



Universidade do Estado do Pará
Centro de Ciências Sociais e Educação
Departamento de Matemática, Estatística e Informática
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática
Mestrado Profissional em Ensino de Matemática
Linha de Pesquisa: Metodologia do Ensino de Matemática no
Ensino Médio

Francisca Valdielle Gomes Silva

**O Ensino de Geometria Euclidiana Plana e Espacial
com o Patrimônio Histórico e Arquitetônico de
Sobral/CE**

FRANCISCA VALDIELLE GOMES SILVA

**O Ensino de Geometria Euclidiana Plana e Espacial
com o Patrimônio Histórico Arquitetônico de
Sobral/CE**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Matemática pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade do Estado do Pará. Linha de Pesquisa: Metodologia do Ensino de Matemática no Nível Médio.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Paulo Bibas Fialho.

Belém/PA
2022

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
Biblioteca do CCSE/UEPA, Belém - PA

Silva, Francisca Valdielle Gomes

O ensino de geometria euclidiana plana e espacial com o patrimônio histórico e arquitetônico de Sobral/CE /Francisca Valdielle Gomes Silva; orientação de Roberto Paulo Bibas Fialho.-Belém, 2022.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) - Universidade do Estado do Pará. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática. Belém, 2022.

1.Geometria-Estudo e ensino.2.Etnomatemática-Sobral-CE. 3.Geometria plana e espacial.4. Patrimônio arquitetônico-Sobral (CE).I. Fialho, Roberto Paulo Bibas (orient). II. Título.

CDD 23 ed.516

Regina Coeli A. Ribeiro - CRB-2/739

FRANCISCA VALDIELLE GOMES SILVA

**O Ensino de Geometria Euclidiana Plana e Espacial
com o Patrimônio Histórico e Arquitetônico de
Sobral/CE**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Matemática pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade do Estado do Pará. Linha de Pesquisa: Metodologia do Ensino de Matemática no Nível Médio.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Paulo Bibas Fialho

Data de aprovação: 14/12/2022

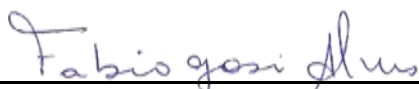
Banca examinadora



_____. Orientador

Prof. Dr. Roberto Paulo Bibas Fialho

Doutor em Ciências e Matemática – Universidade Federal do
Pará / UFPA Universidade do Estado do Pará



_____. Examinador Interno

Prof. Dr. Fábio José da Costa Alves

Doutor em Geofísica – Universidade Federal do Pará
/ UFPA Universidade do Estado do Pará



_____. Examinador Externo

Prof. Dr. José Messildo Viana Nunes

Doutor em Educação Matemática – Pontifícia Universidade Católica de São
Paulo/PUC-SP Universidade Federal do Pará

A **Deus** que cuida de mim e renova as
minhas forças.

À minha mãe **Maria das Graças** pelas
orações e incentivo.

Aos meus **professores** pela dedicação e
inspirações.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, obrigada Senhor, por me ajudar em todos os momentos de construção dessa dissertação, por sempre estar comigo e me ensinar a ser paciente e confiar na sua divina providência.

A São Francisco de Assis e a Nossa Senhora de Nazaré, santos que aprendi a amar e pedir a benção bondosa que tanto me auxiliou nos momentos em que estive em Belém do Pará para realizar o mestrado.

A meus pais e meus irmãos que são minha base e com quem aprendi a cultivar a fé, o amor pela vida e a ter coragem e força para lutar por meus objetivos.

Aos amigos que passaram e aos que estão em minha vida, por em muitos momentos serem anjos de Deus que estenderam a mão, me ajudaram e me ensinaram a ser mais generosa, humana e sensível aos outros.

Ao meu orientador Prof. Dr. Roberto Paulo Bibas Fialho que sugeriu a temática do trabalho e que nas orientações me mostrava possibilidades para aprofundar a pesquisa e me motivava a fazer o melhor e superar meus limites.

A todos os professores do Programa de Mestrado Profissional de Ensino de Matemática (PMPEM) da Universidade do Estado do Pará – UEPA que me proporcionaram reflexões importantes que inspiraram transformações em minha ação docente.

Aos membros da banca examinadora, especialmente ao Prof. Dr. Fábio José da Costa Alves e Prof. Dr. José Messildo Viana Nunes pelas contribuições que foram fundamentais para o aperfeiçoamento da pesquisa e principalmente para o enriquecimento do produto educacional.

À Secretaria de Educação do Ceará - SEDUC/CE, por me conceder licença para aperfeiçoamento profissional e possibilitar a realização do mestrado.

Aos alunos, professores e escolas que participaram da pesquisa de campo e da experimentação, cujas contribuições e o apoio foram essenciais para concluirmos a pesquisa.

Enfim, a todos, que direta ou indiretamente me ajudaram a superar os desafios para concluir o mestrado. Paz e bem e meus agradecimentos sinceros!

“A Matemática tem seu grande sentido como elemento cultural se ela for pensada como algo social.”

Ubiratan D'Ambrosio (1932 – 2021)

“O estranho é abrigo do comum quando lembramos de levar o que fazemos e o que sentimos.”

Carlos Mathias (2020)

RESUMO

SILVA, Francisca Valdielle Gomes. **O Ensino de Geometria Euclidiana Plana e Espacial com o Patrimônio Histórico e Arquitetônico de Sobral/CE**. 2022, 224f. Dissertação (Mestrado em Ensino da Matemática) – Universidade do Estado do Pará, Belém, 2022.

Neste trabalho apresentamos os resultados de um estudo que teve como objetivo investigar como uma abordagem Etnomatemática do patrimônio arquitetônico de Sobral/CE auxilia o ensino dos arcos e ângulos de circunferência e da Geometria. A pesquisa de abordagem quali-quantitativa foi norteadada pela seguinte questão de pesquisa: Quais as contribuições de uma proposta Etnomatemática do patrimônio arquitetônico de Sobral/CE para o ensino da Geometria e dos arcos e ângulos de circunferência? A escolha do patrimônio arquitetônico de Sobral/CE como tema de nosso estudo, justifica-se pelo fato do município apresentar uma arquitetura histórica, formada por igrejas, casarões e monumentos que podem ser explorados para o ensino de Matemática, sob a perspectiva Etnomatemática, uma vez que são traços socioculturais dos estudantes desta cidade. A proposta composta por 6 (seis) atividades, foi elaborada observando a revisão de estudos sobre o patrimônio arquitetônico e o ensino de Geometria e a pesquisa de verificação com 10 (dez) professores de Matemática da Educação Básica que explicaram como usar a arquitetura de Sobral/CE para o ensino de Geometria. A Etnomatemática constituiu-se no referencial teórico na elaboração da proposta de atividades. Na experimentação, submetemos as atividades Etnomatemática, à análise, a partir de um questionário semiestruturado, que foi aplicado ao grupo de 10 (dez) professores de Matemática que auxiliaram em sua construção. As respostas desses docentes foram coletadas, selecionadas, apresentadas e analisadas, buscando evidenciar as contribuições da proposta Etnomatemática para o ensino. Os resultados obtidos permitiram-nos concluir que as atividades contribuem para contextualizar o ensino de forma viva, rica, interdisciplinar e motivadora e se revelou como uma potencial estratégia para o ensino da Geometria e dos arcos e ângulos de circunferência.

Palavras-chave: Etnomatemática. Ensino. Geometria Plana e Espacial. Arcos e Ângulos. Patrimônio Arquitetônico

ABSTRACT

SILVA, Francisca Valdielle Gomes. **The Teaching of Flat and Spatial Euclidean Geometry with the Historical and Architectural Heritage of Sobral/CE.** 2022, 224f. Dissertation (Master in Mathematics Teaching) – State University of Pará, Belém, 2022.

In this work we present the results of a study that aimed to investigate how an Ethnomathematics approach to the architectural heritage of Sobral/CE helps the teaching of arcs and circumference angles and Geometry. The quali-quantitative approach research was guided by the following research question: What are the contributions of an Ethnomathematics proposal of the architectural heritage of Sobral/CE for the teaching of Geometry and the arcs and angles of circumference? The choice of the architectural heritage of Sobral/CE as the subject of our study is justified by the fact that the municipality presents a historical architecture, formed by churches, mansions and monuments that can be explored for the teaching of Mathematics, under the Ethnomathematics perspective, a since they are sociocultural traits of students in this city. The proposal, composed of 6 (six) activities, was elaborated observing the review of studies on the architectural heritage and the teaching of Geometry and the verification research with 10 (ten) Mathematics teachers of Basic Education who explained how to use the architecture of Sobral /CE for the teaching of Geometry. Ethnomathematics constituted the theoretical framework in the preparation of proposed activities. In the experiment, we submitted the Ethnomathematics activities to analysis, based on a semi-structured questionnaire, which was applied to the group of 10 (ten) Mathematics teachers who helped in its construction. These professors' responses were collected, selected, presented and analyzed, seeking to highlight the contributions of the Ethnomathematics proposal for teaching. The results obtained allowed us to conclude that the activities contribute to contextualize teaching in a lively, rich, interdisciplinary and motivating way, and proved to be a potential strategy for teaching Geometry and arcs and circumference angles.

