

Desse modo, a presente seção está dividida em três subseções. A subseção 4.1 conceitua a interface entre história e ensino de Matemática e como ocorre o seu processo de construção a partir de um documento histórico. Ao longo da subseção 4.2, é dada a definição de UBP, as etapas para o seu processo de aplicação, bem como exemplos de UBP criadas por Miguel e Mendes (2010; 2021), entre outros autores. Por fim, a subseção 4.3 contém as UBP que foram desenvolvidas nesta pesquisa, mediante o uso do instrumento astrolábio náutico.

4.1 O conceito de interface entre história e ensino de Matemática

No campo da Educação Matemática, diversos caminhos são traçados pelos pesquisadores, os quais buscam a compreensão dos aspectos relacionados ao ensino e à aprendizagem dos conteúdos matemáticos. Nesse intuito, uma outra área, que gradativamente está crescendo e ganhando espaço no Brasil e que também se relaciona a questões pertencentes ao ensino, é a História da Matemática (ALVES, 2019).

Embora a História da Matemática não tenha como objeto de estudo o ensino em si, de acordo com os educadores Mendes (2009), Saito (2016) e Chaquiam (2017), um trabalho que envolva a História da Matemática pode favorecer o ensino de Matemática, pois entende-se que ela pode revelar o contexto de determinados conceitos, gerar uma contribuição aos significados de determinados processos de um conteúdo, auxiliar no entendimento da Matemática como ciência humana, entre outros elementos.

Ainda, por meio de recursos que a História da Matemática pode ofertar, articulada ao ensino, possibilita uma reflexão sobre o processo de ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos (ALVES, 2019). Nessa conjuntura, Pereira e Saito (2018) dialogam acerca dessa articulação, nomeando-a de interface entre história e ensino de Matemática (IHEM). Essa interface, segundo Pereira e Saito (2018, p. 111), não possui o propósito de ensinar a Matemática por intermédio da história “[...] nem tão pouco repetir o processo histórico da construção do conhecimento matemático, ou seja, reproduzir os mesmos passos históricos do desenvolvimento do conceito, mas buscar no contexto em que foi desenvolvido o movimento do pensamento de sua formulação”, em que se pretende discutir “[...] um conjunto de ações e produções que promova a reflexão sobre o processo histórico da construção do conhecimento matemático para elaborar atividades didáticas que busquem articular história e ensino de matemática” (SAITO; DIAS, 2013, p. 91-92).

Para que seja possível ocorrer um diálogo entre o historiador e o educador matemático, deve-se ter como base o uso de fontes históricas, que, consonante a Saito (2015, p. 27), “fazem parte desse conjunto de documentos não só livros e tratados, mas também cartas, manuscritos, minutas e outros documentos não só escritos, mas também aqueles da cultura material, tais como instrumentos, monumentos, máquinas etc.”.

Diante disso, ao escolher o documento histórico com que se deseja trabalhar, segue-se para a realização de dois movimentos: um que visa a realizar uma contextualização histórica dos conhecimentos matemáticos nele descritos e outro que busca o movimento do pensamento na concepção do conceito matemático que se quer estudar (PEREIRA; SAITO, 2018). Nas palavras de Pereira e Saito (2018), tais movimentos, “o movimento do pensamento na formação do conceito matemático” e “o contexto no qual o conhecimento é desenvolvido”, objetivam realizar um alinhamento acerca das questões de ordem historiográfica relacionadas à História da Matemática e às outras didáticas do ensino de Matemática. Segundo Pereira e Saito (2018, p. 4):

O primeiro está relacionado com o pensamento na formação do conceito matemático. Trata-se de buscar no processo histórico o movimento do pensamento da apreensão do objeto e, portanto, do desenvolvimento do conceito. Esse movimento, que tem por pressuposto o objeto matemático em formação, permite que a formação de ideias componha a lógica do movimento do pensamento. Contudo, para que o lógico não prevaleça sobre o epistemológico e os fundamentos da matemática sobre a própria matemática e suas aplicações, prima-se na construção da interface a busca pelo contexto de formação desses objetos, evitando-se anacronismos e a sobreposição de temas históricos aos propósitos do ensino. Assim, o segundo movimento se refere ao contexto no qual os conhecimentos matemáticos foram desenvolvidos, isto é, procura observar agora o conteúdo matemático, método e os motivos por trás da escrita do

documento, contextualizando na época em que foi elaborado e, portanto, considerando todas as características de ordem matemática, técnica e epistemológica como propõe uma historiografia contemporânea.

Infere-se, pelo texto anterior, que não há uma ordem preestabelecida para o desenvolvimento desses dois movimentos, visto que isso irá depender de que maneira será direcionada a elaboração da interface. Torna-se importante ressaltar que o contato com o documento histórico pelo educador matemático pode promover uma inquietação, que pode repercutir em um ambiente favorável ao diálogo na interface, pois isso propicia um movimento que visa a constituir relações com a concepção de conceitos descritos no material. Uma vez que isso ocorra, torna-se possível surgir questões de ordem epistemológica, matemática, didática e pedagógica, que são potencialmente didáticas para a elaboração de atividades. Tais questões, ao dialogarem adequadamente na interface, “[...] fazem emergir um novo objeto que, retirado da malha histórica, é orientado para o ensino de Matemática” (PEREIRA; SAITO, 2019).

Deve-se reforçar que todas essas ações, citadas anteriormente, constituem processos relevantes para o desenvolvimento de uma interface entre história e ensino de Matemática, sendo o produto final da elaboração de atividades didáticas, as quais são confeccionadas por meio desse diálogo.

No Brasil, existem algumas pesquisas que têm como objetivo realizar uma articulação entre a história e o ensino de Matemática, tendo-se como base o estudo de instrumentos matemáticos históricos¹⁶. Nesses estudos, os instrumentos matemáticos são investigados a partir de uma obra que os descrevem, levando-se em consideração, para tanto, o contexto histórico no qual os conceitos incorporados na obra e no instrumento foram construídos e o movimento do pensamento na formação desses conceitos (OLIVEIRA, 2019).

De acordo com Pereira e Saito (2018), no âmbito educacional, tais instrumentos incorporam conhecimentos matemáticos, sociais, históricos, culturais e econômicos de um determinado período, os quais auxiliam no processo de construção do pensamento. Ou seja, esses instrumentos históricos matemáticos tornam-se recursos que permitem conciliar a história no ensino de Matemática para o desenvolvimento de uma interface, associando a teoria com a prática. Deles, emergem conteúdos potencialmente didáticos para o ensino (PEREIRA; SAITO, 2018).

¹⁶ São pesquisas que buscam articular história e ensino da Matemática, a partir de uma investigação sobre o processo de construção e de uso de instrumentos matemáticos: Castillo (2016); Pereira (2016); Batista (2018); Pereira e Saito (2019a); Alves (2019); Oliveira (2019).

Em suma, a interface entre a história e o ensino de Matemática torna-se um meio para atingir o objetivo da pesquisa e, para alcançá-lo, utilizam-se recursos advindos da História da Matemática, no caso, um documento histórico. A partir disso, são desenvolvidas atividades didáticas e, no caso do presente estudo, teve-se como suporte a Unidade Básica de Problematização (UBP). Logo, na subseção 4.2 a seguir, apresenta-se a fundamentação teórica da UBP.

4.2 A Unidade Básica de Problematização (UBP)

A Unidade Básica de Problematização (UBP), conforme Miguel e Mendes (2010, p. 386):

Uma UBP nada mais é do que um *flash* discursivo memorialístico que descreve uma prática sociocultural situada em um determinado campo de atividade humana, e que teria sido de fato realizada para se responder a uma necessidade (ou desejo) que teria se manifestado a um ou mais integrantes de uma comunidade de prática, em algum momento do processo de desenvolvimento dessa atividade na história (tradução livre).

De modo simplista, segundo o texto anterior, a UBP, proposta por Miguel e Mendes (2010), é elaborada como uma prática indisciplinar (não disciplinar), construída na forma de um *flash* discursivo memorialístico, pautado em uma prática social situada em um determinado campo de atividade humana. A UBP é uma atividade que se materializa em forma de um breve texto, que descreve, de maneira clara, uma prática sociocultural, mantendo-se preservados seus aspectos históricos e técnicos, além de aclarar a autoria das técnicas nela mobilizadas. Tal prática histórica é reformulada por esse relato e conectada por intermédio de questionamentos, de problematizações metodológicas, propostos pelo docente às práticas de ensino e aprendizagem presentes no âmbito escolar (MARTINS, 2017).

Esses questionamentos são apresentados pelo docente aos estudantes, de forma tal que os motive a investigar e a procurar soluções criativas às situações propostas. Uma das características principais de uma UBP é solucionar uma problemática da atualidade, utilizando as matemáticas que foram empregadas na solução de problemas do passado (MIGUEL; MENDES, 2010).

Nesse sentido, Miguel e Mendes (2010) relatam que as UBP não devem ser criadas ou tratadas como uma simples lista de exercícios convencionais para que os alunos solucionem uma questão de cada vez, mas, na sua totalidade, como um momento de crítica, de interação e de formulação de hipóteses. Devem ser entendidas como um convite a uma aula na qual todos

têm a oportunidade de se expressarem, proporem soluções, inferirem a partir delas e lançarem novas questões que não foram vistas pelos professores.

4.2.1 Etapas do processo de aplicação da Unidade Básica de Problematização

A finalidade da elaboração de um conjunto de UBP pauta-se na mobilização de práticas escolares relacionadas à cultura matemática por meio de problematizações coletivas. Para o adequado desenvolvimento e aplicação de uma UBP, ela deve ser dividida em algumas etapas (MIGUEL; MENDES, 2010; MEDEIROS; MENDES, 2022).

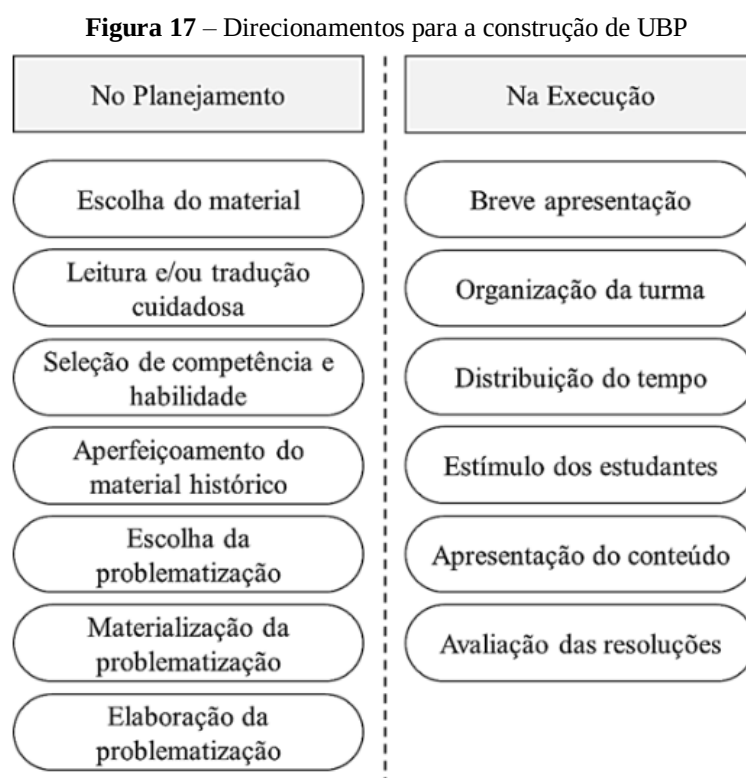
Na primeira etapa para a realização da mobilização de histórias direcionadas à aplicação de uma UBP, o docente precisa identificar distintos usos e contextos acerca das práticas escolares matemáticas e, posteriormente, rememorar suas vivências escolares utilizando objetos específicos da cultura matemática escolar brasileira (Trigonometria, Geometria, entre outros), sendo eles estudados e/ou trabalhados nas práticas de ensino, tais como: metodologias de ensino, materiais didáticos, normas de comportamentos, práticas avaliativas, entre outras. Também deve-se desenvolver uma versão inicial de um conjunto analítico – com categoria, descrição e interpretação – de textos que, posteriormente, irão ser utilizados pelos alunos como *flash* discursivo memorialístico (MIGUEL; MENDES, 2010; MEDEIROS; MENDES, 2022). Após, parte-se para a segunda etapa, que, nas palavras de Medeiros e Mendes (2022, p. 132):

Nesta segunda etapa de nosso trabalho, o propósito da problematização é o de constituir um conjunto de jogos discursivos orais e escritos, produzidos a partir da exploração de literatura histórica pertinente que serve de apoio à discussão das UBP. Tais jogos discursivos deverão compor um segundo quadro interpretativo de práticas mobilizadoras de cultura matemática, agora com base nas memórias de diferentes comunidades que teriam realizado tais práticas no contexto de diferentes atividades humanas.

Como pode-se observar no texto anterior, nessa etapa, o objetivo do professor deve ser o de direcionar sua atenção para as práticas escolares específicas, as quais devem estar relacionadas com os objetos matemáticos que serão abordados, para que possam ser produzidas problematizações norteadoras de natureza pedagógica, histórica, filosófica, epistemológica, lógica, sociológica, entre outras. Destarte, deve-se considerar as expectativas de quem as desenvolvem, bem como os interesses didáticos, pedagógicos, epistemológicos e os possíveis imprevistos que podem surgir no decorrer das aulas (MIGUEL; MENDES, 2010; MEDEIROS; MENDES, 2022).

Por fim, na terceira etapa, a qual pode ser desenvolvida em conjunto com a que a precede, as pesquisas de cunho documental, que foram realizadas nessa etapa anterior, oriundas de investigações em programas oficiais e em materiais didáticos (livros-textos, por exemplo), irão se somar a novas fontes documentais de pesquisa, advindas de um conjunto de textos acadêmicos acerca de momentos da história da Educação Matemática no país, “com vistas a estabelecer novos jogos discursivos de memórias alternativas de práticas escolares, que potencialmente são mobilizadoras da cultura matemática” (MEDEIROS; MENDES, 2022, p. 3).

Em suma, na Figura 17, Medeiros e Mendes (2022), tendo como aporte suas interpretações e reflexões sobre o processo de construção e de aplicação de uma UBP, sistematizaram, em um infográfico, esses direcionamentos.



Fonte: Medeiros e Mendes (2022).

Medeiros e Mendes (2022), no esquema de cunho conceitual realizado por eles, como pode-se ver na Figura 17, propõem uma organização e um planejamento das etapas de estruturação e de aplicação de UBP. No planejamento, deve-se escolher adequadamente os materiais a serem abordados, após, realiza-se a leitura cuidadosa de tais documentos para posterior seleção dos conteúdos, também é importante realizar o aprimoramento dos materiais de cunho histórico e, finalmente, escolher, materializar e confeccionar as problematizações. Em

relação à execução/aplicação das UBP, orienta-se realizar uma breve apresentação, organizar a turma de estudantes, distribuir adequadamente o tempo, incitar os participantes ao longo de toda a aplicação, apresentar os conteúdos e avaliar as resoluções propostas.

É essencial salientar que Miguel e Mendes (2010; 2021), em seus estudos, direcionam orientações a respeito da utilização das UBP, tendo como base as suas experiências durante o processo de mobilização de histórias vivenciadas a partir de suas práticas pedagógicas. Desse modo, estão dispostos alguns exemplos de UBP a seguir.

4.2.2 Exemplos de Unidade Básica de Problematização

Mendes e Silva (2018) ressaltam que se deve ter em mente, durante o processo de desenvolvimento de uma Unidade Básica de Problematização, que ela precisa ser pautada em alguns princípios, sendo eles os relacionados: à vocação indisciplinar da estruturação e da utilização de uma UBP, ao desenvolvimento de ações de ensino que propiciem um aprendizado investigativo, criativo e incorporado com os conhecimentos que desejam ser compreendidos pelos alunos em quaisquer níveis de ensino.

A seguir, apresentam-se dois exemplos de UBP desenvolvidas por Miguel (2010). A primeira UBP está relacionada à Trigonometria.

Ao longo da história, práticas socioculturais realizadas nos campos de atividade da agrimensura, da topografia e da geodésia contribuíram para a constituição de um campo da cultura matemática que, a partir de um certo momento, seria denominado trigonometria. A fim de que certos propósitos de determinados grupos sociais fossem atingidos, tais campos de atividade humana colocavam reiteradamente problemas que requeriam a realização, dentre outras, de práticas de: divisão e demarcação de terrenos; medições diretas, no espaço físico, de distâncias lineares e angulares acessíveis; medições indiretas de distâncias lineares e angulares inacessíveis; medições de áreas de superfícies. Por sua vez, no aperfeiçoamento dos processos de realização de tais práticas, artefatos tecnológicos ou instrumentos de medida foram projetados e produzidos. Duas práticas intimamente conectadas que se mostraram viáveis para se lidar com esses problemas foram a prática da triangulação e a prática da resolução de triângulos. Um topógrafo precisa determinar a distância entre uma árvore situada em um ponto A, relativamente a uma outra árvore situada em um ponto B, sabendo que entre A e B corre um rio, sem que haja a possibilidade de atravessá-lo. Descreva e discuta como a prática da triangulação se mostra adequada para resolver esse problema nos casos em que esse topógrafo disponha apenas de: 1. uma fita métrica, balizas, um rolo de barbante e um esquadro de carpinteiro; 2. uma fita métrica, balizas e rolo de barbante (MIGUEL, 2010, p. 2-3).

Esse primeiro exemplo de UBP, estruturada por Miguel (2010, p. 2-3), como pode-se verificar no excerto anterior, contém um texto breve, escrito de maneira nítida. Observa-se a realização da problematização histórica no texto: “Ao longo da história, práticas socioculturais

realizadas nos campos de atividade da agrimensura, da topografia e da geodésia [...]”, que é logo contrastada com uma problematização atual: “Um topógrafo precisa determinar a distância entre uma árvore situada em um ponto A, relativamente a uma outra árvore situada em um ponto B, sabendo que entre A e B corre um rio [...]”. A primeira problematização contextualiza o estudante e a segunda o coloca em uma situação prática e atual. Após, entra-se com as orientações que serão desenvolvidas coletivamente: “[...] Descreva e discuta como a prática da triangulação se mostra adequada para resolver esse problema nos casos em que esse topógrafo disponha apenas de: 1. uma fita métrica, balizas [...]”. Posto isso, percebe-se que essa primeira UBP pede a realização de uma prática para, posteriormente, ser discutida de maneira coletiva.

A segunda UBP está relacionada a Eratóstenes (276-196 a.C.), como averigua-se:

Eratóstenes (276-196 a.C.), um dos grandes astrônomos gregos que viveram e trabalharam na cidade de Alexandria, desenvolveu uma prática para a determinação do comprimento da circunferência máxima da Terra e do raio da Terra. Investigue e comente sobre a vida e a obra de Eratóstenes, bem como sobre contexto político e sociocultural da cidade de Alexandria na época em que ele lá viveu e trabalhou. Por que razões o museu-biblioteca de Alexandria, a partir do terceiro século antes de Cristo, possibilitou o desenvolvimento de investigações matemático-astronômicas de caráter quantitativo, tais como, dentre outras, as desenvolvidas por Eratóstenes, Aristarco e Ptolomeu? (MIGUEL, 2010, p. 5).

Nota-se que o formato dessa UBP é mais sucinto, trazendo apenas o aspecto da contextualização histórica: “Eratóstenes (276-196 a.C.), um dos grandes astrônomos gregos que viveram e trabalharam na cidade de Alexandria [...]”, para, em seguida, adentrar com um questionamento: “Por que razões o museu-biblioteca de Alexandria, a partir do terceiro século antes de Cristo, possibilitou o desenvolvimento de investigações matemático-astronômicas de caráter quantitativo, tais como, dentre outras, as desenvolvidas por Eratóstenes, Aristarco e Ptolomeu?” e não com uma orientação prática, como visto na Unidade Básica de Problematização anterior.

A terceira UBP foi desenvolvida por Miguel e Mendes (2021, p. 128-129) e discorre acerca de uma problemática enfrentada por Eupalinos para construir o aqueduto subterrâneo de Samos, na Grécia.

No sexto século a.C., Eupalinos de Megara inventou um método para se construir um aqueduto subterrâneo, em Samos, a pedido do tirano Polícrates. Para construí-lo, escravos provindos, sobretudo, da ilha grega de Lesbos tiveram de cavar através do Monte Kastro. O túnel – que levou cerca de 20 anos para ser concluído – ainda existe e tem, aproximadamente, 1036 m de extensão por 2m de largura. Foi simultaneamente escavado pelas duas extremidades B e D do aqueduto, isto é, por dois pontos da montanha, com altitudes diferentes. O erro no encontro das duas escavações foi de quase 10m, horizontalmente, e 2,5m na vertical. De fato, esse erro é pequeno, menor

do que 1%. Com base no livro “On the Dioptra”, escrito muito mais tarde por Heron de Alexandria, inferimos que, supostamente, Eupalinos teria procedido da seguinte maneira: escolheu um ponto B, próximo da primeira entrada do túnel; escolheu um ponto E, na parte plana do terreno em torno do monte, do qual se pudesse avistar o ponto B; usando um instrumento semelhante à dioptra, obteve a direção EF, perpendicular à direção EB; através de um conjunto de outras direções perpendiculares consecutivas – FG, GH, HK e KL –, determinou, na direção KL, o ponto M do terreno, obtido pela perpendicular DM ao segmento KL, onde D é o outro ponto da entrada oposta do túnel; mediu, diretamente no chão do terreno que contornava o monte, as distâncias BE, EF, FG, GH, HK, KM e MD; com base nessas medidas, determinou as medidas das linhas perpendiculares imaginárias DN e BN, passando por dentro do monte e, com base nelas, determinou a direção alfa a ser seguida pelas duas equipes de escavadores.

No excerto anterior, fica claro que uma UBP é um *flash* discursivo memorialístico, o qual retrata uma prática estabelecida em um determinado campo de atividade humana, verossímil e utilizada para atender a uma necessidade real e prática, em um dado momento do processo de desenvolvimento dessa atividade na história. Após a apreciação coletiva dessa problematização no *flash* discursivo, os estudantes irão propor soluções para as seguintes questões levantadas na UBP:

Quais foram os artefatos tecnológicos e os conhecimentos (matemáticos ou de outra natureza) que poderiam ter sido mobilizados por Eupalinos para se construir o aqueduto de Samos? Como você caracterizaria a atividade e as práticas topográficas, na Grécia antiga, por volta do século VI a. C.? O método supostamente utilizado por Eupalinos mostrou-se adequado para a construção do aqueduto? Por quê? Atualmente, como dispomos de técnicas, artefatos tecnológicos e conhecimentos mais sofisticados – tais como o teodolito, raios laser, GPS, etc., –, bem como uma trigonometria constituída, sabemos que o mesmo problema pode ser resolvido de outras maneiras. Proponha novos métodos de resolução do problema do aqueduto e, com base nesses métodos, resolva-o genericamente. Faz sentido propor uma solução genérica para o problema do aqueduto de Eupalinos? Por quê? Os métodos genéricos são sempre melhores do que os métodos situados ou locais? Como você caracterizaria a atividade e as práticas topográficas, atualmente? [...] (MIGUEL; MENDES, 2021, p. 129-130).

Assim, depreende-se que existem diferentes maneiras de se estruturar uma UBP. Isso também pode ser verificado nas produções científicas de pesquisas de pós-graduação, as quais fundamentam seus estudos em uma concepção pautada nas UBP. Como exemplo, pode-se citar Lima Filho (2013), que traz orientações didáticas e UBP por meio de um estudo exploratório da obra de Andrés de Céspedes, que pode ser direcionada para uso na Educação Básica.

Tais orientações, bem como as UBP contidas no estudo de Lima Filho (2013), foram construídas de acordo com algumas etapas relatadas pelo autor, a saber: I) deve-se escolher o material que trate acerca das práticas históricas relevantes para o desenvolvimento social de diferentes comunidades e selecionar uma prática indisciplinar; II) torna-se importante ter

cautela durante o processo de tradução/interpretação da Matemática que emerge por meio das práticas, aprofundando-se no contexto histórico relacionado ao material produzido; III) escolher adequadamente a problematização contida no material, a qual deve expor características semelhantes às desejadas pelos estudantes; IV) materialização sucinta da problematização e solução, podendo ser em formato de texto ou, ainda, audiovisual, buscando manter os aspectos de natureza empírica e estratégias matemáticas; e V) produção de problematizações que contenham práticas atuais que possam ser respondidas, levando-se em consideração as condições sociais em que os discentes estão imersos, contendo as matemáticas abordadas historicamente.

Como exemplo de UBP desenvolvida por Lima Filho (2013, p. 45), tem-se:

Reforma no Farol de Mãe Luíza

Introdução: nesta UBP gerada a partir de uma problematização histórica vinculada ao conhecimento de alturas e distâncias convidamos os nossos alunos ao ato de pensar para a determinação da altura de um prédio (farol) com o diferencial de não haver informação sobre nenhum dado relacionado a distâncias ou ângulos. A estrutura do instrumento apresentado por Cespedes e seu uso é a chave para a solução.

Conteúdos: teorema de Tales e postulado de Euclides

Objetivos: utilizar os conceitos relacionados ao teorema de Tales e ao postulado de Euclides na resolução das problematizações apresentadas.

Público alvo: alunos do Ensino Fundamental II, em particular dos 8 e 9 anos e alunos do Ensino Médio.

Metodologia: estruturada pelas propostas de UBPs.

Problematização histórica: no primeiro capítulo do livro, intitulado “Em que se ensina a construção de um quadrante geométrico com o qual se pode medir qualquer distância, altura e profundidade, sem que seja necessário conhecer números”, o autor descreve e ensina como elaborar fisicamente o instrumento de geometria por ele apresentado e como utilizá-lo [...].

No texto anterior, estão dispostos os objetivos e o público-alvo da UBP, além da problematização histórica, proposta pelo autor. A seguir, pode-se verificar a problematização atual e os questionamentos levantados para discussão coletiva:

Problematização 2

Imagine que você é um engenheiro civil e trabalha em uma empresa contratada para reformar o Farol de Natal, mais conhecido como Farol de Mãe Luiza, localizado em Natal, Rio Grande do Norte. Para realizar tal empreitada você precisa entre outros dados da altura do farol e inicialmente você não tem acesso ao topo do farol. O problema é que a empresa não dispõe de muitos recursos e então precisa realizar tal medição. Considere que você havia pesquisado sobre a utilização do quadrante proposto por Cespedes e contou 10 metros entre as duas medições. Com certeza você vai contar 72 subdivisões de e até B . Que significado tem essa medida? O que é possível determinar com o número de subdivisões encontradas de e até A ? [...]1. As orientações encontradas no livro de Cespedes para a medição de distâncias e alturas de torres mostrou-se adequado para cumprir esse propósito? Discuta a adequação dessa prática, seus fundamentos, bem como as possíveis maneiras como teriam sido enfrentados os problemas técnicos que se manifestaram durante o processo de

medições, com os recursos tecnológicos disponíveis naquela época. 2. Atualmente, dispomos de práticas, artefatos tecnológicos e conhecimentos mais elaborados, tais como o teodolito, raios laser, GPS, etc. bem como uma trigonometria construída. Descreva outras práticas que poderiam ser realizadas para se atingir o propósito de construção do quadrante e, com base nelas, resolva o problema do cálculo de distâncias e altura de uma torre. [...]6. Descreva alguns dos instrumentos antigos e atuais construídos para a medição de distâncias e ângulos no espaço tridimensional; explique os métodos de como utilizá-los e a base matemática em que tais usos se assentam [...] (LIMA FILHO, 2013, p. 50).

Portanto, segundo Medeiros e Mendes (2022) e o excerto anterior, pode-se notar que, nos estudos que se fundamentam na concepção de UBP, são desenvolvidas explorações de cunho investigativo e didático sobre os materiais, quer sejam documentos históricos ou instrumentos matemáticos, além de conterem orientações aos docentes que objetivam o planejamento ou a aplicação de uma Unidade Básica Problematização. No entanto, ainda de acordo com Medeiros e Mendes (2022), observa-se que, em todos esses trabalhos, os autores buscam se basear nos pressupostos teóricos estabelecidos por Miguel e Mendes (2010; 2021).

Pelo que foi exposto, apresentam-se, na subseção 4.3 a seguir, as Unidades Básicas de Problematização, que foram produzidas em conformidade com nossos modos de elaborar uma investigação e problematização, pautadas nos pressupostos teóricos de Miguel e Mendes (2010; 2021).

4.3 Propostas de Unidades Básicas de Problematização para a sala de aula

Nesta subseção, a partir das práticas socioculturais matemáticas inseridas no tratado Arte de Navegar (1606), de Simão d'Oliveira e tomando como base as diretrizes norteadoras de construção e de aplicação de uma UBP no ensino de Matemática, consoante Miguel e Mendes (2010; 2021), apresentam-se nossas sugestões de Unidades Básicas de Problematizações. Tais UBP foram confeccionadas para aplicação no curso de formação universitária com licenciandos em Matemática, da Universidade Estadual do Ceará, como observa-se adiante.

UBP 1: O uso do instrumento astrolábio náutico para determinação da altura do Sol

Introdução: nesta UBP, produzida a partir de uma descrição do uso do instrumento astrolábio náutico para determinação da altura do Sol, convidamos os licenciandos em Matemática ao ato de reflexão e de mobilização dos conhecimentos teóricos adquiridos.

Conteúdos: altura, distância, ângulo e graus.

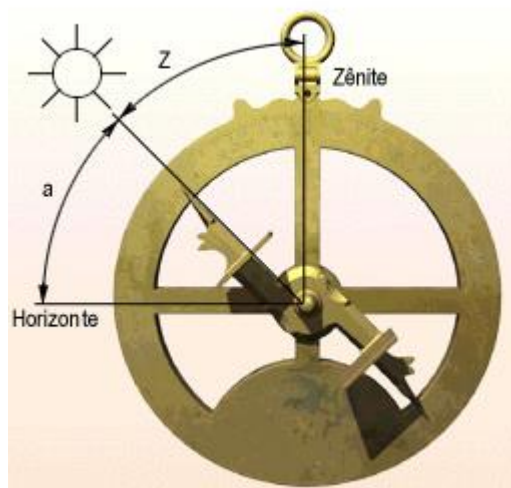
Objetivos: determinar a altura do Sol por meio do uso do astrolábio náutico.

Público-alvo: licenciandos em Matemática da UECE.

Metodologia: estruturada pelas propostas da UBP.

Problematização histórica: o astrolábio náutico português, descrito no tratado *Arte de Navegar* (1606), por Simão d'Oliveira, era utilizado para a determinação da latitude de uma embarcação em alto-mar, por meio da mensuração da distância zenital por leitura direta (portanto, com o zero inscrito no ponto pelo qual passava a vertical de suspensão do instrumento) ou da altura dos astros nas navegações, em particular, a do Sol, com suas declinações. A distância zenital seria o ângulo que se forma entre o “ponto que está sendo observado e o zênite do observador, e a altura do astro é um ângulo, e como se faz as medições em relação a vertical, sempre é calculado o complemento da altura, ou seja, para ter a altura basta fazer a diferença entre 90° e a distância zenital” (Figura 1) (SARAIVA JUNIOR, 2016, p. 25). O zênite seria “um ponto localizado exatamente acima da cabeça do observador, formando entre a cabeça do observador e esse ponto uma semirreta perpendicular ao ponto de observação, para ser mais preciso, é perpendicular à reta tangente ao ponto de observação” (SARAIVA JUNIOR, 2016, p. 25).

Figura 1 (da UBP 1) – Distância zenital por meio do uso do astrolábio náutico

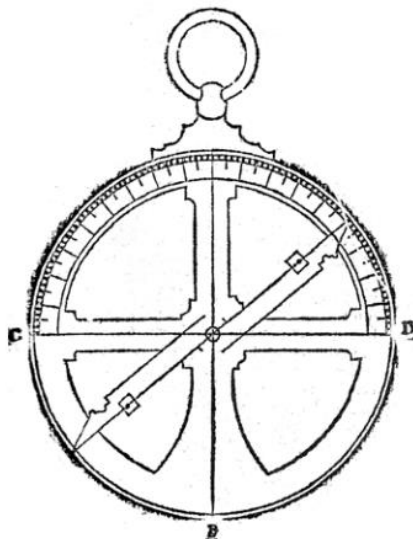


Fonte: Cintra e Cintra (2020).

Antes de iniciar a descrição acerca da utilização do astrolábio náutico para determinação da altura do Sol, que está contida no capítulo V do quarto livro (Figura 2), Oliveira (1606, p. 91-92) caracteriza o instrumento da seguinte maneira:

Tomando a altura do Sol antes ou depois do meio dia, representa o astrolábio o Círculo vertical em que o Sol está, mas tomando-a ao meio dia representa o meridiano: a linha C, D, o Horizonte, A, B, o seu eixo, ou linha do Zênite e Nadir, o ponto A, o Zênite, B, o Nadir, seu Centro o Centro do mundo, a Diotra uma linha direita tirada do Centro do mundo pelo centro do Sol.

Figura 2 (da UBP 1) – Astrolábio náutico



Fonte: Gesteira (2014).

Desse modo, segundo Oliveira (1606, p. 92), o uso do astrolábio náutico se dava da seguinte maneira:

A altura do Sol é a elevação do seu Centro sobre o Horizonte contada no meridiano do lugar onde se faz a observação e alcançar-se-á desta maneira. Pendurado o astrolábio pelo anel em o dedo polegar, ou indicador da mão direita ou esquerda, de maneira, que fique pendendo livremente, vire-se com um lado para o sol, de sorte, que entre o raio dele pelos dois buracinhos mais pequenos que nas pínulas estão, pelo o qual se levantará ou se abaixará a diotra, segundo a necessidade o pedir, e logo se notará o grau que a linha da confiança ou o ponto da diotra mostrar na graduação, por que o número dos graus que houver desta dita linha até o zênite, esta será a distância que o sol naquele tempo tem do zênite, e o que lhe faltar será 90°, que farão os que ficarem compreendidos entre a linha da confiança, e a do horizonte, será a altura que se busca. Porém a quer serve o navegante é só a meridiana, a qual é a maior que o sol em qualquer dia tem não sendo sempre uma mesma, mas todos os dias diversa, crescendo ou minguando segundo a parte do zodíaco em que o sol anda.

Descrevendo de forma didática e em linhas gerais, o modo de uso do astrolábio náutico exposto por Oliveira (1606) seria assim: o observador suspende livremente o astrolábio náutico pela sua argola de sustentação, colocando-o na posição vertical. Após, gira-se a dioptra na roda graduada de modo que a luz do Sol passe pelas pínulas. A leitura, realizada pela dioptra na graduação da roda, indica a distância zenital do Sol em graus, formando um ângulo. Esse é o ângulo formado pela vertical de suspensão do seu eixo (linha C, D na imagem) com a linha de

fé do astrolábio (linha A, B na imagem). A altura do Sol é o ângulo do Sol acima do horizonte. De posse do conhecimento da distância zenital mensurada pelo instrumento, quando o Sol passa pelo meridiano (meio-dia solar), é possível a realização do cálculo da latitude do lugar desde que se possua uma tabela de declinações.

Problematização atual: tendo em mãos o astrolábio náutico, imagine que você é um aspirante a piloto de alguma embarcação durante o início do século XVII e, até o momento, somente compreende a utilização puramente teórica do instrumento após ter lido o tratado *Arte de Navegar* (1606), escrito por Simão d'Oliveira e, agora, pretende mobilizar os conhecimentos adquiridos praticando o modo de uso do astrolábio, antes de exercer o seu ofício. Para isso, dirija-se à praça rotatória da Universidade Estadual do Ceará, pois esse é um local que pode favorecer o uso do astrolábio náutico, tendo em vista que, para o instrumento fornecer a altura do Sol acima da linha do horizonte, ele deve ser posto sobre a incidência direta dos raios solares.

Questionamentos:

1. Com os seus conhecimentos acerca do astrolábio náutico, você saberia descrever quais são os componentes desse instrumento, bem como a função de cada um deles? Explane.
2. Para que era utilizado o astrolábio náutico? Como eram realizados os procedimentos de uso do instrumento?
3. Quais conhecimentos da Astronomia estão presentes no instrumento físico e no uso do astrolábio náutico? Conceitue-os.
4. Existem conhecimentos geométricos que possam ser mobilizados no processo de utilização do astrolábio náutico? Se sim, quais são eles?
5. As orientações encontradas no tratado *Arte de Navegar* (1606) para determinação da altura do Sol por meio do uso do instrumento astrolábio náutico estão compreensíveis para o cumprimento desse propósito? Discuta a adequação dessas orientações quando postas em prática, seus fundamentos, assim como os problemas técnicos que poderiam surgir e as possíveis maneiras de solucioná-los durante o uso do astrolábio em alto-mar.
6. Atualmente, dispomos de diversas técnicas, artefatos tecnológicos e conhecimentos mais sofisticados do que esse instrumento náutico bastante utilizado na marinharia entre os séculos XVI e XVII. Assim, descreva quais as outras possíveis práticas poderiam ser utilizadas para cumprir a função do uso do astrolábio náutico.

REFERÊNCIAS

CINTRA, J. P.; CINTRA, A. P. O Dia do Cartógrafo, a Reforma do Calendário e a Primeira Medição de Latitude no Brasil. **Rev. Bras. Cartogr.**, v. 72, n. 3, 2020.

GESTEIRA, H. M. O astrolábio, o mar e o Império. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 21, p. 1011-1027, 2014.

OLIVEIRA, S. **Arte de Navegar**. Lisboa: Oficina de Pedro Crasbeeck, 1606.

SARAIVA JUNIOR, E. DE O. ASTROLÁBIO: Calcular a Latitude com o Sol e a tabela de declinação ou com a Estrela Polar. **PROFMAT-IMP**A, 2016. Disponível em: <https://impa.br/wp-content/uploads/2016/12/TCC_Emidio_de_Oliveira_Saraiva_Jr.pdf>. Acesso em: 9 de Jan. de 2023

UBP 2: Aplicando o astrolábio na mensuração da altura do Farol da Senhora da Luz em Portugal

Introdução: esta UBP foi elaborada a partir de uma descrição do uso do instrumento astrolábio náutico para determinação da altura do Sol. No entanto, o instrumento era bastante utilizado para determinar a altura de construções. Desse modo, convidamos os licenciandos em Matemática ao ato de reflexão e de mobilização dos conhecimentos teóricos para a determinação da altura do Farol da Senhora da Luz.

Conteúdos: altura, distância, ângulo e graus.

Objetivos: determinar a altura do Farol da Senhora da Luz por meio do uso do astrolábio náutico.

Público-alvo: licenciandos em matemática da UECE.

Metodologia: estruturada pelas propostas da UBP.

Problematização histórica: no quarto livro, capítulo 5, do tratado Arte de Navegar (1606, p. 92), publicado por Simão d'Oliveira, é descrito o processo de uso do instrumento astrolábio náutico:

A altura do Sol é a elevação do seu Centro sobre o Horizonte contada no meridiano do lugar onde se faz a observação e alcançar-se-á desta maneira. Pendurado o astrolábio pelo anel em o dedo polegar, ou indicador da mão direita ou esquerda, de maneira, que fique pendendo livremente, vire-se com um lado para o sol, de sorte, que entre o raio dele pelos dois buracinhos mais pequenos que nas pínulas estão, pelo o qual se levantará ou se abaixará a diotra, segundo a necessidade o pedir, e logo se notará o grau que a linha da confiança ou o ponto da diotra mostrar na graduação, por que o número dos graus que houver desta dita linha até o zênite, esta será a distância que o sol naquele tempo tem do zênite, e o que lhe faltar será 90°, que farão os que ficarem compreendidos entre a linha da confiança, e a do horizonte, será a altura que se busca. Porém a que serve o navegante é só a meridiana, a qual é a maior que o sol em qualquer dia tem não sendo sempre uma mesma, mas todos os dias diversa, crescendo ou mingando segundo a parte do zodíaco em que o sol anda.

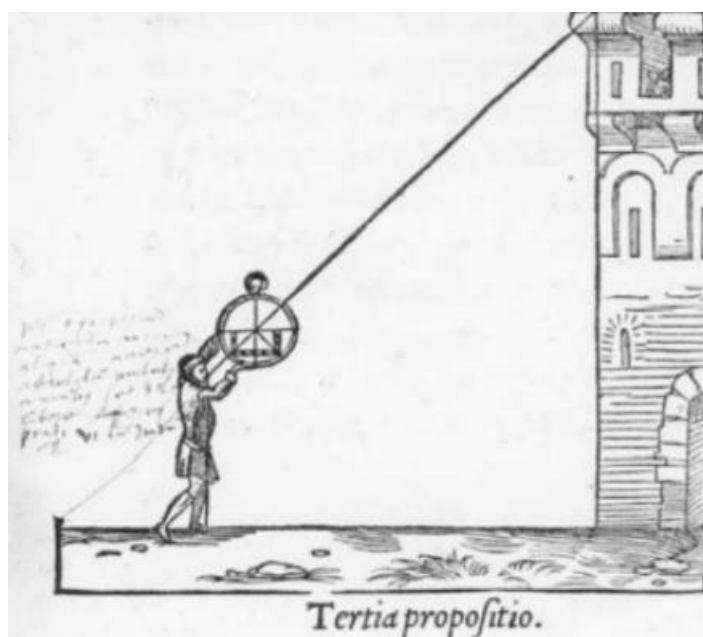
No entanto, é importante ressaltar que o astrolábio, segundo Seed (1999), existe desde

a antiguidade, tendo o mesmo chegado em Portugal por intermédio de astrônomos, matemáticos e médicos de origem islâmica e judaica. Estando em Portugal, o instrumento foi adaptado para uso em marinharia, pois o balançar dos navios em alto-mar impossibilitava a utilização desse instrumento, que era usado em terra e, somente após as adaptações realizadas pelos portugueses, foi possível utilizá-lo nas navegações. Mas não foi somente essa modificação realizada, já que “em vez de ser planisférico, fabricado para observação noturna das estrelas, passou a ter a forma anelada, viabilizando a observação do Sol” (GESTEIRA, 2014, p. 1020), uma vez que era possível tomar a altura do astro sem a necessidade de olhá-lo diretamente. O que chama a atenção dos historiadores é a relação entre o astrolábio náutico e a glória de Portugal devido às suas conquistas ultramarinas. O que podemos observar na citação abaixo:

Finalmente, afirmou que o instrumento foi inventado em Portugal, em tempo del Rei D. João II, por mestre Rodrigo, e mestre José, seus médicos, e por Martim de Bohemia, discípulo do grande João de Monte Regio, e por meio deste instrumento, feito a princípio de pau, é que os portugueses empreenderam os descobrimentos de terras incógnitas, e os conseguiram com grande glória sua (PIMENTEL, 1819, p.15).