Keywords: Ethnomathematics. Teaching. Plane and Spatial Geometry. Arcs and Angles. Architectural Heritage

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Trabalhos selecionados para a revisão de estudos	35
Quadro 2: Trabalhos da revisão de estudos por categoria	36
Quadro 3: Proposta de ensino de arco geométrico com patrimônio histórico	40
Quadro 4: Atividades e investigações das obras de Landi.	50
Quadro 5: Temas interdisciplinares.....	50
Quadro 6: Questionário inicial e análise das respostas.....	59
Quadro 7: Questionário final e análise das respostas	60
Quadro 8: Construção com régua e compasso da faixa grega da Sé em Belém/PA	63
Quadro 9: Atividade: Construção com régua e compasso da faixa da igreja da Sé.....	65
Quadro 10: Atividades sobre unidades antropométricas	74
Quadro 11: Atividade sobre o número de ouro.....	76
Quadro 12: Quadro síntese dos trabalhos revisados	80
Quadro 13: Termos utilizados antes de Etnomatemática	83
Quadro 14: Concepções de Etnomatemática.....	85
Quadro 15: Definição de cultura por alguns autores.....	86
Quadro 16: 1(a) - Geometria plana: conteúdos mencionados pelos professores	111
Quadro 17: 1(a) - Geometria plana: abordagens mencionados pelos professores	111
Quadro 18: 1(b) - Geometria espacial e analítica: conteúdos citadas pelos professores...	113
Quadro 19: 1(b) - Geometria espacial e analítica: abordagem citadas pelos professores .	113
Quadro 20: 2(a) - Geometria plana: conteúdos mencionados pelos professores	114
Quadro 21: 2(b) - Geometria espacial: conteúdos mencionados pelos professores	115
Quadro 22: 2(c) - Geometria analítica: conteúdos mencionados pelos professores	116
Quadro 23: 2(a) - Geometria plana: abordagens mencionados pelos professores	116
Quadro 24: 2(b) - Geometria espacial: abordagens citadas pelos professores	118
Quadro 25: 2(c) - Geometria analítica: abordagens citadas pelos professores	119
Quadro 26: 3Geometria plana, espacial e analítica: conteúdos citados pelos professores	119
Quadro 27: 3Geometria plana, espacial e analítica: abordagens citadas pelos professores	120
Quadro 28: 4 – abordagens da arquitetura e outras áreas	121
Quadro 29: 5 - Geometria plana e analítica: conteúdos mencionados pelos professores..	123
Quadro 30: 5 - Geometria plana e analítica: abordagens mencionados pelos professores	124
Quadro 31: Quadro de visita de campo.....	132
Quadro 32: Aspectos socioculturais observados nas visitas	133
Quadro 33: Quadro de estudo da matemática do patrimônio	135
Quadro 34: Os arcos na arquitetura de Sobral/CE.....	151
Quadro 35: Interface do applet, link e QR code para acesso.	156
Quadro 36: A beleza da arquitetura de Sobral/CE	161
Quadro 37: Desenho e fachada da igreja de N.S. da Conceição	206
Quadro 38: Desenho e fachada do Casarão da Rua Lúcia Sabóia	206
Quadro 39: Desenho e fachada da agência dos correios.....	206

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Mapa do Ceará com o destaque de Sobral e sua divisão geográfica	19
Figura 2: Pintura com a representação da Fazenda Caiçara	21
Figura 3: Pintura de Dom José Tupinambá da Frota	23
Figura 4: Mapa com a demarcação da área do sítio histórico de Sobral(CE)	27
Figura 5: Octógono : A e B.....	44
Figura 6: O octógono e suas diagonais.....	45
Figura 7: O octógono da nave central da capela.....	45
Figura 8: Elementos dos arcos.....	52
Figura 9: Faixas (superior), mosaico (esquerdo) e roseta (direito).	62
Figura 10: Faixa em estilo grego encontrada na abóbada da Igreja da Sé.....	63
Figura 11: Construção de faixa de ornamento grego usando régua, papel e tesoura.....	65
Figura 12: Atividade usando planta baixa e o estudo de simetrias	75
Figura 13: O significado das raízes que formam a palavra Etnomatemática	84
Figura 14: Ciclo vital da Etnomatemática	89
Figura 15: Ciclo Vital da Etnomatemática em nossa pesquisa	90
Figura 16: Papiro de Rhind	94
Figura 17: Plimton 322.....	94
Figura 18: Afirmação de Aristarco	95
Figura 19: Significado atual da afirmação de Aristarco	95
Figura 20: Problema de Erastóstenes para calcular a circunferência da Terra.....	96
Figura 21: Como Ptolomeu associava arcos e cordas	98
Figura 22: Radiano: o arco e a meia corda (1ª e 2ª circunferência, respectivamente).....	98
Figura 23: Região não convexa (esquerda) e região convexa (direita).....	100
Figura 24: Semiplanos definido pela reta r e Postulado da separação dos pontos.....	101
Figura 25: Ângulos ou Regiões angulares	101
Figura 26: Corda, diâmetro e raio de uma circunferência.....	102
Figura 27: Arco menor e arco maior.....	103
Figura 28: Unidade de medida de ângulo: grau	104
Figura 29: Medida do ângulo AÔB	104
Figura 30: O transferidor e suas partes.....	105
Figura 31: Comprimento: Medida linear dos arcos.....	106
Figura 32: Comprimento (l) do arco para um ângulo central correspondente (α) em graus.....	106
Figura 33: Medida angular dos arcos.....	107
Figura 34: Radiano: medida linear e medida angular	108
Figura 35: Comprimento (l) do arco para um ângulo central corresp. (α) em radianos	108
Figura 36: Sugestão de roteiro para a visita ao patrimônio arquitetônico de Sobral/CE	128
Figura 37 : Arco pleno ou romano.....	141
Figura 38: Construção do Arco trilobado no Geogebra	165
Figura 39: Planta baixa da Igreja de Nossa Senhora da Conceição.....	207

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1: Museu do Eclipse, planetário e escultura de Albert Einstein em Sobral - CE.....	20
Imagem 2: Encontro de Bois e Reisados – Sobral/CE	24
Imagem 3: Nossa Senhora da Dores e Bom Jesus dos Passos.....	25
Imagem 4: Peças de Artesanato produzidas em Aracatiaçu distrito de Sobral - CE	26
Imagem 5: Igreja de N. S. da Conceição –	28
Imagem 6: Igreja do Menino Deus - Sobral (CE)	28
Imagem 7: Casarão construído por volta de 1856 (Atual Casa da Cultura de Sobral/ CE)	29
Imagem 8: Teatro São João – Sobral (CE).....	29
Imagem 9: Grêmio Recreativo Sobralense (Atual Centro de Línguas)	30
Imagem 10: Santa Casa de Misericórdia de Sobral (CE)	31
Imagem 11: Agência dos Correios de Sobral (CE).....	31
Imagem 12: Arco romano encontrado na igreja de São João Batista e sua construção	38
Imagem 13: Arco ogival encontrado na parte interna da igreja de São João Batista	39
Imagem 14: Arco trilobado encontrado nos frontões da porta principal da igreja de S João	39
Imagem 15: Arco rebaixado encontrado na porta principal da igreja de São João Batista... ..	40
Imagem 16: O Batistério de São João, de 1336	43
Imagem 17: Capela de São João Batista (esquerda) e olhar geométrico da obra (direita). ..	45
Imagem 18: Cúpula da Capela de S. J. Batista e o destaque para as formas octogonais ...	46
Imagem 19: Um dos interiores da Igreja de Santana.....	48
Imagem 20: A fachada da Capela de São João e sua planta baixa.....	48
Imagem 21: Residência de Parintins.....	51
Imagem 22: Residência de 1952 (à esquerda) e escola de 1907 (à direita)	52
Imagem 23: Residência (à esquerda) e ponto comercial (à direita) de 1937	53
Imagem 24: Residência de 1943.....	53
Imagem 25: Fachada do Mercado Municipal.....	54
Imagem 26: Fachada do Colégio Nossa Senhora do Carmo de 1946	55
Imagem 27: Residência de 1955.....	55
Imagem 28: Fachada de uma residência pomerana sendo projetada no GeoGebra	58
Imagem 29: Elementos da arquitetura da fachada da Igreja de N.S. da Conceição	129
Imagem 30: Elementos da arquitetura da fachada do Museu Dom José	130
Imagem 31: Elementos da arquitetura da fachada do Teatro São João	130
Imagem 32: Elementos da arquitetura do Arco de N. S de Fátima	131
Imagem 33: Arco e N.S de Fátima e Pináculo do Museu Dom José	137
Imagem 34: Pináculo em perspectiva.....	139
Imagem 35: Arco Pleno na estrutura interna da igreja de N. S. da Conceição.	142
Imagem 36: Arco Rebaixado nas janelas e portas do Casarão do Museu Dom José	143
Imagem 37: Arco Trilobado abaixo do Frontão da Igreja de N. S. da Conceição.....	144
Imagem 38: Arcos do Teatro São João e da Igreja Menino Deus.....	149
Imagem 39: Arcos Igreja S. Francis, Casarão R. Lúcia Saboia e Arco de N. S.de Fátima	149
Imagem 40: Planta baixa da Igreja de Nossa Senhora da Conceição	162
Imagem 41: Arco de Nossa Senhora de Fátima – Sobral/CE	163
Imagem 42: Igreja de N. Senhora da Conceição Sobral/CE.....	164
Imagem 43: Igreja de Nossa Senhora da Conceição Sobral/CE	200
Imagem 44: Interior da Igreja de N. Senhora da Conceição Sobral/CE.	201
Imagem 45: Piso da Igreja de N. Senhora da Conceição Sobral/CE	201
Imagem 46: Igreja Menino Deus Sobral/CE	202
Imagem 47: Igreja do Menino Deus Sobral/CE parte interna.....	202
Imagem 48: Santuário de São Francisco – Sobral/CE	203
Imagem 49: Interior do Santuário São Francisco – Sobral/CE.....	203
Imagem 50: Museu Dom José – Sobral/CE.....	204
Imagem 51: Casa da Cultura de Sobral – CE.....	204
Imagem 52: Teatro São João – Sobral (CE).....	205
Imagem 53: Arco de Nossa Senhora de Fátima – Sobral/CE.....	205

SUMÁRIO

1. CONHECENDO SOBRAL	19
1.1. SOBRAL: A PRINCESA DO NORTE DO CEARÁ	19
1.1.1. Os aspectos históricos, étnicos e religiosos	21
1.1.2. O sítio histórico	26
1.1.3. A Arquitetura	27
2. ASPECTOS METODOLÓGICOS	32
2.1. CARACTERÍSTICAS METODOLÓGICAS DA PESQUISA	32
2.1.1. Procedimentos metodológicos	32
3. ESTUDOS PRELIMINARES	34
3.1. REVISÃO: PATRIMÔNIO ARQUITETÔNICO E O ENSINO DE GEOMETRIA	34
3.1.1. Estudos teóricos	36
3.1.2. Estudos experimentais	56
3.1.3. Análise global da revisão de estudos	79
4. EMBASAMENTO TEÓRICO	83
4.1. ETNOMATEMÁTICA	83
4.1.1. As diferentes concepções de Etnomatemática	85
4.1.2. A noção de Cultura	86
4.1.3. Etnomatemática e o aspecto cultural no ensino de matemática	87
4.1.4. Ciclo vital da Etnomatemática	88
4.1.5. Contextualizando a Etnomatemática na pesquisa	91
5. ARCOS E ÂNGULOS: ASPECTOS HISTÓRICOS	94
5.1. TRIGONOMETRIA E OS ÂNGULOS (OU ARCOS)	94
5.1.1. A história da Trigonometria como ponto de partida	94
5.1.2. O uso dos ângulos (ou arcos) na Grécia e os problemas de astronomia	95
5.1.3. A tábua de cordas de Hiparco e o círculo ou a circunferência de 360°	96
5.1.4. Ptolomeu e as relações entre ângulos (ou arcos) e cordas	97
5.1.5. O surgimento e a necessidade do radiano	98
6. FUNDAMENTAÇÃO MATEMÁTICA	100
6.1. ASPECTOS MATEMÁTICOS DE ARCOS E ÂNGULOS	100
6.1.1. Ângulos	100
6.1.2. Arcos	102
6.1.3. As medidas dos ângulos	103
6.1.4. As medidas dos arcos	106
6.1.5. O radiano	107
7. ESTUDO DE VERIFICAÇÃO COM PROFESSORES	110

7.1. A ARQUITETURA DE SOBRAL E O ENSINO DE GEOMETRIA	110
7.1.1. Igreja N.S. da Conceição, Igreja Menino Deus e Santuário São Francisco ..	111
7.1.2. Casarão Museu Dom José e Casarão Casa da Cultura.	114
7.1.3. Teatro São João e Arco de Nossa Senhora de Fátima.	119
7.1.4. Desenhos das fachadas da Igreja de N. da Conceição.....	121
7.1.5. Planta baixa da Igreja de Nossa Senhora da Conceição Sobral/CE	123
7.1.6. Análise global do estudo de verificação com professores	125
8. PROPOSTA DE ATIVIDADES	127
8.1.ATIVIDADES ETNOMATEMÁTICAS A PARTIR DA ARQUITETURA DE SOBRAL..	127
8.1.1. Atividade 1.....	127
8.1.2. Atividade 2.....	136
8.1.3. Atividade 3.....	140
8.1.4. Atividade 4.....	148
8.1.5. Atividade 5.....	155
8.1.6. Atividade 6.....	159
9. EXPERIMENTAÇÃO	167
10. RESULTADOS E ANÁLISES	169
10.1. ANÁLISES DAS AVALIAÇÕES DOCENTES SOBRE AS ATIVIDADES	169
10.1.1. Análise da primeira atividade.....	169
10.1.2. Análise da segunda e sexta atividade	173
10.1.3. Análise da terceira atividade	178
10.1.4. Análise da quarta e quinta atividade.....	181
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	188
REFERÊNCIAS	192
APÊNDICES.....	198

INTRODUÇÃO

No presente trabalho construímos uma proposta Etnomatemática de ensino dos arcos e ângulos e da Geometria¹ no contexto do patrimônio arquitetônico de Sobral/CE, a partir de trabalhos acadêmicos e da colaboração de professores deste município.

O patrimônio arquitetônico de Sobral/CE é tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN, por possuir grande relevância para a sociedade cearense, pois explica como ocorreu o processo de ocupação desse território e por possuir uma arquitetura histórica, diversificada, nos estilos: neoclássico, barroco, colonial, *art déco* e *art nouveau*.

Com isso, precisávamos de uma forma de olhar para esses artefatos, então a perspectiva Etnomatemática nos auxiliou a perceber que eles são traços das raízes socioculturais dos estudantes e que podem ser considerados no processo de ensino e aprendizagem matemática, pois de acordo D'Ambrósio (2011, p.55) “o aluno tem suas raízes culturais, parte de sua identidade e no processo essas são eliminadas”.

Assim, no decorrer deste estudo, a Etnomatemática nos ajuda a olhar os arcos e ângulos de circunferência, bem como, a Geometria presente nos padrões das construções, na arte, na arquitetura, e assim, conectar a realidade com o conhecimento escolar, em um ensino de geometria, por uma diferente perspectiva, pois:

A abordagem tradicional, que se restringe à métrica do cálculo de áreas e volumes de alguns sólidos, não é suficiente para explicar a [...] predominância de paralelepípedos e retângulos nas construções arquitetônicas ou a predileção dos artistas pelas linhas paralelas e perpendiculares nas pinturas e esculturas. Ensinar Geometria no ensino médio deve possibilitar que essas questões afluam e possam ser discutidas e analisadas pelos alunos. (BRASIL, 2002, p.119).

Desta forma, a Etnomatemática amplia o olhar geométrico e rompe com o modelo tradicional de ensino ao suscitar questionamentos interessantes da Geometria do contexto sociocultural do estudante, fazendo com que ele, perceba, valorize e explique a sua realidade, e também, aprenda Matemática a partir dela, proporcionando uma “continuidade entre o que se aprende na escola e o conhecimento que existe fora dela” (NOGUEIRA, 2007, p.87).

¹ Ao longo do texto ao utilizarmos a palavra Geometria estaremos fazendo referência a Geometria Euclidiana Plana e Espacial e os arcos e ângulos que estamos abordando neste estudo são os arcos e ângulos de circunferência.

De acordo com essas ideias, esta pesquisa busca resposta para a seguinte questão: **Quais as contribuições de uma proposta Etnomatemática do patrimônio arquitetônico de Sobral/CE para o ensino da Geometria e dos arcos e ângulos de circunferência?** Com isso, o objetivo de nossa pesquisa é investigar como uma abordagem Etnomatemática do patrimônio arquitetônico de Sobral/CE auxilia o ensino dos arcos e ângulos de circunferência, além dos diversos assuntos da Geometria.

Em vista disso, definimos como objetivos específicos: a) investigar o ensino de Matemática a partir da temática do patrimônio histórico arquitetônico; b) elaborar com as sugestões de um grupo professores uma proposta de atividades Etnomatemáticas no contexto do patrimônio arquitetônico de Sobral/CE para o ensino de arcos e ângulos e da Geometria; c) verificar como essa proposta elaborada auxilia o processo de ensino dos objetos matemáticos em estudo; d) possibilitar a professores e alunos um produto educacional de valorização da história e cultura local que auxilie o ensino da Geometria e dos arcos e ângulos.

Dito isso, nas linhas seguintes, relatamos um pouco de nossa trajetória e experiências que contribuíram para as motivações da realização dessa pesquisa, por isso, em alguns breves parágrafos, usamos a escrita em primeira pessoa. A escolha da temática do patrimônio histórico de Sobral/CE para o ensino da Geometria e dos arcos e ângulos, se justifica por questões profissionais e também por motivações acadêmicas.

“A minha trajetória acadêmica teve início na Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA) em Sobral/CE, no ano de 2009, onde iniciei o curso de Licenciatura em Matemática. No decorrer desta formação tive a oportunidade de participar do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), além de realizar as disciplinas de Estágios Supervisionados que proporcionaram os primeiros contatos com o ensino da Matemática. Este momento de formação inicial ampliou os conhecimentos teóricos matemáticos, e a participação no PIBID, me ajudou a perceber os desafios da Educação Básica.

Após a conclusão da licenciatura em Matemática em 2013, iniciei minha trajetória docente na Escola de Ensino Fundamental José da Matta e Silva, lecionando Matemática para turmas do 1º ao 5º ano, depois dessa experiência, no ano de 2014, também como professora de Matemática, comecei a ensinar na Escola Ministro Jarbas Passarinho em turmas do 1º ao 3º ano do Ensino Médio, ambas

escolas localizadas em Sobral/CE. Nesse período, com essas experiências, percebi que minha formação inicial poderia ser aprimorada, pois, não sabia como diversificar minha abordagem didática e apesar de ensinar com entusiasmo, a matemática ensinada parecia distante e estranha para a maioria dos alunos.

Então, no intuito de aperfeiçoar minha formação docente, em 2016 fiz um curso de Especialização em Ensino de Matemática pela Universidade Estadual Vale do Acaraú em Sobral/CE, e posteriormente, em 2019 consegui ingressar no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade do Estado do Pará em Belém, onde cursei o Mestrado Profissional em Ensino de Matemática.