Em suma, o instrumento astrolábio, ao longo do tempo, acumulou diversas funções e, em uma tradução literal, significa “buscador de estrelas”. Na Astronomia, o astrolábio foi utilizado para determinar a altitude dos astros. Todavia, ele também foi bastante usado para determinação da hora, profundidade de poços, auxílio nas navegações e para a realização de cálculos da altura de construções (Figura 1).

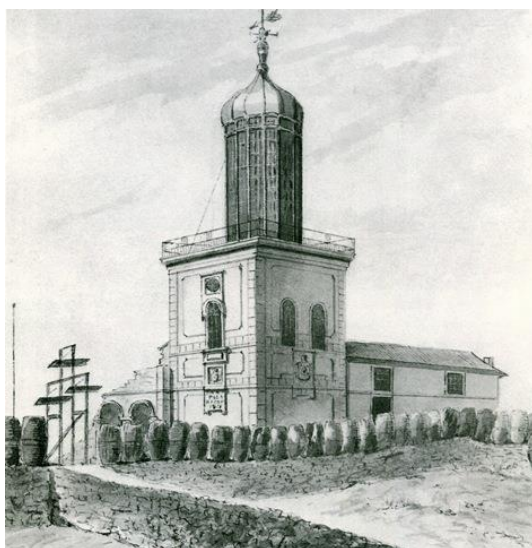
Figura 1 (da UBP 2) – Medindo a altura de um edifício por meio do uso do astrolábio



Fonte: Winterburn (2005, p. s/f).

Problematização atual: imagine que você é um engenheiro civil e foi contratado pelo governo de Portugal para reformar o Farol da Senhora da Luz, que se localiza no Monte da Luz, Portugal (Figura 2). Para iniciar o seu trabalho, é necessário saber a altura do Farol, porém, inicialmente, você não consegue ter acesso ao topo do farol. Você está apenas de posse de dois instrumentos matemáticos, o astrolábio náutico e um outro artefato capaz de medir distâncias. No entanto, você sabe que o astrolábio, entre as diversas funções que possui, também pode ser utilizado para mensurar a altura de construções. Mãos à obra!

Figura 2 (da UBP 2) – Farol da Senhora da Luz



Fonte: Monumentos desaparecidos blogspot¹⁷.

Questionamentos:

1. Por meio das orientações acerca do uso do astrolábio náutico para determinação da altura do Sol, descritas por Oliveira (1606), você é capaz de translacionar essas informações para mensurar a altura do Farol da Senhora da Luz? Se sim, descreva o processo de mobilização do conhecimento.
2. A partir da manipulação do astrolábio para mensurar a altura do Farol da Senhora da Luz, quais conhecimentos geométricos você utilizou? Matematize-os em uma folha de rascunho.

¹⁷ Disponível em: <<https://monumentosdesaparecidos.blogspot.com/2015/02/farol-de-nossa-senhora-da-luz-porto.html>>. Acesso em: 9 de Jan. 2023.

REFERÊNCIAS

GESTEIRA, H. M. O astrolábio, o mar e o Império. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 21, p. 1011-1027, 2014.

PIMENTEL, M. **Arte prática de navegar e regimento de pilotos repartido em duas partes a primeira propositiva em que se propõem alguns princípios para melhor inteligência das regras de navegação**: a segunda operativa em que se ensinam as mesmas regras para a prática: juntamente os roteiros das navegações das conquistas de Portugal, e Castela. Lisboa: Antonio Craesbeeck de Melo, 1681.

OLIVEIRA, S. **Arte de Navegar**. Lisboa: Oficina de Pedro Crasbeeck, 1606.

SEED, P. **Cerimônias de posse na conquista europeia do Novo Mundo (1492-1640)**. São Paulo: Unesp, 1999.

A UBP 1: “O uso do instrumento astrolábio náutico para determinação da altura do Sol” e a UBP 2: “Aplicando o astrolábio na mensuração da altura do Farol da Senhora da Luz em Portugal”, aqui apresentadas, foram analisadas na seção 6. Já na seção a seguir, será descrita a metodologia utilizada na presente pesquisa.

5 ELEMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Para um adequado desenvolvimento da pesquisa científica, torna-se necessário que esta siga uma estrutura previamente definida, tendo como uma das etapas a construção metodológica, a qual o pesquisador utilizará como base para guiar-se ao longo do seu estudo (FIORENTINI; LORENZATO, 2006; ALVES, 2019). Assim, caracterizar a pesquisa, estruturar um caminho metodológico a ser seguido, definir o *lócus*, o público-alvo e estabelecer instrumentos e métodos para a coleta e o registro de dados são alguns dos procedimentos a serem adotados.

Nesta seção, são apresentados os elementos metodológicos para alcançar o objeto de estudo desta pesquisa, mais especificamente, os conhecimentos geométricos mobilizados por meio do uso do astrolábio náutico. Inicialmente, na subseção 5.1, sugere-se a caracterização da pesquisa, na qual estão expostos os pressupostos teóricos e metodológicos que direcionaram este estudo. Na subseção 5.2, é definido o *lócus*, o público-alvo, bem como os instrumentos e os métodos de coleta de dados para, posteriormente, definir o curso de formação universitária, o qual esteve direcionado para a formação dos licenciandos em Matemática, da Universidade Estadual do Ceará.

Por fim, nas subseções 5.2.2 e 5.2.3, é caracterizado o desenvolvimento do processo de coleta de dados: instrumentos de coleta e registro de dados e também a descrição do curso de formação universitária: o conceito de atividade, o tratamento didático, a intencionalidade, o plano de ação, respectivamente.

5.1 Caracterização da pesquisa

Para o desenvolvimento de uma pesquisa, é preciso considerar alguns processos para a sua construção. Um deles baseia-se na identificação e na definição dos pressupostos teóricos e metodológicos que irão sustentar a investigação proposta. Por isso, para atingir o objeto do estudo, a metodologia da pesquisa utilizada é a etnográfica na pesquisa em educação, que, de acordo com André (2013) e Jardim (2013), é de natureza qualitativa e seus dados são oriundos, principalmente, da observação participativa e de entrevistas intensivas. Ou seja, caracteriza-se, essencialmente, por um contato direto entre o pesquisador e a situação pesquisada, possibilitando a reconstrução dos processos e as relações que configuram as experiências escolares diárias. Tal metodologia possui a finalidade de “compreender ‘de dentro’ os

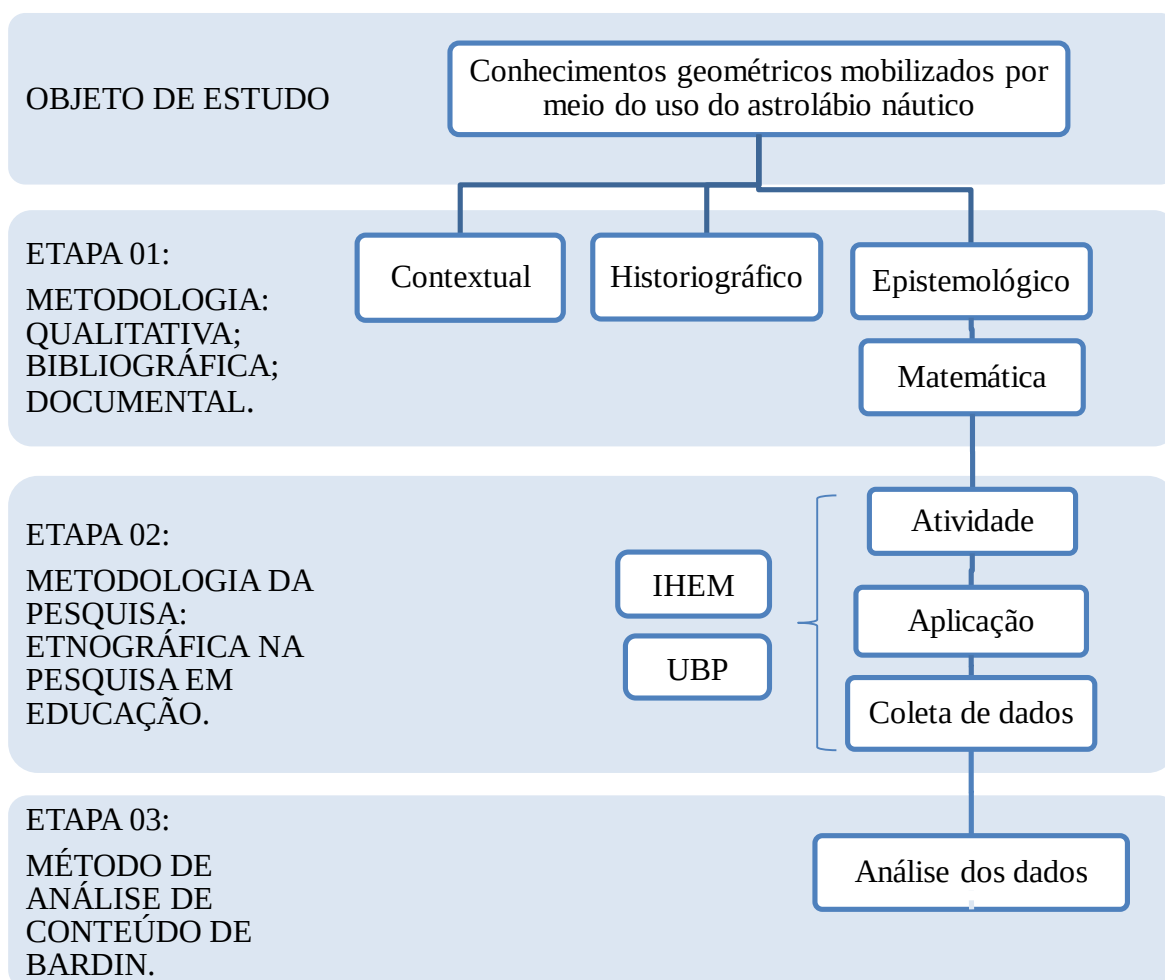
fenômenos educacionais. Pretende-se explicar a realidade com base na percepção, atribuição de significado e opinião dos ‘atores’, das pessoas que nela participam” (ESTEBAN, 2010, p. 163-164).

Dessa forma, segundo Jardim (2013, p. 7227), a Etnografia pode favorecer o enriquecimento da intervenção educativa, pois “contribui para a descoberta da complexidade dos fenômenos educacionais e possibilita um conhecimento real e profundo dos mesmos, possibilitando a introdução de reformas, inovações e tomadas de decisão”. No entanto, ressalta-se que o presente estudo não se pauta na Etnografia voltada para a análise de culturas remotas, finalidade para qual foi inicialmente desenvolvida, mas sim para os traços relacionados à sua atuação na educação, como já é utilizada nas últimas três décadas (JARDIM, 2013).

Dito isso, para André (2013), torna-se importante destacar algumas características da Etnografia, tais como: I) uso de técnicas específicas de coleta de dados, que, nesta pesquisa, relacionaram-se à observação e à análise de documentos; II) interação entre o investigador e o investigado, em que se considera o pesquisador como o principal instrumento de coleta de dados, pois ele atua de maneira ativa diante das situações que o cercam e as modifica, caso seja necessário; III) trabalho de campo; IV) descrição, na qual o pesquisador utiliza dados descritivos referentes a indivíduos, ambientes, diálogos, entre outros; e V) concepção de hipóteses, conceitos e aventações, que consistem em um plano maleável, cujo foco de investigação é constantemente revisado.

Tendo como base essas cinco características, a pesquisa foi estruturada nas seguintes etapas demonstradas na Figura 18:

Figura 18 - Organização metodológica



Fonte: Elaborada pela autora.

Analizando a Figura 18, na primeira etapa, trabalhou-se com uma abordagem qualitativa. De acordo com Lüdke e André (2013), tal perspectiva possibilita um contato direto entre o pesquisador e o ambiente, bem como com a situação da pesquisa. Os autores ainda enfatizam que os dados coletados são, em sua maioria, descritivos e que o pesquisador possui lugar privilegiado na investigação, deixando clara a devida relevância dos significados que os sujeitos dão às coisas, assim como é dada uma maior importância ao processo do que ao produto da pesquisa.

Para desenvolver a primeira etapa descrita na Figura 18, partiu-se para um levantamento de materiais, que, segundo Marconi e Lakatos (2003), é a primeira ação a ser realizada ao se iniciar uma pesquisa científica e pode ser feito por meio de duas técnicas: uma pesquisa bibliográfica e uma de cunho documental.

À vista disso, pode-se alegar que toda pesquisa realizada é, de certa maneira, bibliográfica, pois:

[...] abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, material cartográfico etc., até meios de comunicação orais: rádio, gravações em fita magnética e audiovisuais: filmes e televisão (MARCONI; LAKATOS, 2003, p. 182).

As pesquisas de cunho bibliográfico assemelham-se às documentais, entretanto, a diferença entre elas é a natureza das fontes. Enquanto a pesquisa bibliográfica é realizada tendo-se como base materiais já elaborados, fundamentalmente de contribuições de vários autores, “[...] a pesquisa documental vale-se de materiais que não receberam ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetos da pesquisa” (GIL, 2010, p. 45). Logo, a pesquisa documental corresponde a um intenso e vasto exame de diversos materiais, os quais ainda não passaram por nenhuma análise ou que ainda podem ser reanalisados, buscando-se outras interpretações e informações complementares que, em consonância com Kripka, Scheller e Bonotto (2015, p. 244):

Assim, pode-se dizer que a pesquisa documental é aquela em que os dados obtidos são estritamente provenientes de documentos, com o objetivo de extrair informações neles contidas, afim de compreender um fenômeno. O método utilizado para analisar os documentos chama-se de “método de análise documental”. A pesquisa documental é um procedimento que se utiliza de métodos e técnicas para a apreensão, compreensão e análise de documentos dos mais variados tipos. Ainda, uma pesquisa é caracterizada como documental quando essa for a única abordagem qualitativa, sendo usada como método autônomo. Porém, também é possível utilizar documentos e análise de documentos como estratégias complementares a outros métodos.

Tais materiais, descritos no texto anterior, são essencialmente documentos, escritos ou não, que se constituem como “fontes primárias” (MARCONI; LAKATOS, 2003). Torna-se relevante frisar que a fonte primária, consoante Silva (2018, p. 41), é “[...] aquela que está sendo analisada, independentemente de ser um documento ou um texto original”. Desse modo, qualquer documento que seja utilizado como base de investigação em uma pesquisa conceitua-se como uma fonte primária.

A pesquisa de cunho documental contribui expressivamente com o levantamento de dados e, em conformidade com Gil (2010, p. 87), através dela, seguindo-se algumas fases, torna-se possível: “a) determinação dos objetivos; b) elaboração do plano de trabalho; c) identificação das fontes; d) localização das fontes e obtenção do material [...]”.

De acordo com essas fases de organização sugeridas por Gil (2010), ao determinar-se o objetivo em uma pesquisa documental, ocorre uma aproximação com o objeto do estudo, pois desenvolve-se tendo como base a investigação de um documento histórico para a elaboração da pesquisa como um todo. Destarte, definiu-se o objetivo buscando, em âmbito geral, saber como os conhecimentos geométricos incorporados no astrolábio náutico são mobilizados por meio do seu uso em uma IHEM.

Relativamente à fase do plano de trabalho, estabelecida por Gil (2010), esta relaciona-se ao caminho metodológico determinado para a identificação, a seleção e o tratamento das fontes documentais a serem usadas no trabalho científico. Conforme Saito (2015, p. 27), esses documentos constituem “[...] não só livros e tratados, mas também cartas, manuscritos, minutas e outros documentos não só escritos, mas também aqueles da cultura material, tais como instrumentos, monumentos, máquinas etc.”.

Mencionados os tipos possíveis de documentos a serem utilizados em um estudo, a fase seguinte descrita por Gil (2010) é a realização da seleção. Essa etapa foi pautada nos pressupostos do desenvolvimento de uma interface de Saito e Dias (2013a), pois o primeiro movimento que se faz é o movimento das três esferas (contextual, historiográfico e epistemológico), como observa-se na Figura 18. Assim, o tratado *Arte de Navegar*, publicado em 1606, por Simão d’Oliveira, tornou-se, para esta pesquisa, a fonte primária, uma vez que, por meio dele, iniciaram-se as investigações a respeito do instrumento astrolábio náutico.

Por essa razão, entende-se o presente estudo em uma concepção multirreferencial, que Borba (1998) conceitua como “bricolagem”, a qual possui a capacidade de utilizar distintas abordagens de pesquisa, além de construtos teóricos múltiplos. Ainda, nas palavras de Borba (1998, p. 17), possibilita somar diferentes metodologias em um mesmo trabalho científico, como também chama a atenção para o fato de que é necessário sair da zona de conforto, criada pelas metodologias prontas, seria o “[...] fazer ciência, o criar, o construir ciência que definirá a “composição” (a bricolagem) metodológica. É na construção do campo de pesquisa que se define a elaboração (in loco) das metodologias (a composição inteligente das mesmas) e não o inverso”.

A segunda etapa, a qual está relacionada ao processo de desenvolvimento desta pesquisa, contém a descrição das atividades, a aplicação e a coleta de dados. Essa etapa pode ser observada na Figura 18 e será descrita nas próximas subseções.

5.2 *Lócus*, público-alvo e coleta de dados

Objetivando a realização do desenvolvimento da segunda etapa desta pesquisa (Figura 18), nesta subseção, foi definido o *lócus*, o público-alvo e a coleta dados – definição dos instrumentos e métodos para a coleta e o registro de dados, bem como realizou-se a descrição do curso de formação universitária. Evidencia-se que esta pesquisa foi desenvolvida em um curso de formação universitária, direcionado para licenciandos em Matemática, meio pelo qual o futuro professor pode conseguir novos conhecimentos para compor sua prática profissional.

5.2.1 *Lócus e público-alvo*

O curso de formação universitária foi ministrado no Laboratório de Matemática e Ensino, que se localiza na Universidade Estadual do Ceará (UECE), *Campus Itaperi*, em Fortaleza/CE. A definição desse *lócus* objetivou atender a uma demanda de discentes em Matemática, que se encontravam em formação inicial dentro dessa instituição de Ensino Superior.

O Laboratório de Matemática e Ensino Professor Bernardo Rodrigues Torres (LAbMATEn/UECE) estabeleceu-se no ano de 1998 por intermédio de uma junta de docentes, os quais compartilhavam de uma mesma preocupação, a qualidade da educação no ensino de Ciências e Matemática. Assim, o curso de Licenciatura em Matemática passou a compor, em sua grade curricular, a disciplina de Laboratório de Matemática (PEREIRA; VASCONCELOS, 2014).

Pode-se perceber que o Laboratório de Matemática e Ensino é um espaço promissor tanto para a aprendizagem quanto para o desenvolvimento de atividades envolvendo o curso de formação universitária proposto na presente pesquisa. Para a aplicação do curso de formação universitária, o público-alvo foi composto de alunos do Curso de Licenciatura em Matemática, da Universidade Estadual do Ceará (UECE). Os alunos foram convidados a participar do curso, em um período fora do horário de aula, de maneira extracurricular à sua formação, desde que possuíssem interesse e disponibilidade para estarem presentes em todos os encontros.

Portanto, foram ofertadas 12 vagas para os participantes, sendo que apenas 10 discentes concluíram o curso. Desses dez alunos, sete eram do sexo masculino e três do sexo feminino, com idades entre 19 e 33 anos e estavam no Curso de Licenciatura em Matemática a partir do segundo semestre. Vale salientar que, entre os dez licenciandos, sete haviam cursado a

disciplina de História da Matemática e participaram de algum curso de extensão/oficina/palestra que abordou os recursos didáticos advindos da História da Matemática.

5.2.1.1 O curso de formação universitária

Com o objetivo de assegurar a validade da presente pesquisa e observar os aspectos éticos, submeteu-se a proposta ao site oficial da Plataforma Brasil para a obtenção do parecer favorável do Comitê de Ética e Pesquisa (CEP), tanto do IFCE¹⁸ sob Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE): Nº 55380021.2.0000.5589 e com o número do parecer: 5.439.338, como também da UECE¹⁹ sob o CAAE: Nº 55380021.2.3001.5534 e com o número do parecer: 5.601.277. A esta pesquisa, com base nas normas da instituição proponente (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE), foram anexados alguns documentos, como, por exemplo, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)²⁰. Tais procedimentos burocráticos foram estritamente necessários, uma vez que a aplicação da atividade proposta foi com seres humanos, mais especificamente, durante a formação inicial de professores de Matemática.

O curso de formação universitária, desenvolvido no presente estudo, teve por título: “Mobilizando os conhecimentos geométricos por meio do uso do instrumento astrolábio náutico” e ocorreu entre os dias 18 e 26 de julho de 2022, das 08h às 12h, totalizando uma carga horária de 30 horas/aula (28 horas/aula presenciais e 2 horas/aula a distância) ministradas na UECE, *Campus Itaperi*, em Fortaleza. O detalhamento do programa de ensino do curso de formação está descrito no Apêndice B.

O curso foi realizado em parceria com o Grupo de Pesquisa em Educação e História da Matemática (GPEHM) e com a coordenadoria da graduação da Licenciatura em Matemática da UECE, que disponibilizou o espaço físico, no qual os encontros presenciais ocorreram. No Quadro 3, está disposto o cronograma dos dias de aula, além dos conteúdos abordados em cada momento.

Quadro 3 - Cronograma de aulas presenciais

Horas/aula	Data		Conteúdo – Plano de Aulas
30h/a*	Seg	18/07	- Apresentação do curso de formação universitária. - Contexto histórico dos conhecimentos geométricos durante as navegações portuguesas dos séculos XVI e XVII.

¹⁸ Vide no Anexo A o parecer consubstanciado do CEP IFCE.

¹⁹ Vide no Anexo B o parecer consubstanciado do CEP UECE.

²⁰ Vide no Apêndice A o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

			- Algumas considerações sobre o instrumento astrolábio náutico.
	<i>Ter</i>	19/07	- Aspectos da vida de Simão d'Oliveira e da obra <i>Arte de Navegar</i> (1606). - Conhecendo os instrumentos náuticos contidos no documento original <i>Arte de Navegar</i> (1606).
	<i>Qua</i>	20/07	- O estudo das partes que compõem o astrolábio náutico a partir de uma leitura da construção.
	<i>Qui</i>	21/07	- O uso do astrolábio náutico.
	<i>Sex</i>	22/07	- Realização de uma aplicação utilizando o astrolábio náutico português, de modo a avaliar os conhecimentos geométrico mobilizados e previamente conhecidos.
	<i>Seg</i>	25/07	- Estudo da aplicação do astrolábio náutico por meio de uma Unidade Básica de Problematização em uma Interface entre História e Ensino de Matemática (IHEM).
	<i>Ter</i>	26/07	- Discussões gerais sobre o instrumento e sua aplicação.

*30 horas/aula, sendo 28 horas/aula presenciais e 2 horas/aula a distância.

Fonte: Elaborado pela autora.

Essa proposta, descrita no Quadro 3, tem como base os recentes estudos acerca da construção de uma interface entre história e ensino de Matemática, sob uma perspectiva historiográfica atualizada, como os de Pereira e Saito (2019a, 2019b) e teve como principal finalidade mobilizar os conhecimentos geométricos por meio do uso do instrumento astrolábio náutico, descrito no tratado *Arte de Navegar* do português Simão d'Oliveira.

5.2.2 Coleta de dados: instrumentos de coleta e registro de dados

Tendo-se como base a metodologia etnográfica na pesquisa em educação, os instrumentos de registro e de coleta de dados propiciados por ela foram: observação, relatórios (registro dos participantes), gravação de áudios, vídeos e fotos (ANDRÉ, 2013). Esses instrumentos foram utilizados, pois, através deles, foi possível obter as características do grupo de indivíduos que se estava estudando.

Em relação à observação, de acordo com André (2013, p. 24), “[...] é chamada de participante porque parte do princípio de que o pesquisador tem sempre um grau de interação com a situação estudada, afetando-a e sendo por ela afetado”.

Os materiais que foram produzidos durante todo o processo de constituição do presente estudo, tendo como finalidade auxiliar na compreensão do que se está investigando, foram denominados de relatórios.

A gravação de áudios foi feita com a intenção de captar, na fala dos participantes, informações que pudessem complementar os relatórios. Para cada grupo composto durante o

curso de formação, foi disponibilizado um *smartphone* para a realização de gravações relacionadas às discussões entre os participantes.

As gravações de vídeos também foram utilizadas, pois, por se tratar de um estudo que envolve o uso de um instrumento, é interessante analisar a postura dos indivíduos que estiveram participando, bem como as escolhas realizadas por eles durante o uso do astrolábio náutico. Desse modo, foram utilizados *smartphones* e 2 câmeras de vídeos, posicionadas de forma estratégica, de maneira a obter todos os movimentos realizados por cada participante, para ajudar no processo de observação.

Os instrumentos de coleta de dados foram aplicados após a autorização do Comitê de Ética do IFCE e da UECE, assim como o consentimento dos participantes mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

5.2.3 Descrição do curso de formação universitária: o conceito de atividade, o tratamento didático, a intencionalidade, o plano de ação e o desenvolvimento

É importante ressaltar que, antes de iniciar o processo de desenvolvimento de uma atividade didática, é imprescindível compreender o que é o conceito de atividade. Conforme Saito e Dias (2013, p. 6):

[...] a atividade resultante da interface “busca refletir o processo da produção do conhecimento que, dependendo da intencionalidade do educador, poderá ser orientada para diferentes propostas de ensino”. Nesse particular, os autores propõem que a organização dessas atividades seja feita observando-se três etapas interrelacionadas: 1) o tratamento didático do documento; 2) a intencionalidade e plano de ação; e 3) o desenvolvimento.

Para a construção de uma atividade didática seguindo os pressupostos da construção de uma IHEM, inicialmente, tem-se a realização do adequado tratamento didático que consiste em “[...] tratar o texto de acordo com os propósitos didáticos, sem invadir o texto” (SAITO; DIAS, 2013, p. 102), como pode-se observar a seguir:

O tratamento didático está relacionado à forma pela qual o documento será apresentado ao docente e/ou discente, levando-se em consideração o objetivo que se tem em utilizá-lo, o público-alvo e o tempo disponível para o desenvolvimento da atividade por meio dele, entre outros aspectos de ordem didática. Saito e Dias (2013) enfatizam que os aspectos como a tradução do texto para a língua portuguesa, utilização de imagens do texto e esquemas, relevância de termos, expressões e/ou nomes de objetos, entre outros, dependendo da intencionalidade, são importantes na etapa do tratamento didático (SAITO; DIAS, 2013, p. 6).

Ou seja, em consonância com o texto anterior, em linhas gerais, é essencial adaptar o material a partir da finalidade da atividade a ser proposta, entretanto, sem descaracterizar esse material. Ainda, consoante Saito e Dias (2013, p. 102-103), é nesse momento que:

O estudante pode, minimamente, apreender que as formas de expressão não são fixas. Essas formas e a língua variam e mostram aspectos do caráter histórico da produção de conhecimento. Além disso, a organização das ideias no que se refere aos conceitos matemáticos não é propriamente didática, como em livros didáticos. Tal organização reflete um contexto histórico, social e cultural que permite ao estudante identificar a necessidade do conhecimento matemático, bem como sua relação com outros conhecimentos, como das artes, da Física, da Química, da linguagem etc., como, por exemplo, os refletidos nas imagens, no material para confecção do instrumento, nos elementos discursivos etc. (SAITO; DIAS, 2013, p.102-103).

Nessa conjuntura, torna-se relevante realizar o tratamento didático dos documentos históricos, visto que nem sempre eles, em seu formato original, podem ser entendidos completamente pelos alunos em sala de aula. Isto é, esse procedimento irá auxiliar no processo de compreensão dos conceitos matemáticos, uma vez que, em tais documentos, não existe uma estrutura tal qual observa-se nos livros didáticos atuais.

No caso do tratado aqui estudado, a *Arte de Navegar* (1606), não foi preciso realizar uma tradução, pois a obra se encontra escrita em português de Portugal. Entretanto, foi necessária a realização de uma adaptação da escrita do texto, com o objetivo de facilitar, para o público-alvo, o entendimento daquilo que se estava objetivando realizar com o determinado texto.

Posteriormente, quando se parte para a intencionalidade e o plano de ação, o investigador/pesquisador direciona sua atenção para o processo de ensino da atividade didática, que está relacionada à organização de como ela será utilizada e de como essa atividade poderá ser potencialmente didática para o ensino. É importante determinar o objetivo e escolher quais são os detalhes relativos à aplicação da atividade, tais como: o tipo – uma aula, oficina ou minicurso; o tempo; o local; o público-alvo, entre outros de ordem organizacional.

Uma vez que a intenção foi definida, passa-se para a realização do planejamento da execução e para a aplicação das atividades. De acordo com os pressupostos para o desenvolvimento da interface, a etapa do plano de ação é conceituada por Pereira e Saito (2019a, p. 349) como sendo:

Assim, uma vez delineada a intenção pela qual atividade foi elaborada, parte-se para o plano de ação, que consiste em planejar a aplicação das atividades. É por meio deste planejamento que a ação é orientada tendo em vista a prática em sala de aula.

Como pode-se verificar, o plano de ação nada mais é do que a realização de um adequado planejamento, o qual objetivará propiciar um ambiente favorável para a aplicação das atividades. Destarte, com base nesses pressupostos, foi elaborado um plano de ação para o desenvolvimento do curso de extensão universitária, conforme está descrito no Quadro 4:

Quadro 4 – Sistematização geral do plano de ação do curso de formação universitária

TÍTULO DO CURSO:	Mobilizando os conhecimentos geométricos por meio do uso do instrumento astrolábio náutico.	
OBJETIVO GERAL:	Articular e mobilizar os conhecimentos geométricos a partir de textos sobre a construção e o uso do astrolábio náutico contido no tratado Arte de Navegar (1606), de Simão d'Oliveira.	
OBJETIVO ESPECÍFICO:	UNIDADE 1: Um estudo de aspectos relacionados à geometria prática e às navegações portuguesas entre os séculos XVI e XVII	- Compreender aspectos gerais do contexto das navegações e dos instrumentos náuticos durante os séculos XVI e XVII. - Conhecer os aspectos históricos da geometria prática durante as navegações portuguesas. - Entender algumas considerações históricas do instrumento astrolábio náutico, como parte integrante da geometria prática presente nas navegações portuguesas dos séculos XVI e XVII.
	UNIDADE 2: Simão d'Oliveira e o tratado Arte de Navegar (1606)	- Familiarizar os participantes acerca de alguns aspectos da vida de Simão d'Oliveira. - Ambientar os discentes com o documento original Arte de Navegar (1606), de modo a adentrar nos instrumentos náuticos inseridos nesse tratado.
	UNIDADE 3: O instrumento astrolábio náutico português contido no tratado Arte de Navegar (1606)	- Estudar as partes que compõem o astrolábio náutico português a partir da leitura da descrição fornecida no tratado Arte de Navegar (1606). - Reconhecer os conhecimentos geométricos implicados na construção e no uso do astrolábio náutico. - Compreender os conhecimentos geométricos no uso do astrolábio náutico em uma aplicação. - Utilizar o instrumento fornecido para realizar uma aplicação em situação-problema escolhida para os participantes.

Fonte: Elaborado pela autora.

É fundamental destacar que, para o plano de ação exposto no Quadro 4, a ser desenvolvido durante o curso, inicialmente, foi acordado com os participantes a organização dos mesmos em grupos. Os indivíduos foram divididos em três grupos: Grupo 1, 2 e 3, os quais formaram-se por 3, 3 e 4 participantes, respectivamente.

A divisão dos cursistas em grupos, para realizarem as atividades coletivamente, segundo Moura et al. (2016, p. 101), “[...] ancora o desenvolvimento das funções psíquicas superiores, ao configurar-se no espaço entre a atividade intersíquica e a atividade intrapsíquica”, o que é corroborado por Rubtsov (1996, p. 134), o qual relata que “a classe é dividida em diversos grupos, cada um dos quais tendo parte do problema a ser resolvido (isto é, um propõe o problema, outro o resolve, um terceiro testa a solução, outro, ainda, faz a avaliação). Assim, o trabalho essencial, tal como o planejamento ou o controle da atividade, [...]” é desenvolvido pelos sujeitos e não pelo docente.

Portanto, para classificar uma atividade de aprendizagem como coletiva, é necessário que a mesma contenha:

[...] a repartição das ações e das operações iniciais, segundo as condições da transformação comum do modelo construído no momento da atividade; a troca de modos de ação, determinada pela necessidade de introduzir diferentes modelos de ação, como meio de transformação comum do modelo; a compreensão mútua, permitindo obter uma relação entre, de um lado, a própria ação e seu resultado e, de outro, as ações de um dos participantes em relação a outro; a comunicação, assegurando a repartição, a troca e a compreensão mútua; o planejamento das ações individuais, levando em conta as ações dos parceiros com vistas a obter um resultado comum; a reflexão, permitindo ultrapassar os limites das ações individuais em relação ao esquema geral da atividade (assim, é graças à reflexão que se estabelece uma atitude crítica dos participantes com relação às suas ações, a fim de conseguir transformá-las, em função de seu conteúdo e da forma do trabalho em comum) (RUBTSOV, 1996, p. 136).

Posto isso, entende-se que, nas atividades coletivas, inicialmente, realizam-se as divisões das ações, em que cada indivíduo terá uma função, que poderá ou não ser alterada, a depender da necessidade proposta. Deve-se criar um ambiente propício para que haja uma compreensão e uma comunicação mútua entre os sujeitos, bem como para que seja possível estabelecer um adequado planejamento das ações entre eles. Ainda, em concordância com Rubtsov (1996), realizou-se a divisão das funções de cada participante em cada um dos grupos pré-estabelecidos da seguinte forma:

Facilitador – Certifica-se de que todos obtenham a ajuda de que precisam para realizar a tarefa; é responsável por procurar respostas para as perguntas dentro do grupo; o professor só é consultado apenas se ninguém do grupo puder ajudar. Verificador – Certifica-se de que todo mundo tenha completado seu relatório individual. Relator – É responsável por organizar o relatório do grupo e sua apresentação para a turma. Gerenciador de Materiais (monitor) – É responsável por obter materiais e recursos e por retirá-los adequadamente. Controlador de tempo – É responsável por regular o tempo da atividade proposta. Harmonizador – É responsável por resolver os possíveis conflitos que venham a existir no grupo (COHEN; LOTAN, 2017, p. 112).

No excerto anterior, verifica-se que existem seis funções a serem desempenhadas coletivamente, logo, cada integrante dos grupos teria a possibilidade de assumir até duas funções. Realizada essa etapa de organização do ambiente, seriam, então, iniciadas as atividades propostas para o dia. Enfatiza-se que, seguindo também as orientações de Rubtsov (1996, p. 134), em cada dia de curso, havia a troca da função/ação dos discentes, propiciando que eles desempenhassem distintos posicionamentos dentro dos grupos, pois “[...] uma nova distribuição das tarefas permitirá [...] experimentar todos os papéis envolvidos”.

Durante os primeiros quatro dias do curso, foram disponibilizados aos grupos cartões de recurso, os quais forneciam descrições acerca dos aspectos contextuais da vida e da obra de Simão d’Oliveira e sobre a construção e o uso do instrumento astrolábio náutico. Também foram entregues cartões de atividade, que estavam relacionados ao seu respectivo cartão de recurso, eles continham orientações metodológicas para o adequado desenvolvimento das atividades. No entanto, a partir do quinto dia, foram entregues as UBP para a resolução de suas problematizações entre os participantes das equipes.

No decorrer das atividades realizadas pelos cursistas, a docente observava os participantes, andando pela sala de aula, realizando anotações e estimulando os alunos a participarem ativamente com seus conhecimentos. Contudo, a professora não interferia nas discussões entre os sujeitos dos grupos, uma vez que essa atitude poderia vir a prejudicar diretamente no movimento do pensamento dos discentes, cabendo a ela apenas o ato de instigar problematizações a partir das ações, dos questionamentos e das certezas dos participantes (OLIVEIRA, 2019).

Ao final de cada dia do curso, como meio de coletar informações dos grupos, propôs-se aos discentes a entrega de materiais, os quais eram os produtos finais de cada atividade elaborada pela docente, que poderiam ser em formato de relatórios, cartazes, desenhos ou discussões em grupos, possibilitadas por meio da aplicação das UBP. Ademais, antes do encerramento do encontro do dia, era pedido aos participantes que preenchessem uma ficha de avaliação diária. A intenção era que os discentes apontassem quais foram os conhecimentos adquiridos e mobilizados nas atividades; o que funcionou ou não no decorrer delas e o que seria necessário (recurso didático, material concreto) para um pleno desenvolvimento da atividade proposta.

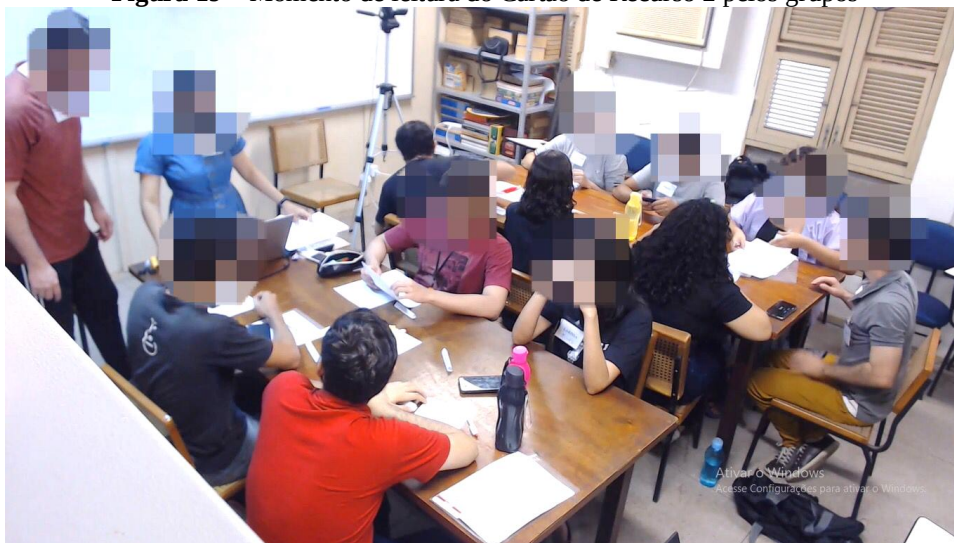
Estabelecidos os objetivos e direcionado o plano de ação, passa-se para o desenvolvimento, que se refere à aplicação da atividade didática. Segundo Pereira e Saito (2019a, p. 349), “nesta etapa, buscam-se considerar todas as variáveis delineadas no plano de

ação de modo a propor o ensino do conceito (ou algo relacionado a ele), bem como investigar sobre os processos de ensino e de aprendizagem que emergiram da interface entre história e ensino de matemática”.

Dessa maneira, as atividades didáticas, aplicadas no curso, representam, em conjunto, todas as ações tomadas pelos participantes e que tiveram um objetivo pré-estabelecido pela docente, ou seja, possuíam a finalidade de mobilizar conhecimentos geométricos pelo uso do instrumento astrolábio náutico.

No primeiro dia, 18 de julho de 2022, do curso de formação universitária, quando os discentes chegaram na sala de aula, a docente já os havia dividido, por ordem alfabética, em três grupos: Grupo 1, 2 e 3, com três, três e quatro alunos, respectivamente (Figura 19). Os integrantes de cada equipe receberam uma pasta organizadora contendo: cronograma e folder informativo do curso, lápis, borracha, caneta e crachás de identificação para facilitar a análise dos dados do presente estudo e a comunicação entre todos.

Figura 19 – Momento de leitura do Cartão de Recurso 2 pelos grupos



Fonte: Arquivo pessoal da autora (Grupo 1; Grupo 2; Grupo 3, 2022).

Uma réplica do instrumento astrolábio náutico também esteve presente nesses materiais fornecidos aos alunos, todavia, foi disponibilizada apenas para o uso em sala de aula em momentos oportunos (Figura 20). Tais réplicas só foram possíveis devido ao financiamento concedido pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), *Campus Fortaleza*, por intermédio da Profa. Dra. Ana Cláudia Mendonça Pinheiro em parceria com o Prof. Me. Rafael Vitor e Silva do Laboratório de Usinagem do IFCE, *Campus Sobral*.

Figura 20 – Réplica do instrumento astrolábio náutico



Fonte: Arquivo pessoal da autora (2022).

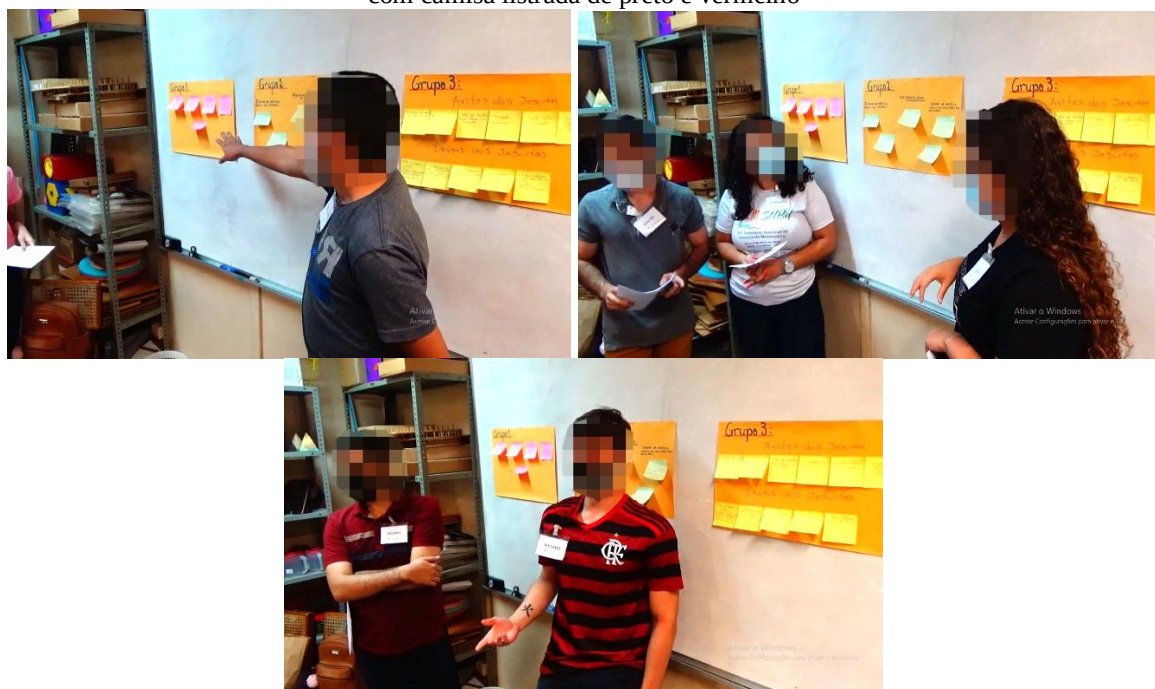
Iniciou-se a conversa com os participantes, realizando-se uma breve apresentação de cada um deles aos demais cursistas, por meio das seguintes perguntas: *Qual o seu nome? Qual semestre você está cursando? Por que escolheu participar do curso? Quais suas expectativas em relação ao curso?* Após, foi explanada aos discentes uma visão geral do curso, na qual mencionaram-se o nome e a titulação dos docentes responsáveis pela aplicação do mesmo; os objetivos; o cronograma das aulas; a metodologia que seria utilizada; como se dariam as avaliações, as certificações; assim como foram explicados os procedimentos que seriam desenvolvidos por eles ao longo dos dias. Procedimentos esses relacionados às leituras de excertos históricos, ao uso do instrumento astrolábio náutico e à produção de materiais escritos (relatórios, entre outros). Ainda, nesse mesmo dia, foram administrados o questionário de sondagem formativa (Apêndice C), o pré-teste diagnóstico (Apêndice D) e o TCLE.

Além disso, foi entregue o Cartão de Recurso 1 (Apêndice E), intitulado: “Aspectos contextuais da Geometria (séc. XVI – XVII)”, o qual continha uma breve contextualização histórica do ensino da Náutica e da Matemática em Portugal durante os séculos XVI e XVII, para que cada grupo realizasse uma leitura, pois:

A situação desencadeadora de aprendizagem deve contemplar a gênese do conceito, ou seja, a sua essência; ela deve explicitar a necessidade que levou a humanidade à construção do referido conceito, como foram aparecendo os problemas e as necessidades humanas em determinada atividade e como os homens foram elaborando as soluções ou sínteses no seu movimento lógico-histórico (MOURA et al., 2016, p. 118).

Seguidamente, ao término da leitura em grupo, foi entregue o Cartão de Atividade 1 (Apêndice F), o qual orientava que os participantes identificassem e discorressem acerca dos aspectos contextuais descritos no texto do primeiro cartão de recurso, anotando-os em *post-its* para que, posteriormente, pregassem em uma cartolina, separando-os por tópicos. A docente esclareceu aos discentes que os pontos observados por eles deveriam estar em comum acordo com o grupo, pois o relator de cada grupo apresentaria os aspectos contextuais esquematizados na cartolina, como produto final dessa primeira atividade (Figura 21).

Figura 21 – Da esquerda para a direita: relator do Grupo 1, relator do Grupo 2 de blusa preta e relator do Grupo 3 com camisa listrada de preto e vermelho



Fonte: Arquivo pessoal da autora (Grupo 1; Grupo 2; Grupo 3, 2022).

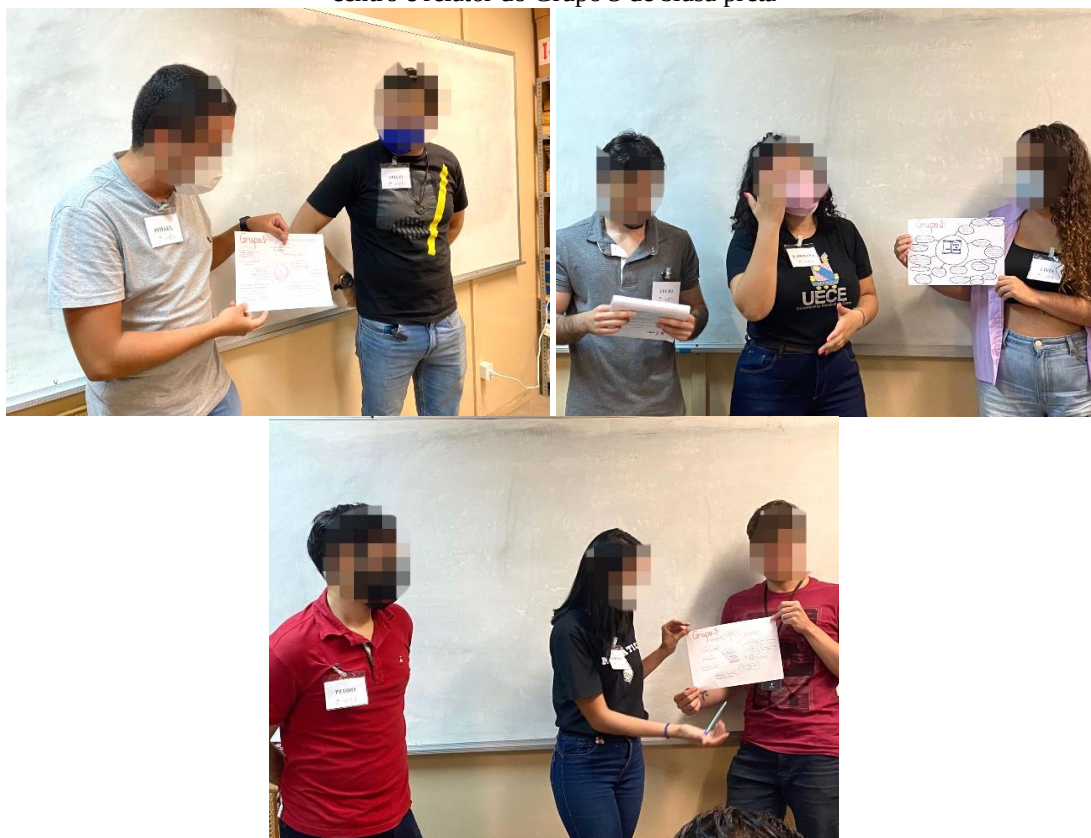
Constatou-se, na apresentação de cada grupo, que os participantes conseguiram extrair informações relevantes dos textos entregues a eles, tais como: o cenário do ensino da Náutica e da Matemática em Portugal antes do aparecimento da Companhia de Jesus (Jesuítas), bem como pontos relevantes relacionados aos aspectos contextuais relativos aos conhecimentos náuticos e matemáticos ministrados na “Aula da Esfera” pelos Jesuítas no Colégio de Santo Antão. É importante ressaltar que, ao longo das falas dos participantes, as informações dadas

por eles geravam discussões com os demais membros de outras equipes, como também complementavam o contexto histórico que estava sendo abordado. Ao concluir a atividade, foi possível perceber, pela docente, que os alunos conseguiram se apropriar dos aspectos relevantes ligados ao ensino da Náutica e da Matemática portuguesa entre os séculos XVI e XVII.

Ao final da aula, a docente orientou que os participantes preenchessem uma ficha de avaliação diária (Apêndice G). A intenção era que, por meio dela, os discentes apontassem quais foram os conhecimentos adquiridos e mobilizados no dia; o que funcionou ou não no decorrer da aula e, ainda, o que seria necessário para um pleno desenvolvimento da atividade proposta. No segundo dia do curso, 19 de julho de 2022, houve a divisão da aula em três momentos. No primeiro momento, a atividade teve início com a leitura do Cartão de Recurso 2 (Apêndice H), intitulado: “Simão d’Oliveira e a obra *Arte de Navegar* (1606)”, o qual trazia alguns aspectos da vida e da obra do autor mencionado. Novamente, foi orientado que cada grupo realizasse uma leitura coletiva com seus respectivos membros.

De maneira análoga ao dia anterior, logo após o término da leitura em grupo, os participantes receberam o Cartão de Atividade 2 (Apêndice I), que os conduzia a identificarem e marcarem, no texto do Cartão de Recurso 2, alguns aspectos contextuais da vida de Simão d’Oliveira e da obra *Arte de Navegar* (1606). Ademais, foi pedido aos discentes que produzissem um mapa conceitual mediante os aspectos contextuais identificados e marcados na etapa anterior. O mapa conceitual deveria partir de uma imagem produzida pelo grupo, a qual iria conter ramificações relativas aos aspectos observados pelos integrantes. Como produto final da atividade, o relator de cada grupo deveria realizar uma explanação dos aspectos contextuais destacados no mapa produzido pelos demais membros (Figura 22).

Figura 22 – Da esquerda para a direita: relator do Grupo 1 segurando o mapa conceitual, relator do Grupo 2 ao centro e relator do Grupo 3 de blusa preta



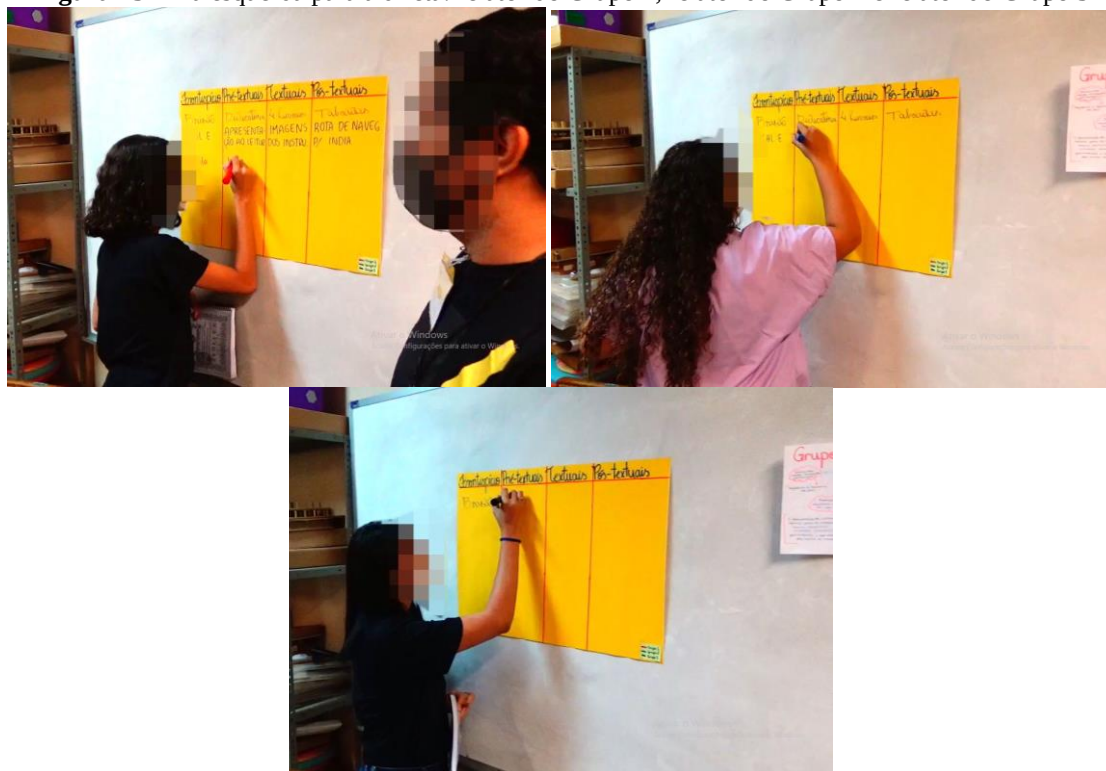
Fonte: Arquivo pessoal da autora (Grupo 1; Grupo 2; Grupo 3, 2022).

Durante a exposição de cada grupo acerca da elaboração dos seus mapas conceituais, foi possível verificar pontos levantados pelos discentes alusivos ao contexto da vida e da obra do autor, como: o cenário marítimo de Portugal, os acontecimentos acerca da expansão marítima e a concepção de “arte” relacionada às navegações, o surgimento dos instrumentos náuticos e, conseqüentemente, o aparecimento dos primeiros tratados e o ofício de Simão d’Oliveira como Cosmógrafo-mor. Conforme os membros dos grupos iam realizando suas explanações, as informações relatadas por eles repercutiam em discussões com os demais membros de outras equipes, complementando o contexto histórico que estava sendo abordado. Ao final da atividade, foi perceptível que os discentes conseguiram se apropriar dos aspectos referentes ao contexto da vida e da obra do autor.

Após a realização da confecção dos mapas conceituais, no segundo momento da aula, a docente entregou aos participantes de cada grupo uma cópia do tratado *Arte de Navegar* (1606), para utilizarem como uma espécie de cartão de recurso. Os participantes também receberam o Cartão de Atividade 3 (Apêndice J), o qual direcionava os alunos a realizarem uma leitura de sobrevoos do tratado *Arte de Navegar* (1606). Em seguida, os alunos foram guiados a identificarem as informações contidas no frontispício do tratado e, depois de concluírem essa

etapa, teriam que detectar os elementos pré-textuais, textuais e pós-textuais da obra. Como produto final da atividade, foi pedido aos integrantes dos grupos que confeccionassem, conjuntamente, um painel com os elementos apontados por eles (Figura 23).

Figura 23 – Da esquerda para a direita: relator do Grupo 1, relator do Grupo 2 e relator do Grupo 3



Fonte: Arquivo pessoal da autora (Grupo 1; Grupo 2; Grupo 3, 2022).

O objetivo de tal atividade foi o de estimular uma familiarização entre os participantes do curso com o tratado de Simão d'Oliveira, realizando a leitura e reconhecendo como o autor desenvolveu sua obra textualmente. Para isso, um integrante de cada grupo direcionava-se ao quadro branco, a fim de preenchê-lo com os elementos identificados no frontispício e com os elementos pré-textuais, textuais e pós-textuais do tratado e, em seguida, o processo iria se repetir com outro membro de outra equipe, até o momento em que não houvesse mais elementos para serem escritos. Percebemos que, ao longo da atividade, os cursistas discutiam se, de fato, os pontos mencionados por eles eram um elemento textual ou não. Ao final da ação proposta, verificou-se que os discentes conseguiram apropriar-se da estrutura da obra, como se vê na Figura 24, abaixo:

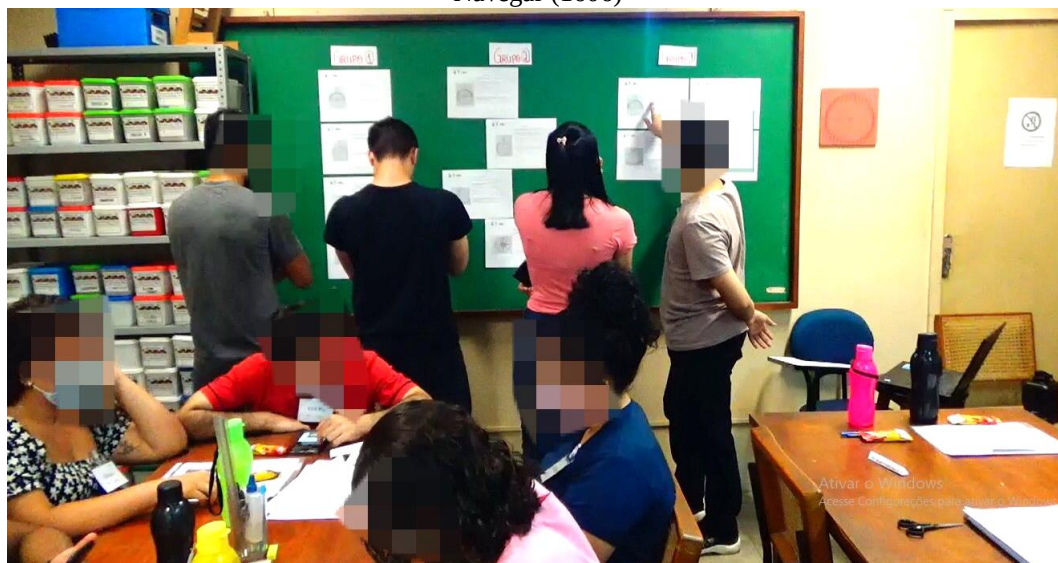
Figura 24 – Produto final da atividade 3 produzido pelos grupos conjuntamente

Frontispício	Pré-textuais	Textuais	Pós-textuais
Branção LOCAL E ANO Título Autor PRIVILÉGIO REAL ASSINATURA Selo	Dedicatória APRESENTAÇÃO AO LEITOR Licenças Privilegio SONETO AUTORES: ANTIGOS E MODERNOS. Proêmio	4 livros IMAGENS DOS INSTRU. Quadros CÍRCULOS DA ESFERA ARTIFICIAL	Taboas ROTA DE NAVEG. P/ ÍNDIA Erratas

Fonte: Arquivo pessoal da autora (Grupo 1; Grupo 2; Grupo 3, 2022).

Ainda no segundo dia de aula, teve-se o desenvolvimento do terceiro momento, no qual o cartão de recurso a ser utilizado pelos alunos continuou a ser o tratado Arte de Navegar (1606), além disso, foi entregue o Cartão de Atividade 4 (Apêndice K), que conduzia os discentes a realizarem uma leitura de sobrevoos da obra, no entanto, os alunos deveriam focar apenas no “Livro Terceiro”, relativo aos instrumentos náuticos contidos no tratado. Em seguida, deveriam discutir em grupo as impressões que tiveram da leitura do texto e produzir uma breve descrição sobre alguns tópicos que eram pedidos, tais como: nome do instrumento que identificaram, características do instrumento náutico, entre outros, utilizando o Cartão Auxiliar da Atividade 4 (Apêndice L). Como produto final dessa atividade, cada grupo deveria fixar os cartões produzidos por eles na parede do laboratório para uma visita dos demais grupos, como uma espécie de museu dos instrumentos contidos no terceiro livro do tratado Arte de Navegar (1606) (Figura 25).

Figura 25 – Visitação dos grupos ao museu dos instrumentos contidos no terceiro livro do tratado Arte de Navegar (1606)



Fonte: Arquivo pessoal da autora (Grupo 1; Grupo 2; Grupo 3, 2022).

Uma vez finalizada a confecção dos cartões e as visitas iniciadas, pudemos perceber que, conforme cada grupo observava a produção dos demais, eram levantadas discussões pelos integrantes de cada equipe. Tais discussões entre os membros eram relativas às informações que estavam faltando ou não haviam sido escritas (observadas) pelos outros participantes em seus cartões, como podemos visualizar no Quadro 5.

Quadro 5 – Descrição dos Cartões dos Grupos 1, 2 e 3, respectivamente

GRUPO 1		
Nome do instrumento	Características do instrumento náutico	Possíveis elementos geométricos encontrados no instrumento náutico
Rosa da agulha	- Dividido em 32 partes; - Dividido em 4 quadrantes; - Rosa é dividida em 8 “pontas”; - Sentido de orientação por meio das divisões em partes; - Flor de Lis como agulha.	- Quadrante; - Pirâmide.
Nome do instrumento	Características do instrumento náutico	Possíveis elementos geométricos encontrados no instrumento náutico
Quadrante Náutico	- Graduação até 90; - Marcações com pontos ABC; - Apresenta um anel como o astrolábio e a armila.	- Quadrante; - Graus.
Nome do instrumento	Características do instrumento náutico	Possíveis elementos geométricos encontrados no instrumento náutico
Astrolábio	- Dividido em 4 quadrantes; - Contém 90 partes pequenas em cada quadrante, quadrados brancos e pretos; - Apresenta dois ponteiros (compassos); - Fabricação de latão.	- Assemelha-se a uma circunferência; - Aparecimento de ângulos; - Conceito de centro, diâmetro.

Nome do instrumento Armila Náutica	Características do instrumento náutico - É localizada nas costas do astrolábio; - Dividida em 4 quadrantes; - Cada grau é duas vezes maior do que o astrolábio.	Possíveis elementos geométricos encontrados no instrumento náutico - Ângulos; - Quadrante.
GRUPO 2		
Nome do instrumento Rosa da agulha	Características do instrumento náutico - Círculo de acordo com o tamanho da agulha; - 4 quadrantes; - Rosa dividida em 8 partes; - Rosa com 4 partes (principais) em azul e as outras 4 de vermelho (secundárias); - Flor de Liz que indica o norte; - Linhas em verde.	Possíveis elementos geométricos encontrados no instrumento náutico - Construções geométricas; - Plano cartesiano; - Triângulos; - Conhecimentos geométricos.
Nome do instrumento Quadrante náutico	Características do instrumento náutico - Quadrante; - Graduado em 90 partes iguais, de 1 em 1, 5 em 5 e 10 em 10; - Mostrador de latão do mesmo tamanho do semidiâmetro do quadrante.	Possíveis elementos geométricos encontrados no instrumento náutico - Setor circular; - Graus; - Construção da circunferência.
Nome do instrumento Astrolábio	Características do instrumento náutico - Instrumento em latão; - Quanto maior for, melhor será; - Circunferência do astrolábio dividida em 4 quadrantes; - Cada quadrante superior é dividido em 90 partes representados de 1 em 1, 5 em 5 e 10 e 10.	Possíveis elementos geométricos encontrados no instrumento náutico - Plano cartesiano; - Grau; - Ângulos; - Círculo; - Circunferência.
Nome do instrumento Armila náutica	Características do instrumento náutico - De latão; - Grau duas vezes maior do astrolábio; - Vantagens sobre o astrolábio; - Pode ser associado ao astrolábio; - Círculo; - 4 quadrantes; - Divisão de grau semelhante ao astrolábio.	Possíveis elementos geométricos encontrados no instrumento náutico - Graus; - Círculos; - Circunferências; - Construções geométricas; - Plano cartesiano.
GRUPO 3		
Nome do instrumento Rosa da agulha	Características do instrumento náutico - Dividida em 32 partes iguais; - Tem oito “pirâmides” pintadas; - Representa os pontos cardeais.	Possíveis elementos geométricos encontrados no instrumento náutico - Divisão de arcos; - Perpendicularidade; - Circunferência.
Nome do instrumento Quadrante náutico	Características do instrumento náutico - Construído a partir de $\frac{1}{4}$ de círculo; - Duas circunferências de mesmo centro e raios diferentes; - Graduado em 90 partes; - Tem 2 pínulas e 1 mostrador.	Possíveis elementos geométricos encontrados no instrumento náutico - Circunferência; - Divisão de arco; - Raio; - Perpendicularidade; - Quadrante.

Nome do instrumento	Características do instrumento náutico	Características do instrumento náutico
Astrolábio	- Círculo dividido em 4 quadrantes; - Quadrantes superiores são divididos em 90 partes; - Pínulas (devem ser menor do que o diâmetro); - Dioptra.	- Circunferência; - Divisão de arco; - Raio; - Perpendicularidade; - Quadrante.
Nome do instrumento	Características do instrumento náutico	Características do instrumento náutico
Armila náutica	- 1 círculo dividido em 4 quadrantes; - 2 segmentos que dividem os quadrantes superiores e o inferior da direita (obs.: segmentos perpendiculares); - As divisões em 90 partes ocorrem nos quadrantes inferiores e no quadrante e no quadrante superior esquerdo.	- Circunferência; - Divisão de arco; - Raio; - Perpendicularidade; - Quadrante.

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Ao final desse terceiro momento, para que se pudesse avançar no curso de maneira satisfatória, a docente fez uma recapitulação das etapas vivenciadas pelos participantes até então. Nesse processo, foi mencionado, pela professora, que já havia sido abordado, em sala de aula, todo o processo contextual planejado, partindo-se do tratado, visto que, no primeiro dia de aula, realizou-se um estudo dos aspectos contextuais da Geometria durante o período das navegações portuguesas e, no segundo dia, os pontos referentes à vida e à obra de Simão d'Oliveira, bem como concernentes ao livro terceiro contido na obra *Arte de Navegar* (1606), o qual discorre acerca dos instrumentos náuticos. Após, foi orientado que os alunos preenchessem a ficha de avaliação diária, tendo a intenção de que eles apontassem quais foram os conhecimentos adquiridos e mobilizados durante esse dia, relatando o que funcionou ou não no decorrer da aula e, ainda, o que seria necessário para um pleno desenvolvimento do curso.

No terceiro dia do curso, 20 de julho de 2022, depois de organizarem-se em seus respectivos grupos, os participantes receberam o Cartão de Recurso 5 (Apêndice M), intitulado: “O instrumento astrolábio náutico”, que continha trechos do capítulo 1 presente no livro terceiro do tratado, o qual relata os processos de construção do astrolábio náutico. Também foi entregue o Cartão de Atividade 5 (Apêndice N), guiando os discentes, a partir dos conhecimentos adquiridos na leitura do Cartão de Recurso 5, a colocarem em ordem, em uma cartolina, as imagens contidas no Cartão Auxiliar da Atividade 5 (Apêndice O) e, ao lado delas, descreverem as etapas do processo de construção do astrolábio náutico (Figura 26).

Figura 26 – Da esquerda para a direita: processo de produção de uma das etapas da atividade 5 pelos Grupos 1, 2 e 3, respectivamente



Fonte: Arquivo pessoal da autora (Grupo 1; Grupo 2; Grupo 3, 2022).

Essa atividade tinha por finalidade buscar compreender o passo a passo da fabricação do instrumento descrito por Oliveira (1606). Depois da leitura do Cartão de Recurso 5, que versava a respeito do processo de construção do astrolábio náutico, os alunos começaram a colocar em ordem, em uma cartolina, as imagens disponibilizadas pela docente, descrevendo as etapas do processo de construção do instrumento.

Os participantes de cada equipe realizaram o processo de organização das figuras cedidas pela docente, seguindo a ordem das etapas de construção do astrolábio náutico descrito no capítulo 1, do livro terceiro, escrito por Oliveira (1606). Abaixo de cada figura, os participantes transcreveram excertos do tratado na cartolina, a fim de corroborar cada etapa do processo de construção do astrolábio náutico, sinalizado pelo autor, com as imagens disponibilizadas. No Quadro 6, estão transcritos alguns trechos de uma mesma etapa descrita pelos integrantes de cada grupo. Pode-se verificar que, para um mesmo trecho, houve distintas versões produzidas pelos discentes.

Quadro 6 – Trechos da tradução realizada pelo Grupo 1, Grupo 2 e Grupo 3

Tradução do Grupo 1:	“Que divididas cada uma em cinco... em 90”
Tradução do Grupo 2:	“Dividir cada parte em cinco partes iguais”
Tradução do Grupo 3:	“Divididas cada uma em cinco ficará o quadrante dividido em 90”

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

O motivo dessa diferença de transcrição dos textos da obra é que as letras, ao longo dos parágrafos, possuíam sentidos diferentes, como, por exemplo, muitas vezes, o “v” teria o significado de “u” e o “f” de “s”. Entretanto, nota-se, nas transcrições acima, que os participantes conseguiram extrair a essência do procedimento descrito por Oliveira (1606) acerca do processo de construção do instrumento. No entanto, a atividade teve que ser encerrada nesse momento, uma vez que não mais havia tempo hábil para que a mesma pudesse ser finalizada. Desse modo, orientou-se que participantes preenchessem a ficha de avaliação diária, tendo-se a intenção de que os alunos apontassem suas impressões dos conhecimentos adquiridos e mobilizados nas atividades desse terceiro dia de aula.

No quarto dia de aula, 21 de julho de 2022, dando continuidade à atividade proposta no dia anterior, os alunos foram guiados a elencarem os conhecimentos geométricos que estão no processo de construção do astrolábio náutico, utilizando o Quadro 1 (anexo ao Cartão de Atividade 5), no qual continha um tópico relativo ao conteúdo geométrico identificado por eles e um outro tópico relacionado à evidência presente no texto sobre tais conhecimentos. A resolução dessa etapa da atividade, realizada pelos integrantes de cada grupo, está transcrita no Quadro 7, abaixo.

Quadro 7 – Conhecimentos geométricos mobilizados pelos grupos

	CONHECIMENTO GEOMÉTRICO	EVIDÊNCIA NO TEXTO
GRUPO 1	1. Circunferência e diâmetro; 2. Perpendicularidades entre segmentos de retas; 3. Circunferências concêntricas e círculo inscrito; 4. Noções de semicircunferência; 5. Setor circular e arco de circunferência; 6. Graduação em graus.	1. “lançasse em papel uma linha de comprimento de seu diâmetro”. 2. “A qual dividida... Que com a primeira se cruzará a ângulos retos no centro”. 3. “Dele se descreverá... parte de dentro”. 4. “por junto deste se descrevam na metade... dez em dez”. 5. “divide-se cada quadrante... e serão 18”.
GRUPO 2	1. Construção da circunferência; 2. Teorema de Tales; 3. Aritmética; 4. Tipos de ângulos; 5. Figuras geométricas inscritas no círculo; 6. Graus; 7. Comprimento e largura.	1. “De maneira que fique por todas as partes a mais igual e uniforme que puder ser... diâmetro”. 2. “Divide-se cada quadrante superior em 3 partes iguais, cada qual partirá em outras 3...”. 3. “Enumeração da escala”. 4. “Cruzará a ângulos retos”. 5. “Outro círculo junto ao primeiro pela parte de dentro”.

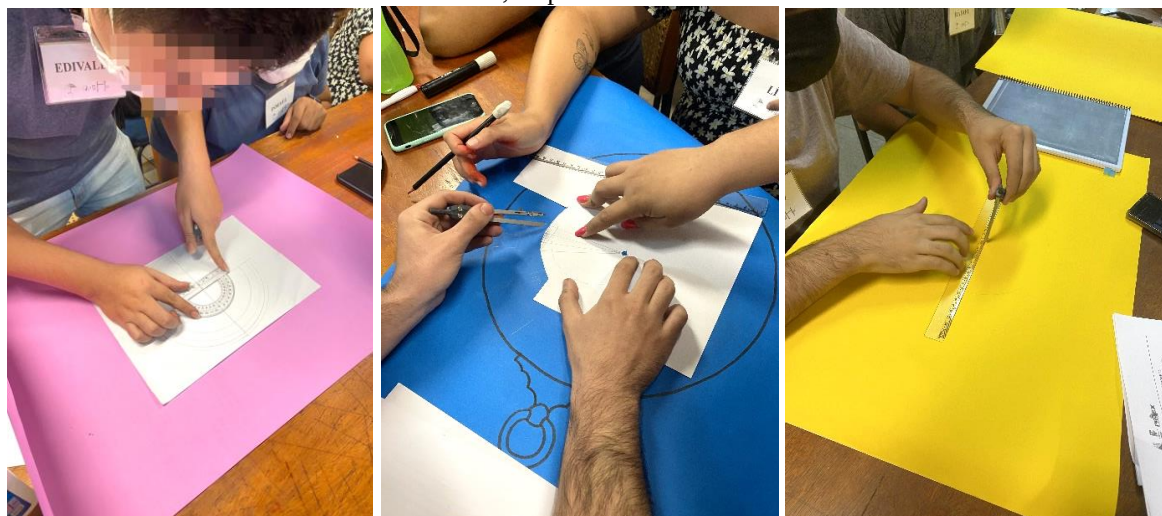
		6. “No primeiro ficarão os graus de um em um e no segundo...” 7. “... do comprimento do diâmetro [...] e de largura quase de 2 dedos”.
GRUPO 3	1. Circunferência; 2. Quadrantes; 3. Diâmetro; 4. Grau; 5. Divisão de arco; 6. Perpendicularidade.	1. “... Que representa a circunferência” 2. “... O qual se dividirá em 4 quadrantes...” 3. “... Comprimento do seu diâmetro...” 4. “... fazendo um grau...” 5. “... Divida-se cada quadrante...” 6. “... se cruzará a ângulos retos...”

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Nessa última etapa, durante a explanação dos grupos sobre os conhecimentos geométricos, que foram por eles mobilizados após leitura do documento histórico, a docente fez alguns questionamentos de um possível anacronismo durante esse processo de detecção dos conteúdos relacionados à Geometria pelos participantes. Contudo, os alunos relataram terem encontrado uma solução para não caírem nesse erro. Segundo os discentes, durante a leitura do tratado *Arte de Navegar* (1606), perceberam que havia uma sessão na obra com o título: “*Estes são os autores antigos e modernos, dos quais se tirou a doutrina desse tratado*”. Por isso, tendo como base os autores citados como referência no tratado, os participantes chegaram à hipótese de que, provavelmente, nesse período, já existia o entendimento de conhecimentos geométricos. Possivelmente, o conhecimento sobre a Geometria plana e, sendo-se ainda mais específico, a compreensão dos *Elementos*, de Euclides.

Como produto final do Cartão de Atividade 5, cada grupo deveria produzir uma imagem (feita à mão livre ou com instrumentos de desenho), em uma cartolina entregue pela docente, do instrumento astrolábio náutico contido no tratado *Arte de Navegar* (1606), enumerando, em legendas, as suas partes e relacionando-as com as suas respectivas funções (Figura 27). Nessa etapa, entregou-se uma réplica do instrumento astrolábio náutico a cada grupo.

Figura 27 – Da esquerda para a direita: processo de produção do produto final da atividade 5 pelos Grupos 1, 2 e 3, respectivamente

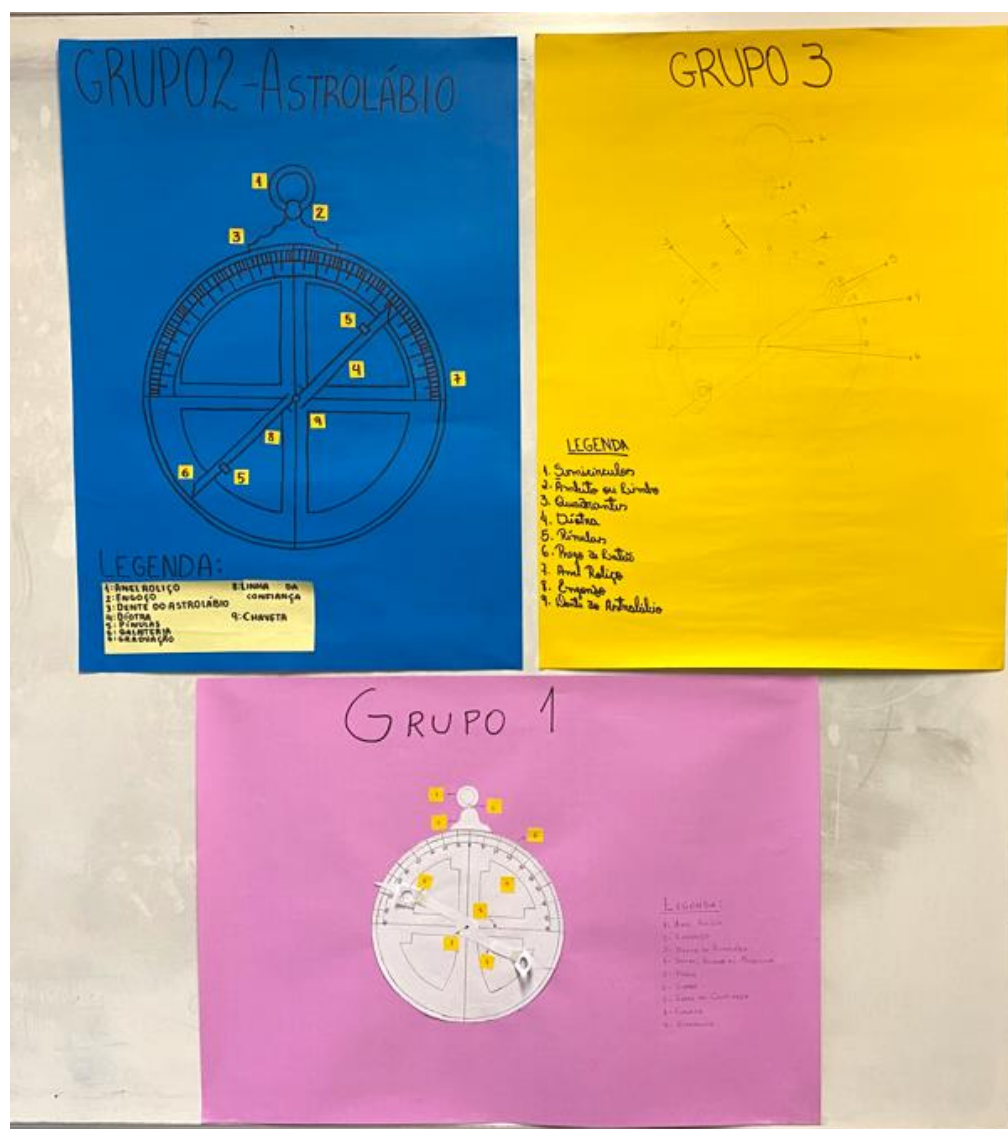


Fonte: Arquivo pessoal da autora (Grupo 1; Grupo 2; Grupo 3, 2022).

Ao final da atividade, a docente propôs alguns questionamentos aos participantes dos grupos, com a intenção de discutir o processo de construção do desenho do instrumento astrolábio náutico feito por eles. Portanto, perguntou-se às equipes se as etapas referentes ao processo de fabricação do astrolábio, descritas no tratado *Arte de Navegar* (1606), estavam compreensíveis para o cumprimento desse propósito. O propósito dessa indagação foi induzir os alunos a problematizarem e a discutirem a adequação das orientações contidas na obra sobre o processo de fabricação do instrumento, no momento em que estas forem postas em prática. No caso, durante a produção do desenho do astrolábio náutico, estimulando os cursistas a discorrerem acerca dos possíveis fundamentos utilizados por ele, assim como os problemas técnicos que poderiam surgir e as possíveis maneiras de solucioná-los durante tal processo.

Ao passo em que os participantes respondiam às problematizações, foi possível perceber que eles se lembravam dos conteúdos matemáticos aprendidos em sala de aula, de forma que os conceitos tratados, em sala, passavam a ter uma ressignificação maior para o aprendizado. Diante disso, percebe-se que os alunos do curso de formação universitária foram capazes de mobilizar conceitos geométricos durante o percurso do processo de compreensão da leitura da construção do astrolábio náutico e do seu desenho geométrico. A seguir, na Figura 28, pode-se ver o produto final dessa atividade.

Figura 28 - Da esquerda para a direita: desenho finalizado do instrumento astrolábio náutico do Grupo 2, Grupo 3 e Grupo 1, respectivamente



Fonte: Arquivo pessoal da autora (Grupo 1; Grupo 2; Grupo 3; 2022).

Ao final dessa aula, a docente conduziu os participantes a preencherem a ficha de avaliação diária, tendo a intenção de que os alunos apontassem quais foram os conhecimentos adquiridos e mobilizados nas atividades desse quarto dia de aula, relatando o que funcionou ou não no decorrer da aula e, ainda, o que seria necessário para um bom desenvolvimento das atividades.

É importante ressaltar que a finalidade da aplicação dessas atividades didáticas, com os participantes do curso, era familiarizá-los com os aspectos contextuais da Geometria durante o período das navegações portuguesas e com os pontos referentes à vida e à obra de Simão d'Oliveira, bem como direcioná-los a apropriarem-se dos conhecimentos geométricos

articulados na descrição do processo de construção do astrolábio náutico. Desse modo, ao explorarem esses conhecimentos previamente, torna-se possível fazer reflexões mais aprofundadas acerca da construção do conhecimento necessário para o uso do instrumento, o qual será desenvolvido por meio da utilização de UBP.

Realizada essa explanação do processo de desenvolvimento da primeira e da segunda etapa, conforme pode-se observar na Figura 18, direcionou-se os discentes para a realização da terceira etapa, que pode ser verificada na seção a seguir. Assim, na seção 6, buscou-se conceituar os processos relativos ao método de Análise de Conteúdo de Bardin (2016), como também descrever a análise dos dados coletados.

6 ANÁLISE DOS DADOS DO CURSO DE FORMAÇÃO UNIVERSITÁRIA DA UECE

Tendo-se como base os procedimentos metodológicos descritos na seção anterior, desenvolveu-se e aplicou-se um curso de formação universitária em uma turma de licenciandos em Matemática, da Universidade Estadual do Ceará (UECE). A partir disso, coletaram-se, por meio de vídeos, áudios, relatórios e discussões em sala de aula, oriundos da administração de duas Unidades Básicas de Problematização, materiais que compuseram os dados analisados no presente estudo, os quais serão apresentados nesta seção.

Esses dados são analisados à luz da Análise de Conteúdo de Bardin (2016). Desse modo, esta seção foi dividida em quatro subseções. Na subseção 6.1, discorre-se acerca da conceituação da metodologia escolhida para a análise dos dados coletados, explicitando seus preceitos, suas técnicas, bem como suas categorias de análise durante o processo de investigação dos materiais. Na subseção 6.2, são descritos os dias do curso de formação universitária, nos quais foram aplicadas as atividades relativas às UBP e também foram apresentados os processos de identificação dos núcleos de sentido e a definição das categorias de análise.

Em relação à subseção 6.3, intitulada: “os conhecimentos geométricos mobilizados por meio do uso do instrumento astrolábio náutico pelos licenciandos em Matemática”, discorre-se acerca das categorias definidas para análise dos dados, sendo elas: subseção 6.3.1 Categoria I - Astrolábio náutico/Componentes do instrumento; subseção 6.3.2 Categoria II - Conhecimentos geométricos/Uso do astrolábio náutico no mar/Limitações; e a subseção 6.3.3 Categoria III - Conhecimentos geométricos/Uso do astrolábio náutico em terra/Limitações. Por fim, na subseção 6.4, estabeleceu-se o processo de (res)significação dos conhecimentos pelos licenciandos em Matemática, como pode-se observar a seguir.

6.1 Análise de Conteúdo: preceitos e conceitos

Para o desenvolvimento da terceira etapa desta pesquisa (Figura 18), após a aplicação do curso de formação universitária e depois de os dados oriundos deste terem sido coletados, passou-se para a etapa da análise dessas informações. Essa etapa envolve, inicialmente, uma adequada organização dos materiais que foram, apropriadamente, submetidos aos processos da Análise de Conteúdo de Bardin (2016), que tem como ponto de partida “[...] a **mensagem**, seja

ela verbal (oral ou escrita), gestual, silenciosa, figurativa, documental ou diretamente provocada” (FRANCO, 2005, p. 13, grifo nosso). Tal metodologia de análise é definida como:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 1977, p. 47).

Percebe-se, pelo excerto anterior, que, ao utilizar esse instrumento de análise, adentra-se no campo das interpretações, no qual deve-se atentar para o não desenvolvimento de uma compreensão espontânea em que se deixam de lado os reais significados das informações coletadas para corroborar a ideia inicial de pesquisa. Ainda, a Análise de Conteúdo de Bardin (2016) corresponde a um conjunto de técnicas, que fomentam subsídios para que o investigador/pesquisador possa promover a reunião de conteúdos informativos e, por meio desses, realizar o desenvolvimento de sua descrição, bem como o entendimento de fenômenos, atavés de inferências.

Entre essas técnicas, de que tal método dispõe, podem-se citar: análise temática ou categorial, análise de avaliação, análise da enunciação, análise proposicional do discurso, análise da expressão e análise das relações (BARDIN, 2016). Na presente pesquisa, escolheu-se utilizar a análise temática, a qual busca dividir o texto em núcleos de sentido, que podem ser estabelecidos como palavras, temas, expressões ou mesmo falas sinalizadas como relevantes.