Durante as experiências da especialização e do mestrado tive a oportunidade de estudar e aprofundar questões mais diretamente relacionadas ao ensino de Matemática, tais como, currículo, avaliação, aprendizagem e metodologias de ensino, com isso, hoje compreendo melhor os diferentes aspectos do processo de ensino/aprendizagem matemático, e as diferentes possibilidades de abordagens existentes.

Este maior esclarecimento e conhecimento dessas possibilidades foram importantes para o desenvolvimento desta dissertação, que se iniciou com a determinação do objeto matemático que seria pesquisado, que ocorreu através de sorteio, no qual retirei o assunto arcos e ângulos para desenvolver uma abordagem de ensino com foco no Ensino Médio.

Após a determinação do assunto, em conversa com o meu orientador, trocamos informações sobre o patrimônio histórico de Sobral/CE e percebemos que o município apresentava nesse patrimônio uma arquitetura histórica, formada por igrejas, casarões e monumentos que poderiam ser explorados para o ensino dos arcos e ângulos de circunferência.

Depois de definidos o objeto matemático e a temática, o contato com a Etnomatemática nas disciplinas do mestrado, me trouxe o entendimento que essa abordagem traz vários aspectos para o processo de ensino, pois parte do meio social e cultural do estudante, e pode ser uma aliada aos professores para mostrar uma matemática mais interessante, contribuindo com os meus anseios profissionais de mostrar uma matemática mais compreensível.

Além disso, as reflexões suscitadas pela banca de qualificação, me ajudou a perceber que, nessa perspectiva, ao unirmos arquitetura e matemática, outros assuntos de Geometria poderiam ser explorados, em um trabalho mais amplo, e

assim, além dos arcos e ângulos, coloquei a Geometria na temática do estudo, definindo a temática pesquisada.”

Este estudo está estruturado em dez seções. Na primeira seção denominada, “Conhecendo Sobral”, apresentamos a localização geográfica de Sobral, um pouco de sua história, seu sítio histórico e sua arquitetura, a fim de evidenciar características importantes do nosso lócus de pesquisa.

Na segunda seção, “Aspectos Metodológicos” descrevemos os caminhos traçados para respondermos a questão de pesquisa. Na terceira seção, “Estudos Preliminares”, mostramos uma revisão de estudo sobre patrimônio histórico arquitetônico para o ensino de Matemática. A quarta seção, nomeada de “Embasamento Teórico”, apresentamos a Etnomatemática, seu histórico, suas concepções, contextualizando essa teoria em nossa pesquisa e como ela norteia a elaboração de nossa proposta de atividades.

Na quinta seção denominada, “Arcos e ângulos: Aspectos históricos”, conhecemos como os arcos e ângulos aparecem na história da Matemática, e como foram desenvolvendo esses conceitos até chegar às compreensões matemáticas que conhecemos hoje. Na sexta seção, “Fundamentação Matemática” apresentamos as particularidades matemáticas de arcos e ângulos, no intuito de melhor caracterizar nosso objeto matemático de estudo.

Na sétima seção, “Estudo de Verificação” mostramos uma pesquisa de verificação com 10 (dez) professores de Sobral/CE sobre as possibilidades de ensino de Geometria, a partir da arquitetura dessa cidade. A oitava seção, “Proposta de Atividades”, expomos as 6 (seis) atividades elaboradas em que fazemos as conexões do patrimônio arquitetônico de Sobral/CE com arcos e ângulos de circunferência e com a Geometria.

Na nona seção, “Experimentação”, o grupo de 10 (dez) docentes que auxiliaram na construção das atividades, no estudo de verificação, mais uma vez participaram da pesquisa e responderam um questionário no intuito de analisar a proposta. Por fim, a décima seção, “Resultados e Análises”, é utilizada para apresentarmos os resultados da experimentação, na busca de encontrar evidências que mostram as contribuições dessa proposta para o ensino. Nas “Considerações Finais” mostramos as conclusões, apontamos ampliações e sugestões para outros trabalhos, fechando assim, esse estudo.

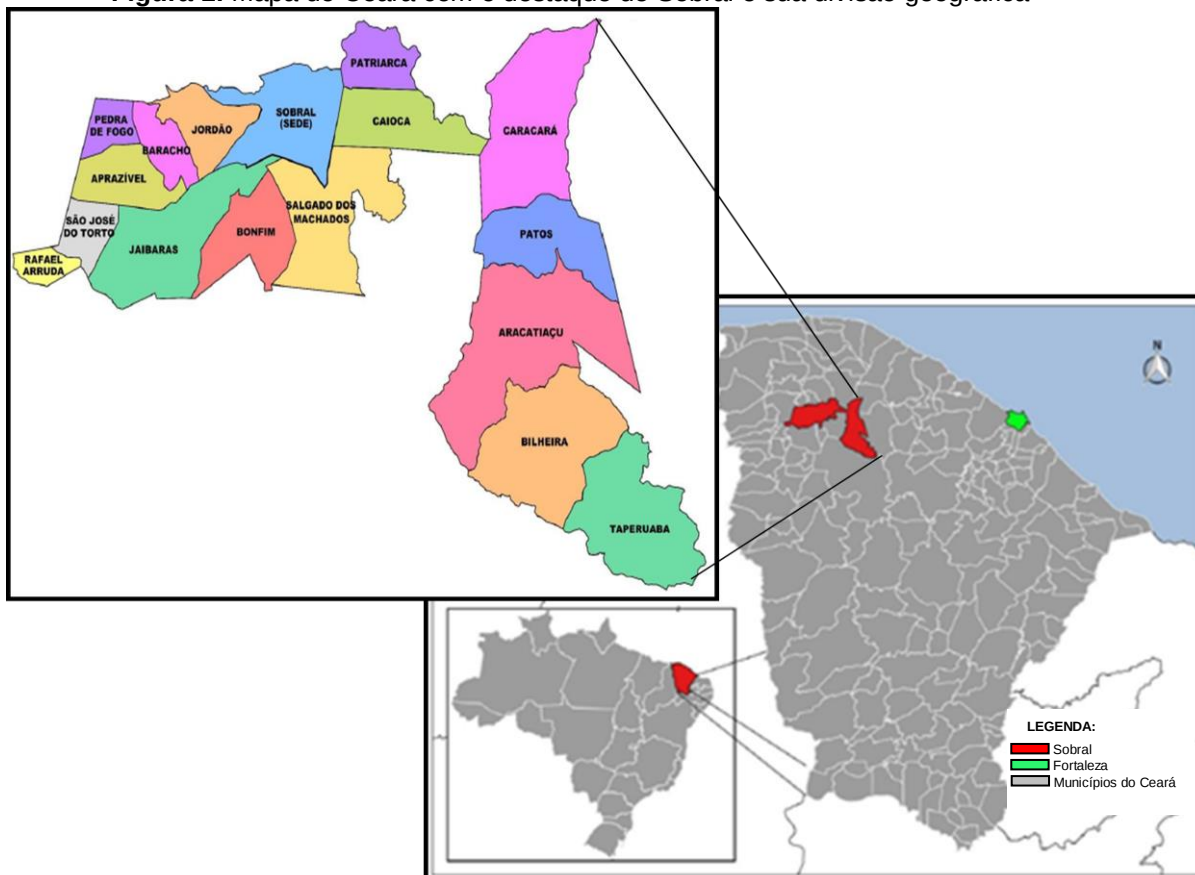
1. CONHECENDO SOBRAL

Nesta seção, conheceremos a localização geográfica do município de Sobral-CE e algumas características de destaque da cidade, também apresentaremos sua história e seu sítio histórico, destacando aspectos importantes da arquitetura encontrada no patrimônio tombado da cidade, com a finalidade de subsidiar a construção das atividades no contexto da Etnomatemática.

1.1. SOBRAL: A PRINCESA DO NORTE DO CEARÁ

A cidade de Sobral está localizada na região Norte do estado do Ceará a 235 quilômetros da capital Fortaleza. Segundo Portela (2018), a Princesa do Norte recebeu esse codinome afetivo da população sobralense para expressar seu destaque na região, pois é uma referência de crescimento e desenvolvimento econômico no interior do estado do Ceará. Na figura 1, apresentamos o mapa do Ceará em que destacamos o mapa de Sobral e mostramos a divisão geográfica da Princesa do Norte formada pela Sede do município e mais treze distritos.

Figura 1: Mapa do Ceará com o destaque de Sobral e sua divisão geográfica



Fonte: Adaptado de Portela (2018)

Sobral ganhou fama internacional graças ao eclipse do sol de 1919 que possibilitou a comprovação da Teoria da Relatividade de Albert Einstein. No ano de 1999 em comemoração aos 80 anos desse acontecimento a prefeitura da cidade construiu o Museu do Eclipse, no mesmo lugar onde foi observado o fenômeno, atualmente, o museu possui um observatório astronômico e uma exposição permanente de mapas, fotografias e objetos da época do acontecimento histórico.

Para reforçar a divulgação científica na cidade, no ano de 2015 foi construído um planetário próximo ao lugar histórico e em 2019 em comemoração ao centenário do eclipse a Secretaria da Cultura de Sobral mandou construir uma escultura em tamanho real de Albert Einstein que foi colocada na margem esquerda do rio Acaraú. Todas essas obras são importantes meios de promoverem a ciência, a história e a cultura no município.