A *posteriori*, realizou-se a enumeração dos núcleos de sentido identificados, usando-se codificações e índices quantitativos para, posteriormente, classificar/categorizar e sintetizar os dados, além de escolherem-se as categorias responsáveis pela especificação dos núcleos de sentido (BARDIN, 2016). Dessa maneira, torna-se possível descrever e interpretar as informações oriundas da pesquisa realizada em campo sob a luz do referencial teórico.

Vale salientar que a Análise de Conteúdo de Bardin (2016) estabelece três fases a serem seguidas para a sua organização e o seu desenvolvimento, as quais são: a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos resultados com a inferência e a interpretação.

Na pré-análise, o pesquisador tem seu primeiro contato com os documentos oriundos da coleta de dados e, à vista disso, realiza uma leitura flutuando sobre estes, objetivando conhecer mais profundamente os textos, as informações advindas das entrevistas e de outras possíveis fontes, que serão analisadas. Essa fase possui três finalidades, que são apontadas por Bardin (2016, p. 125) como sendo: “a escolha dos documentos a serem submetidos a análise, a formulação das hipóteses e dos objetivos e, a elaboração de indicadores que fundamente a

interpretação final”. As três finalidades não são lineares e podem ser ajustadas ao longo do processo.

A segunda fase, que compreende a exploração do material, é o momento de realizar-se uma sondagem, uma investigação mais aprofundada dos materiais coletados. Posto isso, segundo Bardin (2016, p. 131), “esta fase, longa e fastidiosa, consiste essencialmente em operações de codificação, decomposição ou enumeração, em função de regras previamente formuladas”. Também é feito o processo de categorização, o qual ordena as informações, correlacionando-as com suas respectivas classes de eventos.

Quanto à terceira fase, esta consiste no tratamento dos resultados, em que o pesquisador, de posse dos “resultados significativos e fiéis, pode então propor inferências e adiantar interpretações a propósito dos objetivos previstos – ou que digam respeito a outras descobertas inesperadas” (Bardin, 2016, p. 131). As informações coletadas passam a ser validadas e a apresentarem, de fato, relevância para a pesquisa.

Portanto, realizou-se a fase da pré-análise nesta pesquisa, inicialmente, pela organização dos materiais oriundos das UBP 1 e 2 apresentadas na seção 4, tornando-os operacionais e flexíveis, em quatro etapas: I) realização da leitura flutuante, ou seja, o contato direto por meio da leitura dos documentos coletados; II) escolha dos documentos que serão analisados, mais especificamente, os materiais produzidos pelos participantes, as gravações em áudio e vídeo; III) formulação dos objetivos; e, por fim, IV) a elaboração de indicadores que fundamentem a interpretação final.

Conforme Bardin (2016), caso a primeira fase, relativa à pré-análise, seja compreendida e adequadamente executada, a segunda fase nada mais é do que uma sistematização das ideias tomadas, utilizando-se um computador e os programas nele contido, como o Excel, o Word, entre outros. Logo, nessa fase, realizou-se a exploração dos dados coletados pela descrição analítica. Essas informações foram caracterizadas de acordo com o referencial teórico escolhido para, posteriormente, serem codificadas, classificadas e categorizadas nesses programas.

A última fase desenvolveu-se pelo tratamento e pela apreciação dos resultados, em que se buscou realizar uma análise reflexiva, intuitiva e crítica dos dados, discutindo as categoriais que serão apresentadas na subseção seguinte em conjunto com as atividades que serão analisadas.

6.2 O processo de desenvolvimento das categorias de análise

Como mostrado na seção 5 desta dissertação, as atividades desenvolvidas no curso de formação universitária foram realizadas entre os dias 18 e 26 de julho de 2022, das 08h às 12h, na UECE, *Campus Itaperi*, em Fortaleza, conforme está descrito no Apêndice B. Tais atividades didáticas tiveram como objetivo pré-determinado familiarizar os participantes com os aspectos contextuais da Geometria durante o período das navegações portuguesas e com os pontos referentes à vida e à obra de Simão d'Oliveira, bem como direcioná-los a apropriarem-se e a (res)significarem alguns conhecimentos geométricos articulados na descrição do processo de construção do astrolábio náutico. Uma vez que os discentes exploraram esses conhecimentos previamente, viabilizaram-se reflexões mais aprofundadas acerca do uso do instrumento. Assim, passou-se para o desenvolvimento e a utilização das UBP, as quais serão analisadas nesta subseção e estão descritas na seção 4, mais especificamente, na subseção 4.3 desta dissertação.

No quinto dia de aula, 22 de julho de 2022, das 08h às 12h, no curso de formação universitária, foi planejada a aplicação da UBP 1, intitulada: “O uso do instrumento astrolábio náutico para determinação da altura do Sol”, que objetivou o uso do astrolábio náutico, visto que os participantes do curso se encontravam aptos a progredirem para a utilização do instrumento. No entanto, não foi possível finalizar a atividade nesse mesmo dia, já que não mais havia tempo hábil para que a mesma pudesse ser concluída, ficando para o dia seguinte a realização da etapa final da UBP 1.

No sexto dia de aula, 25 de julho de 2022, às 08h, após os participantes organizarem-se em seus respectivos grupos, a professora apresentou os questionamentos propostos na UBP 1. Concluída essa etapa, nesse mesmo dia de aula, em um segundo momento, foi aplicada a UBP 2, intitulada: “Aplicando o astrolábio na mensuração da altura do Farol da Senhora da Luz em Portugal”, tendo como finalidade o uso do instrumento astrolábio aplicado na mensuração da altura de objetos. Por volta das 12h da manhã, após a finalização das discussões acerca dos questionamentos da Unidade Básica de Problematização realizada entre os grupos, encerrou-se a última etapa da UBP 2.

É importante ressaltar que a descrição e o aprofundamento dos processos de aplicação, de desenvolvimento e de impressões dos participantes sobre as UBP 1 e 2 serão pormenorizados nas próximas subseções.

Realizada a leitura dos materiais elaborados pelos participantes dos três grupos no decorrer das aulas, além de feita a análise dos vídeos e dos áudios produzidos durante a aplicação das UBP 1 e 2, identificaram-se 23 núcleos de sentido por meio das falas e das

imagens coletadas, seguindo-se o referencial de análise de dados de Bardin (2016), conforme é apresentado no Quadro 8.

Quadro 8 – Núcleos de sentido

FALA EXTRAÍDA DOS VÍDEOS E ÁUDIOS	NÚCLEOS DE SENTIDO
<i>“Para o uso; tinha primeiro que segurar o astrolábio pela argola de sustentação para deixa-lo livre, para que ele fique perpendicular ao chão” (GRUPO 3)</i> <i>“Depois você começa a fazer com que a sombra passe pelos furinhos, mexendo, ajustando as pínulas para que o sol passasse pelos buraquinhos e ir ajustando a alidade” (GRUPO 3)</i>	1. Uso do astrolábio náutico no mar
<i>“É orientado que o instrumento deveria ficar com a linha da confiança paralela ao horizonte” (GRUPO 1)</i>	2. Conceito de paralelas
<i>“Segurar o astrolábio pela argola de sustentação para deixa-lo livre, para que ele fique perpendicular ao chão” (GRUPO 3)</i>	3. Conceito de perpendicularidade
<i>“Já a distância zenital, via de regra, é o ângulo sobre o plano vertical do Sol” (GRUPO 2)</i>	4. Conceito de ângulo
<i>“O conhecimento de ângulos complementares” (GRUPO 3)</i>	5. Conceito de ângulos complementares
<i>“Percebemos a utilização do conceito de arcos no uso do instrumento” (GRUPO 2)</i>	6. Conceito de arcos
<i>“Não estão completamente entendíveis, devido as letras terem sentidos diferentes ao longo do texto. Como por exemplo, muitas vezes o ‘v’ teria o significado de ‘u’ e o ‘f’ de ‘s’ e por ai vai” (GRUPO 1)</i> <i>“Os conhecimentos matemáticos, também, passam em branco muito deles. O que torna difícil a compreensão de todos os aspectos matemáticos necessários para o entendimento de todo o processo de uso do instrumento” (GRUPO 1)</i> <i>“Em relação aos problemas, seria basicamente deixar o astrolábio parada, pois conforme o vento batia ou quem estava segurando o instrumento movia ele, por cansaço do braço” (GRUPO 3)</i> <i>“A dificuldade mesmo no uso, é o manuseio, tínhamos que constantemente olhar se o astrolábio estava perpendicular ao chão” (GRUPO 2)</i> <i>“Como o instrumento descrito no tratado era feito de latão e mais pesado na base, acho que ficaria mais fácil de manter o instrumento parado” (GRUPO 1)</i>	7. Limitação durante a leitura do uso do astrolábio náutico no mar 8. Limitação em identificar os conhecimentos matemáticos na leitura do uso do astrolábio náutico no mar 9. Limitação durante o uso do astrolábio náutico no mar 10. Limitação durante o processo de manuseio do astrolábio náutico no mar 11. Limitação devido aos materiais utilizados para a confecção da réplica do astrolábio para o uso no mar
<i>“O astrolábio, possui uma argola de sustentação, no topo dele” (GRUPO 2)</i> <i>“Ele também é formado pela roda graduada” (GRUPO 1)</i> <i>“As alidades, que são duas hastes de metal que estão no centro do instrumento” (GRUPO 1)</i>	12. Identificação das partes do instrumento

<i>“Essa argola de sustentação serve para que a pessoa que irá manipular o instrumento o segure, deixando ele livre” (GRUPO 2)</i> <i>“As pínulas é por onde os raios solares irão se projetar para formar uma sombra, no chão ou solo. Elas precisam estar alinhadas, formando um único ponto de sombra, no chão ou solo da embarcação, para se medir adequadamente os graus” (GRUPO 3)</i>	13. Função das partes do instrumento
<i>“Bom, nós entendemos que o astrolábio já existia a muito tempo, até antes mesmo dos portugueses começarem a utilizá-lo em alto mar” (GRUPO 1)</i> <i>“Nós podemos perceber que ele, primeiramente, foi utilizado em terra” (GRUPO 1)</i> <i>“Anteriormente ele era planisférico e, quando tinha essa conformidade, foi utilizado para determinação de horas, da profundidade de poços [...]” (GRUPO 3)</i> <i>“Nesse caso, quem está utilizando o astrolábio, está olhando diretamente pelas pínulas” (GRUPO 3)</i> <i>“Mas o padrão de uso passa a ser a altura do observador, mais especificamente a altura do olho” (GRUPO 3)</i>	14. Uso do astrolábio em terra
<i>“Foi utilizado em terra, para medição da altura de uma torre por exemplo” (GRUPO 1)</i>	15. Conceito de altura
<i>“Foi mencionado o uso da trigonometria, como conhecimento geométrico” (GRUPO 3)</i>	16. Trigonometria
<i>“Usamos o conhecimento de triângulo” (GRUPO 1)</i>	17. Conceito de triângulo
<i>“Utilizamos o conhecimento de triângulo retângulo” (GRUPO 1)</i>	18. Conceito de triângulo retângulo
<i>“Usamos o conceito de tangente” (GRUPO 2)</i>	19. Conceito de tangente
<i>“Também foi usado o conhecimento de cateto” (GRUPO 2)</i>	20. Conceito de cateto
<i>“Acreditamos, se olharmos para os conhecimentos matemáticos, a trigonometria é uma ferramenta da Geometria Euclidiana” (GRUPO 1)</i>	21. Conhecimento geométrico
<i>“Só sentimos dificuldade mesmo, ao posicionar o instrumento para o uso em terra, saber de deixávamos para cima ou mais para baixo” (GRUPO 1)</i>	22. Limitação durante o posicionamento do uso do astrolábio náutico em terra
<i>“Porém, para usar em terra é necessário ter alguns conhecimentos de Geometria, para a realização dos cálculos” (GRUPO 3)</i> <i>“Porém, o difícil mesmo é saber que tem esses conhecimentos matemáticos e que eles podem ser utilizados para essa finalidade. A finalidade de utilizar o instrumento para medir a altura das coisas” (GRUPO 1)</i>	23. Limitação por necessidade de conhecimento prévio de Geometria para o uso do astrolábio náutico em terra

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

A partir dos 23 núcleos de sentido descritos no Quadro 8, estes foram agrupados em três categorias de análise, como pode-se verificar no Quadro 9, as quais compreendem o estudo da descrição e do uso do astrolábio náutico: I) Conhecimentos geométricos/Uso do astrolábio náutico no mar/Limitações; II) Astrolábio náutico/Componentes do instrumento; e III) Conhecimentos geométricos/Uso do astrolábio náutico em terra/Limitações.

Quadro 9 – Categorias

NÚCLEOS DE SENTIDO	CATEGORIAS
1. Uso do astrolábio náutico no mar 2. Conceito de paralelas 3. Conceito de perpendicularidade 4. Conceito de ângulo 5. Conceito de ângulos complementares 6. Conceito de arcos 7. Limitação durante a leitura do uso do astrolábio náutico no mar 8. Limitação em identificar os conhecimentos matemáticos na leitura do uso do astrolábio náutico no mar 9. Limitação durante o uso do astrolábio náutico no mar 10. Limitação durante o processo de manuseio do astrolábio náutico no mar 11. Limitação devido aos materiais utilizados para a confecção da réplica do astrolábio para o uso no mar	Conhecimentos geométricos/Uso do astrolábio náutico no mar/Limitações
12. Identificação das partes do instrumento 13. Função das partes do instrumento	Astrolábio náutico/Componentes do instrumento
14. Uso do astrolábio em terra 15. Conceito de altura 16. Trigonometria 17. Conceito de triângulo 18. Conceito de triângulo retângulo 19. Conceito de tangente 20. Conceito de cateto 21. Conhecimento geométrico 22. Limitação durante o posicionamento do uso do astrolábio náutico em terra 23. Limitação por necessidade de conhecimento prévio de Geometria para o uso do astrolábio náutico em terra	Conhecimentos geométricos/Uso do astrolábio náutico em terra/Limitações

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

A primeira categoria – Conhecimentos geométricos/Uso do astrolábio náutico no mar/Limitações – relaciona-se com os conhecimentos da Geometria identificados durante o processo de uso do instrumento em alto-mar e com algumas limitações identificadas pelos participantes durante esta finalidade. Já a segunda – Astrolábio náutico/Componentes do instrumento – está relacionada ao entendimento dos participantes acerca das partes físicas que

compõem o instrumento náutico. Por fim, a terceira categoria – Conhecimentos geométricos/Uso do astrolábio náutico em terra/Limitações – compreende os conhecimentos da Geometria ao se utilizar o instrumento em terra para mensuração da altura de objetos, também são destacadas algumas limitações identificadas pelos cursistas ao usá-lo com esse objetivo. Nas subseções seguintes, discute-se sobre cada uma dessas três categorias, tendo-se como base as informações oriundas dos dados coletados.

6.3 Os conhecimentos geométricos mobilizados por meio do uso do instrumento astrolábio náutico pelos licenciandos em Matemática

Como verifica-se na seção 3 desta pesquisa, o astrolábio náutico mobiliza diversos conhecimentos geométricos, como: perpendicularidade, paralelismo, ângulos e ângulos complementares, entre outros. Tais conhecimentos da Geometria foram, de igual modo, mobilizados pelos licenciandos em Matemática durante o processo de aplicação das UBP no curso de formação universitária, o que era esperado, uma vez que, como graduandos, possuem entendimento dos conteúdos da Educação Básica, como pode-se notar nas subseções a seguir.

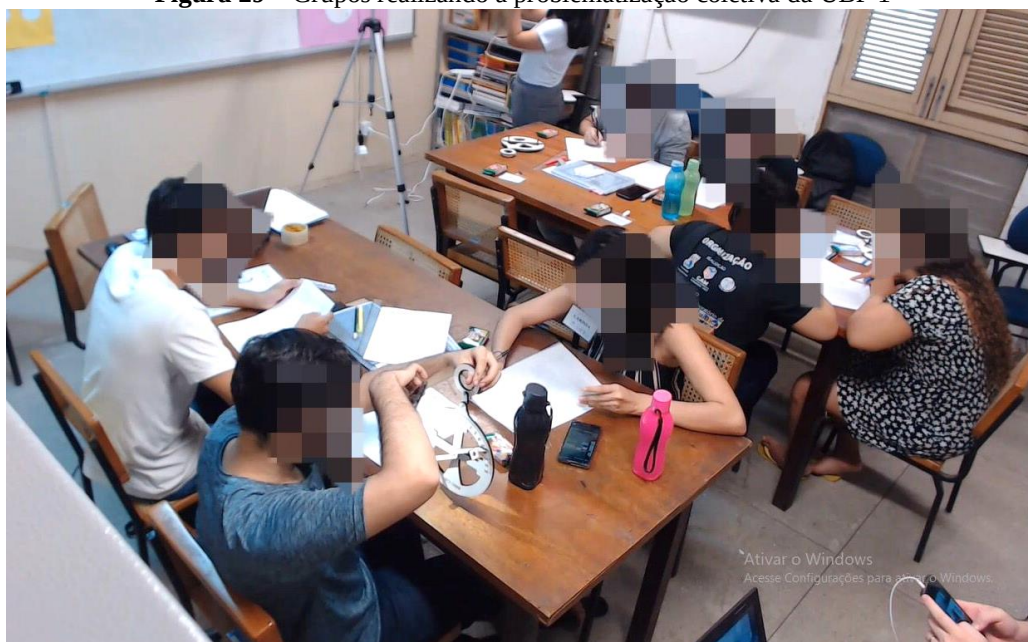
6.3.1 Categoria I: Conhecimentos geométricos/Uso do astrolábio náutico no mar/Limitações

No quinto dia de aula do curso, aplicou-se a UBP 1. Para o desenvolvimento dessa Unidade Básica de Problematização, fez-se necessário realizar uma recapitulação do uso do astrolábio náutico em alto-mar, para a determinação da altura do Sol, como mencionado na subseção 6.2. Pois, segundo Miguel e Mendes (2010), é preciso realizar uma recapitulação da prática sociocultural histórica sobre o conteúdo a ser estudado. Tal procedimento objetiva criar um ambiente favorável ao levantamento de reflexões acerca das práticas propostas na UBP com os discentes.

Nessa conjuntura, inicia-se a aplicação da UBP 1 por meio de uma problematização coletiva realizada em grupo, na qual cada equipe deveria realizar a exposição das ideias que emergiram da leitura do texto entre seus respectivos integrantes. Essa exposição viabilizou a explanação das memórias que haviam sido refletidas antes, por cada indivíduo de cada grupo, abrindo margem para novas discussões. Assim, tal processo torna-se enriquecedor, visto que, conforme os indivíduos expressavam as discussões em grupo, novas ideias surgiam.

Foram entregues réplicas do astrolábio náutico para as equipes, tendo-se a intenção de propiciar um ambiente mais favorável ao desenvolvimento das discussões acerca da problematização coletiva proposta na UBP 1. Durante esse processo, a docente pôde perceber que os participantes manuseavam o instrumento, orientando-se pelas informações contidas no texto da Unidade Básica de Problematização, na tentativa de entenderem, com maior precisão, os processos do uso do astrolábio, inclusive, simulando o Sol com a lanterna de seus *smartphones*, para mimetizarem o instrumento em uso (Figura 29).

Figura 29 – Grupos realizando a problematização coletiva da UBP 1



Fonte: Arquivo pessoal da autora (Grupo 1; Grupo 2; Grupo 3; 2022).

Quanto à problematização coletiva, a docente, percebendo que havia dúvidas entre os grupos, que poderiam ser sanadas com uma discussão entre os participantes, propôs o seguinte questionamento aos participantes: o que vocês entenderam acerca do processo de uso do astrolábio náutico?

Relator do Grupo 3: “nós lemos a descrição que havia no texto da UBP e junto com os conhecimentos que nós já tínhamos das aulas anteriores, percebemos que, para o uso; tinha primeiro que segurar o astrolábio pela argola de sustentação para deixá-lo livre, para que ele fique perpendicular ao chão, depois você começa a fazer com que a sombra passe pelos furinhos, mexendo, ajustando as pínulas para que o sol passasse pelos buraquinhos e ir ajustando a alidade até que a sombra passe pelas pínulas, no momento que a sombra passa igualmente, você encontrou a distância angular zenital. A distância zenital é a distância do ponto que está sobre a sua cabeça até o astro que você está mirando com o astrolábio, no caso o sol. A distância que marca no astrolábio é a zenital, depois você tem que pegar a complementar que para saber a altura do Sol com base na linha de confiança do instrumento”.

Relator do Grupo 1: “É orientado que o instrumento deveria ficar com a linha da confiança paralela ao horizonte, e o instrumento perpendicular ao chão, no entanto em alto mar, com pessoas de diferentes tamanhos, acreditamos que esse paralelo seria uma paralelismo entre planos. Pois, não importando a distância que o astrolábio esteja levantado, ou a pessoa que esteja segurando, os planos da linha de confiança dele em relação a linha do horizonte do mar, vão estar paralelos entre os planos”.

Relator do Grupo 3: “Nós, também conseguimos perceber que para o uso do instrumento, talvez precisasse de mais de uma pessoa utilizando o astrolábio, pois uma pessoa ficava segurando o instrumento, a outra ajustando a alidade e, possivelmente uma terceira, com um pano ou algo do tipo, buscando a sombra projetada pelas pínulas”.

Como pode-se observar no diálogo anterior, de acordo com o relato do Grupo 3 (2022): “[...] nós lemos a descrição que havia no texto da UBP e junto com os conhecimentos que nós já tínhamos das aulas anteriores, percebemos que, para o uso; tinha primeiro que segurar o astrolábio pela argola de sustentação para deixá-lo livre [...]” e, nas palavras do relator do Grupo 1 (2022): “É orientado que o instrumento deveria ficar com a linha da confiança paralela ao horizonte, e o instrumento perpendicular ao chão [...]”, os participantes compreenderam como deveriam utilizar o instrumento náutico, apenas por meio da leitura das orientações contidas na UBP 1 e da leitura realizada anteriormente do tratado de Oliveira (1606). É importante destacar que essas informações sobre o uso do astrolábio náutico, encontram-se dispostas nas seções 2 e 3 desta pesquisa. Destarte, a docente ainda continuou indagando os integrantes dos grupos com a seguinte pergunta: alguém poderia explicar os conceitos de zênite, nadir, distância zenital, latitude e longitude?

Relator do Grupo 3: “O zênite é o ponto que está sobre a sua cabeça e que se prolonga até a esfera celeste. Já o nadir é o oposto a isso, ou seja, o ponto mais abaixo da cabeça, abaixo dos pés. No astrolábio náutico, o zênite é o ponto A aqui na imagem do tratado, e o ponto B o nadir”.

Relator do Grupo 2: “Já a distância zenital, via de regra, é o ângulo sobre o plano vertical do Sol, no caso, a distância angular do astro até o zênite. No astrolábio, a distância zenital é medida em graus no instrumento, ou seja, é igual ao ângulo que o navegante observa entre o Sol e a vertical, no caso o ponto A aqui da imagem no tratado”.

Relator do Grupo 1: “Bom, em relação a latitude, creio que seja a distância em graus que é medida a partir do equador terrestre em direção norte-sul, dividindo a terra em dois hemisférios e a longitude, já seria a distância dada em graus, em qualquer ponto terrestre até o meridiano de Greenwich”.

Como verifica-se no diálogo anterior e como está disposto na seção 3 deste estudo, consoante o relator do Grupo 3 (2022), “no astrolábio náutico, o zênite é o ponto A aqui na imagem do tratado, e o ponto B o nadir” e o relator do Grupo 2 (2022), “no astrolábio, a distância zenital é medida em graus no instrumento, ou seja, é igual ao ângulo que o navegante

observa entre o Sol e a vertical, no caso o ponto A aqui da imagem no tratado”. Desste modo, entender alguns conceitos da Astronomia é essencial para utilizar adequadamente o astrolábio náutico, uma vez que esses conhecimentos são imprescindíveis para o uso desse instrumento pelos participantes. Após as reflexões desenvolvidas com os grupos, oriundas da problematização coletiva, os discentes partiram para a segunda etapa da aplicação da UBP, no caso, a leitura da problematização atual, descrita da seguinte maneira:

Tendo em mãos o astrolábio náutico: imagine que você é um aspirante a piloto de alguma embarcação durante o início do século XVII e, até o momento, somente compreende a utilização puramente teórica do instrumento após ter lido o tratado *Arte de Navegar* (1606), escrito por Simão d'Oliveira e, agora, pretende mobilizar os conhecimentos adquiridos praticando o modo de uso do astrolábio, antes de exercer o seu ofício. Para isso, dirija-se à praça rotatória da Universidade Estadual do Ceará, pois esse é um local que pode favorecer o uso do astrolábio náutico, tendo em vista que, para o instrumento fornecer a altura do Sol acima da linha do horizonte, ele deve ser posto sobre a incidência direta dos raios solares (UBP 1 – Seção 4, p. 76).

Logo, após feitas as primeiras suposições acerca do uso do instrumento, dirigiu-se à praça rotatória da UECE para que, com os conhecimentos adquiridos e de posse da réplica do astrolábio, os participantes do curso pudessem, de fato, realizar a parte prática pedida na problematização atual da UBP 1, no caso, utilizar o instrumento astrolábio náutico mimetizando estar em alto-mar. Já na praça, os integrantes dos grupos atribuíram funções uns aos outros: um seria responsável por segurar o instrumento, outro ajustaria o ponteiro (alidade) e um terceiro ficaria com um pano para verificar a sombra projetada pelas pínulas, como se visualiza na Figura 30, abaixo:

Figura 30 – Da esquerda para a direita: Grupo 1, 2 e 3, respectivamente, utilizando o astrolábio náutico



Fonte: Arquivo pessoal da autora (Grupo 1; Grupo 2; Grupo 3; 2022).

Os participantes utilizaram o instrumento em diversos pontos da praça, bem como alternaram as referidas funções entre os integrantes. A docente os convidou a retornarem à sala de aula para o fechamento da aula do dia, pois não havia mais tempo hábil para o prosseguimento da atividade. A etapa final da aplicação da UBP 1 ficou para o dia seguinte.

No sexto dia do curso, após os participantes organizarem-se em seus grupos, a docente fez uma breve recapitulação da atividade não concluída do dia anterior e, em seguida, apresentou os questionamentos propostos na UBP 1. Para a realização dessa última etapa do processo, eles utilizaram o que refletiram individualmente e em grupo acerca do tema e da parte prática do uso do astrolábio náutico.

O primeiro questionamento da UBP 1 foi desenvolvido e aprofundado no subtópico 6.3.2, pois este refere-se à categoria II: “Astrolábio náutico/Componentes do instrumento”. Posto isso, avançou-se para o segundo questionamento da UBP 1, o qual foi: para que era utilizado o astrolábio náutico? Como eram realizados os procedimentos de uso do instrumento?

O diálogo, que ilustra as respostas referentes ao questionamento da UBP acima, relativo aos membros de cada grupo, encontra-se a seguir:

Relator do Grupo 3: “O astrolábio era usado para a navegação em alto mar com base na determinação da posição dos astros no céu. Em relação ao uso, inicialmente,

deve-se segurar o astrolábio pela argola de sustentação de modo que ele fique livre na posição vertical, em seguida deve-se virar para o Sol de modo que os raios solares entre pelos dois buracinhos das pínulas, devendo-se girar a diotra até que isso ocorra. Fazendo isso será descoberto a distância zenital em graus, do Sol, em seguida calcula-se o complementar para saber a altura do astro (nesse caso o Sol)”.

Relator do Grupo 2: “O astrolábio, na nossa opinião, era como se fosse uma espécie, hoje em dia, de inclinômetro que era utilizado para determinar, por meio de vários cálculos, a latitude de uma embarcação em alto mar. O uso era da seguinte maneira, segurando o astrolábio pelo anel em o dedo polegar (mão direita ou esquerda), pendendo. O raio do Sol deve passar pelos dois buracinhos mais pequenos que estão nas pínulas, onde gira-se a diotra segundo a necessidade. Com isso, teremos o grau que a linha da confiança com a ponta da diotra, então essa distância angular será do Sol até o Zênite e o complemento será a altura do Sol”.

Relator do Grupo 1: “O instrumento astrolábio náutico foi muito importante para os navegadores, uma vez que possibilitava calcular as distâncias de maneira bem prática com somente a medida dos graus que o instrumento dava por meio do seu uso, e claro, com os conhecimentos de Geometria e cartografia. O modo de uso do astrolábio é a partir do observador suspendendo livremente o astrolábio náutico pela argola de sustentação, colocando-o na posição vertical. Após, gira-se a diotra na roda de graduação do instrumento, indicando a distância zenital do Sol em graus, formando um ângulo”.

De acordo com o diálogo anterior, os participantes compreenderam o motivo do uso e os processos de utilização do instrumento náutico. Segundo o relator do Grupo 3 (2022), “o astrolábio era usado para a navegação em alto mar com base na determinação da posição dos astros no céu”, ainda prossegue relatando que, “[...] inicialmente, deve-se segurar o astrolábio pela argola de sustentação de modo que ele fique livre na posição vertical, em seguida deve-se virar para o Sol de modo que os raios solares entre pelos dois buracinhos das pínulas, devendo-se girar a diotra até que isso ocorra”. É importante ressaltar que essas descrições também estão dispostas nas seções 2 e 3 desta pesquisa.

Como discutido pelos cursistas, o astrolábio náutico é utilizado da seguinte forma: segura-se o instrumento pelo seu anel de suspensão com uma das mãos, virando-o para o lado do Sol, de maneira tal que os raios solares possam incidir pelos dois orifícios das pínulas (dioptra). A dioptra deve ser movida até que as pínulas fiquem alinhadas, uma vez que isso ocorre, o grau é identificado na graduação do instrumento. Pois “[...] o número dos graus que houver desta dita linha até o zênite, esta será a distância que o sol naquele tempo tem do zênite, e o que lhe faltar será 90°, que farão os que ficarem compreendidos entre a linha da confiança, e a do horizonte, será a altura que se busca” (OLIVEIRA, 1606, p. 92).

O terceiro questionamento da UBP 1 foi: quais conhecimentos da Astronomia estão presentes no instrumento físico e no uso do astrolábio náutico? Conceitue-os.

Para ilustrar as respostas ao questionamento acima da UBP, relativas aos membros de cada grupo, tem-se:

Relator do Grupo 3: “Acreditamos que é preciso ter alguns conhecimentos acerca de coordenadas geográficas, tipo; latitude que é a distância medida em graus entre qualquer ponto da terra e a linha do equador, distancia zenital que é o ângulo sobre o plano vertical de um astro, no caso o Sol, desde o zênite até o Sol. Precisa saber, também para que lado o Sol nasce e se põe, para onde é o norte, sul, leste e oeste, saber”.

Relator do Grupo 1: “Como o grupo 3 mencionou, além desses conhecimentos, precisa-se saber também, o que é zênite, no caso, que seria o ponto vertical do lugar, sendo perpendicular ao horizonte, que intercepta a esfera celeste logo acima da cabeça do observador e o nadir que seria o ponto na esfera celeste oposto ao zênite”.

Relator do Grupo 2: “Acreditamos que os grupos 3 e 1 já mencionaram quase tudo, acreditamos que sejam esses pontos mesmo. Porém, em relação ao uso do instrumento propriamente dito, quem está usando tem que saber que a linha da confiança do instrumento deve estar paralela a linha do horizonte no mar e também deve-se saber como se fazer os cálculos referentes a localização em alto mar a partir da latitude conseguida por meio dos graus medidos no astrolábio, para que, assim, os navegantes pudessem se localizar em alto mar. Deveriam, também ter os conhecimentos referentes as constelações, pois de dia eles utilizavam o Sol como base e a noite, nós cremos que deveriam ser utilizadas os outros astros, no caso, formando as constelações”.

No diálogo anterior, os participantes identificaram alguns conceitos de Astronomia e de coordenadas geográficas, como se percebe na fala do relator do Grupo 3 (2022) “[...] conhecimentos acerca de coordenadas geográficas, tipo; latitude que é a distância medida em graus entre qualquer ponto da terra e a linha do equador, distancia zenital que é o ângulo sobre o plano vertical de um astro, no caso o Sol, desde o zênite até o Sol”. Tais conhecimentos são de suma importância para o uso do astrolábio náutico, sendo eles: conceito de zênite, nadir, linha do horizonte, bem como de latitude, Linha do Equador, norte, sul, leste e oeste. Reforça-se que esses conhecimentos também mobilizam conhecimentos geométricos. A distância zenital, por exemplo, em linhas gerais, é a distância angular de um astro até o zênite. Assim, entende-se que é essencial mobilizar o conceito de ângulo complementar.

O quarto questionamento da UBP 1 foi: existem conhecimentos geométricos que possam ser mobilizados no processo de utilização do astrolábio náutico? Se sim, quais são eles?

As respostas dos membros de cada grupo, alusivas ao questionamento acima da UBP, foram:

Relator do Grupo 3: “Sim, nós acreditamos que existem conhecimentos geométricos no uso do instrumento. Na nossa prática, os conhecimentos que nós acreditamos que usamos, foram basicamente de ângulos; perpendicularidade, automaticamente, paralelismo também e, o conhecimento de ângulos complementares”.

Relator do Grupo 2: “Sim, também percebemos que no uso do astrolábio tem conhecimentos geométricos, como no caso dos planos, paralelismo, ângulos. Também, percebemos a utilização do conceito de arcos no uso do instrumento”.

Relator do Grupo 1: “Bom, nós acreditamos que os conhecimentos geométricos mobilizados no uso, seriam os de angulação, perpendicularidade e paralelismo”.

Como se comprova no diálogo anterior, os participantes conseguiram mobilizar conhecimentos geométricos, o que fica claro na fala do relator do Grupo 3 (2022), a qual expôs que utilizaram os conceitos “[...] basicamente de ângulos; perpendicularidade, automaticamente, paralelismo também e, o conhecimento de ângulos complementares” e na fala do relator do Grupo 2 (2022), que acrescenta: “sim, também percebemos que no uso do astrolábio tem conhecimentos geométricos, como no caso dos planos, paralelismo, ângulos. Também, percebemos a utilização do conceito de arcos no uso do instrumento”. Tais conhecimentos estão incorporados no instrumento, sendo eles: conceito de perpendicularidade, paralelas, ângulos e ângulos complementares, entre outros. Esses conhecimentos da Geometria podem, igualmente, ser verificados no estudo dos aspectos matemáticos contidos na seção 3 da presente pesquisa.

O quinto questionamento da UBP 1 foi: as orientações encontradas no tratado Arte de Navegar (1606) para determinação da altura do Sol por meio do uso do instrumento astrolábio náutico estão compreensíveis para o cumprimento desse propósito? Discuta a adequação dessas orientações quando postas em prática, seus fundamentos, assim como os problemas técnicos que poderiam surgir e as possíveis maneiras de solucioná-los durante o uso do astrolábio em alto-mar.

Ilustrando as respostas de cada grupo ao questionamento acima da UBP, tem-se:

Relator do Grupo 1: “Não estão completamente entendíveis, devido as letras terem sentidos diferentes ao longo do texto. Como por exemplo, muitas vezes o ‘v’ teria o significado de ‘u’ e o ‘f’ de ‘s’ e por ai vai. Os conhecimentos matemáticos, também, passam em branco muito deles. O que torna difícil a compreensão de todos os aspectos matemáticos necessários para o entendimento de todo o processo de uso do instrumento. Creio que uma possível adequação seria ajustar as letras ao longo do texto e tornar mais explicito o conteúdo matemático”.

Relator do Grupo 3: “Não estão completamente entendíveis, como o grupo 1 mencionou, devido as letras terem sentidos diferentes ao longo do texto, isso tornou um pouco difícil a compreensão, tivemos que ler e reler. No entanto, conforme liamos e relíamos o texto e ao colocarmos em prática as orientações, se tornou fácil até. Fizemos como orientado. Primeiro buscamos a direção do sol, para que nos posicionássemos corretamente. Depois, posicionamos a pínula com maior orifício voltada para o sol, e fomos movendo a alidade ou diotra, até que no pano tivesse apenas a sombra de um burquinho. Ah, deixamos o astrolábio perpendicular ao solo, pois como a linha da confiança do instrumento precisava estar paralela a linha da confiança, teríamos que deixar o instrumento perpendicular ao chão. Depois que alinhamos as pínulas, vimos a marcação da alidade em graus, essa seria, no caso, a distância zenital. Em relação aos problemas, seria basicamente deixar o astrolábio parado, pois conforme o vento batia ou quem estava segurando o instrumento movia ele, por cansaço do braço, nós tínhamos que ajustar as alidades, ou o instrumento não fica perpendicular ao chão e isso, tornou um pouco mais complicado o uso. Mas, nada que atrapalhasse de fato o uso. Notamos, que realmente precisa-se de três pessoas para o uso, um para segurar o instrumento, outro pra deixar alinhada as pínulas e o terceiro para ficar segurando um pano para que pudéssemos ver se as pínulas realmente estavam alinhadas”.

Relator do Grupo 2: “Concordamos com o grupo 3 em tudo. Fizemos tudo assim também como eles fizeram; deixamos o instrumento perpendicular ao solo, alinhamos as pínulas mexendo a alidade, até ficar apenas um burquinho no pano e por aí vai. No entanto, nós queríamos verificar se realmente estávamos realizando a medida correta, no caso, usando corretamente o instrumento. Então, nós supomos que o Sol ele nasce por volta das 5 horas e 40 minutos da manhã; e ele chega 90°, a pino, ao meio dia, então são cerca de 6 horas e 20 minutos para fazer esse percurso de 90°. Então, na metade desse tempo, em 3 horas e 10 minutos, ele deveria estar a 45° certo? E aí, quando nós medimos, as 8 horas e 38 minutos da manhã, tinha dado 43° na marcação do astrolábio náutico pela alidade, então nós supomos que estávamos no caminho certo. Pois, as 3 horas e 10 minutos, em teoria, seria por volta das 8 horas e 50 minutos da manhã e o Sol deveria estar a 45° e como nossa medição foi feita as 8 horas e 38 minutos e marcamos no astrolábio os 43°, ficou muito próximo disso. E aí nós chegamos à conclusão de que se realmente for linear a trajetória do Sol, com a marcação no instrumento, seria 1° a cada 6 minutos que o Sol iria ‘se mover no céu’ e a graduação que seria vista no instrumento. Para comprovar isso, decidimos realizar a medição novamente utilizando o astrolábio náutico, e percebemos que a sombra projetada nas pínulas estavam alinhadas a 44° de marcação no instrumento, ou seja, 1° aumentou após 6 minutos que medimos. A dificuldade mesmo no uso, é o manuseio, tínhamos que constantemente olhar se o astrolábio estava perpendicular ao chão, a questão do plano que deveria estar alinhado direitinho para pegar a projeção da sombra advinda das pínulas, então quando estamos movimentando o instrumento, pode haver erros de mensuração devido a isso”.

Relator do Grupo 1: “Bom, em relação ao colocar em prática seguindo as orientações do tratado, nossa limitação mesmo foi a nossa familiaridade com o instrumento que era pouco, no caso, saber manusear adequadamente. Porém, as orientações do tratado estavam entendíveis sim. Em relação ao uso, propriamente dito, nós fizemos a mesma coisa que os grupos anteriores, posicionamos o astrolábio em direção ao Sol, segurando o instrumento pela argola de sustentação e ajustando a diotra até a sombra projetada no plano pelas pínulas ficarem alinhadas e após, verificamos os graus que foram medidos no instrumento. O ângulo que medimos, primeiramente, deu 55°, achamos um pouco estranho, daí decidimos ir ao local da praça onde a equipe 3 estava e, quando realizamos a medida novamente, deu praticamente igual à da equipe 3, no caso medimos 45°, sendo 8 horas e 47 minutos da manhã. A dificuldade mesmo de colocar em prática as orientações do tratado, foi justamente o posicionamento, deixar o instrumento perpendicular ao solo, juntamente com a linha da confiança dele. Como o instrumento descrito no tratado era feito de latão e mais pesado na base, acho que ficaria mais fácil de manter o instrumento parado”.

Como pode-se analisar no diálogo anterior, um dos pontos levantados pelos participantes é quanto às limitações encontradas no processo de uso do instrumento, como mencionado pelo relator do Grupo 1 (2022), o qual sinaliza que os textos da obra “não estão completamente entendíveis, devido as letras terem sentidos diferentes ao longo do texto. Como por exemplo, muitas vezes o ‘v’ teria o significado de ‘u’ e o ‘f’ de ‘s’ [...]”. Diante disso, é notório que os textos do tratado não eram de fácil entendimento, sendo preciso a realização de diversas releituras devido às letras terem sentidos diferentes ao longo da obra. Os conhecimentos matemáticos também passam despercebidos ao longo das páginas, havendo a necessidade de aprofundamento em documentos secundários relacionados a esse período.

Outra limitação relatada pelos cursistas, durante o uso do instrumento náutico, foi a dificuldade em deixá-lo parado na vertical, como orienta Oliveira (1606) e é citado pelo relator

do Grupo 3 (2022): “[...] em relação aos problemas, seria basicamente deixar o astrolábio parada, pois conforme o vento batia ou quem estava segurando o instrumento movia ele, por cansaço do braço, nós tínhamos que ajustar as alidades, ou o instrumento não fica perpendicular ao chão e isso, tornou um pouco mais complicado o uso”. Uma vez que os ventos incidiam no instrumento ou quem estava segurando o astrolábio o movia, a alidade teria que ser ajustada novamente, pois o instrumento não ficava perpendicular ao solo. A esse respeito, o Pe. Francisco da Costa, que é mencionado por Oliveira (1606), na sua obra intitulada *Arte de Navegar* (1596), declara que esse instrumento deveria ser construído com metal, cuja base, no semicírculo inferior, deveria ser mais torneada (pesada), para que o mantivesse na posição vertical, principalmente, quando o mar estivesse agitado.

O sexto e último questionamento da UBP 1 foi: atualmente, dispomos de diversas técnicas, artefatos tecnológicos e conhecimentos mais sofisticados que esse instrumento náutico bastante utilizado na marinharia entre os séculos XVI e XVII. Assim, quais outras possíveis práticas poderiam ser utilizadas para cumprir a função do uso do astrolábio náutico?

As respostas dos grupos ao questionamento acima da UBP constituíram o seguinte diálogo:

Relator do Grupo 3: “Acreditamos que o GPS, com certeza, seria mais preciso!”

Relator do Grupo 1: “Acho que o pessoal pode achar meio ultrapassado, mas a bússola também teria uma utilidade muito grande no lugar do astrolábio, direcionando o norte, sul, leste e o oeste”.