Imagem 1: Museu do Eclipse (à esquerda), planetário (à direita) e escultura de Albert Einstein em Sobral - CE



Fonte: Adaptado de IPHAN (2019)²

No cenário nacional, a cidade teve participação na Confederação do Equador, um movimento revolucionário que ocorreu em 1824 no nordeste

²Disponível em :<<http://portal.iphan.gov.br/ce/noticias/detalhes/5103/museu-do-eclipse-reabre-as-portas-em-sobral-ce-apos-obra-de-requalificacao>>. Acesso em: 21 de Set. 2020

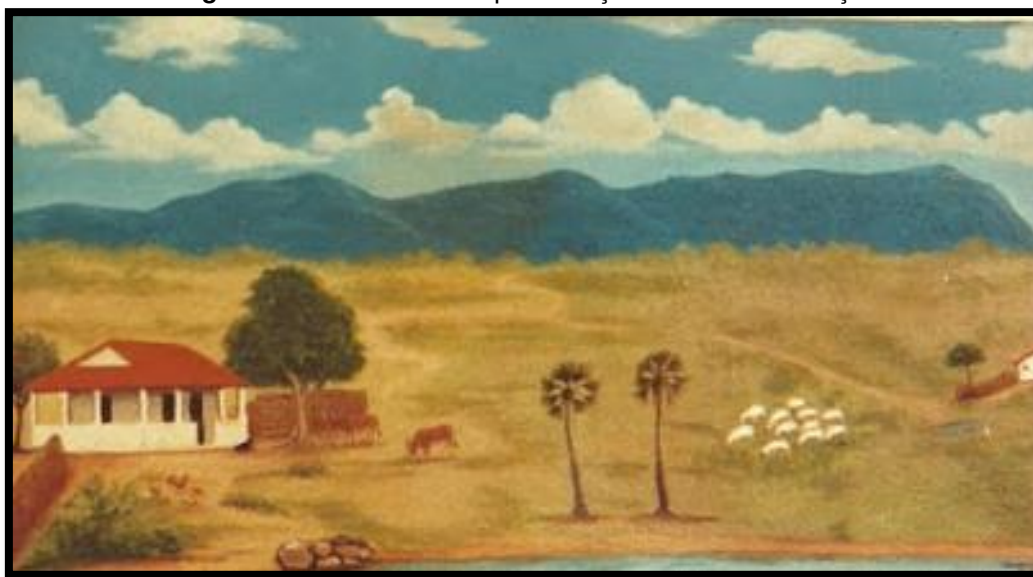
brasileiro que reivindicava ao império português a criação de um governo republicano.

Atualmente, de acordo com o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais – INEP, a Princesinha do Norte vem de destacando com os bons resultados nas séries iniciais no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica – IDEB, outro aspecto que a cidade vem ganhando destaque é na ampliação e modernização das estruturas de saúde, educação, comércio, indústria, cultura, arte e lazer, o que faz da cidade um importante centro onde convergem as atividades nessas áreas, no interior do estado do Ceará.

1.1.1. Os aspectos históricos, étnicos e religiosos

A história de Sobral tem início nas primeiras décadas do século XVIII próximo às margens do Rio Acaraú, com a instalação da Fazenda Caiçara por Antônio Rodrigues Magalhães, procedente do litoral do Rio Grande do Norte fugitivo da dominação estrangeira e das guerras travadas entre portugueses e holandeses.

Figura 2: Pintura com a representação da Fazenda Caiçara



Fonte: Blog Sobral na história (2015)³

Entretanto, é importante destacar que há relatos que antes da chegada dos colonizadores, as terras às margens do Rio Acaraú já eram ocupadas por povos indígenas, os Arareús e Jaibaras, do grupo dos Tapuias que habitavam os sertões do Ceará e eram resistentes ao contato com os estrangeiros.

³ Disponível em:< <http://sobralnahistoria.blogspot.com/2015/07/a-fazenda-caicara-berco-de-sobral.html>>. Acesso em: 12 de Jun. 2020

Retomando a história da fazenda Caiçara – depois de sua instalação – a fazenda se tornou um ponto de parada para os viajantes que vendiam suas mercadorias pelo interior do sertão, Antônio Rodrigues Magalhães e sua esposa doaram uma parte de sua terra e a igreja de Nossa Senhora da Conceição foi construída.

Neste momento, clérigos, negociantes e fazendeiros aos poucos iam povoando o lugar, e assim o núcleo urbano da Matriz ia se formando. A presença desses agentes econômicos e a forte atividade criatória bovina, contribuíram para a utilização de mão-de-obra escrava. Com isso, os primeiros escravos foram trazidos para a região oriundos do Pernambuco, Bahia e Maranhão. Após a formação desse povoamento inicial, também há registros da presença, mesmo que tímida, da Coroa Portuguesa na localidade.

Afastados do núcleo urbano da Matriz e impedidos de exercer suas funções religiosas junto da elite, os escravos construíram em 1740 a igreja do Rosário, que ficou conhecida por “igreja dos pretinhos”, onde se formou o segundo núcleo de povoamento urbano, formado por negros. O núcleo urbano da Matriz e do Rosário deram origem ao povoado da Caiçara.

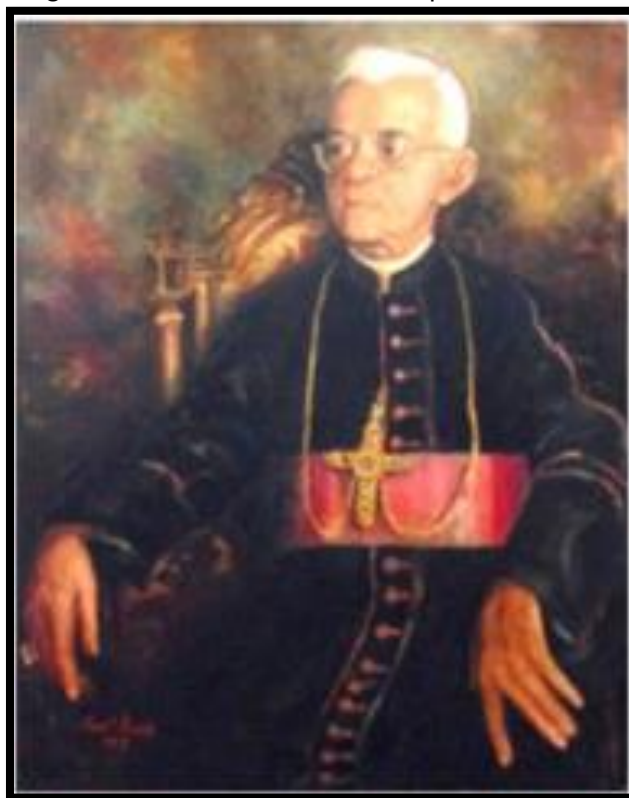
No ano de 1773 o povoado é elevado à condição de vila e passa a se chamar Vila Distinta e Real de Sobral, já no ano de 1841 a vila recebe o reconhecimento de cidade e passa a se chamar de Fidelíssima Cidade Januária do Acaraú, o nome Januária seria uma homenagem à princesa, irmã de Dom Pedro II, porém segundo Aragão (2014) a comunidade reprovou o nome e no ano seguinte rebatizou a cidade com o nome original de Sobral.

O nome Sobral de acordo Soares e Girão (1997) faz referência à terra de origem de Carneiro de Sá, Ouvidor-Mor do Ceará que participou da primeira sessão da Câmara e batizou a nova vila com o nome de sua terra natal, Sobral, distrito de Viseu, localizado ao norte de Portugal. Sobral é uma palavra que vem do latim cujo significado é “abundância de sobreiro”, o sobreiro é uma árvore predominante de Portugal e cujo tronco se extrai a cortiça.

A economia de Sobral baseava-se nos produtos gerados a partir da pecuária: o charque e o couro, com o declínio da produção de charque no século XIX, a atividade econômica de Sobral se concentrava no cultivo de algodão, assim a existência de Sobral se deve aos ciclos econômicos do gado e do algodão, além da forte influência da religião católica.

A criação da diocese no início do século XX, de acordo com Aragão (2014, p.31) “vai ser decisiva para a consolidação da atual estrutura urbana.” Neste contexto destaca a figura do bispo Dom José Tupinambá da Frota, primeiro bispo da Diocese de Sobral e o responsável em colocar o catolicismo como um dos pontos centrais da cidade.

Figura 3: Pintura de Dom José Tupinambá da Frota



Fonte: Museu Dom José (2019)⁴

Aragão (2014) afirma que Dom José era grande admirador da arquitetura Renascentista, por isso, colocou sua obra espiritual nos espaços da cidade com a construção de igrejas, escolas, do hospital Santa Casa, do seminário São José e dos diversos monumentos, assim a igreja católica e a elite econômica e política desenharam o espaço urbano de Sobral.

Além da figura de Dom José, a religiosidade sobralense é percebida desde a origem da cidade com as povoações ao redor da Igreja de Nossa Senhora da Conceição e da igreja do Rosário, e pelas diversas construções religiosas erguidas no decorrer da história do município, tais como: Igreja do Menino Deus, Igreja do Patrocínio, Santuário São Francisco e Igreja de Nossa

⁴ Disponível em:< <http://museudomjose.com.br/wps/dom-jose-tupinamba-da-frota/>>. Acesso em: 29 de Set. 2020

Senhora das Dores, todas elas de arquiteturas variadas e carregadas de histórias e significados.

1.1.1.1. Educação e cultura

A rede de ensino de Sobral na Educação Básica é formada por 30 escolas privadas e 73 escolas públicas (56 municipais e 17 estaduais), segundo dados de 2016 do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE. A oferta de Ensino Superior no município é bem diversificada, formada por várias instituições públicas e privadas, além de várias instituições de ensino a distância, o que rende a cidade o reconhecimento como cidade universitária.

Além desse reconhecimento, outro destaque sobralense são as festas culturais tradicionais, entre elas, podemos destacar o Encontro de Bois e Reisados, o Carnaval, a Semana Santa e o Festival de Quadrilhas Juninas.

O Bumba Boi é uma festa popular na cidade, e para manter viva a tradição, ocorre anualmente o Encontro de Bois e Reisados em que através da música e da dança relembra-se a vida de luta do homem do campo que espera pelas chuvas para conseguir o sustento.

Imagem 2: Encontro de Bois e Reisados – Sobral/CE



Fonte: Plateia Sobralense (2020)⁵

⁵Disponível em:<<https://plateiasobralense.wordpress.com/2020/01/05/abertura-da-programacao-do-encontro-de-bois-e-reisados-2020-acontecera-neste-domingo-05-01/>>. Acesso em: 29 de Set. 2020

O Carnaval também é uma festa tradicional em Sobral e acontece com o desfile das escolas de samba, os grupos carnavalescos são oriundos dos bairros e apresentam em seus desfiles temáticas que envolvem os problemas sociais, os sujeitos da sociedade sobralense, a cultura local, entre outros temas.

Na sexta-feira que antecede a Semana Santa os fiéis católicos lotam as ruas da cidade para participar da centenária procissão do Bom Jesus dos Passos, nela ocorre o tradicional encontro da imagem do Bom Jesus com a imagem de Nossa Senhora das Dores, na Praça São João, em que na ocasião é proferido o Sermão do Encontro.

Imagem 3: Nossa Senhora da Dores e Bom Jesus dos Passos



Fonte: Adaptado de Facebook Jornal Correio da Semana (2019)⁶

No mês de junho ocorre o Festival de Quadrilhas Juninas, os grupos de dança tem origem nas comunidades e ensaiam durante vários meses para se apresentarem, o festival já ocorre a mais de duas décadas e mantém viva a tradição do São João.

Além das festas tradicionais, Sobral é uma referência no artesanato de chapéus de palha, não é difícil encontrar as chapeleiras pelos bairros da cidade, além disso, a cidade possui fábricas de produção desses tipos de chapéus. No distrito de Aracatiaçu um grupo de artesãs produzem artigos em crochê, porém se destacam na produção de peças com a palha da carnaúba,

⁶Disponível em: <<https://www.facebook.com/correiodasemana/photos/a.231477433905729/795035450883255/?type=3&theater>>. Acesso em: 29 de Set. 2020

elas fazem bolsas e cestos em diversos formatos e tamanhos que são vendidos até para outros estados.

Imagem 4: Peças de Artesanato produzidas em Aracatiçu distrito de Sobral - CE



Fonte: Facebook Tv Aracatiçu (2019)⁷

Assim, percebendo a importância de incentivar e fortalecer as práticas artesanais na região e valorizar o trabalho dos artesãos sobralenses foi criada uma associação a ASAS - Associação dos Artesãos de Sobral que reúne artistas da sede e dos distritos que desenvolvem artigos de crochê, pintura em tecido, artesanato em madeira, bordados, biojóias e itens de couro que são divulgados na Feira do Artesanato todas as quintas na Praça São João.

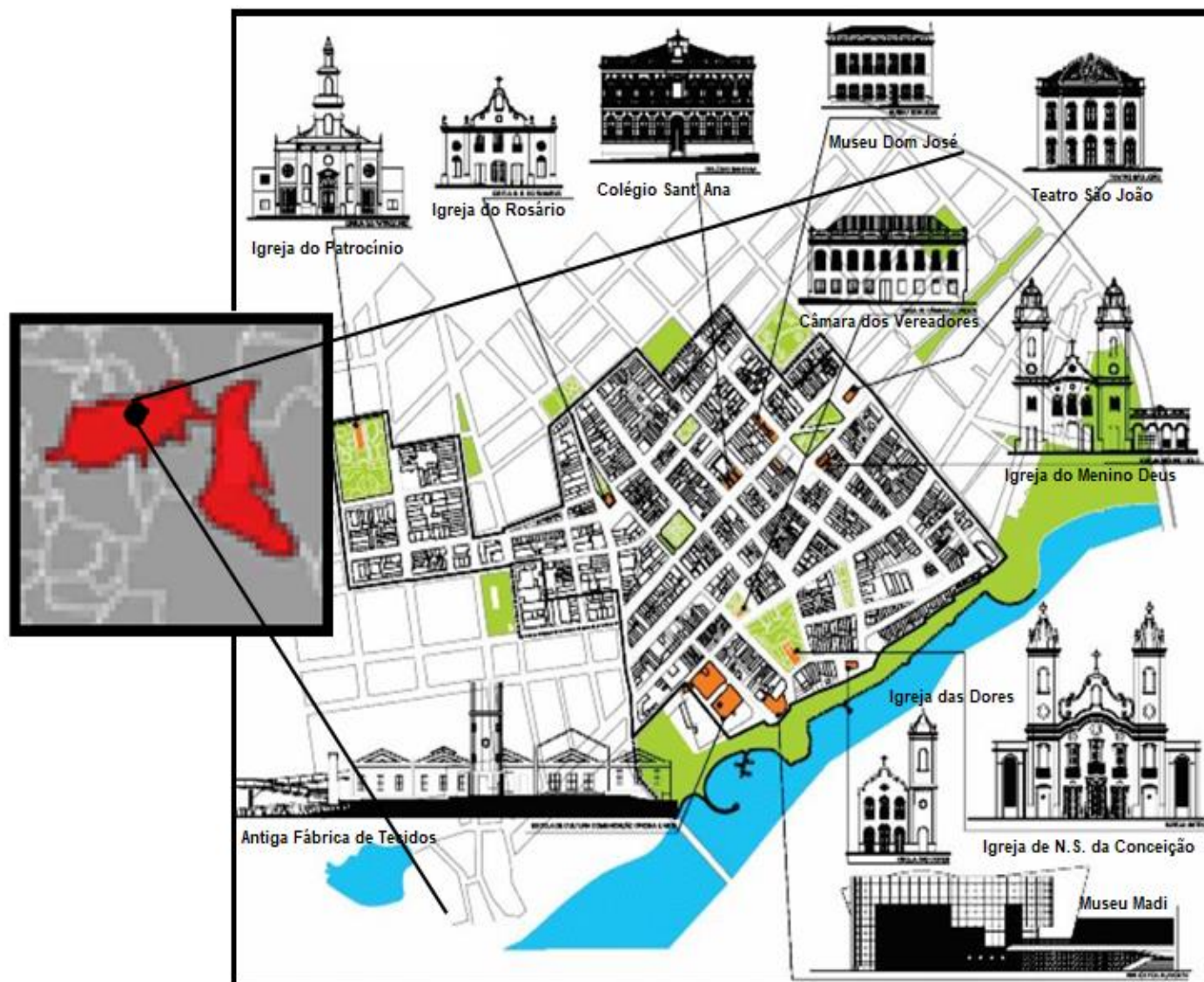
1.1.2. O sítio histórico

Diversos casarões antigos, sobrados, igrejas e praças formam o sítio histórico de Sobral, tombado em nível federal pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN em 12 de agosto de 1999. Duarte (2009) afirma que o tombamento do sítio histórico de Sobral ocorreu por causa de sua relevância histórica e artística, além disso, pelo fato de possibilitar a compreensão de como se deu a ocupação do território brasileiro.

A seguir temos um mapa com a demarcação da área do sítio histórico de Sobral com algumas ilustrações das igrejas, teatro, museus e casarões que compõem o patrimônio da cidade.

⁷ Disponível em:< <https://ar-ar.facebook.com/aracatiacutv/videos/888248224861821/>>. Acesso em: 29 de Set. 2020

Figura 4: Mapa com a demarcação da área do sítio histórico de Sobral(CE)



Fonte: Adaptado de Portela (2018)

O sítio histórico de Sobral está inserido em uma poligonal com perímetro total de 5,33 quilômetros e abriga 1.247 imóveis. De acordo com Braga (2017) o conjunto arquitetônico é diversificado, pois compõe patrimônios dos séculos XVIII, XIX e XX em diferentes estilos: o barroco, o colonial, o neoclássico, o *art nouveau*, o *art déco*, entre outros.

Outro aspecto que o IPHAN (2014) ressalta sobre o sítio histórico de Sobral é que além da importância artística e arquitetônica as construções também têm valor e importância para as pessoas, pois através desses patrimônios elas encontram sua ligação com os espaços públicos.

1.1.3. A Arquitetura

As construções arquitetônicas aparecem em diferentes momentos históricos do desenvolvimento de Sobral. O momento inicial é o da criação e estruturação da cidade e a igreja de Nossa Senhora da Conceição é o mais imponente retrato arquitetônico da época, com uma fachada em estilo tardo-barroco usa elementos tais como, o movimento ondulatório, os frontões altos tratados como formas esculturais e os coroamentos bulbosos das torres (GOMES, 2019). A fachada da igreja do menino Deus também tentou seguir esse estilo, a seguir as imagens dessas igrejas históricas

Imagem 5: Igreja de N. S. da Conceição – Sobral (CE)



Fonte: Falcetti (2019)⁸

Imagem 6: Igreja do Menino Deus - Sobral (CE)



Fonte: Falcetti (2019)

No segundo momento histórico a cidade se consolida como importante centro econômico no interior do estado com a economia do charque e do algodão, a forma de destacar essa liderança de acordo com Aragão (2014, p. 41) foi “com a construção do símbolo do seu progresso e de sua riqueza que eram os casarões e sobrados, que mudaram a paisagem da cidade a partir de meados do século XIX”. Em estilo arquitetônico em inspiração neoclássica, essas construções tinham preocupação de seguir o modelo das casas portuguesas.