Relator do Grupo 2: “Sim, concordamos com o uso da bússola, tanto que hoje em dia, todo navio vem com uma bússola acoplada. Porém, com certeza o GPS seria um instrumento mais moderno e muito mais assertivo. No entanto, é importante lembrar que as embarcações, muitas delas, ainda possuem o astrolábio náutico e outros instrumentos náuticos, como forma de segurança, caso haja algum problema nos aparelhos eletrônicos, como no caso do GPS, por exemplo”.

De acordo com o diálogo anterior, os participantes reconheceram que existem instrumentos modernos com maior exatidão e facilidade de uso em relação ao instrumento astrolábio náutico, como se verifica na fala do relator do Grupo 2 (2022): “[...] hoje em dia, todo navio vem com uma bússola acoplada. Porém, com certeza o GPS seria um instrumento mais moderno e muito mais assertivo”. No entanto, salientam que, apesar da passagem dos séculos, o instrumento ainda está presente nas embarcações, como forma de segurança. Desse modo, finalizou-se a última etapa da aplicação da UBP 1.

6.3.2 Categoria II: Astrolábio náutico/Componentes do instrumento

Neste subtópico, como dito no subtópico 6.3.1 anteriormente, foi analisado somente o primeiro questionamento da UBP 1, uma vez que este trata da categoria de análise “Astrolábio náutico/Componentes do instrumento”.

Nesse sentido, o primeiro questionamento da UBP 1 foi: com os seus conhecimentos acerca do astrolábio náutico, você saberia descrever quais são os componentes desse instrumento, bem como a função de cada um deles?

Relativamente aos membros de cada grupo, tem-se as seguintes respostas ao questionamento acima da UBP:

Relator do Grupo 2: “O astrolábio possui uma argola de sustentação, no topo dele. Justamente, onde se encontra o zênite descrito no astrolábio. Essa argola de sustentação serve para que a pessoa que irá manipular o instrumento o segure, deixando ele livre, de modo que ele fique perpendicular ao solo ou ao chão da embarcação, quando ele é utilizado em alto mar”.

Relator do Grupo 1: “Isso, ele também é formado pela roda graduada, que é dividida em 4 quadrantes, dois superiores e dois inferiores, onde contém a graduação em graus do instrumento. Tinha graus de 1 em 1, sendo um preto e o outro branco, de 5 em 5 e de 10 em 10 graus. O topo, que também era o zênite, iniciava a contagem dos graus a 0° e ia até a linha da confiança no instrumento que era a 90°. Essa linha da confiança no instrumento, deveria ficar paralela a linha do horizonte em alto mar. As alidades, que são duas hastes de metal que estão no centro do instrumento, eram as peças que marcavam, apontavam os graus conforme iam sendo movidas”.

Relator do Grupo 3: “O instrumento, ainda, tem as pínulas, que ficam aderidas as alidades. As pínulas é por onde os raios solares irão se projetar para formar uma sombra, no chão ou solo. Elas precisam estar alinhadas, formando um único ponto de sombra, no chão ou solo da embarcação, para se medir adequadamente os graus. No uso do astrolábio em terra, o observador deve alinhar as pínulas quando estiver ‘mirando’ o topo das construções para medir a altura delas”.

Relator do Grupo 1: “Ah, o astrolábio deveria ser no formato anelado, com furos no meio dele. Pois, no mar, isso facilitaria a passagem dos ventos por ele, evitando que o instrumento fique se movimentando muito e assim, dificultando a sua utilização”.

Nota-se, nos diálogos anteriores, que os participantes conseguiram compreender a estrutura física do instrumento, sendo capazes de identificar os componentes das partes do astrolábio náutico, assim como é descrito pelo relator do Grupo 2 (2022): “o astrolábio possui uma argola de sustentação, no topo dele. Justamente, onde se encontra o zênite descrito no astrolábio”, o qual é complementado pelo relator do Grupo 1 (2022): “isso, ele também é formado pela roda graduada, que é dividida em 4 quadrantes, dois superiores e dois inferiores, onde contém a graduação em graus do instrumento”. Tal descrição também está contida na seção 2 da presente pesquisa. Esse instrumento náutico é constituído por uma argola de sustentação para manter o instrumento pendendo livremente, ademais, contém uma roda dividida em quatro quadrantes, sendo utilizados apenas os dois quadrantes superiores, em que há uma graduação em graus em cada um deles, iniciando em 0° e finalizado em 90°, nos quais

encontrava-se a linha da confiança. Essa linha deve ficar paralela à linha do horizonte em alto-mar quando o astrolábio for usado (OLIVEIRA, 1606).

Além disso, o instrumento é composto por duas peças denominadas de alidades, as quais são hastes de metal localizadas no centro do astrolábio. Essas peças servem para marcar, apontar os graus na roda graduada, conforme iam sendo movidas por quem as utilizava. O astrolábio náutico ainda possui pínulas, que encontravam-se fixadas nas alidades, nas quais os raios projetam-se. Por fim, segundo Oliveira (1606, p. 54), “o astrolábio de latão pelo modo ordinário da grandeza que a cada um mais contentar (o qual tanto será melhor quanto maior for) e torneado muito bem, de maneira que fique por todas as partes a mais igual e uniforme que puder ser [...]”, ou seja, como visto na seção 3 desta pesquisa e destacado pelos participantes do curso, dever-se-ia realizar uma padronização inicial durante o processo de construção do astrolábio náutico, o qual quanto maior, uniforme e igual fosse em todas as suas partes, melhor seria para o uso.

6.3.3 Categoria III: Conhecimentos geométricos/Uso do astrolábio náutico em terra/Limitações

No sexto dia de aula do curso de formação universitária, em um segundo momento do dia, foi realizada a aplicação da UBP 2, que objetivou o uso do instrumento astrolábio aplicado na mensuração da altura de objetos, isto é, o seu uso em terra e não mais em alto-mar, como mencionado no subtópico 6.3.1.

Para a aplicação da UBP 2, novamente, realizou-se uma recapitulação da prática sociocultural histórica do tema a ser abordado. Após, iniciou-se o desenvolvimento da problematização coletiva feita em grupo, para que emergissem ideias por meio da leitura do texto entre seus respectivos integrantes. Foram, mais uma vez, entregues as réplicas do astrolábio náutico para as equipes. No entanto, nesse momento, os participantes manuseavam o instrumento com maior familiaridade, com a diferença de que, agora, deveriam utilizá-lo para a mensuração da altura de objetos (Figura 31).

Figura 31 – Da esquerda para a direita: Grupo 1, 2 e 3, respectivamente, realizando a problematização coletiva da UBP 2



Fonte: Arquivo pessoal da autora (Grupo 1; Grupo 2; Grupo 3; 2022).

Sobre a problematização coletiva, a docente, como forma de viabilizar uma melhor apropriação do tema abordado por parte dos participantes, propôs algumas reflexões entre os grupos, sendo o primeiro questionamento: o que vocês entenderam acerca desse texto da problematização?

Relator do Grupo 1: “Bom, nós entendemos que o astrolábio já existia a muito tempo, até antes mesmo dos portugueses começarem a utilizá-lo em alto mar. Nós podemos perceber que ele, primeiramente, foi utilizado em terra, para medição da altura de uma torre por exemplo, e só depois, quando chegou na mão dos portugueses é que o astrolábio passou a ser utilizado na marinharia. No caso, foi adaptado pelos portugueses para o uso em alto mar.

Relator do Grupo 3: “Exatamente, anteriormente ele era planisférico e, quando tinha essa conformidade, foi utilizado para determinação de horas, da profundidade de poços e até mesmo, como já foi mencionado, para calcular a altura de alguma construção”.

No diálogo anterior, os discentes discorreram sobre o uso do astrolábio em terra, tiveram como base, para tal, o texto relativo à problematização histórica, que se encontra na UBP 2. O relator do Grupo 1 (2022) mencionou que: “[...] nós entendemos que o astrolábio já existia a muito tempo, até antes mesmo dos portugueses começarem a utilizá-lo em alto mar. Nós podemos perceber que ele, primeiramente, foi utilizado em terra”. Pode-se constatar que os participantes compreenderam que esse instrumento existe desde a antiguidade e somente chegou em Portugal por intermédio de astrônomos, matemáticos e médicos de origem islâmica e judaica. Em Portugal, o astrolábio foi adaptado para uso em marinharia, como sinaliza o relator do Grupo 1 (2022): “[...] quando chegou na mão dos portugueses é que o astrolábio passou a ser utilizado na marinharia. No caso, foi adaptado pelos portugueses para o uso em

alto mar”. Torna-se importante ressaltar que esse instrumento foi bastante utilizado para determinação da hora, profundidade de poços, auxílio nas navegações e para a realização de cálculos da altura de construções e, posteriormente, passou a ser utilizado para determinar a altitude dos astros, mais especificamente, do Sol, por meio da sua roda graduada, de maneira a indicar distâncias zenitais por leitura direta.

A docente continuou indagando os integrantes do grupo, com a seguinte pergunta: qual a diferença, para vocês, dessa imagem contida no texto da problematização, relativa ao uso do astrolábio em terra, verificando a altura de uma torre, em relação ao uso do astrolábio em alto-mar?

Relator do Grupo 2: “Acredito que a principal, é que nesse caso, quem está utilizando o astrolábio, está olhando diretamente pelas pínulas. Creio que para ‘mirar’ o topo da torre para realizar a medição da altura dele. Diferente de quando se usa em alto mar, que não se pode olhar pelas pínulas, apenas observar a projeção da sombra das pínulas no paninho, por exemplo”.

Relator do Grupo 3: “Isso, exatamente. Então, nós supomos que o padrão agora, não será mais a linha do horizonte no mar, mas o padrão de uso passa a ser a altura do observador, mais especificamente a altura do olho. Pois, será onde o astrolábio deverá ser posicionado”.

Relator do Grupo 1: “Nisso, nós acreditamos que quando os cálculos forem realizados, a altura do observador deverá ser somada com os cálculos para se saber a altura de uma torre, por exemplo”.

Vale frisar que os participantes compreenderam diferenças significativas entre o uso do astrolábio em terra e o uso em alto-mar. Uma dessas distinções, consoante o relator do Grupo 2 (2022), é: “acredito que a principal, é que nesse caso, quem está utilizando o astrolábio, está olhando diretamente pelas pínulas. Creio que para ‘mirar’ o topo da torre para realizar a medição da altura dele”. Desse modo, talvez a principal diferença esteja relacionada à necessidade de se olhar e fazer uma espécie de “mira” pelas pínulas durante o processo de mensuração da altura de objetos utilizando o astrolábio em terra. Algo que seria inconcebível de se fazer quando esse instrumento é usado em alto-mar ao se realizar a mensuração da latitude. Após as reflexões desenvolvidas com os grupos, oriundas da problematização coletiva, os participantes partiram para a segunda etapa da aplicação da UBP 2, no caso, a leitura da problematização atual, descrita da seguinte maneira:

Imagine que você é um engenheiro civil e foi contratado pelo governo de Portugal para reformar o Farol da Senhora da Luz, que se localiza no Monte da Luz, Portugal (Figura 2). Para iniciar o seu trabalho, é necessário saber a altura do Farol, porém, inicialmente, você não consegue ter acesso ao topo do farol. Você está apenas de posse de dois instrumentos matemáticos, o astrolábio náutico e um outro artefato capaz de medir distâncias. No entanto, você sabe que o astrolábio, entre as diversas funções

que possui, também pode ser utilizado para mensurar a altura de construções. Mãos à obra! (UBP 2 – Seção 4, p. 79)

Realizadas as discussões acerca do uso do instrumento astrolábio para a mensuração da altura e tendo-se como base as orientações contidas no excerto anterior, os discentes dirigiram-se, novamente, à praça da rotatória da UECE, a fim de que pudessem realizar a parte prática pedida na problematização atual da UBP 2. Nessa ocasião, utilizando uma réplica do instrumento astrolábio para medirem a altura de pontos de referência na praça. Já na rotatória, os integrantes dos grupos escolheram pontos do local para mensurarem a altura, tais como: postes, placas, estátuas, entre outros. Também distribuíram funções uns aos outros, como, por exemplo: um seria responsável por ajustar as pínulas no topo do ponto de referência; outro ficaria responsável por mensurar, com uma fita métrica, a distância até o ponto de referência e um terceiro realizaria os cálculos necessários para a finalização da atividade, como podemos observar na Figura 32, abaixo:

Figura 32 – Da esquerda para a direita: Grupos 1, 2 e 3, respectivamente, medindo a altura dos objetos utilizando o astrolábio náutico



Fonte: Arquivo pessoal da autora (Grupo 1; Grupo 2; Grupo 3; 2022).

Averigua-se, na Figura 32, que os participantes utilizaram o instrumento em diversos pontos da praça, bem como alternaram as funções entre os integrantes. A docente os convidou a retornarem à sala de aula para darem continuidade às etapas de aplicação da UBP 2. Após os participantes organizarem-se em suas respectivas equipes, a professora apresentou os questionamentos propostos na UBP. Para a realização dessa última etapa do processo, eles recorreram ao que refletiram individualmente e coletivamente sobre o tema, além da parte prática do uso do instrumento.

O primeiro questionamento da UBP 2 foi: por meio das orientações acerca do uso do astrolábio náutico para determinação da altura do Sol, descritas por Oliveira (1606), você foi capaz de translacionar essas informações para mensurar a altura do Farol da Senhora da Luz? Se sim, descreva o processo de mobilização de conhecimento.

As respostas referentes ao questionamento acima da UBP, relativas aos membros de cada grupo, foram:

Relator do Grupo 1: “Sim, a partir da descrição do uso contida no tratado, mais os textos que lemos, junto as discussões em sala de aula, foi tranquilo de translacionar as orientações do uso do instrumento no mar para seu uso em terra. Só sentimos dificuldade mesmo, ao posicionar o instrumento para o uso em terra, saber de deixávamos para cima ou mais para baixo e em como isso iria afetar a mensuração da altura dos pontos que estávamos medindo”.

Relator do Grupo 3: “Sim, concordamos, o uso é bem intuitivo após a leitura do tratado, tanto em terra quanto no mar. Porém, para usar em terra é necessário ter alguns conhecimentos de Geometria, para a realização dos cálculos. Pois, a altura do indivíduo que está medindo, deve-se ser somada durante a realização dos cálculos da medida. Nós, por exemplo, colhemos a altura do observador, a distância do observador até a placa da praça da rotatória, utilizamos a tangente do ângulos que havíamos coletados com o uso do astrolábio, teríamos um valor que somaríamos com a altura do observador, no caso, da pessoa que estava utilizando o instrumento e assim, teríamos a altura do objetivo que queríamos”.

Relator do Grupo 2: “Sim, conseguimos utilizar o instrumento em terra com base na leitura do tratado. A gente escolheu a placa amarela da rotatória da UECE para medirmos a altura dela. Depois, nós pegamos a distância da placa até onde iríamos utilizar o astrolábio, deu algo em torno de 2 metros, e aí a gente utilizou o astrolábio para vermos o ângulo até a ponta da placa. Lembrando que para vermos o ângulos, precisamos alinhar os orifícios das pínulas no topo da placa, literalmente ‘mirando’. E aí a gente fez os cálculos para verificarmos a altura”.

Relator do Grupo 1: “Nós, já escolhemos uma placa solar lá na rotatória da praça. Daí nós primeiro escolhemos a distância, no caso, foi uma distância de 10 metros, porque não dava para ‘mirar’ tão bem com o instrumento de perto, estabelecemos essa distância devido a isso. Depois, nós verificamos a altura de um dos integrantes do grupo que iria utilizar o astrolábio, no caso, a pessoa tinha 1 metro e 60 centímetros de altura. Em seguida, analisamos esse ‘triângulo retângulo’ que formava neah, que tinha o cateto adjacente de 10 metros e aí, o ângulo a gente calculava a tangente, ou seja, cateto oposto sobre o cateto adjacente. E aí depois disso, a gente somava com a altura do observador e aí chegava na altura do objeto observado, no caso da placa, de 3 metros de altura. No astrolábio, depois que utilizamos, conseguimos coletar um ângulo de 45°. Logo, não achamos que as orientações do tratado fossem complicadas de translacionar para o uso em terra. Porém, o difícil mesmo é saber que tem esses conhecimentos matemáticos e que eles

podem ser utilizados para essa finalidade. A finalidade de utilizar o instrumento para medir a altura das coisas”.

De acordo com o relator do Grupo 1 (2022), “[...] a partir da descrição do uso contida no tratado, mais os textos que lemos, junto as discussões em sala de aula, foi tranquilo de translacionar as orientações do uso do instrumento no mar para seu uso em terra”, no entanto, ele complementa: “só sentimos dificuldade mesmo, ao posicionar o instrumento para o uso em terra, saber de deixávamos para cima ou mais para baixo e em como isso iria afetar a mensuração da altura dos pontos que estávamos medindo”. Logo, percebe-se que os participantes foram capazes de translacionar a prática do uso do astrolábio náutico no mar para o seu uso em terra.

O segundo e último questionamento da UBP 2 foi: a partir da manipulação do astrolábio para mensurar a altura do Farol da Senhora da Luz, quais conhecimentos geométricos você utilizou? Matematize-os em uma folha de rascunho.

As respostas dos grupos a esse questionamento da UBP foram:

Relator do Grupo 1: “Bom, os conhecimentos que utilizamos, foi a altura, o conhecimento de relações trigonométricas, usamos o conhecimento de triângulo e ângulo complementar”.

Relator do Grupo 2: “Conhecimento de altura, como foi falado; de ângulos, ângulos complementares, utilizamos o conhecimento de triângulo retângulo, usamos o conceito de tangente, também foi usado o conhecimento de cateto e os relacionados a trigonometria”.

Relator do Grupo 3: “Foi mencionado o uso da trigonometria, como conhecimento geométrico. É importante ressaltar que, a trigonometria, é um conhecimento matemático e naquela época, depois de vermos os contexto histórico e matemática dos séculos XVI e XVII; a trigonometria era um conhecimento que estava dentro da área a geometria plana Euclidiana”.

Relator do Grupo 1: “Isso, acreditamos, se olharmos para os conhecimentos matemáticos, a trigonometria é uma ferramenta da Geometria Euclidiana. No entanto, existem autores, livros, escolas que dividem essas disciplinas. O aluno passa o ano todo vendo trigonometria e a geometria e vista no final, ali quando sobra tempo”.

Relator do Grupo 2: “Acreditamos que essa divisão seria mais didática mesmo. Pois, a Geometria plana ela é enorme, tem muito conteúdo, Então para não se tornar confuso, eles dividiram, separaram esse conteúdo didaticamente. E, para não ficar muito confuso, com muito conteúdo ao mesmo tempo na cabeça do aluno, é dado esses conteúdos de maneira separada. Dando a impressão que eles são distintos da Geometria plana, quando na verdade não são. Eles fazem parte da Geometria Euclidiana”.

Relator do Grupo 3: “Isso, na BNCC tem a Geometria a unidade temática relativa a Geometria, não tem a unidade temática trigonometria e dentro da unidade temática da Geometria, tem os objetos de conhecimentos da trigonometria. Ou seja, em suma, podemos dizer sim que ao usarmos trigonometria estamos utilizando conhecimentos da Geometria”.

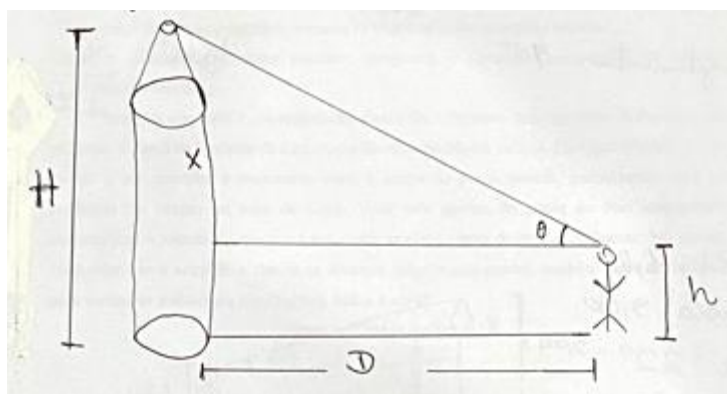
Verificou-se, no diálogo anterior, que os participantes mobilizaram conhecimentos geométricos, tais como: conceito de altura, relações trigonométricas, ângulo complementar,

triângulo retângulo, tangente, cateto, entre outros, como pode-se notar na fala do relator do Grupo 2 (2022), a qual sinaliza que empregaram o “conhecimento de altura, como foi falado; de ângulos, ângulos complementares, utilizamos o conhecimento de triângulo retângulo, usamos o conceito de tangente, também foi usado o conhecimento de cateto e os relacionados a trigonometria”.

Os discentes, segundo suas reflexões, relataram o uso da Trigonometria como conhecimento geométrico que emerge do uso do astrolábio náutico em terra. No tocante a isso, mencionaram que a Trigonometria é um conhecimento matemático e que, naquele período, estava dentro da área relativa à Geometria Plana Euclidiana, o que fica nítido na fala do relator do Grupo 3 (2022): “[...] a trigonometria, é um conhecimento matemático e naquela época, depois de vermos os contexto histórico e matemática dos séculos XVI e XVII; a trigonometria era um conhecimento que estava dentro da área a geometria plana Euclidiana”.

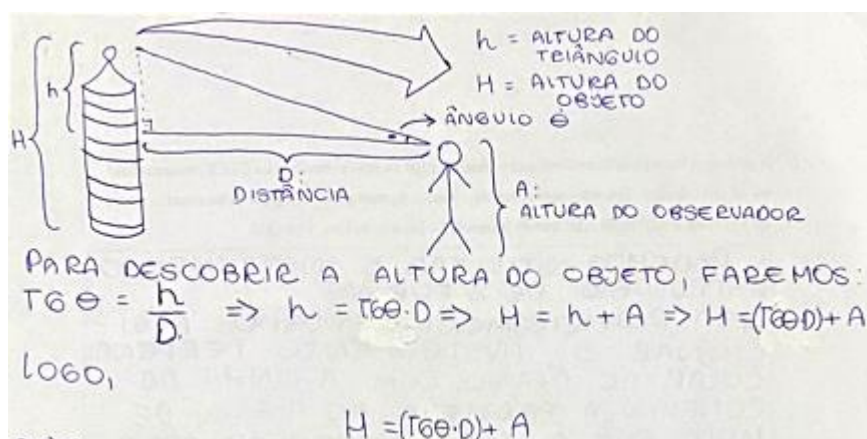
Posto isso, finalizou-se a última etapa da aplicação da UBP 2. Pode-se observar como foram realizados os cálculos, pelos participantes do curso, referentes ao uso do astrolábio em terra para a medição da altura de objetos, através das Figuras 33, 34 e 35.

Figura 33 – Cálculos matemáticos do Grupo 1 para determinação da altura por meio do uso do astrolábio náutico



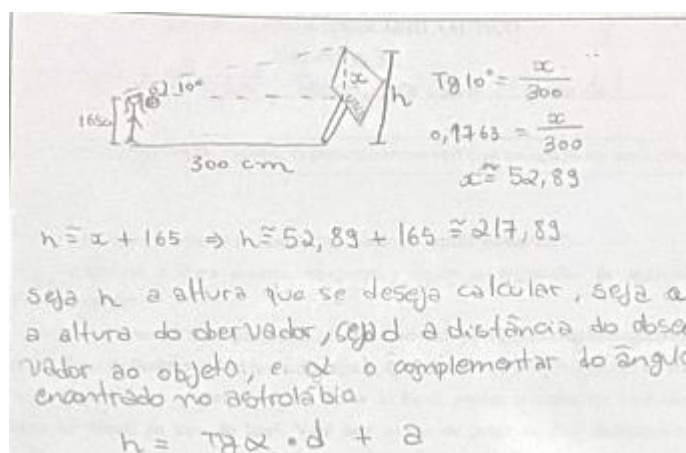
Fonte: Arquivo pessoal da autora (Grupo 1, 2022).

Figura 34 – Cálculos matemáticos do Grupo 2 para determinação da altura por meio do uso do astrolábio náutico



Fonte: Arquivo pessoal da autora (Grupo 2, 2022).

Figura 35 – Cálculos matemáticos do Grupo 3 para determinação da altura por meio do uso do astrolábio náutico



Fonte: Arquivo pessoal da autora (Grupo 3, 2022).

Como visto nas figuras anteriores, os grupos posicionaram o “astrolábio perpendicular ao plano e a linha da confiança paralela ao plano” (GRUPO 2), a uma dada distância do “farol”, a qual foi mensurada pelos participantes com o auxílio de uma fita métrica. Após, alinharam as pínulas da dioptra, realizando uma espécie de “mira”, no topo do objeto observado. O grau marcado no instrumento era a distância zenital (z), mediante essa informação, calcularam o ângulo complementar. Dessa forma, calcularam o ângulo de inclinação (θ), que se formava da linha do horizonte até a linha da confiança, representado pela fórmula:

$$\theta = 90^\circ - z$$

Assim, por meio do uso do astrolábio náutico, obtém-se o ângulo de inclinação, o qual indicava a altura do astro, no caso da proposta contida na UBP 2, a altura do “farol”. De posse do ângulo θ , os três grupos mobilizaram o conceito de tangente. No entanto, o Grupo 1 primeiro calculou a tangente para descobrir a altura x do farol:

$$d. \operatorname{tg} \theta = x$$

Posteriormente, esse grupo somou x com a altura do observador h , determinando a altura do “farol” H , conforme a Figura 33. Os Grupos 2 e 3 calcularam diretamente a tangente, adicionando a altura do observador, ou seja, em linhas gerais, eles utilizaram a seguinte equação:

$$H = \operatorname{tg} \theta. d + h$$

Percebe-se que, no processo de aplicação da UBP 2, os participantes através do uso do astrolábio em terra, foram capazes de mobilizar conhecimentos geométricos, como: perpendicularidade e paralelismo, durante o posicionamento do instrumento, também utilizaram o conceito de ângulo complementar, o qual foi obtido a partir da mensuração da distância zenital, ainda usaram o conceito de tangente para determinar a altura dos objetos. Ressalta-se que este último conceito já estava disponível durante o século XVII, uma vez que está descrito no livro *Os Elementos*, de Euclides (BICUDO, 2009).

6.4 O processo de (res)significação dos conhecimentos pelos licenciandos em Matemática

No sétimo e último dia do curso de formação universitária, 26 de julho de 2022, das 08h às 12h, foi entregue aos participantes o Cartão de Atividade 8 (Apêndice P), intitulado: “Conhecimentos geométricos acerca do astrolábio náutico”, o qual orientava aos participantes, tendo como base os conhecimentos adquiridos no decorrer do curso acerca do instrumento astrolábio náutico, que anotassem, em *post-its*, as conclusões do seu grupo e as colassem em um mural correspondente ao número da sua equipe. Como produto final dessa atividade, os alunos deveriam discutir com a docente e os demais participantes do curso as conclusões levantadas por sua equipe (Figura 36).

Figura 36 – Da esquerda para a direita: relator do Grupo 1, 2 e 3, respectivamente, discorrendo acerca das conclusões do contexto histórico e matemático do astrolábio náutico



Fonte: Arquivo pessoal da autora (Grupo 1, Grupo 2, Grupo 3; 2022).

Observou-se, na apresentação de cada grupo, bem como nas discussões levantadas pelos participantes, que estes conseguiram extrair informações relevantes sobre o contexto histórico e matemático do astrolábio náutico. Entre os pontos levantados, o Grupo 3 destacou que:

Relator do Grupo 3: “O contexto do instrumento, surge nas grandes navegações portuguesas, auxiliando os pilotos a localizarem-se em alto mar, utilizando os astros como referência. Por meio dos graus obtidos no uso do astrolábio era possível determinar a latitude dos navegantes e, deste modo eles conseguiam conduzir suas embarcações. Também vimos que o astrolábio pode ser usado em um outro contexto que não apenas nas navegações. Ele pode ser usado em terra também, para determinação da altura de objetos, como fizemos na rotatória da UECE. Outra coisa que anotamos nos post it’s, foi que, para utilizar o instrumento era necessário possuir conhecimentos geométricos e geográficos, pois o uso do instrumento não seria eficiente sem antes ter esses conhecimentos. Percebemos que no tratado Arte de Navegar (1606), o material indicado para a construção do instrumento era o latão, justamente por ser um material mais pesado; impedindo que o instrumento se movimenta-se muito, facilitando, assim o seu uso, como também para evitar que o instrumento se deteriora-se, uma vez que ele era utilizado em alto mar. Em relação aos conhecimentos geométricos presentes no instrumento como um todo, não apenas no uso, podemos perceber a mobilização de circunferência, quadrante, ângulo, perpendicularidade, paralelismo, dentre outros [...] e com isso eu encerro aqui as minhas considerações”.

Como se visualiza na fala do Grupo 3, houve um contexto que justificou o surgimento e a utilização do astrolábio náutico em Portugal, no caso, a expansão marítima portuguesa, que, segundo o grupo, “o contexto do instrumento, surge nas grandes navegações portuguesas,

auxiliando os pilotos a localizarem-se em alto mar, utilizando os astros como referência” (GRUPO 3). Também relataram como o instrumento deveria ser utilizado e o que poder-se-ia mensurar por meio da aplicação dele, como a identificação da latitude pelos graus obtidos na graduação do astrolábio pelos navegantes que, de acordo com o relator do Grupo 3 (2022): “por meio dos graus obtidos no uso do astrolábio era possível determinar a latitude dos navegantes e, deste modo eles conseguiam conduzir suas embarcações”.

Os participantes conseguiram compreender que o instrumento, além de ser usado em alto-mar, poderia ser também utilizado em terra para mensuração da altura de objetos e que era fundamental para o navegante ter previamente o domínio de conhecimentos geométricos para essas finalidades, tais como: o conhecimento de circunferência, quadrante, ângulo, perpendicularidade, paralelismo, entre outros.

Seguindo essa linha de raciocínio estabelecida pelo Grupo 3, os participantes do Grupo 2 relataram que:

Relator do Grupo 2: “A gente, separou em três pontos sobre os conhecimentos que nós mobilizamos até aqui. Sobre o astrolábio, nós vimos sobre o seu contexto histórico, social, econômico e educacional. Sobre Simão d’Oliveira, nós vimos sobre o tratado Arte de Navegar, o que ele trazia em seu conteúdo. Vimos também quais os conhecimentos que estão sendo mobilizados pela leitura da obra e dentro disso, nós conhecemos alguns instrumentos náuticos que estavam presentes nos séculos XVI e XVII, assim como o próprio astrolábio náutico. Dentro desse contexto, nós vimos como era a Educação da matemáticas dessa época e como isso influenciou o próprio astrolábio”.

Depreende-se que o Grupo 2 aprofundou-se na descrição da contextualização do tratado Arte de Navegar (1606) e do astrolábio náutico, pois o relator dessa equipe disse: “[...] nós vimos sobre o tratado Arte de Navegar, o que ele trazia em seu conteúdo”, ele segue enunciando: “[...] sobre o astrolábio, nós vimos sobre o seu contexto histórico, social, econômico e educacional”. Ademais, comentou sobre a função do instrumento e as partes que o compõem: “vimos como ele é construído e as partes dele que são utilizadas durante o uso do instrumento, tais como; os quadrantes dele, a graduação, a diotra, as pínulas” (GRUPO 2). Nesse momento, percebe-se que eles conseguiram identificar as partes físicas que compõem o instrumento. Posteriormente, continuam descrevendo o processo de construção do astrolábio, identificando os conhecimentos geométricos ao longo das falas, como observa-se a seguir:

Relator do Grupo 2: “No segundo ponto, em relação aos conhecimentos geométricos contidos no instrumento, mais especificamente na construção geométrica, verificamos que a régua de compasso era utilizada no papel, antes de ser passado para o metal. Que nessa construção havia a mobilização dos conhecimentos de raio, de diâmetro, dos arcos, das semicircunferências, de trissecção, bisettriz e quinta parte, para fazer essa construção do instrumento[...] Os quadrantes é a

circunferência separada em quatro partes iguais e na construção do astrolábio é somente utilizado os quatro quadrantes superiores. E os ângulos complementares que é quando usamos o instrumento em terra. Também, podemos perceber a presença de paralelismo, perpendicularidade e ortogonalidade. O paralelismo seria a relação da linha da confiança no instrumento em relação a linha do horizonte no mar. A perpendicularidade era em relação a linha da confiança estar perpendicular ao ângulo zero ou 90, dependendo de onde o instrumento será usado. Já a ortogonalidade é o astrolábio que tem que estar ortogonal ao solo, ao mar ou a terra. E por último, a relação de proporção que é utilizada durante a construção ou então quando você vai fazer trabalhos em terra, que você irá utilizar a proporção de triângulos. É utilizado a semelhança de triângulos que é um ponto principal na utilização da distância zenital. E o teorema de Pitágoras, quando for utilizar o instrumento em terra”.

Por fim, o Grupo 2 menciona que, com o astrolábio náutico, mobiliza-se “o uso da trigonometria, que seria a relação da tangente, dos arcos da tangente, seno e cosseno. E, desse modo, aprendemos que para o uso no mar é de uma maneira e para o uso em terra é de outra maneira. E eu acho que é isso” (GRUPO 2). Logo, foi possível que os participantes dessa equipe compreendessem os conhecimentos geométricos presentes no processo de construção do instrumento e durante o seu uso. Destaca-se também que eles entenderam que há diferenças tanto na utilização do astrolábio no mar em relação à terra quanto nos conhecimentos da Geometria que emergem nesses dois cenários.

Concernente ao Grupo 1, este iniciou realizando uma breve contextualização do período em que o tratado e o instrumento estiveram presentes, como pode-se verificar na fala a seguir:

Relator do Grupo 1: “Em resumo, pois muita coisa já foi falada pelos outros grupos, mas houve-se uma necessidade da época, devido a expansão das grandes navegações, de criarem-se os tratados para compilar os conhecimentos, pois os conhecimentos, até então, eram passados de boca a boca ou seja, de mestra para aprendiz. Também, nesse período, houve a necessidade de surgimento de novos instrumentos para facilitar e tornar seguras as navegações em alto mar. E desse contexto foi oriundo o tratado Arte de Navegar de Simão d’Oliveira e o astrolábio náutico contido nele. O objetivo de tudo isso, era a expansão do Reino de Portugal. Nesse contexto, entra o papel dos Jesuítas, da formalização do ensino da náutica e das matemáticas, a criação do colégio de Santo Antão e da Aula da Esfera. Nessa época muito instrumentos que já existiam, foram adaptados para o uso no mar, como no caso do astrolábio, bem como novos instrumentos surgiram”.

Nota-se que os participantes do Grupo 1 levantaram um aspecto da contextualização do tratado de Oliveira (1606) que ainda não havia sido destacado pelos grupos anteriores, o qual é relativo à importância que o colégio de Santo Antão e a Aula da Esfera tiveram para o ensino da Náutica e das matemáticas nesse período. Para mais, relataram: “os conhecimentos por nós mobilizados foram; a trigonometria, construção geométrica, tanto é que se fossemos construir hoje o astrolábio sem os instrumentos que a gente tem atualmente, a gente teria que fazer a parte

de desenho geométrico toda” (GRUPO 1). Além disso, ressaltaram que “o astrolábio pode ser utilizado tanto em alto mar, para localização da embarcação por meio do grau medido no astrolábio, no qual será oriunda a latitude, bem como para o uso do instrumento em terra, para calcular a altura de edifícios. Resumidamente é isso” (GRUPO 1).

Analisa-se, nas discussões e nas reflexões anteriores levantadas pelos participantes dos grupos, o objetivo dessa última atividade, que foi promover uma recapitulação dos conhecimentos adquiridos pelos licenciandos em Matemática no curso de formação universitária. Assim, pôde-se detectar que, ao longo das falas dos participantes, as informações dadas por eles geravam discussões com os demais membros de outras equipes, bem como complementavam o contexto histórico e matemático do instrumento que estava sendo abordado. Ao final da atividade, a docente constatou que os alunos conseguiram se apropriar dos aspectos relevantes relacionados ao instrumento.

Ao final da aula, a docente orientou que os participantes preenchessem o questionário avaliativo do curso (Apêndice Q) e o pós-teste diagnóstico (Apêndice R). Abaixo, no Quadro 10, está disposto o produto final da última atividade realizada pelos participantes do curso de formação universitária.

Quadro 10 – Produto final da atividade 8 dos Grupos 1, 2 e 3, respectivamente

GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
- O ensino da Náutica e da Matemática surgiram da necessidade da expansão marítima portuguesa; - Criação do colégio de Santo Antão pela Companhia de Jesus. Criação da “Aula da Esfera”; - Simão d’Oliveira e a obra Arte de Navegar (1606). A obra era uma espécie de coletânea para aqueles que iniciavam na Astronomia na época moderna; - Adaptação e criação de instrumentos para a navegação, por exemplo, o astrolábio náutico; - Métodos de navegações simples; - Fabricação do astrolábio náutico e sua adaptação; - A utilização do astrolábio náutico. No mar, era utilizado para calcular a distância do Sol e, na Terra, era	- Conhecimentos sobre o astrolábio: I) Simão d’Oliveira e o tratado “Arte de Navegar”; II) Contexto das navegações portuguesas (séc. XVI e XVII); III) A função do astrolábio náutico; e IV) As partes do astrolábio; - Conhecimentos geométricos: I) Construções geométricas; II) Paralelismo, perpendicularidade ortogonalidade; III) Quadrantes, ângulos, arcos, ângulos complementares; IV) Relação de proporção, semelhança de triângulos; Teorema de Pitágoras; V) Trigonometria; - Mobilizações do instrumento: I) Uso do instrumento no mar e em terra; II) Posicionamento do astrolábio e posicionamento da dioptra.	- Surgiu com a necessidade das grandes navegações; - Mais fácil de utilizar em relação aos outros instrumentos da época; - Possibilitava a localização em alto-mar por meio da latitude; - Permite a utilização em vários contextos; - Precisa de pelo menos 3 pessoas para utilizar; - Necessita de conhecimentos geográficos; - Sua graduação envolve conhecimentos de circunferência, ângulos, quadrantes, divisão de arco e outros conhecimentos geométricos; - Adaptação para navegação;

utilizado para calcular a altura de objetos, por exemplo, o farol; - Conhecimentos matemáticos no astrolábio: trigonometria, paralelismo e perpendicularidade, quadrantes, circunferência, ângulos, graduação em graus.		- Feito de latão, para evitar que o instrumento se movimentasse; - Contém a dioptra e as pínulas; - Está presente no tratado “Arte de Navegar”.
--	--	---

Fonte: Arquivo pessoal da autora (Grupo 1, 2 e 3, 2022).

Pelo quadro anterior, infere-se que, para que os alunos pudessem chegar até esse produto final, os mesmos tiveram que considerar diversas questões ao longo das situações propostas para o uso do instrumento. Nesse sentido, segundo Oliveira (2019, p. 140-141), deve-se entender que é imprescindível “[...] preservar a relação de indissociabilidade existente entre essas questões, caso se tenha como intenção trabalhar com o ensino e aprendizagem de conhecimentos geométricos a partir da proposta de construção de interface entre história e ensino da matemática”.

Vale frisar que a proposta de construção de interface, vista nesta pesquisa, direcionou os alunos à compreensão de determinados objetos e conhecimentos matemáticos incorporados neles. Diante do exposto, aponta-se ainda que, ao abordar o uso do astrolábio náutico ou de qualquer outro instrumento matemático, nas palavras de Saito (2016a, p. 12), “[...] devemos não só compreender as relações matemáticas implicadas nas partes de sua composição e no seu uso, mas também entender por que razão cada uma dessas partes lá estão e é mobilizada ao utilizá-lo”.

Portanto, pôde-se perceber, ao longo de todas as atividades/UBP aplicadas, um ambiente propício aos participantes do curso de formação universitária para reconhecerem, significarem e compreenderem os conhecimentos geométricos mobilizados durante o processo de uso do astrolábio náutico. Perante o que foi exposto, analisado e discutido nesta seção, a seguir, realiza-se uma explanação das conclusões desta pesquisa.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os conhecimentos geométricos possuem relevância no processo formativo dos alunos da Educação Básica, uma vez que auxiliam no desenvolvimento da percepção visual e das estruturas cognitivas, tornando possível o percurso de transição do período operatório concreto para o abstrato. Entretanto, pesquisadores, como Pavanello (1989), Lorenzato (1995) e Nogueira (2015), alertam para o descaso com o ensino da Geometria nas salas de aula. De acordo com os autores, esse descuido deve-se a uma formação deficitária dos licenciandos em Matemática acerca desse conteúdo no Ensino Superior, somando-se à carência de meios e de métodos adequados quando tornam-se professores e iniciam sua atuação no âmbito escolar.

Destarte, entre as pesquisas acadêmicas que se valem de meios que visam a auxiliar no processo de ensino e aprendizagem no âmbito da Educação Matemática, tem-se os estudos que articulam a história da Matemática, os quais objetivam a utilização de recursos oriundos dela. Assim, o uso desses recursos advindos da História da Matemática podem ser uma das possibilidades de meios que, ao serem utilizados em sala de aula, favorecem a melhoria do ensino da Geometria, uma vez que a história sendo incorporada, ainda no processo de formação do licenciando em Matemática, pode repercutir em um entendimento mais amplo acerca dos conhecimentos geométricos e, provavelmente, em consequências positivas para o ensino de Matemática.

Neste estudo, buscou-se realizar uma aproximação entre a história e a educação matemática. Tal articulação é denominada de interface entre história e ensino de Matemática. Para isso, empregaram-se recursos que a própria história oferta, no caso, um instrumento matemático, sendo este o astrolábio náutico contido em um documento histórico, mais especificamente, o tratado *Arte de Navegar* (1606).

No entanto, essa abordagem ainda não está amplamente disseminada nas pesquisas nacionais, segundo Pereira e Saito (2018). Uma das maneiras de disseminar e ofertar novas concepções, que possam orientar as ações docentes em sala de aula, é através de uma estrutura formativa, a qual torne possível aos licenciandos em Matemática vivenciarem um novo posicionamento para suas ações como futuros professores. Com base nisso, ponderou-se como relevante a aplicação de um curso de formação universitária, direcionado ao processo de formação docente, com vistas a redirecionar o processo de ensino de Matemática.

Nessa conjuntura, a presente pesquisa buscou um aporte teórico necessário para o desenvolvimento de uma interface entre história e ensino de Matemática, sendo este obtido por

um estudo contextual, epistemológico e de caráter historiográfico atualizado, estabelecendo tal articulação em uma turma de licenciandos em Matemática, que participaram do curso de formação universitária proposto neste estudo.

Essa intervenção foi realizada mediante a elaboração de um questionamento, o qual direcionou esta pesquisa e os objetivos que sustentaram as ações aqui determinadas. Partindo desse cenário e tendo a compreensão de que a formação de professores é peça fundamental para redirecionar o ensino de Geometria, este estudo se voltou à seguinte questão: *como o uso do astrolábio náutico pode propiciar o ensino dos conhecimentos geométricos na formação dos licenciandos em Matemática?*

Para a adequada condução do presente trabalho, a fim de responder ao questionamento proposto, definiu-se como objetivo geral: conhecer como o astrolábio náutico pode favorecer o ensino dos conhecimentos geométricos mobilizados por meio do seu uso na formação dos licenciandos em Matemática. Como forma de alcançar esse objetivo, estabeleceram-se três objetivos específicos.

O primeiro objetivo específico definido foi identificar, a partir do tratado *Arte de Navegar* (1606), o contexto no qual o instrumento astrolábio náutico esteve inserido. Para isso, realizou-se um estudo qualitativo, bibliográfico e documental, agregando fontes históricas, sendo esses documentos primários e secundários, visando uma adequada construção dos aspectos contextuais, como observado na seção 2 desta pesquisa.

Com isso, verificou-se que Portugal, entre os séculos XV e XVI, passou por uma intensa expansão marítima e por um desenvolvimento de suas técnicas de navegação, as quais permitiram às embarcações guiarem-se e localizarem-se em alto-mar. A ciência náutica tornou-se cada vez mais relevante, logo, esse cenário ficou conhecido como a “época de ouro” da náutica portuguesa, uma vez que houve o surgimento e a conexão de conhecimentos geográficos, astronômicos e, sobretudo, matemáticos. As matemáticas desse período foram utilizadas para a construção e o manuseio de instrumentos importantes para as observações celestes e outros procedimentos no mar.

A partir dessa expansão marítima portuguesa, foi preciso desenvolver e adaptar instrumentos que auxiliassem e orientassem as navegações em alto-mar, tais como: bússolas, balhestilhas, astrolábios e quadrantes náuticos. Com a variedade de instrumentos náuticos existentes, que demandavam acurácia para sua construção e seu uso, bem como a necessidade de perpassar os conhecimentos adquiridos aos navegantes, os primeiros tratados acerca das navegações começaram a aparecer. Entre esses tratados relacionados às navegações

portuguesas, estava inserido o tratado *Arte de Navegar* (1606), de Simão d'Oliveira, no qual estão contidos os processos relativos à construção e ao uso do instrumento astrolábio náutico. Oliveira (1606) foi um Padre Jesuíta e cosmógrafo-mor entre os séculos XVI e XVII. Em sua obra, o autor deixa claro que a publicação do seu tratado foi motivada pela escassez de materiais que versassem sobre os temas contidos em sua obra.

Ao ler o proêmio descrito no tratado, notou-se que o autor esclarece que a obra tem como base as matemáticas, sendo elas conhecimentos norteadores e facilitadores para a produção e o uso de instrumentos náuticos e para exercer o ofício durante a navegação, uma vez que estiveram relacionados a conteúdos práticos e que o saber-fazer estava presente nesse período, principalmente, pelos cosmógrafos-mores e fabricantes dos instrumentos náuticos. Também contém noções de Astronomia, que, em conjunto com os conhecimentos matemáticos, possibilitariam identificar a localização em alto-mar e assegurar, assim, o percurso correto para se chegar ao destino almejado pelos navegantes.

Ressalta-se que, no decorrer da leitura a respeito da construção e do uso do astrolábio náutico contido no tratado, percebe-se que é necessário o envolvimento de conhecimentos geométricos e que estes já se encontravam à disposição nesse período. Essa afirmação se sustenta, pois Oliveira (1606) relata ter utilizado, como base para a escrita da doutrina de sua obra, autores antigos e modernos, estando entre eles o Pe. Francisco da Costa. Tal padre foi um dos mestres que lecionava a Aula da Esfera, ministrada no Colégio de Santo Antão. Nessa aula, recomendava-se o estudo dOs *Elementos*, de Euclides; da Aritmética; da “Esfera”; entre outros conteúdos.

Um outro autor moderno do qual a doutrina do tratado foi extraída era, nas palavras de Oliveira (1606, s/p), “Pêro Nunes Cosmographo dei Rey dom João”. Pedro Nunes utilizava, em suas demonstrações, a Geometria pautada nos conhecimentos aprofundados dos livros de Euclides, em específico, *Os Elementos*, corroborando a imprescindibilidade da leitura dessa obra como documento histórico para um melhor entendimento da Matemática presente no tratado *Arte de Navegar* (1606).

Portanto, ao olhar o astrolábio náutico presente em Oliveira (1606) em um âmbito didático direcionado para o ensino de Matemática, aventou-se que, pelo uso desse instrumento, podem-se mobilizar conhecimentos geométricos, além de se desenvolver um ambiente propício para o ensino desses conceitos matemáticos.

O segundo objetivo específico buscou reconhecer os aspectos físicos do astrolábio náutico, tal como os conhecimentos geométricos que estão incorporados tanto na leitura do

processo de construção quanto no uso desse instrumento, como pode-se verificar na seção 3. Para alcançar esse propósito, pautou-se em uma perspectiva metodológica de cunho contextual, bibliográfico e documental.

Ao se realizar uma investigação sobre o instrumento físico, vê-se que este era constituído por quatro peças: I) a roda graduada, sendo esta o corpo do astrolábio; II) a alidade ou “dioptra” (sistema de pontaria do instrumento), suas pontas indicavam a medida angular aferida no limbo graduado do círculo; III) as pínulas, que eram duas pequenas placas quadradas, as quais possuíam cada uma um orifício em seus centros, pelo qual o observador podia “mirar” o astro celeste que pretendia medir; e IV) a argola de sustentação era um anel pelo qual o observador podia segurar o instrumento, estava localizada na parte superior do astrolábio.

Em relação à construção do instrumento, percebeu-se que era realizada uma padronização inicial nesse processo, pois o astrolábio deveria ser fundido em latão, o qual quanto maior, uniforme e igual fosse em todas as suas partes, melhor seria para o uso. No entanto, ao longo da leitura da descrição da fabricação contida no tratado, notou-se que Oliveira (1606) não se preocupava em descrever os detalhes matemáticos referentes à construção desse instrumento. Sobre isso, segundo Albuquerque (1970), a obra *Arte de Navegar* (1606) passa em claro todas as explicações acerca da construção do astrolábio, com o fundamento de se tratar de um instrumento náutico muito conhecido naquele período.

Desse modo, realizou-se uma leitura da obra *Os Elementos*, de Euclides, para uma melhor compreensão dos possíveis aspectos matemáticos relacionados aos conhecimentos geométricos, que Oliveira (1606) tinha nesse período. Nos *Elementos*, verificou-se que Euclides não apresenta, de forma explícita, os procedimentos para o desenvolvimento das divisões da graduação descritas no tratado em relação ao processo de construção do astrolábio náutico. Contudo, entende-se que algumas das proposições, descritas por Euclides, podem favorecer essas divisões propostas. Todo esse processo de fabricação pode ser visto na seção 3 desta pesquisa.

Todavia, conclui-se que, nesses procedimentos, pela leitura das orientações contidas no tratado, constata-se a presença de conhecimentos geométricos incorporados no instrumento, tais como: conceito de diâmetro, circunferência, círculo, semicírculo, perpendicularidade, além da noção de ângulos e suas classificações, ângulos retos e rasos.

No tocante ao uso do astrolábio náutico, o livro quarto da *Arte de Navegar* (1606) deixa claro que, para a determinação da altura dos astros nas navegações (em particular, a do Sol) com suas declinações, a preferência se fazia pelo uso do astrolábio náutico em conjunto com as

cartas de marear, as tábuas solares (tabelas de declinação do Sol) e o relógio de Sol universal. O astrolábio náutico português é um instrumento graduado, de maneira tal que seja viável indicar distâncias zenitais por leitura direta.

O processo de uso desse instrumento dava-se da seguinte forma: dever-se-ia segurar o astrolábio náutico pela argola de sustentação, virando-o para o Sol, após movia-se a dioptra até que os raios solares incidissem pelos dois orifícios das pínulas, formando apenas uma única sombra projetada ao chão da embarcação. Nesse momento, seria possível identificar o grau marcado na roda graduada do instrumento. Depreende-se que, ao utilizar o astrolábio náutico, mobilizam-se alguns conhecimentos geométricos, como: o conceito de ângulo e de ângulo complementar, bem como de retas perpendiculares e paralelas.

Salienta-se que o estudo desses conhecimentos geométricos incorporados no astrolábio náutico foi um dos grandes desafios enfrentados durante o desenvolvimento deste estudo, uma vez que se teve de recorrer a documentos históricos secundários dos séculos XVI e XVII para que, assim, pudessem emergir os conhecimentos matemáticos desse período, sem cair no erro de produzir ideias anacrônicas.

O terceiro e o quarto objetivos específicos foram: desenvolver um curso de formação universitária para licenciados em Matemática e descrever as atividades de uso do astrolábio náutico, aplicadas no curso de formação dos licenciandos em Matemática, respectivamente, como pode-se verificar nas seções 5 e 6. Para isso, elaborou-se um curso de formação universitária, direcionado para esse público-alvo. O curso desenvolvido no presente estudo teve por título: “Mobilizando os conhecimentos geométricos por meio do uso do instrumento astrolábio náutico”. Definiu-se como metodologia desta pesquisa a Etnografia na Pesquisa em Educação, a qual forneceu subsídios para a coleta de dados oriundos do curso. Para a análise desses dados, estabeleceu-se o método de Análise de Conteúdo de Bardin (2016), para organizar e categorizar as compreensões do curso. Também se utilizou uma abordagem de cunho descritivo para tratar sobre a discussão das atividades propostas.

Em um primeiro momento, analisaram-se as informações oriundas dos dados coletados, as quais foram obtidas através de vídeos, áudios e formulários. Passou-se, então, para a primeira parte da Análise de Conteúdo de Bardin (2016), que culminou com a identificação de 23 núcleos de sentido, os quais foram organizados em três categorias: I) Conhecimentos geométricos/Uso do astrolábio náutico no mar/Limitações; II) Astrolábio náutico/Componentes do instrumento; III) e Conhecimentos geométricos/Uso do astrolábio náutico em terra/Limitações.

No segundo momento, realizou-se a análise das categorias delineadas. Na primeira categoria, intitulada “Conhecimentos geométricos/Usos do astrolábio náutico no mar/Limitações”, em que foi realizada a aplicação da UBP 1, a partir do segundo questionamento, discorre-se acerca do uso do astrolábio náutico em alto-mar, para a determinação da altura do Sol. Os participantes compreenderam como deveriam utilizar o instrumento náutico apenas pela leitura das orientações contidas na UBP e pela leitura do tratado de Oliveira (1606). Os discentes também conseguiram mobilizar conhecimentos geométricos, que estão incorporados no uso do instrumento, a saber: perpendicularidade, paralelismo, ângulos e ângulos complementares, entre outros. Logo, comprovou-se, na prática, pelos licenciandos em Matemática o que está descrito no aporte teórico da seção 3, mais especificamente, na subseção 3.2 desta pesquisa.

Ainda quanto a essa primeira categoria, os participantes sinalizaram as limitações encontradas no processo de uso do instrumento, por exemplo: os textos do tratado não eram de fácil entendimento, precisando-se realizar diversas releituras devido às letras terem sentidos diferentes ao longo da obra. Ademais, os conhecimentos matemáticos passam despercebidos ao longo das páginas, havendo a necessidade de aprofundarem-se em documentos secundários relacionados a esse período. Outra limitação relatada pelos cursistas, durante o uso do instrumento náutico, foi a dificuldade em deixá-lo parado na vertical, conforme orienta Oliveira (1606).

Na segunda categoria, intitulada “Astrolábio náutico/Componentes do instrumento”, realizou-se a análise da aplicação da UBP 1, somente com as discussões do primeiro questionamento. Os participantes conseguiram compreender a estrutura física do instrumento, sendo capazes de identificar os componentes físicos do astrolábio náutico. Como pode-se averiguar, de maneira teórica, na seção 3.

Por fim, a última categoria de análise, teve por título “Conhecimentos geométricos/Usos do astrolábio náutico em terra/Limitações”, em que se verificou a aplicação da UBP 2, a qual objetivou o uso do instrumento astrolábio aplicado na mensuração da altura de objetos, ou seja, o seu uso em terra e não mais em alto-mar. Nessa ocasião, pôde-se notar que os discentes compreenderam as distinções entre o uso do astrolábio em terra relacionado ao uso em alto-mar. Uma dessas diferenças, talvez a principal, está ligada à necessidade de se olhar e fazer uma espécie de “mira” por meio das pínulas durante o processo de mensuração da altura de objetos utilizando o astrolábio em terra. Algo que seria inconcebível de fazer quando esse instrumento é utilizado em alto-mar ao se realizar a mensuração da latitude.

Foi possível verificar que os participantes foram capazes de translacionar a prática do uso do astrolábio náutico no mar para o seu uso em terra. Além disso, constatou-se que eles mobilizaram conhecimentos geométricos, tais como: conceito de altura, ângulo complementar, triângulo retângulo, tangente, cateto, perpendicularidade e paralelismo. Os discentes, segundo suas reflexões, relataram o uso da trigonometria como conhecimento geométrico. Acerca disso, mencionaram que a trigonometria é um conhecimento matemático e que, naquele período, estava dentro da área de Geometria Plana Euclidiana.

Desse modo, conclui-se que os quatro objetivos específicos convergiram em um único caminho para alcançar o objetivo geral proposto nesta pesquisa, uma vez que se verificou que os licenciandos em Matemática, durante suas participações no curso de formação universitária, ao desenvolverem as atividades propostas por meio do uso do astrolábio náutico, foram capazes de mobilizar conhecimentos geométricos, bem como conseguiram reconhecer quais eram esses conhecimentos e em que momento da utilização do instrumento eles emergiram, favorecendo, assim, o ensino da Geometria.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, L. Duas Tratados Inéditas do Padre Francisco da Costa. (Códice NVT/7 do National Maritime Museum). **Revista de Ciencias do Homem da Universidade de Lourenço Marques**, v. 1, p. 169-402, 1970.

ALVES, V. B. **Um estudo sobre os conhecimentos matemáticos mobilizados no manuseio do instrumento círculos de proporção de William Oughtred**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

ANDRÉ, M. **Etnografia da prática escolar**. Campinas: Papirus, 2013.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo, SP: Edições 70, 1977.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70. Tradução de: Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro, 2011.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 70ª. Ed. São Paulo: Almedina Brasil, 2016.

BARONI, R. L. S.; TEIXEIRA, M. V.; NOBRE, S. R. A investigação científica em história da matemática e suas relações com o programa de pós-graduação em educação matemática. In: **Educação Matemática: pesquisa em movimento**. Cortez, p. 164-185, 2004.

BASTIÃO, A. M. P. **Elementos para o estudo da náutica portuguesa no século XVII: a arte nautica do códice 11006 da Biblioteca Nacional de Portugal**. Dissertação (Mestrado em História em Filosofia das Ciências) - Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, 2010.

BATISTA, A. N. S. **Um estudo sobre os conhecimentos matemáticos incorporados e mobilizados na construção e no uso da balhastilha, inserida no documento Chronographia, Reportorio dos Tempos..., aplicado na formação de professores**. 114f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática. Secretaria da Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática. Brasília: MEC / SEF, 2000.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**: educação é a base. 3ª versão revista. Brasília: MEC, Secretaria de Educação Básica, 2017.

BICUDO, I. **Os elementos/Euclides; tradução e introdução de Irineu Bicudo**. São Paulo: Editora UNESP, 2009.

BORBA, Sérgio da Costa. Aspectos do conceito de multirreferencialidade nas ciências e nos espaços de formação. In: BORBA, Sérgio da Costa (Org.). **Reflexões em torno da abordagem multirreferencial**. São Carlos: EdUFSCar, 1998.

CALDATTO, M. E.; PAVANELLO, R. M. A inserção das geometrias não-euclidianas no currículo da escola básica paranaense. XI Encontro Nacional de Educação Matemática. Brasília: XI ENEN-PR. 2013. p. 1-16. Disponível em: http://sbem.esquiro.kinghost.net/anais/XIENEM/pdf/1040_120_ID.pdf. Acesso em: 17 abr. 2021.

CALDATTO, M. E.; PAVANELLO, R. M. O Processo de Inserção das Geometrias Não Euclidianas no Currículo da Escola Paranaense: a visão dos professores participantes. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 28, p. 42-63, 2014.

CALDATTO, M. E.; PAVANELLO, R. M. Um panorama histórico do ensino de geometria no Brasil: de 1500 até os dias atuais. **Quadrante**, v. 24, n. 1, p. 103-128, 2015.

CANAS, A. J. D. C. **A obra náutica de João Baptista Lavanha (C. 1550-1624)**. Tese (Doutorado em História dos Descobrimentos e Expansão) - Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa, 2012.

CARVALHO, B. de A. **Desenho Geométrico**. Rio de Janeiro: Ao livro técnico, 1958.

CASTILLO, A. R. M.; SAITO, F. Algumas considerações sobre o uso do báculo (baculum) na elaboração de atividades que articulam história e ensino de matemática. **Investigaciones En Educación Matemática PUCP**, 2016. p. 237-251, 2016.

CASTILLO, A. R. M. **Um estudo sobre os conhecimentos matemáticos incorporados e mobilizados na construção e no uso do báculo (cross-staff) em A Boke Named Tectonicon de Leonard Digges**. 121 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2016.

CATTOZZI, V. R. W. **Andre Thévet: um cosmógrafo-viajante no Brasil**. 104p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Campinas, SP, 2008.

CHAQUIAM, M. **Ensaio temático história e matemática em sala de aula**. Belém: SBEM, 2017.

CINTRA, J. P.; CINTRA, A. P. O Dia do Cartógrafo, a Reforma do Calendário e a Primeira Medição de Latitude no Brasil. **Rev. Bras. Cartogr**, v. 72, n. 3, 2020.

COHEN, Elizabeth G.; LOTAN, Rachel A. **Planejando o trabalho em grupo**. 3. ed. Porto Alegre: Penso, 2017. Tradução de: Luís Fernando Marques Dorvillé, Mila Molina Carneiro, Paula Márcia Schmaltz Ferreira Rozin.

CORREIA, C. A. C. **A arte de navegar de Manoel Pimentel: as edições de 1699 e 1712**. 2010. Dissertação (Mestrado em História dos Descobrimentos e da Expansão) - Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa, 2010.

COSTA, J. de M.; PINHEIRO, N. A. M.; COSTA, E. A formação para matemática do professor de anos iniciais. **Ciência e Educação**, v. 22, n. 2, p. 505-522, 2016.

DELEFRATE, E. H. **Um estudo sobre o traçado da elipse em *De orgânica* de Frans van Schooten**. 89 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2019.

DIAS, J. J. A. **Craesbeeck**: uma dinastia de impressores em Portugal, elementos para o seu estudo. Lisboa: Assoc. Port. De Livreiros Alfarrabistas, 1996.

DIONIZIO, F. A. Q. **Aprendizagem da docência para o ensino de geometria na infância no contexto da formação e da prática pedagógica**. Tese (Doutorado em Educação), Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2019.

DUARTE, V. de M. B.; PATRIOTA, M. do R. A. Investigando colaborativamente a práxis do ensino de geometria no ensino básico/superior. **Revista diálogos**, n. 4, 2015.

EÇA, V. A. **O Infante D. Henrique e a arte de navegar dos portugueses**. Lisboa: Imprensa Nacional, 2008.

ESTEBAN, M. P. S. **Pesquisa qualitativa em educação: fundamentos e tradições**. Porto Alegre: AMGH, 2010.

FRAGA, L. A. A “**arte de navegar**” (edição de 1712) do cosmógrafo-mor Manoel Pimentel e a importância da ciência náutica na expansão marítima portuguesa. 124 f. Dissertação (Mestrado em História Ibérica) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, Minas Gerais, 2021.

FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo**. 2 ed. Brasília: Liber Livro Editora, 2005.

FERREIRA, D. H. L.; CARVALHO, T. F.; OLIVEIRA, S. J. M. Um Estudo Sobre o Matemático Português Pedro Nunes. **Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática**, v. 13, n. 1, p. 94-102, 2020.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos**. Campinas: Autores Associados, 2006.

GESTEIRA, H. M. O astrolábio, o mar e o Império. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 21, p. 1011-1027, 2014.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2010.

GIEBELS, D. N. A Inquisição e a Mitra de Lisboa: análise a partir do governo do arcebispo D. Miguel de Castro (1586-1625). **Lusitânia sacra**, n. 23, p. 121-150, 2011.

GONÇALVES, J. S.; LANDO, J. C. O ensino de geometria, em escolas públicas, na cidade de Jequié-Bahia. **Revista Eventos Pedagógicos**, v. 3, n. 3, p. 363-389, 2012.

JARDIM, J. G. O uso da etnografia na pesquisa em educação. In: **XI CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO**. p. 1-10, 2013.

KRIPKA, R.; SCHELLER, M.; BONOTTO, D. L. Pesquisa Documental: considerações sobre conceitos e características na Pesquisa Qualitativa. **CIAIQ2015**, v. 2, 2015.

LEITÃO, H. **Uma carta de João Baptista Lavanha a respeito das agulhas de Luís da Fonseca Coutinho**. Coimbra: Junta de Investigações do Ultramar, 1966.

LEITÃO, H. **A ciência na " Aula da Esfera" no Colégio de Santo Antão, 1590-1759**. Lisbon: Comissariado Geral das Comemorações do V Centenário do Nascimento de São Francisco Xavier, 2007.

LIMA FILHO, R. R. C. **Um Estudo de Práticas Matemáticas Históricas e Sugestões de Uso na Matemática Escolar**. 144 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e da Terra) – Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2013.

LORENZATO, S. Por que não ensinar geometria? **Educação Matemática em Revista**, v. 4, p. 3-13, 1995.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2013.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARTÍN, A. M. Los periplos atlánticos norteafricanos de Polibio y Juba II trasmitidos por Plinio (NH, V, 9-10)/The North African Atlantic Periplus of Polybius and Juba II transmitted by Pliny (NH, V, 9-10). **Gerión**, v. 31, p. 239, 2013.

MARTINS, J. P. **Ensino de simetria por meio de problematização sociocultural**. 158 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Educação Matemática e Científica, Belém, 2017.

MEDEIROS, FB de; GUANABARA, LUCAS. O problema da trissecção do ângulo. **VIII BIENAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MATEMÁTICA**, v. 8, p. 1-27, 2017.

MEDEIROS, Á. L. M; MENDES, I. A. A geometria de René Descartes por meio de unidade básica de problematização. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. e55611326955-e55611326955, 2022.

MENDES, I. A. **Investigação histórica no ensino da matemática**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2009.

MENDES, I. A.; DA SILVA, C. A. F. Problematization and research as a method of teaching Mathematics. **International Electronic Journal of Mathematics Education**, v. 13, n. 2, p. 41-55, 2018.

MIGUEL, A. Lista Única de Unidades Básicas de Problematização Indisciplinar. **Scribd**, 2010. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/76381173/ANTIGA-LISTA-UNICA-UBPs?2010#scribd>>. Acesso em: 9 de Jan. de 2023

MIGUEL, A.; MENDES, I. A. Mobilizing histories in mathematics teacher education: memories, social practices, and discursive games. *In: ZDM Mathematics Education*. v. 42. p. 381 – 392, 2010.

MIGUEL, A.; MENDES, I. A. Mobilizando histórias na formação inicial de educadores matemáticos: memórias, práticas sociais e jogos discursivos. **REMATEC**, v. 16, p. 120-140, 2021.

MOURA, P. M. **Astronomia e o ensino de física e de matemática no Ensino Médio em uma escola pública de Petrolina-PE**. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ensino de Ciências Exatas, Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2016.

NOGUEIRA, C. A. **Ensino de geometria: concepções de professores e potencialidades de ambientes informatizados**. 155 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

NUNES, P. J. A. **Os instrumentos náuticos na Tratado de Pedro Nunes**. Dissertação (Mestrado de História Marítima) - Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, 2012.

OLIVEIRA, S. **Arte de Navegar**. Lisboa: Oficina de Pedro Crasbeeck, 1606.

OLIVEIRA, L. L.; VELASCO, A. D. O ensino de geometria nas escolas de nível médio da rede pública da cidade de Guaratinguetá. 2007. Acesso em: 25/11/2022. Disponível em: <http://www.exatas.ufpr.br/portal/docs_degraf/artigos_graphica/OENSINO.pdf>

OLIVEIRA, D. A. U. **As Grandes Navegações: aspectos matemáticos de alguns instrumentos náuticos**. 69 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

OLIVEIRA, F. W. S. **Sobre os conhecimentos geométricos incorporados na construção e no uso do instrumento jacente no plano de Pedro Nunes (1502-1578) na formação do professor de matemática**. 200f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

OLIVEIRA, G. P. Um primeiro olhar de aspectos gerais do tratado a Arte de Navegar (1606) de Simão d'Oliveira. *In: XIV Seminário Nacional de História da Matemática. Anais...* Uberaba(MG) Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), 2021.

PASSOS, C. L. B.; NACARATO, A. M. Trajetória e perspectivas para o ensino de Matemática nos anos iniciais. **Estudos Avançados**, v. 32, p. 119-135, 2018.

PAVANELLO, R. M. **O abandono do ensino de geometria: uma visão histórica**. 1989. 196 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1989.

PAVANELLO, R. M.; DA COSTA, L. P.; VERRENGIA, S. R. D. Geometria e Educação Infantil: Entre a Pesquisa, o Desenvolvimento de Materiais de Ensino e a Formação Continuada de Professoras. **Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática**, v. 13, n. 3, p. 238-225, 2020.

PEDROSO, H. A.; PRECIOSO, J. C. Soluções dos três problemas clássicos de construção por métodos não-euclidianos. **C.Q.D. - Revista Eletrônica Paulista de Matemática**, v. 5, p. 16-31, dez. 2015.

PEREIRA, J. M. M. **Experiências com Instrumentos e Métodos Antigos de Navegação**. Lisboa: Academia de Marinha, 2000.

PEREIRA, A. C. C.; VASCONCELOS, C. B. Construindo uma proposta pedagógica por meio de materiais manipulativos: Apresentando a fatoração algébrica estudada no LABMATEN/UECE. In: PEREIRA, Ana Carolina Costa. **Educação Matemática no Ceará**. Fortaleza: Premium Editora, Cap. 1. p. 9-27, 2014.

PEREIRA, A. C. C. Investigando as potencialidades didáticas dos instrumentos históricos no ensino de matemática. In: Seminário nacional de história da ciência e da tecnologia, 15., 2016, Florianópolis. **Anais 15º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de História da Ciência, p. 1–16, 2016.

PEREIRA, A. C. C.; SAITO, F. Os instrumentos matemáticos na interface entre história e ensino de Matemática: compreendendo o cenário nacional nos últimos 10 anos. **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática**, v. 5, n. 14, p. 109-122, 2018.

PEREIRA, A. C. C.; SAITO, F. A reconstrução do báculo de Petrus Ramus na interface entre história e ensino de matemática. **Revista Cocar**, v. 13, n. 25, p. 342-372, 2019a.

PEREIRA, A. C. C.; SAITO, F. Os conceitos de perpendicularidade e de paralelismo mobilizados em uma atividade com o uso do báculo (1636) de Petrus Ramus. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 21, n. 1, p. 405-432, 2019b.

PEREIRA, A. C. C.; ALVES, V. B.; BATISTA, A. N. S.; OLIVEIRA, F. W. S. Saberes docentes em estudos acadêmicos relacionados à história da matemática nos últimos cinco anos. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 3, p. e104932429-e104932429, 2020.

PEREIRA, A. C. C.; BATISTA, A. N. S.; MARTINS, E. B.; OLIVEIRA, F. W. S.; SILVA, I. C. et al. **Ensino e história da matemática: enfoques de uma prática**. Fortaleza: EdUECE, 2020.

PIMENTEL, M. **Arte prática de navegar e regimento de pilotos repartido em duas partes a primeira propositiva em que se propõem alguns princípios para melhor inteligência das regras de navegação**: a segunda operativa em que se ensinam as mesmas regras para a prática: juntamente os roteiros das navegações das conquistas de Portugal, e Castela. Lisboa: Antonio Craesbeeck de Melo, 1681.

ROCHA, F. B. M. **Ensinando geometria espacial para alunas surdas de uma escola pública de Belo Horizonte (MG): um estudo fundamentado na perspectiva histórico cultural**. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Departamento de Matemática, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2014.

REIS, A. E. O quadrante náutico. **Revista da Universidade de Coimbra**, v.34, separata, p.243-273, 1988.

REZENDE, E. Q. F.; QUEIROZ, M. L. B. de. **Geometria Euclidiana plana e construções geométricas**. São Paulo: Unicamp, 2008.

ROCHA, F. B. M. **Ensinando geometria espacial para alunas surdas de uma escola pública de Belo Horizonte (MG): um estudo fundamentado na perspectiva histórico cultural**. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Departamento de Matemática, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2014.

ROSA, M. C.; SOUZA, D.; SANTOS, N. Formação continuada de professores de matemática e o ensino de geometria: um panorama das pesquisas dos últimos anos. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 22, n. 2, p. 635-657, 2020.

RUBTSOV, V. A atividade de aprendizado e os problemas referentes à formação do pensamento teórico dos escolares. In: GARNIER, C. et al. (Org.). **Após Vygotsky e Piaget: perspectivas social e construtivista escolas russa e ocidental**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SAITO, F.; DIAS, M. S. Interface entre história da matemática e ensino: uma atividade desenvolvida com base num documento do século XVI. **Ciênc. educ. (Bauri)**, v. 19, n. 1, p. 89-111, 2013.

SAITO, F. **História da matemática e suas (re)construções contextuais**. São Paulo: Livraria da Física, 2015.

SAITO, F. Construindo interfaces entre história e ensino da matemática. **Ensino da Matemática em Debate**, v. 3, n. 1, p. 3-19, 2016a.

SAITO, F. História e Ensino de Matemática: Construindo Interfaces. In: SALAZAR, Jesús Flores; GUERRA, Francisco Ugarte. **Investigaciones en Educación Matemática**. Lima: Fondo Editorial PUCP, p. 253-291, 2016b.

SAITO, F.; PEREIRA, A. C. C. **A elaboração de atividades com um antigo instrumento matemático na interface entre história e ensino**. São Paulo: LF-Editorial, 2019.

SANTOS, R. R. **Análise de erros em questões de Geometria do ENEM: um estudo com alunos do Ensino Médio**. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional), Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2014.

SANTOS, A. O.; OLIVEIRA, G. S. A. prática pedagógica em geometria nos primeiros anos do ensino fundamental: construindo significados. **Revista Valore**, v. 3, n. 1, p. 388-407, 2018.

SARAIVA JUNIOR, E. de O. **Astrolábio: Calcular a Latitude com o Sol e a tabela de declinação ou com a Estrela Polar**. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada, Rio de Janeiro, 2016.

SEED, P. **Cerimônias de posse na conquista europeia do Novo Mundo (1492-1640)**. São Paulo: Unesp, 1999.

SILVA, I. F. **Diccionario bibliográfico portuguez: estudos**. Lisboa: Imprensa Nacional, 1862.

SILVA, I. C. **Um estudo da incorporação de textos originais para a educação matemática: buscando critérios na articulação entre história e ensino**. 92f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

SILVA, I. C.; PEREIRA, A. C. C. Definições e Critérios para o Uso de Textos Originais na Articulação entre História e Ensino de Matemática. **BOLEMA**, v. 35, p. 223-241, 2021.

SILVESTRE, B. S. **A formação do professor de matemática: o jogo como recurso de ensino**. 214f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

SOUSA, Danielly Barbosa. Uma proposta didática utilizando a modelagem matemática como ambiente de aprendizagem para o ensino de geometria. **Educação Matemática: Retrospectivas e Perspectivas. XI Encontro Nacional de Educação Matemática: Curitiba, PR**, v. 30, p. 1-13, 2015.

STEIN, R. **Re-composing the Global Iberian Monarchy through the Lisbon Press of Pedro Craesbeeck (1597-1632)**. EUA: Columbia University, 2017.

TAVARES, M. O.; PEREIRA, A. C. C. Um estudo sobre a inserção das práticas matemáticas históricas por meio de UBP no ensino de Matemática. **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática**, v. 3, n. 8, p. 60-71, 2016.

TAVARES, M. O.; PEREIRA, A. C. C. A UBP e sua inserção no ensino de Matemática: Uma proposta utilizando a obra Matemática Lúdica de Leon Battista Alberti (1404–1472). **Revista BOEM**, v. 5, n. 8, p. 21-36, 2017.

VENCO, S. B.; CARNEIRO, R. F. “Para quem vai trabalhar na feira... essa educação está boa demais”: a política educacional na sustentação da divisão de classes. **Horizontes**, v. 36, n.1, p.7-5, 2018.

VIEIRA, G.; ALLEVATO, N. S. G. A produção de conhecimento sobre sólidos geométricos à luz do modelo Van Hiele. **Encontro de Produção Discente PUCSP/Cruzeiro do Sul**, v. 2, n. 1, 2014.

WATERS, D. **The sea—or mariners’s astrolabe**. Coimbra: Junta de Investigações do Ultramar, 1966.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Prezado(a)

Você está sendo convidado (a) para participar do estudo: **Mobilizando os conhecimentos geométricos por meio do uso do instrumento astrolábio náutico**, realizado por Rebeca Oliveira Amarante e Ana Carolina Costa Pereira. Nesse estudo pretendemos: analisar a partir de uma intervenção com discentes do curso de Licenciatura em Matemática, o processo pelo qual ocorreu a mobilização de conhecimentos geométricos por meio do uso do instrumento matemática, denominado astrolábio náutico, contido no Tratado Arte de Navegar (1606) de Simão d'Oliveira, versão publicada em língua portuguesa no início do século XVII. O motivo que nos leva a estudar esse assunto deve-se ao observar que no âmbito escolar, os conhecimentos geométricos são transmitidos de forma expositiva e abstrata pelos docentes, repercutindo assim, em alunos com aversão a esta disciplina. Deste modo, nota-se que para mudar essa realidade escolar, é necessário atuar no processo de formação dos futuros professores de matemática, pois as aulas relacionadas a Geometria, são ministradas aos mesmos, de forma expositiva e a grade curricular, relacionada a essa área de conhecimento, ainda é deficitária de conteúdo. Nesse contexto, vem crescendo pesquisas que envolvem o uso de textos originais em uma interface entre história e ensino de Matemática pautada em uma historiografia atualizada. Dentre eles, os publicados em Portugal que estão direcionados aos instrumentos voltados para a náutica, como o tratado Arte de Navegar, publicado em 1606 pelo português Simão d'Oliveira, que traz quatro aparatos, no qual um deles é o astrolábio náutico que traz em seu uso conhecimentos geométricos que pode ser explorados na formação desses Licenciandos de Matemática. A participação desses discentes consistirá em responder entrevistas, questionários e relatórios, de modo que os dados sejam preservados, inclusive a identidade dos participantes. Será utilizado o método de gravação de áudio e filmagem durante todos os encontros que serão no total 7 (sete), cada um com duração de 4h/a. O (a) senhor (a) será esclarecido (a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pelo pesquisador(a) ou pela instituição.

Esse estudo não apresenta risco de dimensão física, psíquica, moral, intelectual, social e cultural, no entanto, qualquer desconforto causado ao participante devido as gravações, filmagens e o preenchimentos dos materiais requeridos no curso, o mesmo poderá a qualquer momento deixar de participar da pesquisa, informando assim aos pesquisadores sua decisão. Sua participação trará como benefícios, a conclusão de uma proposta voltada para formação de professores que pode ser implementada nas aulas de matemática dos Anos Finais do Ensino Fundamental ou no Ensino Médio para a mobilização de conhecimentos geométricos articulados com trigonométricos, além disso, esse professor terá uma expansão no que se refere ao seu conhecimento sobre a história da matemática, mais especificamente, sobre os instrumentos náuticos, como o astrolábio náutico, que pode ser utilizados em sala de aula.

Serão garantidos o sigilo de identidade e privacidade dos dados coletados durante todas as fases da pesquisa. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Conforme prevê a resolução 510/2016 em seu Art. 2 “O participante da pesquisa que vier a sofrer qualquer tipo de dano resultante de sua participação na pesquisa, previsto ou não no

Registro de Consentimento Livre e Esclarecido, tem direito a assistência e a buscar indenização".

Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos e, após esse tempo, serão destruídos.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma via será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Se você tiver alguma consideração ou dúvida, sobre a sua participação na pesquisa, entre em contato com o pesquisador responsável, Rebeca Oliveira Amarante, rebeca.amarante05@aluno.ifce.edu.br, (85) 99649.6556, e com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual do Ceará, localizado na Av. Dr. Silas Munguba, 1700, Campus do Itaperi, Fortaleza-Ceará –UECE. CEP 60.714903- Fone. 3101.9890. Email: cep@uece.br. Horário de funcionamento: 8h às 12h e 13h às 17h de segunda a sexta. Acordando com esse Termo de Consentimento, você autoriza o(a) pesquisador(a) a utilizar os dados coletados em ensino, pesquisa e publicação, estando a sua identidade preservada.

Você concorda com o TCLE? Sim () Não ()

Assinatura do participante da pesquisa

Rebeca Oliveira Amarante
Assinatura do pesquisador

APÊNDICE B – PROGRAMA DE ENSINO



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ

Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PGECM/IFCE
Grupo de Pesquisa em Educação e História da Matemática – GPEHM/CCT-UECE
PGD - PROGRAMA DE FORMAÇÃO DOCENTE DO GPEHM/UECE

PROGRAMA DE ENSINO

CURSO: Mobilizando os conhecimentos geométricos por meio do uso do instrumento astrolábio náutico.

CARGA HORÁRIA: 30 h/a

HORÁRIO/ DIAS: 23456 ABCD Manhã (08:00 às 12:00)

PERÍODO: 18 à 26 de julho de 2022

LOCAL: Laboratório de Matemática e Ensino da UECE

VAGAS: 12 participantes

DOCENTE: Rebeca Oliveira Amarante e Ana Carolina Costa Pereira

EMENTA

Esse curso pretende abordar e mobilizar conceitos de Geometria, tais como: ângulos, diâmetro, círculo, semicírculo e circunferência, bem como conceitos de distância, altura e localização por meio do uso do instrumento matemática, denominado astrolábio náutico, contido no Tratado Arte de Navegar (1606) de Simão d'Oliveira, versão publicada em língua portuguesa no início do século XVII.

OBJETIVOS / CONTEÚDOS

OBJETIVOS	CONTEÚDOS	CH
<i>Para o discente:</i> - Compreender aspectos gerais do contexto das navegações e dos instrumentos náuticos durante os séculos XVI e XVII. - Conhecer os aspectos históricos da geometria prática durante as navegações portuguesas.	UNIDADE 1: Um estudo de aspectos relacionados a geometria prática e as navegações portuguesas entre os séculos XVI e XVII 1.1 Contexto histórico dos conhecimentos	4 h/a

- Entender acerca de algumas considerações históricas do instrumento astrolábio náutico, como parte integrante da geometria prática presente nas navegações portuguesas dos séculos XVI e XVII. <i>Para o docente:</i> - Identificar quais os saberes prévios os discentes possuem, bem como, quais os aspectos gerais do contexto os participantes compreenderam. - Apresentar aos participantes um conhecimento preliminar do astrolábio náutico como um instrumento inserido no registro da geometria prática nas navegações portuguesas.	geométricos durante as navegações portuguesas dos séculos XVI e XVII. 1.2 Algumas considerações sobre o instrumento astrolábio náutico.	
<i>Para o discente:</i> - Familiarizar os participantes acerca de alguns aspectos da vida de Simão d'Oliveira. - Ambientar os discentes com o documento original Arte de Navegar (1606), de modo a adentrar aos instrumentos náuticos inseridos neste tratado. <i>Para o docente:</i> - Apresentar aos participantes os aspectos da vida do autor e do documento que será estudado. - Conduzir os discentes de maneira que eles possam reconhecer os instrumentos e identificar a função de cada um.	UNIDADE 2: Simão d'Oliveira e o Tratado Arte de Navegar (1606) 2.1 Aspectos da vida de Simão d'Oliveira e da obra Arte de Navegar (1606). 2.2 Conhecendo os instrumentos náuticos contidos no documento original Arte de Navegar (1606).	4 h/a
<i>Para o discente:</i> - Estudar as partes que compõe o astrolábio náutico português a partir da leitura da descrição fornecida no tratado Arte de Navegar (1606). - Reconhecer os conhecimentos geométricos implicados na construção e no uso do astrolábio náutico. - Compreender os conhecimentos geométricos no uso do astrolábio náutico em uma aplicação. - Utilizar o instrumento fornecido para realizar uma aplicação em situação-problema escolhida para os participantes. <i>Para o docente:</i> - Conduzir os participantes a explorarem e expressarem os conhecimentos geométricos incorporados a partir da leitura da construção e do uso do instrumento astrolábio náutico, justificando seus passos. - Estimular os participantes à mobilizarem os conhecimentos geométricos por meio de uma aplicação do astrolábio náutico. - Elencar em grupo os possíveis conhecimentos geométricos que envolvem o uso do astrolábio	UNIDADE 3: O instrumento astrolábio náutico português contido no tratado Arte de Navegar (1606) 3.1 O estudo das partes que compõe o astrolábio náutico a partir de uma leitura de sua construção. 3.2 O uso do astrolábio náutico. 3.3 Realização de uma aplicação utilizando o astrolábio náutico português de modo a avaliar os conhecimentos geométricos mobilizados e previamente conhecidos. 3.4 Estudo da aplicação do astrolábio náutico por meio de uma Unidade Básica de Problematização (UBP) em uma Interface entre História e Ensino de Matemática (IHEM).	20 h/a

náutico, de modo a evidenciar a compreensão da geometria prática presente no instrumento.		
---	--	--

CRONOGRAMA DE AULAS PRESENCIAIS

Horas/aula	Data		Conteúdo – Plano de Aulas
30h/a*	Seg	18/07	- Apresentação do curso de formação universitária - Contexto histórico dos conhecimentos geométricos durante as navegações portuguesas dos séculos XVI e XVII. - Algumas considerações sobre o instrumento astrolábio náutico.
	Ter	19/07	- Aspectos da vida de Simão d'Oliveira e da obra Arte de Navegar (1606). - Conhecendo os instrumentos náuticos contigo no documento original Arte de Navegar (1606).
	Qua	20/07	- O estudo das partes que compõe o astrolábio náutico a partir de uma leitura da construção.
	Qui	21/07	- O uso do astrolábio náutico.
	Sex	22/07	- Realização de uma aplicação utilizando o astrolábio náutico português de modo a avaliar os conhecimentos geométrico mobilizados e previamente conhecidos.
	Seg	25/07	- Estudo da aplicação do astrolábio náutico por meio de uma Unidade Básica de Problematização em uma Interface entre História e Ensino de Matemática (IHEM).
	Ter	26/07	- Discussões gerais sobre o instrumento e sua aplicação.