⁸ Disponível em: <<http://viajandotodoobrasil.com.br/sobral/>>. Acesso em Mar. 2020

Imagem 7: Casarão construído por volta de 1856 (Atual Casa da Cultura de Sobral – CE)



Fonte: Mapa Cultural do Ceará (2019)⁹

Importante mencionar que a arquitetura encontrada em cidades do interior do Ceará de acordo com Duarte Junior (2009, p.49) era “singela (depois tida como *vernácula*), [...], intimamente relacionada com o meio físico em todos os sentidos, elaborada a partir de curiosas e eficazes improvisações técnicas”.

Depois de ter sua economia consolidada, houve por iniciativa popular o desejo em desenvolver a cultura da cidade, então em 1877 a Sociedade Cultural Sobralense se mobilizou para construir o Teatro São João, uma iniciativa ousada, pois nem a capital tinha um teatro na época, além disso, o sertão cearense sofria com a seca. A construção do teatro ajudou a dar oportunidade de trabalho para muitas pessoas.

Imagem 8: Teatro São João – Sobral (CE)



Fonte: Falcetti (2019)

⁹ Disponível em:< <https://mapacultural.secult.ce.gov.br/espaco/817/>>. Acesso em: 12 de Jun. 2020

O estilo do teatro foi inspirado nos modelos dos teatros italianos de plateia em formato de ferradura, e a fachada em estilo arquitetônico neoclássico, apresentava características como: o frontão em arco, platibanda, sacadas, portas e janelas com detalhes de arco romano e cor da fachada suave.

No final do século XIX e início do século XX é construída a estrada de ferro que liga Sobral a Camocim - CE, nesse período surgem as primeiras indústrias da cidade, a Diocese é fundada e a cidade experimenta uma fase de modernização e industrialização.

Nesse mesmo período temos a construção do Grêmio Recreativo Sobralense destinado aos bailes da burguesia local. De acordo com Rocha (2013) nessa construção temos a arquitetura em inspiração *Art Nouveau*, uma tentativa da elite local de acompanhar o estilo adotado pelas elites da capital. A valorização de linhas curvas sinuosas, a exuberância decorativa, combinação da forma com a função, são algumas das características desse estilo.

Imagem 9: Grêmio Recreativo Sobralense (Atual Centro de Línguas)



Fonte: Falcetti (2019)

Com a criação da Diocese de Sobral, no início do século XX, o sobralense Dom José é nomeado o primeiro bispo da cidade, ele foi o responsável por obras importantes para a cidade, tais como: o hospital Santa Casa, o Seminário, Igrejas, escolas, entre outras. Ele estudou durante alguns anos em Roma e era admirador da Arquitetura Renascentista, as construções que ele ergueu seguem um estilo de inspiração neoclássica (PORTELA, 2018).

Imagem 10: Santa Casa de Misericórdia de Sobral (CE)



Fonte: Blog Sobral ONLINE (2015)¹⁰

Ainda nesse período de grande desenvolvimento impulsionado por Dom José, foi construída a agência dos correios em estilo *Art déco*, uma das principais características, desse estilo arquitetônico, é o uso de formas geométricas e linhas retas.

Imagem 11: Agência dos Correios de Sobral (CE)



Fonte: Site Guia Sobral (2006)¹¹

Portanto, essas são as principais características da arquitetura sobralense que além da importância artística, mantém viva a história e a cultura de seu povo. Depois de conhecermos esses aspectos importantes de Sobral para o contexto de nossa pesquisa, apresentaremos, a seguir, os aspectos metodológicos deste estudo.

¹⁰ Disponível em:< <https://sobralonline.com.br/selecao-para-auxiliares-e-tecnicos-de/>>. Acesso em: 12 de Jun. 2020

¹¹ Disponível em:< <https://www.guiasobral.com.br/correios-centro-sobral>>. Acesso em: 12 de Jun. 2020

2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Na presente seção caracterizamos a metodologia de pesquisa quanto aos seus objetivos, abordagem e aos procedimentos metodológicos, essa caracterização é importante, pois apresenta com uma maior clareza os caminhos traçados neste estudo para respondermos nossa questão norteadora.

2.1. CARACTERÍSTICAS METODOLÓGICAS DA PESQUISA

Posto as justificativas da temática da pesquisa, assim como as motivações e definidos a questão norteadora deste estudo na parte introdutória desse trabalho, cabe neste momento uma explanação sobre as características metodológicas desta pesquisa.

Esta pesquisa é exploratória quanto aos objetivos, pois entendemos que se trata de “uma pesquisa preparatória [...], sobre um assunto já conhecido, visto sob nova perspectiva, e que servirá como base para pesquisas posteriores” (CASARIN; CASARIN, 2012, p. 40), de abordagem quali-quantitativa, isto é, como afirma Knechtel (2014, p. 106) “[...] interpreta as informações quantitativas por meio de símbolos numéricos e os dados qualitativos mediante [...] a interpretação do discurso dos sujeitos (semântica)”.

2.1.1. Procedimentos metodológicos

Os procedimentos metodológicos ou delineamento, segundo Gil (2002, p. 43), “expressa em linhas gerais o desenvolvimento da pesquisa, com ênfase nos procedimentos técnicos de coleta de dados”, empregados para respondermos nossa questão de pesquisa.

Dito isto, quanto aos procedimentos metodológicos esta pesquisa é do tipo etnográfica. Uma pesquisa etnográfica pode ser entendida como afirma Sirota (1994, p.29) como “ciência da descrição cultural”, e que implica segundo Mattos e Castro (2011, p.49):

- 1) preocupar-se com uma análise holística ou dialética da cultura; 2) introduzir os atores sociais com uma participação ativa e dinâmica e modificadora das estruturas sociais; 3) preocupar-se em revelar as relações e interações significativas de modo a desenvolver a reflexividade sobre a ação de pesquisar, tanto pelo pesquisador quanto pelo pesquisado (MATTOS; CASTRO, 2011, p. 49).

Assim, nesta pesquisa adentramos na investigação do patrimônio histórico e arquitetônico de Sobral/CE, juntamente com seus atores sociais, isto é, professores que conhecem esse patrimônio para estudarmos e explorarmos como podemos

ensinar os conteúdos de Geometria e arcos e ângulos, nesta perspectiva, e assim, responder com esses atores quais as contribuições dessa abordagem Etnomatemática para o ensino.

Com isso, nos parágrafos seguintes mostramos os procedimentos metodológicos de forma genérica, ao adentrarmos em cada momento em específico de pesquisa, posteriormente, detalharemos os procedimentos realizados.

Na primeira etapa ou primeiro momento da pesquisa denominado “Estudos Preliminares” apresentaremos uma revisão de estudos sobre o patrimônio arquitetônico e o ensino de Geometria, os trabalhos revisados foram pesquisamos em sites de busca especializados, usando palavras-chaves que envolviam a temática da pesquisa. Inicialmente descrevemos a metodologia de busca utilizada para a escolha dos trabalhos, explicamos a metodologia para a construção de cada revisão, posteriormente mostramos o conteúdo de cada uma e escrevemos uma síntese de cada estudo mais uma avaliação global dos trabalhos revisados.

A segunda etapa ou no segundo momento da pesquisa mostraremos o “Estudo de Verificação” realizada com 10 (dez) professores de Matemática da Educação Básica que conhecem o patrimônio de Sobral e que lecionam ou lecionaram em escolas da referida cidade. Através de um questionário de verificação, esses professores leram informações históricas e analisaram imagens do patrimônio arquitetônico de Sobral e explicaram como usar essa arquitetura para o ensino da Geometria. Também explicamos o período que ocorreu a pesquisa, a metodologia e apresentamos o teor desse estudo, seguido de uma análise global.

No terceiro e último momento de pesquisa, apresentaremos a “Experimentação”, realizada após a elaboração da proposta de atividades Etnomatemática. Neste momento de pesquisa, submetemos as atividades à análise, pelo grupo de 10 (dez) professores que auxiliaram em sua construção. Os professores analisaram as atividades a partir de um questionário semiestruturado composto por quatro perguntas em um formulário no Google Forms. As perguntas desse questionário tinham como objetivo auxiliar a responder nossa questão de pesquisa. Também nesta etapa, explicamos o período e como ocorreu esta etapa da pesquisa, na sequência mostramos os resultados e as análises.

Depois desta explanação, iniciaremos, a seguir, a apresentação mais detalhada de cada momento descrito, começando pela seção denominada “Estudos Preliminares”.

3. ESTUDOS PRELIMINARES

Nesta primeira fase da pesquisa apresentaremos uma revisão de estudo que nos ajudará a conhecer as pesquisas existentes e como trabalhar o patrimônio arquitetônico para o ensino de Geometria convergindo para os arcos e ângulos. Os resultados dessa revisão serão apresentados objetivando a construção das atividades na perspectiva do patrimônio arquitetônico de Sobral/CE.

3.1.REVISÃO: PATRIMÔNIO ARQUITETÔNICO E O ENSINO DE GEOMETRIA

Considerando a necessidade de conhecer o cenário das pesquisas realizadas sobre o uso do patrimônio arquitetônico para o ensino de Geometria e a necessidade de buscar contribuições para este trabalho, realizamos uma revisão estudos com essa temática de pesquisa.