*28 horas/aulas, sendo 20 horas/aulas presenciais e 2 horas/aulas à distância.

METODOLOGIA

Como estratégia metodológica, serão propostas aos discentes situações-problemas por meio das Unidades Básicas de Problematização (UBP) em uma Interface entre História e Ensino de Matemática (IHEM). Tais situações-problemas, tem por objetivo estimular o desencadeamento de ações investigativas, tendo por finalidade ofertar condições de se estudar alguns conhecimentos geométricos por meio do uso de um instrumento matemático utilizado na náutica portuguesa entre os séculos XVI e XVII. O instrumento estudado está contido em um documento histórico, o tratado Arte de Navegar(1606) de Simão d'Oliveira. Para tal, será utilizado o estudo colaborativo centrado no trabalho em grupo, no qual serão realizadas discussões de ideias e a mobilização de conhecimentos da geometria prática, presente no período em questão, a partir da vivência, participação e formação dos discentes.

AValiação

O processo de avaliação será formativo, constituído do trabalho em grupo em que cada componente tem seu papel no desenvolvimento das atividades que serão propostas, socializando no final de cada etapa com uma discussão ou um relatório. Ainda, para a avaliação

do curso também será contabilizada a assiduidade, a participação dos discentes nas discussões acerca da temática estudada, a entrega das atividades, bem como a pontualidade em sala de aula.

REFERÊNCIAS

MIGUEL, A.; MENDES, I. A. Mobilizing histories in mathematics teacher education: memories, social practices, and discursive games. *In: ZDM Mathematics Education*. v. 42. p. 381 – 392, 2010.

OLIVEIRA, S. **Arte de Navegar**. Lisboa: Oficina de Pedro Crasbeeck, 1606.

SAITO, F. Construindo interfaces entre história e ensino da matemática. **Ensino da Matemática em Debate**, v. 3, n. 1, p. 3-19, 2016.

SAITO, F.; DIAS, M. S. Interface entre história da matemática e ensino: uma atividade desenvolvida com base num documento do século XVI. **Ciênc. educ. (Bauru)**, v. 19, n. 1, p. 89-111, 2013.

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE SONDAGEM FORMATIVA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ

PRO-REITORIA DE EXTENSÃO

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA-

PGECM/IFCE

PROGRAMA DE FORMAÇÃO DOCENTE DO GPEHM/UECE



Esta **SONDAGEM FORMATIVA** chegou até você, pois julgamos a sua contribuição muito importante para a *pesquisa de mestrado* que estamos realizando. Pedimos sua colaboração e total honestidade para que possamos realizar um estudo rico, de modo a construir um curso que contribua para a sua formação inicial.

Desde já agradecemos sua colaboração!

CONHECENDO OS PARTICIPANTES

Sexo: () Masculino () Feminino

Idade:

Qual semestre está cursando no momento?

1. Você estudou no Ensino Fundamental (6º a 9º ano) em escola:
☐ Pública e/ou ☐ Privada
2. No caso do Ensino Médio, em escola:
☐ Pública e/ou ☐ Privada
3. Já concluiu alguma graduação ou curso profissionalizante, além da Licenciatura em Matemática?
☐ Sim ou ☐ Não. Em caso afirmativo, qual?
4. Você tem experiência em sala de aula da Educação Básica?
☐ Professor substituto/temporário do Estado/Prefeitura (1º a 5º ano do Ensino Fundamental)
☐ Professor substituto/temporário do Estado/Prefeitura (6º a 9º ano do Ensino Fundamental)
☐ Professor substituto/temporário do Estado (1º a 3º ano do Ensino Médio)
☐ Professor de escola particular (1º a 5º ano do Ensino Fundamental)
☐ Professor de escola particular (6º a 9º ano do Ensino Fundamental)
☐ Professor de escola particular (1º a 3º ano do Ensino Médio)
☐ Reforço Escolar (1º a 5º ano do Ensino Fundamental)
☐ Reforço Escolar (6º a 9º ano do Ensino Fundamental)
☐ Reforço Escolar (1º a 3º ano do Ensino Médio)
☐ Aulas particulares
☐ Programas de Formação do estado/prefeitura (Mais educação, Tutoria e/ou Areninha)
☐ Programas de Formação Docente na Universidade (PIBID e/ou Monitoria)
☐ Regência durante a disciplina de Estágio Supervisionado no curso de Licenciatura em Matemática

☐ Não tenho experiência

Outros (Tipo de experiência/Nível de Ensino):

5. Você já participou de programas institucionais que visam promover a formação inicial de discentes (como PIBID, Residência Pedagógica, Monitoria Acadêmica, etc.)?

☐ Sim ou ☐ Não

Em caso afirmativo, especifique o programa:

6. Você já cursou a disciplina de História da Matemática?

☐ Sim ou ☐ Não.

7. Qual a sua visão sobre a disciplina de História da Matemática quando direcionada para a formação do futuro professor de Matemática?

8. Quais das disciplinas a seguir e de acordo com o seu fluxo (grade) você cursou até o momento na Licenciatura em Matemática da UECE?

Fluxo 2008.1

- ☐ Geometria Euclidiana Plana
- ☐ Matemática Elementar II
- ☐ Desenho Geométrico
- ☐ Laboratório de Ensino de Matemática
- ☐ Prática de Ensino de Matemática I
- ☐ Estágio Superv. I no Ens. Fundamental

Fluxo 2019.1

- ☐ Geometria Plana
- ☐ Conjuntos e Funções
- ☐ Laboratório de Ensino de Trigonometria
- ☐ Laboratório de Ensino de Geometria
- ☐ Prática de Ensino de Matemática I
- ☐ Estágio Super. no Ens. Fundamental I

9. Em algum momento da sua vida estudantil (ensino fundamental, médio ou superior) foram utilizados recursos didáticos advindos da história da matemática?

☐ Sim ou ☐ Não.

Em caso afirmativo, marque a seguir o nível de ensino e o recurso didático utilizado:

- ☐ Ensino Fundamental
- ☐ Ensino Médio
- ☐ Ensino Superior

- ☐ Biografia de matemáticos
- ☐ Demonstração histórica de Teoremas
- ☐ Métodos de calcular de antigas civilizações
- ☐ Fatos históricos sobre algum conteúdo matemático
- ☐ Uso de instrumentos históricos de medida
- ☐ Resolução de problemas antigos
- ☐ Notação e terminologia das matemáticas na antiguidade
- Outros:

10. Você já participou de curso de extensão/oficina/palestra que abordasse recursos didáticos advindos da história da matemática?

☐ Sim ou ☐ Não. Em caso afirmativo, qual foi esse momento, quais foram os recursos didáticos e o conteúdo matemático abordados nessa formação?

11. Por que você escolheu participar deste curso?

☐ Atividade Complementar;

☐ Curiosidade sobre o assunto;

☐ Ampliar os conhecimentos sobre a história da matemática;

☐ Ampliar os conhecimentos matemáticos;

☐ Conhecer novas ideias para levar para a sala de aula;

☐ Ampliar a formação para além do curso de Licenciatura em Matemática;

☐ Outros:

APÊNDICE D – PRÉ-TESTE DIAGNÓSTICO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ

PRO-REITORIA DE EXTENSÃO

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA-PGECM/IFCE

PROGRAMA DE FORMAÇÃO DOCENTE DO GPEHM/UECE



Este **PRÉ-TESTE** chegou até você, pois julgamos a sua contribuição muito importante para a *pesquisa de mestrado* que estamos realizando. Pedimos sua colaboração e total honestidade para que possamos realizar uma pesquisa rica, construindo uma formação que contribua para nossa formação inicial.

Desde já agradecemos sua colaboração!

CONHECENDO OS CONHECIMENTOS MATEMÁTICOS DOS PARTICIPANTES

1. Como você definiria triângulo retângulo?
2. Escreva, por extenso, o que você entende por tangente? Após, matematize²¹ no quadro abaixo.
3. Defina os seguintes conhecimentos geométricos:
 - a) Circunferência:
 - b) Diâmetro:
 - c) Quadrante:
4. Realize a resolução do problema a seguir utilizando os seus conhecimentos, indicando o passo a passo da sua **resolução**:

Determine a altura de uma árvore, sabendo que o comprimento da sua sombra é 5 m quando o sol está à 30° acima do horizonte. Dado: $\sqrt{3} = 1,73$.

²¹ É o mesmo que escrever uma fórmula geral.

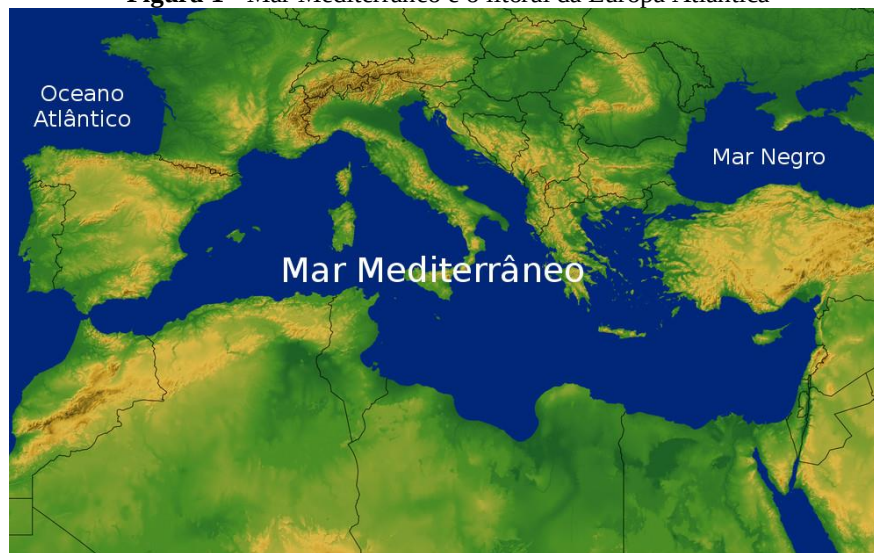
APÊNDICE E – CARTÃO DE RECURSO 1: ASPECTOS CONTEXTUAIS DA GEOMETRIA (SÉC. XVI - XVII)

CARTÃO DE RECURSO 1 ASPECTOS CONTEXTUAIS DA GEOMETRIA (SÉC. XVI - XVII)

1. O ensino da náutica e da matemática em Portugal antes do aparecimento da Companhia de Jesus (Jesuítas)

A náutica da expansão marítima portuguesa resultou dos conhecimentos acumulados desde a Antiguidade. Durante a Idade Média, as navegações realizaram-se entre as margens do Mediterrâneo ou junto ao litoral da Europa Atlântica (Figura 1), não sendo por isso necessários grandes conhecimentos. Os navegadores recorriam a métodos e instrumentos de navegação simples, sendo suficiente o conhecimento de alguns pontos de referência na costa bem como de ventos, correntes e marés, para conhecer a situação dos navios. Tais conhecimentos eram geralmente transmitidos de mestre para aprendiz, ou seja de “boca a boca”.

Figura 1 - Mar Mediterrâneo e o litoral da Europa Atlântica



Fonte: Infoescola²²

No decorrer da Expansão portuguesa, os pilotos das embarcações tiveram a necessidade de empreender as navegações no Atlântico. No entanto, para tal era necessário fazer algumas modificações à navegação costeira habitualmente praticada no Mediterrâneo, visto que em alto

²² Disponível em: <<https://www.infoescola.com/geografia/mar-mediterraneo/>>. Acesso em: 29/01/2023.

mar não existiam pontos de referência. Como solução foram adaptadas algumas técnicas da astronomia à navegação marítima, nascendo assim a navegação astronómica.

Mas, o processo de descoberta do Atlântico, para além de originar uma modificação no tipo de navegação, teve também consequências no campo da cartografia. Ao longo das sucessivas viagens, os pilotos recolhiam informações diversas que, posteriormente, eram compiladas em Roteiros. Destes, constavam descrições de costas, rotas entre portos, correntes, meteorologia, ventos, localização das terras, portos, baías, cabos, marés, profundidades, recursos das terras.

Em resumo, até meados do século XVI não existia em Portugal, nenhuma instituição que se dedicasse ao ensino da matemática e, conseqüentemente, nenhum organismo institucional vocacionado para a formação dos pilotos. Ou seja, a navegação praticada pelos Portugueses, que permitiu a expansão marítima a praticamente todo o mundo, tinha um carácter essencialmente prático, ou seja, baseada na transmissão dos conhecimentos dos mestres aos aprendizes.

As bases matemáticas necessárias para a navegação eram, à época, bastante rudimentares, não sendo necessários grandes conhecimentos nem elevadas capacidades de cálculo para a realização das operações matemáticas necessárias, por exemplo, à determinação da posição dos navios. Mas mesmo este conhecimento era transmitido pelos mais antigos aos mais modernos, não existindo escolas nas quais os navegadores pudessem ser ensinados oficialmente.

Existiam tabelas com as coordenadas dos astros prontas a serem utilizadas pelos pilotos nas suas navegações, mas eram construídas por astrólogos que garantiam desta forma uma base científica. Porém, a importância de uma navegação cada vez mais apurada e o conseqüente avanço das próprias técnicas de navegação implicou uma reorganização dos saberes tradicionais e realçou a importância da formação científica de pilotos.

No ano de 1592 é instaurado uma regulamentação para o ensino náutico portuguesa, conhecida como Regimento do Cosmógrafo-Mor. No regimento encontravam-se as várias normas e obrigações do cargo de Cosmógrafo-Mor, tais como “proceder ao exame dos cartógrafos e dos construtores de instrumentos e examinar igualmente os pilotos, os sota-pilotos, os mestres e contramestres”.

A este respeito, uma das primeiras referências é feita a Pedro Nunes²³, tendo este sido nomeado para o cargo de cosmógrafo em 1529 e para o cargo de Cosmógrafo-Mor do Reino em 1547. Uma das funções associadas ao cargo seria o ensino das ciências matemáticas a pilotos, cartógrafos e homens do mar, na chamada “Aula do Cosmógrafo-mor”. Segundo o Regimento de 1592 que regulamentava essas lições, estas aulas deviam ser centradas no estudo da náutica e da cosmografia mas a um nível muito elementar. Para além disto, o referido Regimento previa ainda que estas aulas fossem ministradas na própria casa do Cosmógrafo-Mor o que tornava o seu funcionamento bastante irregular.

Esta era, então, a situação no ensino das ciências matemáticas até 1540, data em que os Jesuítas²⁴ chegaram a Portugal e instalaram a sua rede de ensino. É importante recordar que, nos séculos XVI e XVII, por ciências matemáticas se entende não só a própria matemática como também o conjunto das disciplinas para cujo estudo e prática ela era necessária.

2. O Colégio de Santo Antão fundado pela Companhia de Jesus

O Colégio de Santo Antão fundado pela Companhia de Jesus, em Lisboa em meados do século XVI, foi o mais importante centro de ensino científico dos Jesuítas em Portugal. Neste colégio funcionou, a partir de 1590, uma aula pública de matemática, conhecida por “Aula da Esfera”. Criada com o objetivo de fornecer conhecimentos em matérias ligadas à náutica e à navegação a todos os interessados nestas temáticas, esta aula foi a única a garantir ininterruptamente formação científica, em Portugal, desde a sua fundação até 1759, data da expulsão dos Jesuítas.

Apesar dos assuntos de aplicação náutica terem sido sempre considerados muito importantes nesta aula, os programas lecionados variaram substancialmente ao longo dos anos. Durante os séculos XVI e XVII, para além dos assuntos de Cosmografia e Astronomia necessários às questões náuticas, era também feita uma introdução à Geometria por meio do estudo dos primeiros livros dos Elementos de Euclides, Aritmética, Trigonometria, Álgebra, Geografia, Hidrografia e Cartografia. Era ainda comum o estudo de Óptica, tópicos de construção de instrumentos, noções de engenharia militar e o estudo do livro sobre o astrolábio de Johann Stöeffler, dentre outros.

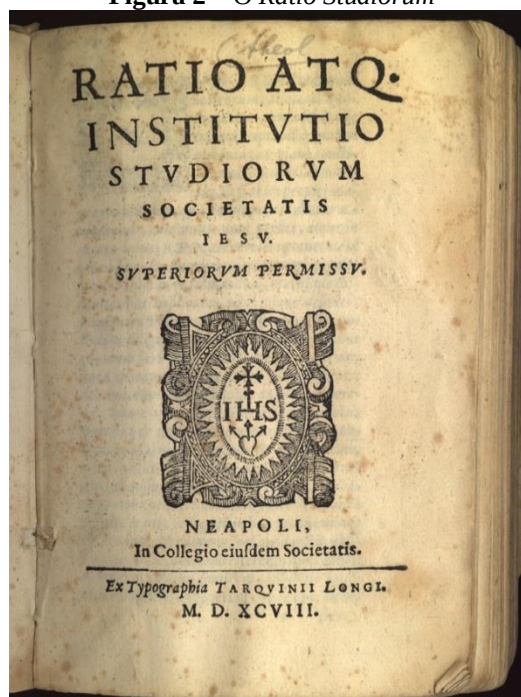
²³ Pedro Nunes foi cosmógrafo-mor do reino de seu período (século XVI), professor, autor de diversos tratados científicos e criador de instrumentos de navegação.

²⁴ Os jesuítas eram padres que pertenciam à Companhia de Jesus, uma ordem religiosa vinculada à Igreja Católica e fundada em 1534 por um grupo de estudantes da Universidade de Paris, sob liderança do padre Inácio de Loyola e tinham como objetivo a pregação do evangelho pelo mundo.

De fato, a “Aula da Esfera” foi uma das mais importantes aulas de ensino científico na história de Portugal por vários motivos. Primeiro, pelo fato de estas serem as únicas aulas a garantir o ensino regular de assuntos científicos e matemáticos, desde finais do século XVI até meados do século XVIII.

Assim aparece desde os momentos iniciais da prática Jesuíta o ensino da matemática. O modelo educativo da Companhia de Jesus estava pautado no *Ratio Studiorum*²⁵. No *Ratio Studiorum* (Figura 2) encontra-se definido o plano estratégico (concretamente no que diz respeito ao ensino) a ser seguido pelos Jesuítas nos diversos colégios que implantaram por toda a Europa. No entanto, é apenas com a sua entrada em vigor que o ensino da matemática fica bem regulamentado. Segundo esse plano estratégico, os alunos deviam estudar a filosofia natural aristotélica, bem como deviam ter lições de matemática nomeadamente de *Os Elementos de Euclides*, de Geografia e de “Esfera”.

Figura 2 – O *Ratio Studiorum*



Fonte: wikipedia²⁶

Em suma, pode-se supor acerca da organização da “Aula da Esfera”, os seguintes pontos:

²⁵ O *Ratio Studiorum* era uma espécie de coletânea privada, um conjunto de normas criado para regulamentar o ensino nos colégios jesuítas, com a finalidade de instruir rapidamente todo jesuíta docente sobre a natureza, a extensão e as obrigações do seu cargo.

²⁶ Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ratio_Studiorum>. Acesso em: 29/01/2023.

- 1) Uma parte do curso era dedicado à arte de navegar, às navegações;
- 2) Abrangia o estudo da geografia, ou hidrografia, sobre a descrição dos oceanos e linhas dos continentes e ilhas;
- 3) Eram estudadas lições de cosmografia, tanto em construção como uso de globos;
- 4) Realizava considerações sobre astrologia judiciária, de João Delgado;
- 5) Geometria: os professores mais antigos não a consideravam por causa dos manuscritos encontrados. Porém, era vista com a aritmética e não visava apenas às técnicas de navegar e a astronomia, que também faziam parte do currículo do Santo Antão;
- 6) Houve uma inclusão da arquitetura no curso, o objetivo era dar noções para se construírem fortalezas em seu reino, cumprindo a função de engenheiros militares

Deste modo, observamos que a “Aula da Esfera” no território Português, tratava acerca de temas relacionadas a matemática, bem como, a astronomia observatório, astronomia teórica, náutica, cosmografia, teoria do calendário, hidráulica, ótica, estática, assuntos náuticos, dentre muitas outras temáticas. Assim, entendemos que a instituição de Santo Antão, por meio daquela da “Aula da Esfera”, abriu as portas para Portugal adentrar na ciência moderna.

REFERÊNCIAS

BASTIÃO, A. M. P. **Elementos para o estudo da náutica portuguesa no século XVII: a arte náutica do códice 11006 da Biblioteca Nacional de Portugal**. Dissertação (Mestrado em História e Filosofia das Ciências) – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2010.

LEITÃO, H. **A ciência na " Aula da Esfera" no Colégio de Santo Antão, 1590-1759**. Edição: Comissariado Geral das Comemorações do V Centenário do Nascimento de São Francisco Xavier, Lisboa, 2007.

OLIVEIRA, N. **A educação jesuítica e o Colégio de Santo Antão, de Lisboa, no século XVI**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2015.

APÊNDICE F – CARTÃO DE ATIVIDADE 1: ASPECTOS CONTEXTUAIS DA GEOMETRIA (SÉC. XVI - XVII)

CARTÃO DE ATIVIDADE 1 ASPECTOS CONTEXTUAIS DA GEOMETRIA (SÉC. XVI - XVII)

GRUPO:
COMPONENTES:

Responsável por direcionar o grupo: O participante que nasceu mais perto do mês de julho.

Em grupo

Façam uma leitura do texto exposto no cartão de recurso 1.

Após a leitura, identifiquem e discorram acerca dos aspectos contextuais descritos no texto. Anotem em *post-it's* os aspectos contextuais e preguem em uma cartolina separando-os por tópicos. Lembrem-se que os pontos observados devem estar em comum acordo pelo grupo.

Segue alguns tópicos que podem ser observados durante a leitura:

- O ensino da náutica e da matemática em Portugal antes do aparecimento da Companhia de Jesus (Jesuítas).
- Os conhecimentos náuticos e matemáticos ministrados na “Aula da Esfera” pelos Jesuítas no Colégio de Santo Antão.

PRODUTO FINAL

O relator deve realizar uma apresentação dos aspectos contextuais esquematizados na cartolina.

APÊNDICE G – FICHA DE AVALIAÇÃO DIÁRIA

Avaliação do dia ____/____/____

Nome (Opcional):

O que você aprendeu hoje que não sabia antes?

O que deu certo na aula de hoje?

O que não funcionou ou ficou faltando? Seja específico/a.

Do que você precisa? Seja específico/a.

APÊNDICE H – CARTÃO DE RECURSO 2: SIMÃO D’OLIVEIRA E A OBRA ARTE DE NAVEGAR (1606)

CARTÃO DE RECURSO 2:

SIMÃO D’OLIVEIRA E A OBRA ARTE DE NAVEGAR (1606)

A Arte de Navegar foi publicado no início do século XVII por Simão d’Oliveira, mais especificamente em 1606, na cidade de Lisboa, capital de Portugal. Nesse período os portugueses estavam enfrentando um declínio relacionado às grandes navegações e ao comércio marítimo, repercutindo, assim, negativamente na economia do país.

É importante ressaltar que, durante os séculos XV e XVI, Portugal passou por um intenso desenvolvimento de técnicas de navegação que possibilitaram guiar as embarcações em alto mar, bem como, a capacidade de localizarem-se nos mares. Deste modo, houve o surgimento e a conexão de saberes geográficos, astronômicos e sobretudo, matemáticos. As matemáticas deste período foram utilizadas para a construção e manuseio de instrumentos importantes para as observações celestes e outros procedimentos em alto mar.

A navegação marítima passa a ser considerada uma “arte”, tudo era realizado e produzido tendo-se como base as regras fixadas com o auxílio da ciência e “como arte, a navegação era uma das vias de aplicação prática da matemática e da astronomia. Isso acarretava uma hierarquia intelectual entre o cosmógrafo e o piloto” (GESTEIRA, 2014, p. 1016).

Deste modo, teve-se a necessidade de se desenvolver e adaptar instrumentos que ajudassem e orientassem as navegações em alto mar. Os instrumentos náuticos desenvolvidos e adaptados para as navegações, foram; bússolas, balhastilhas, astrolábios, quadrantes, bem como, compassos, transferidores e réguas, que eram utilizados para transferir os dados coletados para a superfície do papel, possibilitando o aprimoramento das cartas de marear.

Com essa diversidade de instrumentos náuticos existentes, que demandavam acurácia para sua fabricação e utilização, bem como, a necessidade de perpassar os saberes náuticos aos navegantes, os primeiros tratados acerca das navegações começaram a aparecer. Pois, com o passar das décadas e o avançar das técnicas e dos conhecimentos náuticos, foi dada uma maior atenção para a sistematização científica relacionada a produção de roteiros, diários de bordo e guias náuticos, campo do conhecimento em que está inserida a arte de navegar, surgindo, assim, esses documentos citados que compilavam esses saberes. Emergiram, assim, os tratados

relacionados a arte de navegar, sendo esses de autoria dos cosmógrafos-mores. Gesteira (2014, p. 1014), realiza uma breve descrição acerca dos tratados e de suas finalidades, como podemos observar:

Além de o Tratado ser uma espécie de livro didático para aqueles que se iniciavam na astronomia durante a época moderna, era também ponto de partida obrigatório para aqueles que aprendiam a arte de navegar, sobretudo para uso dos instrumentos, mas nesse caso os livros não se estendiam em comentários críticos sobre o tema, como era mais frequente nos livros de astronomia, inclusive entre os matemáticos da Companhia de Jesus. Diferente de obras que se dedicavam à filosofia natural, os livros de navegação apresentavam apenas os princípios básicos da esfera, as noções necessárias para a navegação: redondeza da terra (composta por terra e água), os círculos máximos, os meridianos e o horizonte, os círculos menores, os trópicos de Câncer e de Capricórnio, o eixo e os polos, o que é zênite (relativo ao observador) e o que é latitude e longitude. Em relação aos instrumentos, o documento indicava a importância do controle sobre sua fabricação, em particular quanto aos problemas relativos a sua graduação. Embora não houvesse detalhamento, cabia ao cosmógrafo examinar o instrumento, e o regimento previa: “Não poderá pessoa alguma, qualquer que seja daqui por diante fazer cartas de marear, quarteirões, globos, astrolábios, quadrantes, agulhas, balhastilha, regimentos da altura do polo e declinação do Sol e relógios” [...].

Como podemos ver, o tratado era um ponto de partida para aqueles que queriam aprender a arte de navegar, principalmente para o aprofundamento no uso dos instrumentos náuticos. Em relação aos instrumentos, os tratados, deixavam claro como se deveria construir adequadamente cada um deles e, que esta função era dada ao cosmógrafo-mor.

Dentre os tratados relacionados as navegações portuguesas, estava inserido o tratado *Arte de Navegar* do português Simão d’Oliveira, um Padre Jesuíta e “[...] cosmógrafo-mor entre os séculos XVI e XVII. Seu livro, *A arte de navegar*, publicado em 1606, traz longos trechos das anotações de aula do padre Francisco da Costa, matemático jesuíta que lecionou no Colégio de Santo Antão” (GESTEIRA, 2014, p. 1026). Seus conhecimentos sobre a náutica foram oriundos do curso de “Aula de Esfera”, criado pela Companhia de Jesus e ministrado no Colégio de Santo Antão, Lisboa.

Em relação a Simão d’Oliveira, segundo Silva (1862, p. 283) de acordo com seu dicionário bibliográfico português, o mesmo ressalta que há pouca informação sobre o autor:

SIMÃO DE OLIVEIRA, de cujas circunstancias pessoaes não diz Barbosa cousa alguma. – E. 329) (C) *Arte de navegar*. Lisboa, 1606. 4º - Nem Barbosa na *Bibl.*, nem o collector do pseudo-*Catalogo da Academia* souberam dizer-nos por quem fôra impresso este livro: o que é prova evidente de que nenhum d’elles o viu, e que o segundo não fizera n’este caso, como em tantos outros, mais que trasladar o primeiro. - Preenchendo pois esta lacuna, direi que foi Pedro Craesbeeck o impressor da *Arte de Navegar*, de que a *Bibl. Nacional de Lisboa* possui um exemplar.

Os cosmógrafos-mores surgiram no cenário relacionado a expansão ultramarina portuguesa, durante as primeiras décadas do século XVI, com a finalidade de supervisionarem o ensino e a obtenção dos novos conhecimentos técnicos e geocartográficos acerca das navegações. Até então, a assimilação desses saberes e conhecimentos relacionados à náutica eram transmitidos de mestres para aprendizes. Entretanto, com a crescente relevância das navegações e o aprimoramento de técnicas novas relacionadas a condução das embarcações, necessitou-se de uma reestruturação, coordenação e padronização destes conhecimentos tradicionais, culminando com o surgimento do ofício de cosmógrafo.

Deste modo, ao longo de sua obra, Simão d'Oliveira deixa claro que a publicação em 1606 do tratado *Arte de Navegar*, foi motivada por uma real necessidade da época, devido a uma escassez de obras que compilassem os conhecimentos tão preciosos a náutica portuguesa.

REFERÊNCIAS

FRAGA, L. A. **A “arte de navegar” (edição de 1712) do cosmógrafo-mor Manoel Pimentel e a importância da ciência náutica na expansão marítima portuguesa**. 124 f. Dissertação (Mestrado em História Ibérica) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, Minas Gerais, 2021.

GESTEIRA, H. M. O astrolábio, o mar e o Império. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 21, p. 1011-1027, 2014.

OLIVEIRA, S. **Arte de Navegar**. Lisboa: Oficina de Pedro Crasbeeck, 1606.

OLIVEIRA, D. A. U. **As Grandes Navegações: aspectos matemáticos de alguns instrumentos náuticos**. 69 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

SILVA, I. F. **Dicionário bibliográfico português: estudos**. Lisboa: Imprensa Nacional, 1862.

APÊNDICE I – CARTÃO DE ATIVIDADE 2: SIMÃO D’OLIVEIRA E A OBRA ARTE DE NAVEGAR (1606)

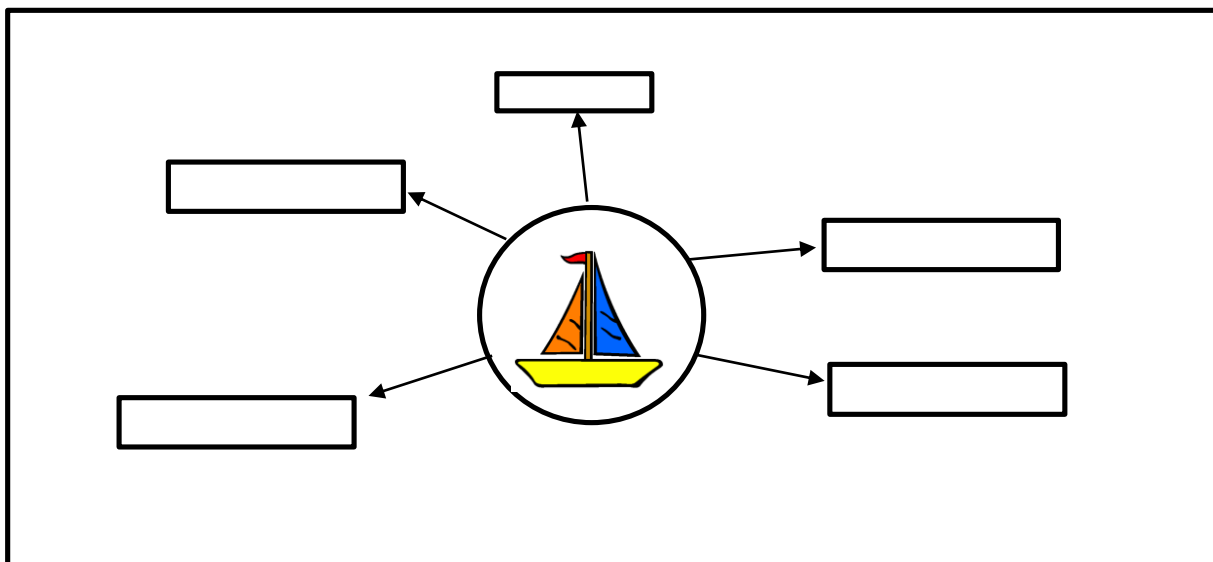
CARTÃO DE ATIVIDADE 2
SIMÃO D’OLIVEIRA E A OBRA ARTE DE NAVEGAR (1606)

GRUPO:
COMPONENTES:

Responsável por direcionar o grupo: O participante que chegou mais cedo hoje.

Em grupo:

- (1) Façam a leitura do texto exposto no cartão de recurso 2.
- (2) Identifiquem e marquem no texto do cartão de recurso 2, alguns aspectos contextuais da vida de Simão d’Oliveira, bem como, do seu tratado Arte de Navegar (1606).
- (3) Produzam um mapa conceitual a partir dos aspectos contextuais identificados e marcados na etapa anterior. Criem uma imagem que represente o texto/tratado e em seguida distribua os aspectos descritos pelo grupo. Veja o exemplo a seguir.



PRODUTO FINAL

O relator deve realizar uma explanação dos aspectos contextuais destacados no mapa conceitual produzido pelo grupo.

**APÊNDICE J – CARTÃO DE ATIVIDADE 3: TRATADO ARTE DE NAVEGAR
(1606)**

**CARTÃO DE ATIVIDADE 3
TRATADO ARTE DE NAVEGAR (1606)**

GRUPO:
COMPONENTES: _

Responsável por direcionar o grupo: O participante que tiver a menor idade.

Em grupo:

- (1) Realizem uma leitura de sobrevoos do tratado Arte de Navegar (1606).
- (2) Identifiquem as informações contidas no frontispício do tratado Arte de Navegar de Simão d'Oliveira publicado em 1606.
- (3) Após concluírem a etapa anterior, detectem os elementos pré-textuais, textuais e pós-textuais contidos no tratado. Utilizem o quadro em anexo para facilitar a organização das ideias.

PRODUTO FINAL

Confecção de um painel com os elementos do frontispício, pré-textuais, textuais e pós-textuais contidos no tratado, a partir da participação das três equipes.



ANEXO - QUADRO

Frontispício	Elementos Pré-textuais	Elementos Textuais	Elementos Pós-textuais

APÊNDICE K – CARTÃO DE ATIVIDADE 4: INSTRUMENTOS NÁUTICOS

CARTÃO DE ATIVIDADE 4 INSTRUMENTOS NÁUTICOS

GRUPO:

COMPONENTES:

Responsável por direcionar o grupo: O participante que tem a maior idade do grupo.

Em grupo

- (1) Realizem uma leitura de sobrevoos no “Livro Terceiro” contido no tratado Arte de Navegar (1606).
- (2) Após a leitura, discutam e produzam um breve texto sobre alguns tópicos utilizando o cartão auxiliar da atividade 4.

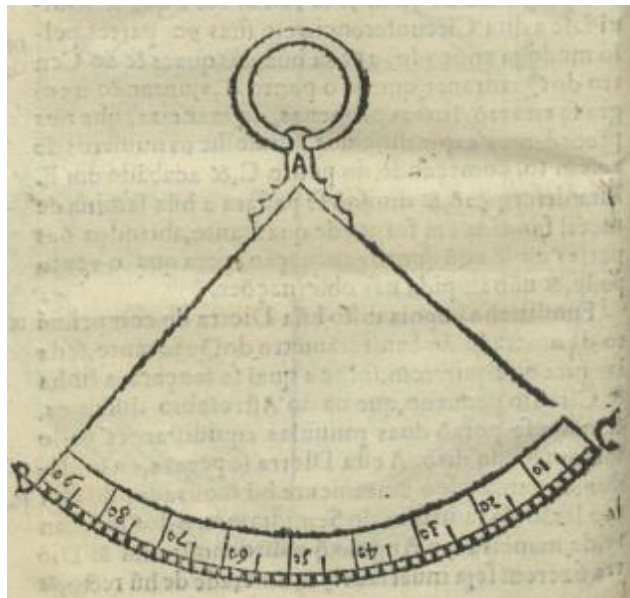
PRODUTO FINAL

A equipe deve socializar os cartões produzidos, fixando-os no local indicado no quadro. Façam uma visita, como se fosse um museu, nos trabalhos das outras equipes.
--

APÊNDICE L – CARTÃO AUXILIAR DA ATIVIDADE 4

CARTÃO AUXILIAR DA ATIVIDADE 4

GRUPO:

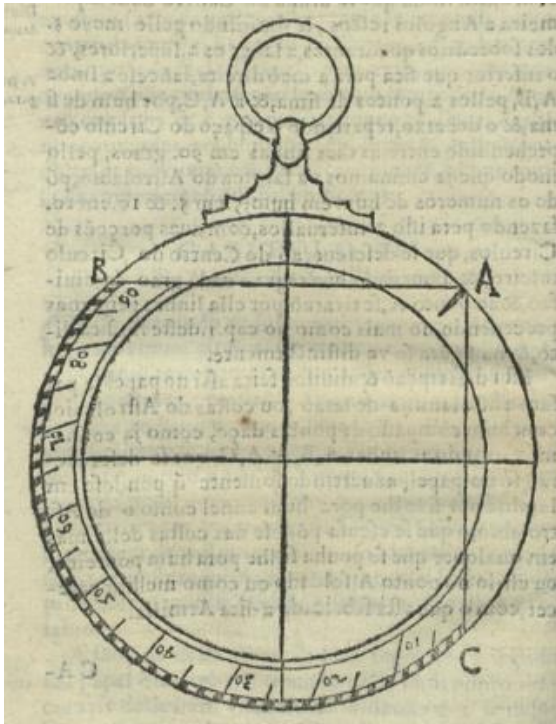


NOME DO INSTRUMENTO:

CARACTERÍSTICAS DO INSTRUMENTO NÁUTICO:

POSSÍVEIS ELEMENTOS GEOMÉTRICOS ENCONTRADOS NO INSTRUMENTO NÁUTICO:

GRUPO:

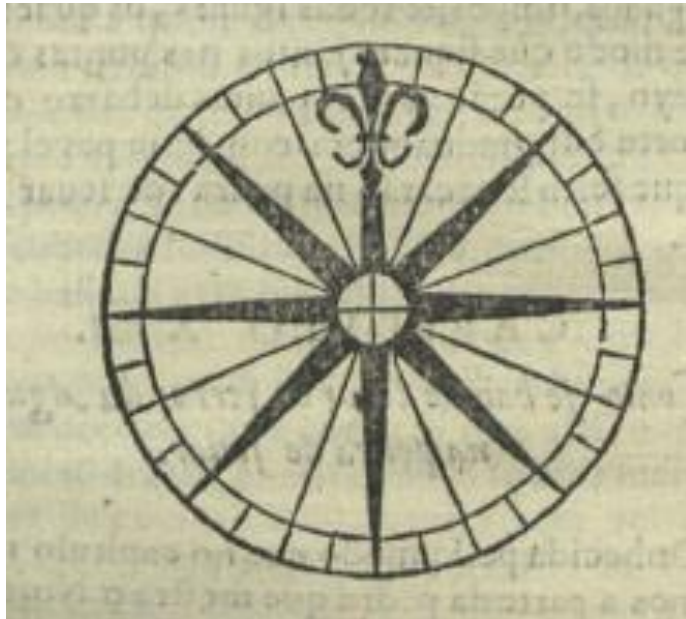


NOME DO INSTRUMENTO:

CARACTERÍSTICAS DO INSTRUMENTO NÁUTICO:

POSSÍVEIS ELEMENTOS GEOMÉTRICOS ENCONTRADOS NO INSTRUMENTO NÁUTICO:

GRUPO:

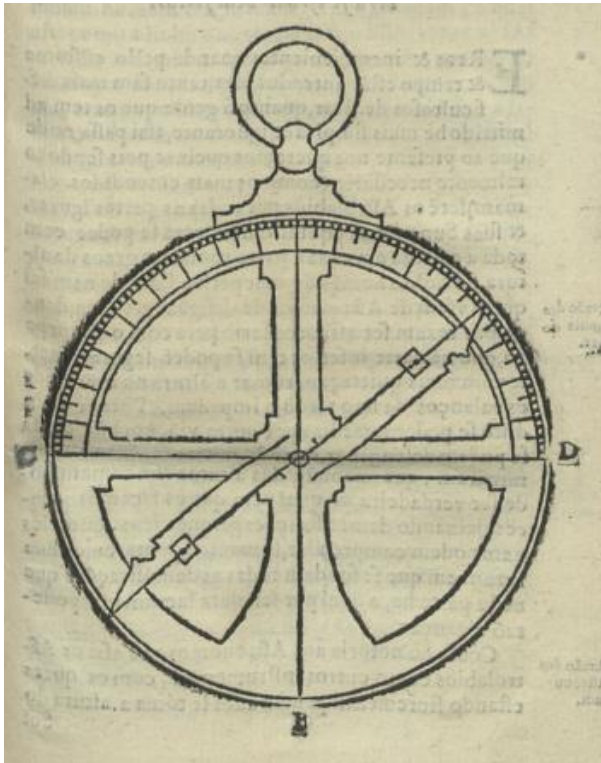


NOME DO INSTRUMENTO:

CARACTERÍSTICAS DO INSTRUMENTO NÁUTICO:

**POSSÍVEIS ELEMENTOS GEOMÉTRICOS ENCONTRADOS NO
INSTRUMENTO NÁUTICO:**

GRUPO:



NOME DO INSTRUMENTO:

CARACTERÍSTICAS DO INSTRUMENTO NÁUTICO:

POSSÍVEIS ELEMENTOS GEOMÉTRICOS ENCONTRADOS NO INSTRUMENTO NÁUTICO:

APÊNDICE M – CARTÃO DE RECURSO 5: O INSTRUMENTO ASTROLÁBIO NÁUTICO

CARTÃO DE RECURSO 5: O INSTRUMENTO ASTROLÁBIO NÁUTICO

CAPÍTULO I: Da fabricação do astrolábio

Fundido por bom oficial ou pelo próprio navegante e curioso, se tanto seu engenho (ou empenho) alcançar, o Astrolábio de latão pelo modo ordinário da grandeza que a cada um mais contentar (o qual tanto será melhor quanto maior for) e torneado muito bem, de maneira que fique por todas as partes a mais igual e uniforme que puder ser, lançasse em papel uma linha de comprimento de seu Diâmetro, a qual dividida pelo meio descrevesse do ponto da divisão pelos dois pontos extremos da linha um Círculo que representa a Circunferência do Astrolábio, o qual se dividirá em quatro quadrantes com outra linha Diametral, que com a primeira se cruzara a ângulos retos no Centro e dele se descreverá outro Círculo junto ao primeiro pela parte de dentro e por junto deste se descrevam na metade superior dois semicírculos que com o segundo Círculo inteiro farão dois intervalos, um mais estreito que o outro, mas que compreendam ambos a largura do âmbito ou limbo do Astrolábio, no primeiro ficarão os graus de um em um e no segundo de 5 em 5 e dez em dez.

Descrito o astrolábio, resta dividi-lo, a qual divisão se fará desta maneira. Divide-se cada quadrante superior em três partes iguais, cada uma das quais se repartirá em outras três, e serão 9 e destas cada uma pelo meio e serão 18 que divididas cada uma em cinco ficará o quadrante dividido em 90 e cada uma das quais e ao centro do círculo, ajuntando uma régua se tirarão por elas linhas pequenas, lançando as que se tirarem de 10 em 10 graus, por ambos os intervalos e as de 5 em 5 por um intervalo e parte do outro e as de um em um por um intervalo só, fazendo um grau branco e outro preto, aos quais se lhe porão os números de 10 em 10 começando os do ponto A e acabando em C e D onde se porão 90.

Descrito e dividido o Astrolábio em papel passar-se-ão ao Astrolábio de latão assim os Círculos como as linhas das mesma distância, dividam e numerem que tiverem no papel, descrevendo os Círculos com um compasso de pontas aço, e as linhas com

uma ponta do mesmo, para que corte o latão, dividindo os graus com umas riscas pequenas, assim como em papel se usa fazer um branco e outro preto.

Fundir-se-á assim mais uma régua do mesmo latão do comprimento do Diâmetro do Astrolábio e de largura quase de dois dedos, sobre a qual depois de limada, se lançará pelo meio uma linha muito direita, que é a que chamamos de confiança, a qual dividida em duas partes descrevesse do ponto da divisão num pequeno Circulo, a Circunferência do qual toque nas extremidades da régua, cujas partes contrarias que sobraram se cortarão por tal arte, que fique a linha da confiança e Circunferência do Círculo inteira, e lavradas as pontas da régua com as galanterias que a vontade de cada um pode acrescentar ficará acabada a Díotra, ou como os nossos navegantes lhe chamam a Declina.

Fundirão além disto duas laminas quadradas, chamadas pínulas, ambas de igual largura e comprimento, os quais não passarão da grandeza do Diâmetro do Círculo pequeno da Díotra, pelo meio de cada uma destas se lançará uma linha direita e nela se farão 2 buraquinhos, um maior que o outro (poste que os Astrolábios ordinários não tenha mais que em cada pínula um) igualmente distantes das raízes das sobreditas laminas, as quais assim acabadas se pegaram na Díotra, ou soldando-as, ou fundindo-os com elas juntamente, mas de modo que diftem igualmente de seu Centro, caindo os buraquinhos ou linhas em eles estão perpendicular e diretamente sobre a linha da confiança.

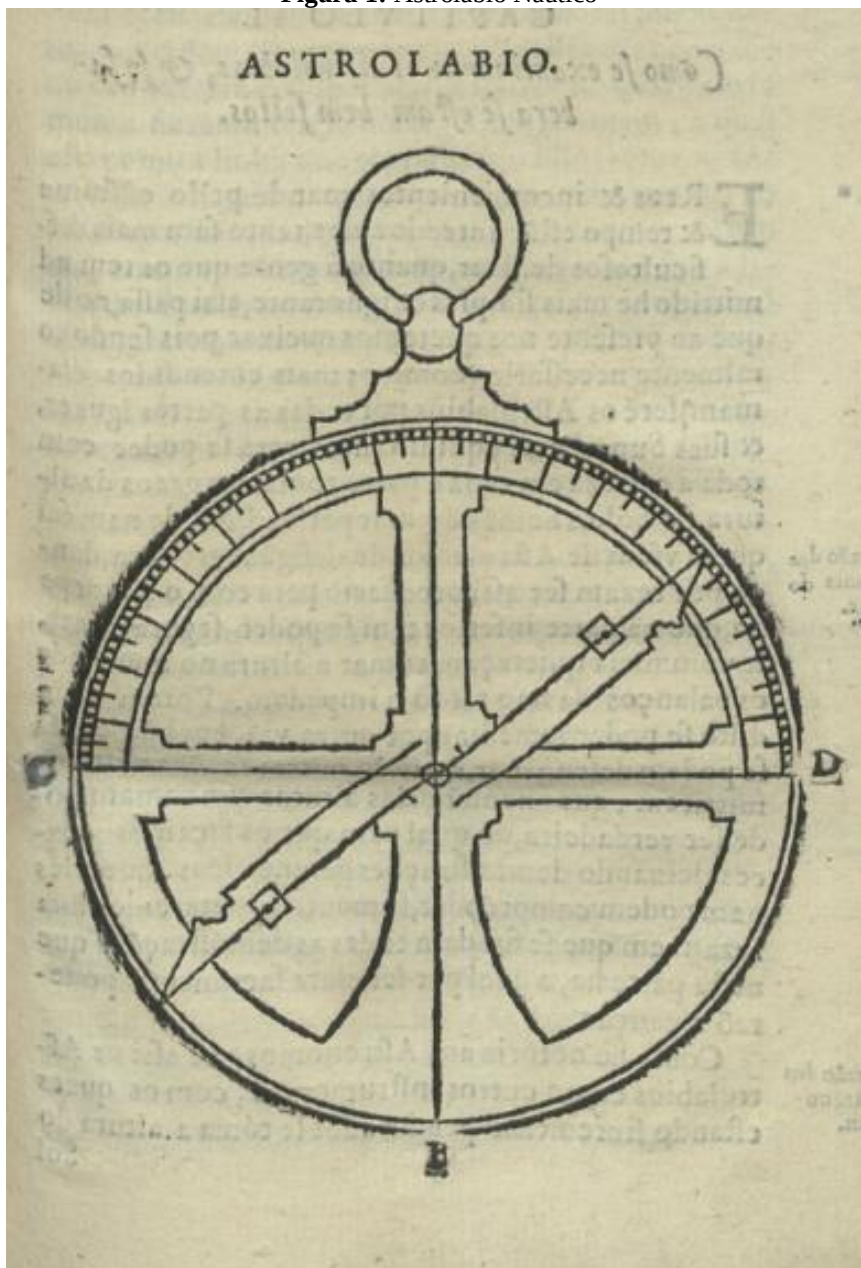
Esta Díotra se porá no Astrolábio por tal arte, que o Centro do Circulo pequeno dessa fique justamente sobre o Astrolábio, furando para os ditos Centros e metendo-lhe um prego de latão, cuja cabeça foram torneada e maior que o buraco, para que não faça fora e na ponta terá uma fenda, na qual se meta uma cunha do mesmo latão, chamada dos navegantes chaveta ou senão parafuso, para que um ou outro modo fique a Díotra apertada e ande ao redor.

Ultimamente se fundirá um anel roliço e da grossura que o peso do Astrolábio o pedir, com dois engonços, cujos Eixos se cruzem, o qual limado e preparado se porá no Astrolábio com um prego da mesma material que atravesse os 2 buracos do engonfo inferior e do dente do Astrolábio, com o que ficara acabado o sobredito instrumento, cuja figura a que si representa e nela se vê tudo claramente.

Legenda: Meddeclina = alidade que gira em torno do centro da roda; Limbo do astrolábio = Roda graduada; Pinulas = peças laminares com furos nos centros respectivos; Engonços = Encaixe entre peças de um artefato capaz de permitir sua articulação; Linha da confiança = Diâmetro horizontal onde acaba

a escala 0-90°; Chaveta = peça de ferro que, na extremidade do eixo, serve para fixar a roda; Díotra ou Declina = régua que mostra os graus do astrolábio.

Figura 1: Astrolábio Náutico



Fonte: Oliveira (1606, p. 57).

APÊNDICE N – CARTÃO DE ATIVIDADE 5: O INSTRUMENTO ASTROLÁBIO NÁUTICO

CARTÃO DE ATIVIDADE 5 O INSTRUMENTO ASTROLÁBIO NÁUTICO

GRUPO:

COMPONENTES:

Responsável por direcionar o grupo: O participante que chegou por último de cada grupo.

Em grupo:

- (1) Leiam o cartão de recurso 5 que aborda o “Capítulo I: da fabricação do astrolábio”.
- (2) A partir dos conhecimentos adquiridos na leitura, coloquem em ordem na cartolina as imagens contidas no “cartão auxiliar da atividade 5” e, ao lado delas, descrevam, respectivamente, as etapas do processo de construção do astrolábio náutico.
- (3) Elenquem os conhecimentos geométricos que estão presentes no processo de construção do astrolábio náutico. Utilizem o quadro 1 em anexo para organizar as ideias.
- (4) Marquem no texto os elementos que compõem as partes do astrolábio náutico, e relacionem com o instrumento físico.

PRODUTO FINAL

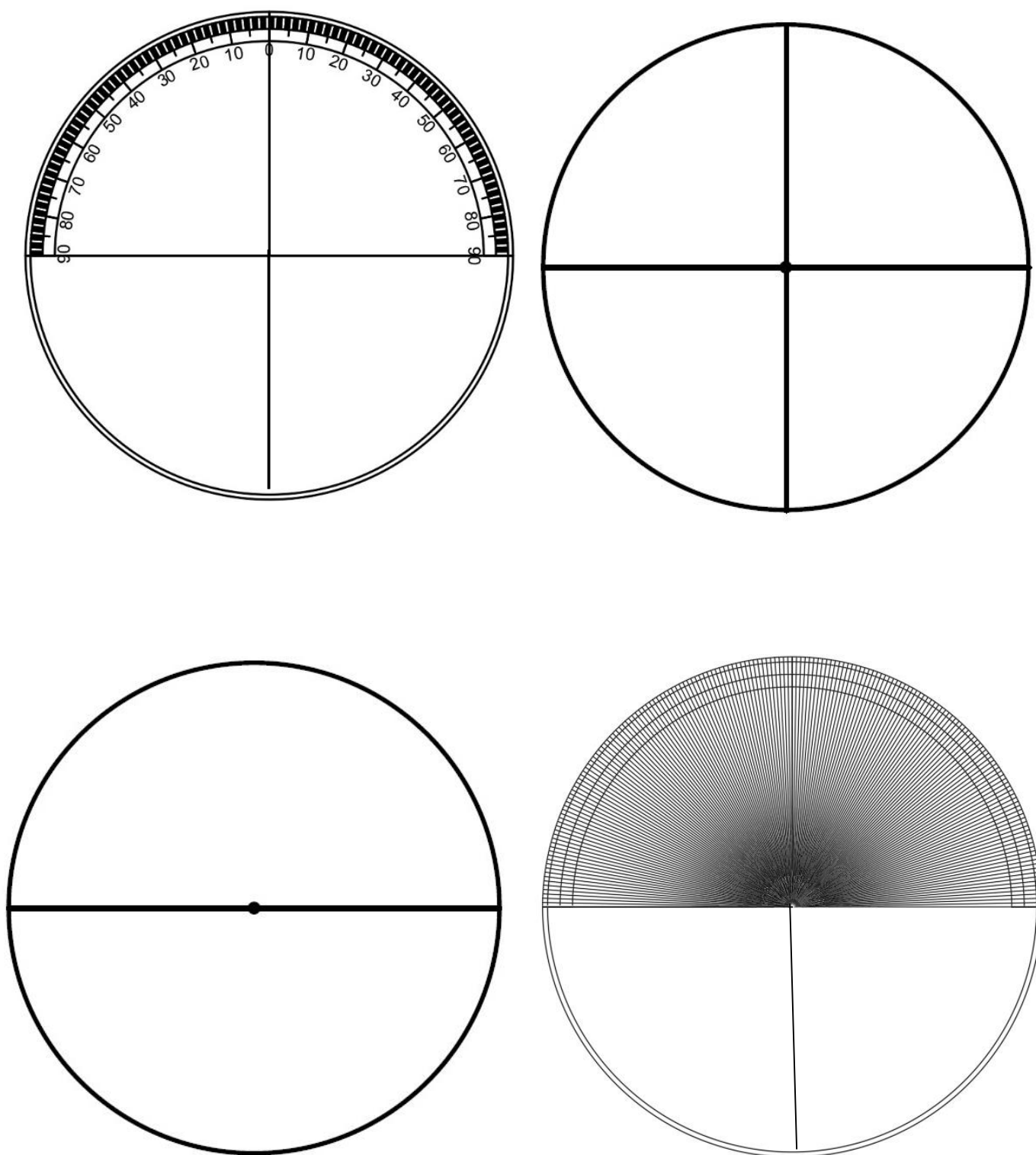
O grupo deve produzir uma imagem (pode ser a mão livre ou com instrumentos de desenho) do astrolábio náutico contido no tratado Arte de Navegar (1606) enumerando em legendas as suas partes relacionando-as com as suas respectivas funções. Utilize uma cartolina para o produto final.

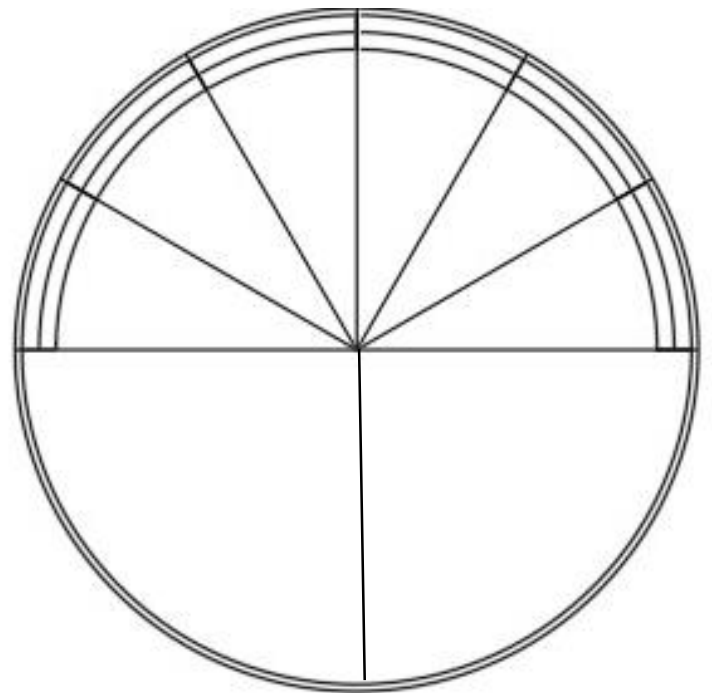
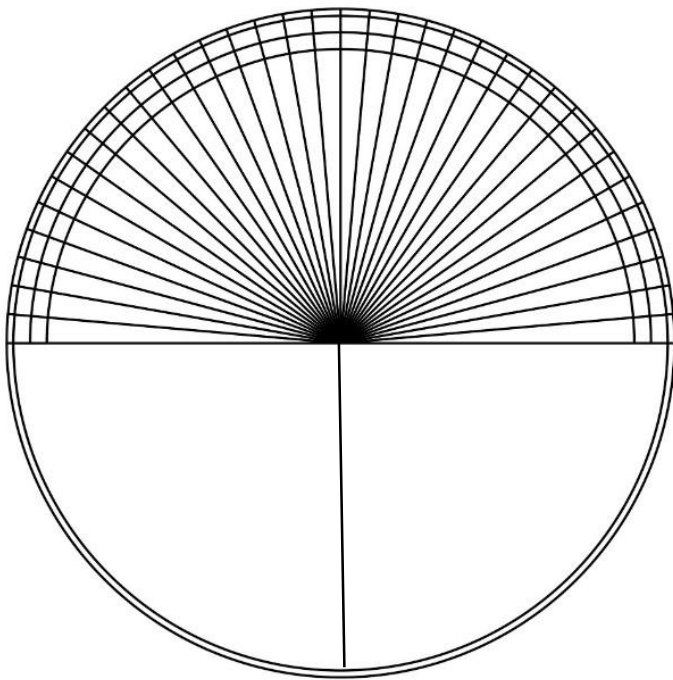
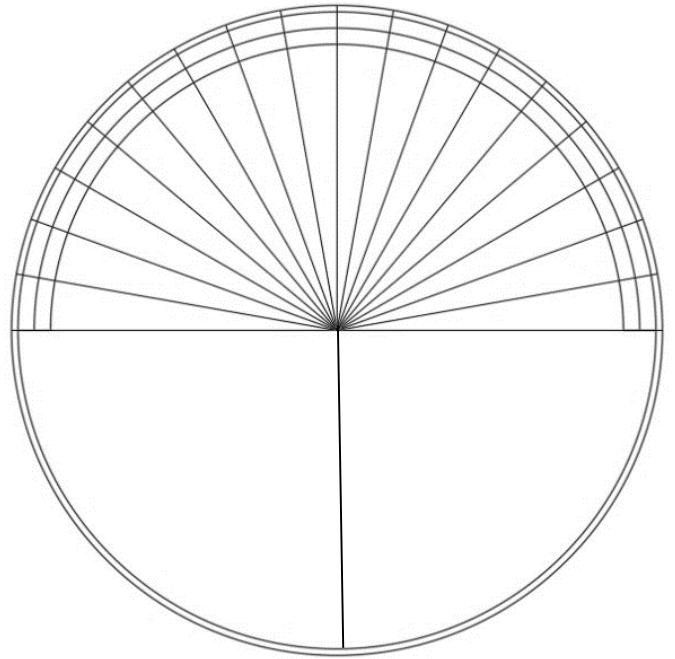
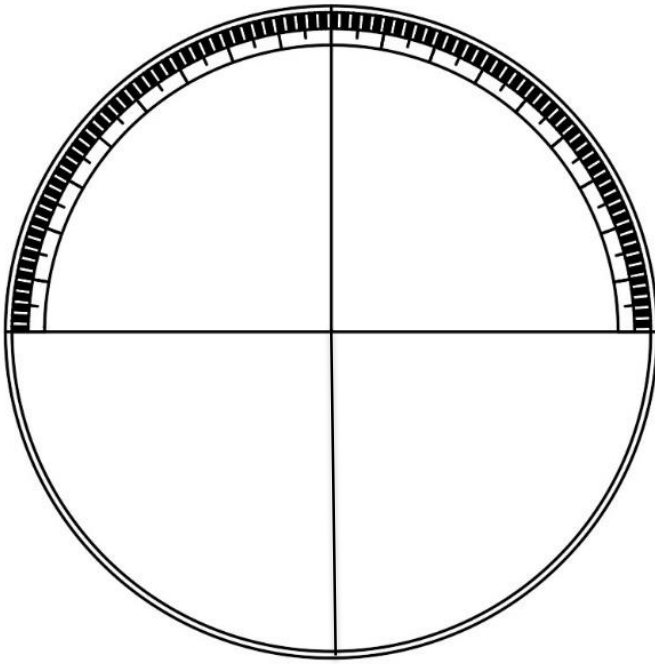
QUADRO

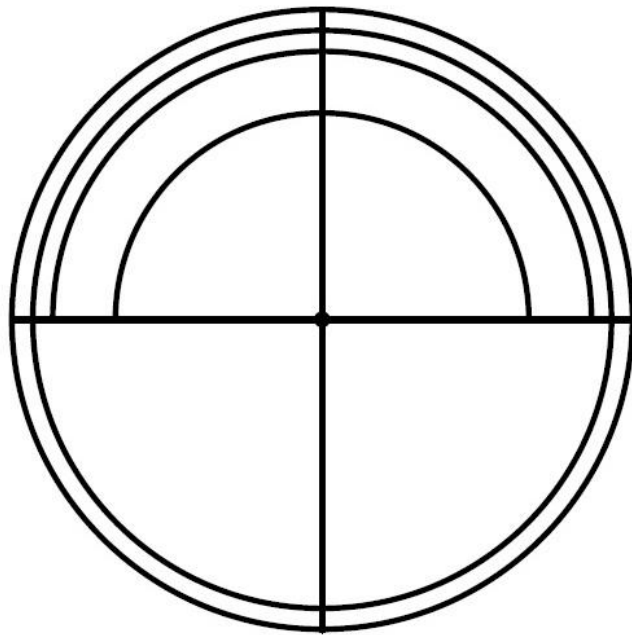
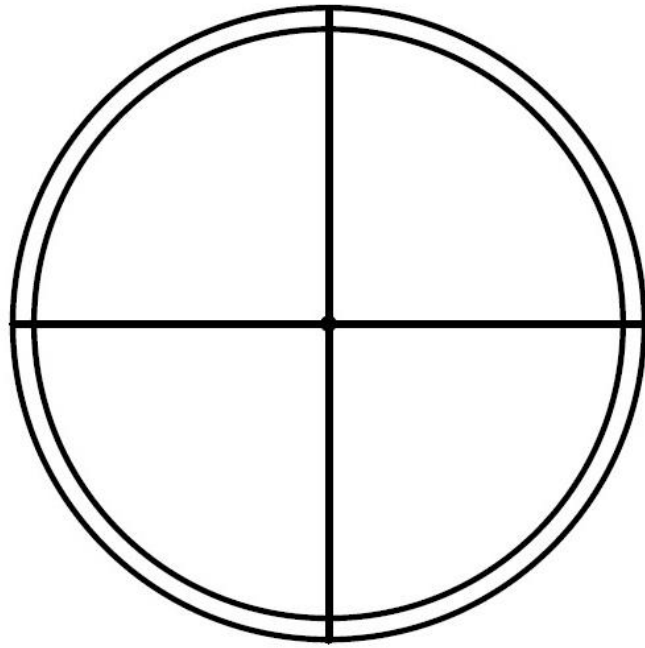
CONTEÚDO	EVIDÊNCIA

APÊNDICE O – CARTÃO AUXILIAR DA ATIVIDADE 5

CARTÃO AUXILIAR DA ATIVIDADE 5







**APÊNDICE P – CARTÃO DE ATIVIDADE 8: CONHECIMENTOS GEOMÉTRICOS
ACERCA DO ASTROLÁBIO NÁUTICO**

**CARTÃO DE ATIVIDADE 8:
CONHECIMENTOS MATEMÁTICOS ACERCA DO ASTROLÁBIO NÁUTICO**

GRUPO:

COMPONENTES:

Responsável por direcionar o grupo: O participante que está com a roupa na cor mais escura.

Em grupo:

- (1) Com base nos conhecimentos adquiridos no decorrer do curso, atrelados ao instrumento astrolábio náutico, anotem em *post-its* as conclusões do seu grupo e colemb no mural que correspondem ao número da sua equipe.

PRODUTO FINAL

O grupo deve discutir com a docente e os demais participantes do curso sobre as conclusões levantadas por sua equipe.

APÊNDICE Q - QUESTIONÁRIO AVALIATIVO DO CURSO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
PRO-REITORIA DE EXTENSÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA-PGECM/IFCE
PROGRAMA DE FORMAÇÃO DOCENTE DO GPEHM/UECE



Este **QUESTIONÁRIO AVALIATIVO DO CURSO** chegou até você, pois julgamos a sua opinião muito importante para o curso que foi realizado e que está atrelado a uma *pesquisa de mestrado* que estamos desenvolvendo. Pedimos sua colaboração e total honestidade para que possamos a partir desse momento aperfeiçoar nossas práticas para melhor contribuir para a formação inicial e continuada de outros licenciandos e professores, respectivamente, que vierem a participar desse momento.

Desde já agradecemos sua colaboração!

-
1. Ao final dos encontros, o curso “**Mobilizando os conhecimentos geométricos por meio do uso do instrumento astrolábio náutico**” contribuiu para sua formação inicial/continuada como futuro professor/professor?

- ☐ Sim
☐ Não

Em quais aspectos, elenquem-os.

2. Em que pontos as tarefas propostas no curso irão lhe ajudar a melhorar sua metodologia de ensino (forma de organizar, conduzir e ensinar um conteúdo) em sala de aula?
3. O que você aprendeu no curso e que não sabia antes de passar por essa formação?
4. Com base nas tarefas que orientaram o curso e que tiveram como objeto principal o uso do astrolábio náutico, você concorda que esses elementos advindos da história da matemática podem servir como um recurso didático para auxiliar no trabalho docente em sala de aula?
- ☐ Sim
☐ Não

Por que?

5. Na sua opinião, o curso “**Mobilizando os conhecimentos geométricos por meio do uso do instrumento astrolábio náutico**” possibilitou a apropriação de conhecimentos matemáticos e a articulação entre eles?
- ☐ Sim

☐ Não

Justifique sua resposta.

6. O curso “**Mobilizando os conhecimentos geométricos por meio do uso do instrumento astrolábio náutico**” esteve de acordo com suas expectativas iniciais?

☐ Sim

☐ Não

☐ Mais ou menos

Justifique sua resposta.

7. Na nossa formação, abordamos e mobilizamos conhecimentos geométricos a partir do instrumento astrolábio náutico. Aponte vantagens ou desvantagens da exploração desses métodos na formação de professores.

VANTAGENS	DESVANTAGENS

8. Ao longo da formação foram mobilizados diversos conceitos geométricos. Você considera que o instrumento astrolábio náutico possui potencial para ser utilizado na sala de aula da Educação Básica?

☐ Sim

☐ Não

Comente sua resposta.

9. Cite alguns pontos que para você precisam melhorar na formação ou sugestões/críticas que poderia enriquecer mais esse momento de formação.

APÊNDICE R - PÓS-TESTE DIAGNÓSTICO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
PRO-REITORIA DE EXTENSÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA-PGECM/IFCE
PROGRAMA DE FORMAÇÃO DOCENTE DO GPEHM/UECE



Este **PÓS-TESTE** chegou até você, pois julgamos a sua contribuição muito importante para a *pesquisa de mestrado* que estamos realizando. Pedimos sua colaboração e total honestidade para que possamos realizar uma pesquisa rica, construindo uma formação que contribua para nossa formação inicial.

Desde já agradecemos sua colaboração!

01. Defina os seguintes conhecimentos geométricos:

- a) Ângulo complementar:
- b) Circunferência:
- c) Diâmetro:
- d) Quadrante:

02. Na formação foram mobilizados alguns conhecimentos geométricos **por meio do processo de construção** do instrumento astrolábio náutico. Cite alguns desses conhecimentos.

03. Na formação foram mobilizados alguns conhecimentos geométricos **por meio do uso** do instrumento astrolábio náutico. Cite alguns desses conhecimentos.

04. A formação **configurou ou reconfigurou** seu conceito inicial sobre os conhecimentos geométricos?

☐ Sim

☐ Não

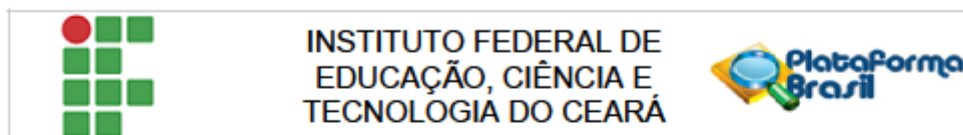
Cite um fato que pode exemplificar essa mudança ou não.

05. Explique como determinar a distância zenital por meio do astrolábio náutico.

06. Realize a resolução do problema a seguir utilizando os conhecimentos adquiridos no curso, indicando o passo a passo da sua **resolução**:

Determine a altura de um Farol que está à 35m de distância de um observador que possui 1,90m de estatura. Sabendo que o mesmo, ao apontar o astrolábio náutico para o topo do Farol, verificou que a diótra do instrumento marcou um grau equivalente à metade de um ângulo reto na sua graduação.

ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP IFCE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: OS CONHECIMENTOS GEOMÉTRICOS ACERCA DO USO DO ASTROLÁBIO NÁUTICO DO PORTUGUÊS, SIMÃO D'OLIVEIRA (1606) NA FORMAÇÃO DO LICENCIANDO EM MATEMÁTICA

Pesquisador: REBECA OLIVEIRA AMARANTE

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 55380021.2.0000.5589

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO CEARA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.439.338

Apresentação do Projeto:

Resumo:

Estudos envolvendo instrumentos históricos ligados a interface entre a história e o ensino de matemática, estão em expansão no Brasil, principalmente aqueles relacionados a um saber/fazer de praticantes matemáticos europeus dos séculos XVI e XVII. Esses aparatos, muitas vezes, eram apresentados em tratados publicados que continham, em alguns casos, suas fabricações e manipulações, dando um status para a ciência da época. Dentre eles, os publicados em Portugal, que estavam mais direcionados aos instrumentos voltados para a navegação, temos o tratado Arte de Navegar, publicado em 1606 pelo português Simão d'Oliveira, que traz quatro aparatos, no qual um deles é o astrolábio náutico. Dessa forma, essa pesquisa tem como objetivo conhecer os possíveis conhecimentos geométricos contidos no uso do instrumento astrolábio náutico, descrito nesse tratado português, Arte de Navegar, por meio de atividades investigativas na formação do professor de matemática. Para isso, utilizaremos uma metodologia qualitativa de caráter documental e descritiva, visto que iremos usar o tratado original e documentos secundários acerca do período, no qual a episteme da época precise ser estudada. Para a construção e a aplicação das atividades propostas será utilizada a teoria da objetivação proposta por Luis Radford. Portanto, por se tratar de uma pesquisa de mestrado ainda em andamento, percebemos que o instrumento astrolábio contido neste tratado, possui conceitos geométricos que, por meio de seu uso,

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

CEP: 60.410-426

E-mail: cep@ifce.edu.br



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO CEARÁ



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: OS CONHECIMENTOS GEOMÉTRICOS ACERCA DO USO DO ASTROLÁBIO NÁUTICO DO PORTUGUÊS SIMÃO D'OLIVEIRA (1806) NA FORMAÇÃO DO LICENCIANDO EM MATEMÁTICA

Pesquisador: REBECA OLIVEIRA AMARANTE

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 55380021.2.0000.5589

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO CEARA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.439.338

Apresentação do Projeto:

Resumo:

Estudos envolvendo instrumentos históricos ligados a interface entre a história e o ensino de matemática, estão em expansão no Brasil, principalmente aqueles relacionados a um saber/fazer de praticantes matemáticos europeus dos séculos XVI e XVII. Esses aparatos, muitas vezes, eram apresentados em tratados publicados que continham, em alguns casos, suas fabricações e manipulações, dando um status para a ciência da época. Dentre eles, os publicados em Portugal, que estavam mais direcionados aos instrumentos voltados para a navegação, temos o tratado Arte de Navegar, publicado em 1806 pelo português Simão d'Oliveira, que traz quatro aparatos, no qual um deles é o astrolábio náutico. Dessa forma, essa pesquisa tem como objetivo conhecer os possíveis conhecimentos geométricos contidos no uso do instrumento astrolábio náutico, descrito nesse tratado português, Arte de Navegar, por meio de atividades investigativas na formação do professor de matemática. Para isso, utilizaremos uma metodologia qualitativa de caráter documental e descritiva, visto que iremos usar o tratado original e documentos secundários acerca do período, no qual a episteme da época precise ser estudada. Para a construção e a aplicação das atividades propostas será utilizada a teoria da objetivação proposta por Luis Radford. Portanto, por se tratar de uma pesquisa de mestrado ainda em andamento, percebemos que o instrumento astrolábio contido neste tratado, possui conceitos geométricos que, por meio de seu uso,

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

CEP: 60.410-426

E-mail: cep@ifce.edu.br



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO CEARÁ



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: OS CONHECIMENTOS GEOMÉTRICOS ACERCA DO USO DO ASTROLÁBIO NÁUTICO DO PORTUGUÊS SIMÃO D'OLIVEIRA (1806) NA FORMAÇÃO DO LICENCIANDO EM MATEMÁTICA

Pesquisador: REBECA OLIVEIRA AMARANTE

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 55380021.2.0000.5589

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO CEARA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.439.338

Apresentação do Projeto:

Resumo:

Estudos envolvendo instrumentos históricos ligados a interface entre a história e o ensino de matemática, estão em expansão no Brasil, principalmente aqueles relacionados a um saber/fazer de praticantes matemáticos europeus dos séculos XVI e XVII. Esses aparatos, muitas vezes, eram apresentados em tratados publicados que continham, em alguns casos, suas fabricações e manipulações, dando um status para a ciência da época. Dentre eles, os publicados em Portugal, que estavam mais direcionados aos instrumentos voltados para a navegação, temos o tratado Arte de Navegar, publicado em 1806 pelo português Simão d'Oliveira, que traz quatro aparatos, no qual um deles é o astrolábio náutico. Dessa forma, essa pesquisa tem como objetivo conhecer os possíveis conhecimentos geométricos contidos no uso do instrumento astrolábio náutico, descrito nesse tratado português, Arte de Navegar, por meio de atividades investigativas na formação do professor de matemática. Para isso, utilizaremos uma metodologia qualitativa de caráter documental e descritiva, visto que iremos usar o tratado original e documentos secundários acerca do período, no qual a episteme da época precise ser estudada. Para a construção e a aplicação das atividades propostas será utilizada a teoria da objetivação proposta por Luis Radford. Portanto, por se tratar de uma pesquisa de mestrado ainda em andamento, percebemos que o instrumento astrolábio contido neste tratado, possui conceitos geométricos que, por meio de seu uso,

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

CEP: 60.410-426

E-mail: cep@ifce.edu.br



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO CEARÁ



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: OS CONHECIMENTOS GEOMÉTRICOS ACERCA DO USO DO ASTROLÁBIO NÁUTICO DO PORTUGUÊS SIMÃO D'OLIVEIRA (1606) NA FORMAÇÃO DO LICENCIANDO EM MATEMÁTICA

Pesquisador: REBECA OLIVEIRA AMARANTE

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 55380021.2.0000.5589

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO CEARA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.439.338

Apresentação do Projeto:

Resumo:

Estudos envolvendo instrumentos históricos ligados a interface entre a história e o ensino de matemática, estão em expansão no Brasil, principalmente aqueles relacionados a um saber/fazer de praticantes matemáticos europeus dos séculos XVI e XVII. Esses aparatos, muitas vezes, eram apresentados em tratados publicados que continham, em alguns casos, suas fabricações e manipulações, dando um status para a ciência da época. Dentre eles, os publicados em Portugal, que estavam mais direcionados aos instrumentos voltados para a navegação, temos o tratado Arte de Navegar, publicado em 1606 pelo português Simão d'Oliveira, que traz quatro aparatos, no qual um deles é o astrolábio náutico. Dessa forma, essa pesquisa tem como objetivo conhecer os possíveis conhecimentos geométricos contidos no uso do instrumento astrolábio náutico, descrito nesse tratado português, Arte de Navegar, por meio de atividades investigativas na formação do professor de matemática. Para isso, utilizaremos uma metodologia qualitativa de caráter documental e descritiva, visto que iremos usar o tratado original e documentos secundários acerca do período, no qual a episteme da época precise ser estudada. Para a construção e a aplicação das atividades propostas será utilizada a teoria da objetivação proposta por Luis Radford. Portanto, por se tratar de uma pesquisa de mestrado ainda em andamento, percebemos que o instrumento astrolábio contido neste tratado, possui conceitos geométricos que, por meio de seu uso,

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

UF: CE

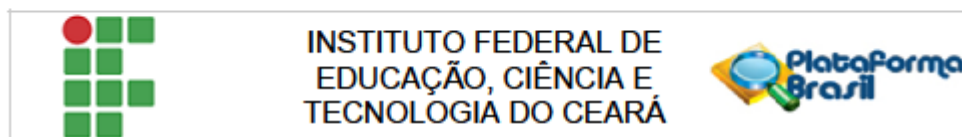
Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

CEP: 60.410-426

E-mail: cep@ifce.edu.br

ANEXO B - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP UECE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: OS CONHECIMENTOS GEOMÉTRICOS ACERCA DO USO DO ASTROLÁBIO NÁUTICO DO PORTUGUÊS, SIMÃO D'OLIVEIRA (1606) NA FORMAÇÃO DO LICENCIANDO EM MATEMÁTICA

Pesquisador: REBECA OLIVEIRA AMARANTE

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 55380021.2.0000.5589

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO CEARA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.439.338

Apresentação do Projeto:

Resumo:

Estudos envolvendo instrumentos históricos ligados a interface entre a história e o ensino de matemática, estão em expansão no Brasil, principalmente aqueles relacionados a um saber/fazer de praticantes matemáticos europeus dos séculos XVI e XVII. Esses aparatos, muitas vezes, eram apresentados em tratados publicados que continham, em alguns casos, suas fabricações e manipulações, dando um status para a ciência da época. Dentre eles, os publicados em Portugal, que estavam mais direcionados aos instrumentos voltados para a navegação, temos o tratado Arte de Navegar, publicado em 1606 pelo português Simão d'Oliveira, que traz quatro aparatos, no qual um deles é o astrolábio náutico. Dessa forma, essa pesquisa tem como objetivo conhecer os possíveis conhecimentos geométricos contidos no uso do instrumento astrolábio náutico, descrito nesse tratado português, Arte de Navegar, por meio de atividades investigativas na formação do professor de matemática. Para isso, utilizaremos uma metodologia qualitativa de caráter documental e descritiva, visto que iremos usar o tratado original e documentos secundários acerca do período, no qual a episteme da época precise ser estudada. Para a construção e a aplicação das atividades propostas será utilizada a teoria da objetivação proposta por Luis Radford. Portanto, por se tratar de uma pesquisa de mestrado ainda em andamento, percebemos que o instrumento astrolábio contido neste tratado, possui conceitos geométricos que, por meio de seu uso,

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

CEP: 60.410-426

E-mail: cep@ifce.edu.br



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO CEARÁ



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: OS CONHECIMENTOS GEOMÉTRICOS ACERCA DO USO DO ASTROLÁBIO NÁUTICO DO PORTUGUÊS SIMÃO D'OLIVEIRA (1606) NA FORMAÇÃO DO LICENCIANDO EM MATEMÁTICA

Pesquisador: REBECA OLIVEIRA AMARANTE

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 55380021.2.0000.5589

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO CEARA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.439.338

Apresentação do Projeto:

Resumo:

Estudos envolvendo instrumentos históricos ligados a interface entre a história e o ensino de matemática, estão em expansão no Brasil, principalmente aqueles relacionados a um saber/fazer de praticantes matemáticos europeus dos séculos XVI e XVII. Esses aparatos, muitas vezes, eram apresentados em tratados publicados que continham, em alguns casos, suas fabricações e manipulações, dando um status para a ciência da época. Dentre eles, os publicados em Portugal, que estavam mais direcionados aos instrumentos voltados para a navegação, temos o tratado Arte de Navegar, publicado em 1606 pelo português Simão d'Oliveira, que traz quatro aparatos, no qual um deles é o astrolábio náutico. Dessa forma, essa pesquisa tem como objetivo conhecer os possíveis conhecimentos geométricos contidos no uso do instrumento astrolábio náutico, descrito nesse tratado português, Arte de Navegar, por meio de atividades investigativas na formação do professor de matemática. Para isso, utilizaremos uma metodologia qualitativa de caráter documental e descritiva, visto que iremos usar o tratado original e documentos secundários acerca do período, no qual a episteme da época precise ser estudada. Para a construção e a aplicação das atividades propostas será utilizada a teoria da objetivação proposta por Luis Radford. Portanto, por se tratar de uma pesquisa de mestrado ainda em andamento, percebemos que o instrumento astrolábio contido neste tratado, possui conceitos geométricos que, por meio de seu uso,

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

CEP: 60.410-426

E-mail: cep@ifce.edu.br



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO CEARÁ



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: OS CONHECIMENTOS GEOMÉTRICOS ACERCA DO USO DO ASTROLÁBIO NÁUTICO DO PORTUGUÊS, SIMÃO D'OLIVEIRA (1606) NA FORMAÇÃO DO LICENCIANDO EM MATEMÁTICA

Pesquisador: REBECA OLIVEIRA AMARANTE

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 55380021.2.0000.5589

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO CEARA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.439.338

Apresentação do Projeto:

Resumo:

Estudos envolvendo instrumentos históricos ligados a interface entre a história e o ensino de matemática, estão em expansão no Brasil, principalmente aqueles relacionados a um saber/fazer de praticantes matemáticos europeus dos séculos XVI e XVII. Esses aparatos, muitas vezes, eram apresentados em tratados publicados que continham, em alguns casos, suas fabricações e manipulações, dando um status para a ciência da época. Dentre eles, os publicados em Portugal, que estavam mais direcionados aos instrumentos voltados para a navegação, temos o tratado Arte de Navegar, publicado em 1606 pelo português Simão d'Oliveira, que traz quatro aparatos, no qual um deles é o astrolábio náutico. Dessa forma, essa pesquisa tem como objetivo conhecer os possíveis conhecimentos geométricos contidos no uso do instrumento astrolábio náutico, descrito nesse tratado português, Arte de Navegar, por meio de atividades investigativas na formação do professor de matemática. Para isso, utilizaremos uma metodologia qualitativa de caráter documental e descritiva, visto que iremos usar o tratado original e documentos secundários acerca do período, no qual a episteme da época precise ser estudada. Para a construção e a aplicação das atividades propostas será utilizada a teoria da objetivação proposta por Luis Radford. Portanto, por se tratar de uma pesquisa de mestrado ainda em andamento, percebemos que o instrumento astrolábio contido neste tratado, possui conceitos geométricos que, por meio de seu uso,

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

CEP: 60.410-426

E-mail: cep@ifce.edu.br



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO CEARÁ



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: OS CONHECIMENTOS GEOMÉTRICOS ACERCA DO USO DO ASTROLÁBIO NÁUTICO DO PORTUGUÊS SIMÃO D'OLIVEIRA (1806) NA FORMAÇÃO DO LICENCIANDO EM MATEMÁTICA

Pesquisador: REBECA OLIVEIRA AMARANTE

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 55380021.2.0000.5589

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO CEARA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.439.338

Apresentação do Projeto:

Resumo:

Estudos envolvendo instrumentos históricos ligados a interface entre a história e o ensino de matemática, estão em expansão no Brasil, principalmente aqueles relacionados a um saber/fazer de praticantes matemáticos europeus dos séculos XVI e XVII. Esses aparatos, muitas vezes, eram apresentados em tratados publicados que continham, em alguns casos, suas fabricações e manipulações, dando um status para a ciência da época. Dentre eles, os publicados em Portugal, que estavam mais direcionados aos instrumentos voltados para a navegação, temos o tratado Arte de Navegar, publicado em 1806 pelo português Simão d'Oliveira, que traz quatro aparatos, no qual um deles é o astrolábio náutico. Dessa forma, essa pesquisa tem como objetivo conhecer os possíveis conhecimentos geométricos contidos no uso do instrumento astrolábio náutico, descrito nesse tratado português, Arte de Navegar, por meio de atividades investigativas na formação do professor de matemática. Para isso, utilizaremos uma metodologia qualitativa de caráter documental e descritiva, visto que iremos usar o tratado original e documentos secundários acerca do período, no qual a episteme da época precise ser estudada. Para a construção e a aplicação das atividades propostas será utilizada a teoria da objetivação proposta por Luis Radford. Portanto, por se tratar de uma pesquisa de mestrado ainda em andamento, percebemos que o instrumento astrolábio contido neste tratado, possui conceitos geométricos que, por meio de seu uso,

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

CEP: 60.410-426

E-mail: cep@ifce.edu.br