Para tanto, escolhemos algumas palavras-chaves para pesquisarmos trabalhos para a revisão, tais como: “Etnomatemática e arquitetura”, “ensino de Geometria e patrimônio histórico”, “arquitetura e ensino de Matemática” e “ensino de Geometria e arquitetura de Landi”. Escolhemos estas palavras-chaves por estarem relacionadas à temática de pesquisa e por sabermos que alguns trabalhos já foram desenvolvidos usando alguns desses temas.

Após a seleção das palavras, fizemos buscas de trabalhos nos sites do Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e Google. Não tivemos êxito nas buscas feitas no site da CAPES e no site BDTD, pois em ambos não encontramos trabalhos direcionados ao assunto de interesse, diferentemente do site Google que nos apresentou textos interessantes para a pesquisa.

No site Google encontramos poucas dissertações, mas vários artigos cuja arquitetura e o ensino de geometria eram a temática central, fizemos uma filtragem dos textos mais importantes, finalizados nos últimos (10) dez anos e realizamos a leitura deles, em seguida, selecionamos os trabalhos com um maior aprofundamento do assunto e mais alinhados a nossa proposta de pesquisa.

Os trabalhos selecionados foram: 1 (uma) dissertação, 5 (cinco) artigos e 1 (um) livro. Acrescentamos ainda o artigo intitulado “Práticas sociais históricas no ensino de Matemática” do livro “Práticas Socioculturais e Educação Matemática”,

indicado pela banca de qualificação devido à relevância para esta dissertação. No quadro 1 mostramos os trabalhos selecionados por palavras-chaves.

Quadro 1: Trabalhos selecionados para a revisão de estudos

Palavra-chave da Pesquisa	Título da produção científica	Categoria
“Etnomatemática e arquitetura”	Contextualizando Cultura e Tecnologias: Um Estudo Etnomatemático Articulado ao Ensino de Geometria	Dissertação
“ensino de Geometria e patrimônio histórico”	Patrimônio Histórico e Arquitetônico no Ensino de Matemática: experiências didáticas na formação de professores de Matemática	Livro
	A Geometria do patrimônio arquitetônico de Parintins: olhares para a Geometria	Artigo
“arquitetura e ensino de Matemática”	Ensino de Matemática e patrimônio histórico-cultural: possibilidades didáticas interdisciplinares	Artigo
“ensino de Geometria e arquitetura de Landi”	O octógono artístico, geométrico e sagrado na Capela de São João Batista em Belém do Pará	Artigo
	O estudo dos padrões Geométricos na Igreja da Sé: Proposta de uma abordagem didática para o ensino de simetria nas faixas para os alunos a Educação Básica	Artigo
	Contribuições didáticas do estudo de arcos geométricos a partir da obra de Antônio José Landi	Artigo

Fonte: Autora (2022)

Na sequência, fizemos a revisão de cada trabalho e na construção do texto procuramos ressaltar as seguintes etapas, objetivos, metodologia, resultados, técnicas de sistematização, técnicas de análise e conclusões. Depois, classificamos os trabalhos revisados em estudos teóricos¹² e estudos experimentais e listamos no quadro 2, por fim, fizemos uma síntese das contribuições de cada estudo e uma avaliação global da revisão.

¹² De acordo com Gonçalves (2005), estudos teóricos são aqueles que investigam as dificuldades e ampliam as ideias sobre a temática da pesquisada e estudos experimentais visam aumentar a experiência em torno do tema a partir da intervenção ativa do pesquisador.

Quadro 2: Trabalhos da revisão de estudos por categoria

ESTUDOS TEÓRICOS			
AUTOR	CATEGORIA	TÍTULO	INSTITUIÇÃO
Gil (2014)	Artigo	Contribuições didáticas do estudo de arcos geométricos a partir da obra de Antônio José Landi	IFPA
Mendes (2012)	Artigo	O octógono artístico, geométrico e sagrado na Capela de São João Batista em Belém do Pará	UFRN
Mendes e Gil ¹³ (2011)	Artigo	Ensino de Matemática e Patrimônio Histórico-Cultural: Possibilidades didáticas Interdisciplinares	UFRN
Tavares e Costa (2019)	Artigo	A Geometria do patrimônio arquitetônico de Parintins: olhares para a Geometria	UEA
ESTUDOS EXPERIMENTAIS			
Altenburg (2017)	Dissertação	Contextualizando Cultura e Tecnologias: Um Estudo Etnomatemático Articulado ao Ensino de Geometria	UFPel
Ferreira (2016)	Artigo	O estudo dos padrões Geométricos na Igreja da Sé: Proposta de uma abordagem didática para o ensino de simetria nas faixas para os alunos a Educação Básica	IFPA
Mendes (2014)	Artigo	Práticas sociais históricas no ensino de Matemática	UFPA
Mendes e Gil (2017)	Livro	Patrimônio Histórico e Arquitetônico no Ensino de Matemática: experiências didáticas na formação de professores de Matemática	IFPA

Fonte: Pesquisa bibliográfica 2022

Apresentamos, a seguir, as revisões de estudos pelas categorias, estudos teóricos e estudos experimentais, em seguida, mostramos os resultados dessa pesquisa bibliográfica na análise global dos trabalhos revisados.

3.1.1. Estudos teóricos

A pesquisa de Gil (2014) buscou estudar as características geométricas, as formas e arcos arquitetônicos observados na Igreja de São João Batista, (arquitetada por Antônio José Landi), para propor uma abordagem didática para o ensino de formas e arcos geométricos usando a investigação histórica do patrimônio

¹³ Mendes e Gil (2011) pesquisaram por mais de dez anos o patrimônio arquitetônico de Belém/PA na arquitetura de Landi para o ensino de Geometria e publicaram livros, teses, dissertações e artigos sobre o tema, se tornando referências nessa temática de pesquisa.

para os alunos da Educação Básica das escolas de Belém.

Os objetivos específicos desse estudo foram: a) identificar alguns arcos geométricos utilizados por Antônio José Landi em suas obras; b) Apontar algumas características geométricas emergentes do estudo desses arcos; c) Fazer a construção geométrica desses arcos usando régua compasso; d) Propor uma abordagem didática de ensino de arcos geométricos e arquitetônicos usando a Igreja de São João Batista, para ser usada pelos professores da Educação Básica de Belém/PA.

Gil (2014) esclareceu inicialmente que essa pesquisa é parte dos resultados de um trabalho de conclusão de curso de dois bolsistas que ela orientou em 2014 no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência – PIBID no Instituto Federal do Pará - IFPA, e que possibilitou acompanhar o seu trabalho de tese de doutorado, intitulado: Formação de Professores de Matemática: Conexões didáticas entre matemática, história e arquitetura.

No desenvolvimento de sua tese percebeu a falta de conexão do ensino de matemática com o desenvolvimento histórico, cultural e social dos estudantes, além das dificuldades em materializar os conteúdos de geometria com o cotidiano, pelo fato da maioria dos professores não explorarem a percepção e visualização geométrica, por isso resolveu estudar a geometria, as formas e os arcos utilizados na Igreja de São João Batista (projeto arquitetônico original de Antônio José Landi), a partir de uma abordagem qualitativa, no intuito de relacionar, história, arte, arquitetura e matemática.

Para isso, Gil (2014) fez um levantamento histórico sobre a cidade de Belém/PA, sobre a biografia de Landi, as características de suas obras e estudou os aspectos históricos sobre a utilização dos arcos em arquitetura. No estudo sobre o uso dos arcos em arquitetura ressaltou que o uso dos arcos nas construções surgiu na Antiguidade com as civilizações Egípcias, Gregas, Babilônicas e Assírias em estruturas de drenagem e abóbadas. Além disso, enfatizou que a matéria prima utilizada por esses povos eram a madeira e a pedra, sendo que essa última apesar de mais difícil para moldá-la se apresentava mais resistente e mais durável.

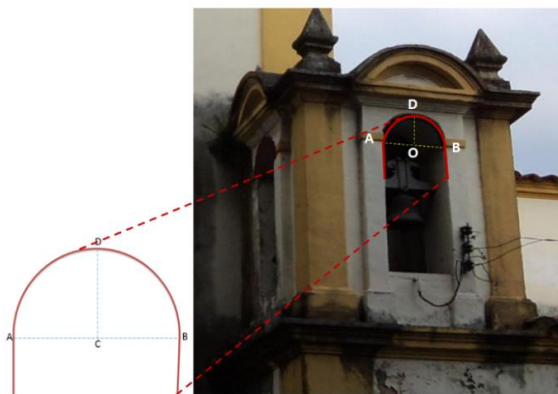
Gil (2014) também destacou que os romanos, posteriormente, foram os principais povos a difundir a utilização dos arcos em suas construções monumentais, e que o arco semicircular apoiado por pilares é o principal representante da arquitetura romana e da arquitetura renascentista. A autora, ainda apontou o

surgimento de outros estilos de arcos, como o arco gótico e o arco em ferradura, bastante usado na arquitetura islâmica com finalidades decorativas.

O tópico seguinte trabalhado pela pesquisadora buscou apresentar a construção geométrica de alguns arcos encontrados na arquitetura das obras de Landi, escolhidos por chamarem a atenção da investigadora os detalhes dos contornos das portas e janelas. Gil (2014) pesquisou os arcos e as formas do ponto de vista do desenho geométrico e apresentou as comparações nas imagens reais dos arcos encontrados na igreja de São João Batista, dentre os arcos apresentados estão: arco pleno, arco ogival e arco trilobado, ela também mostrou a construção desses arcos usando régua e compasso.

Primeiramente ela explicou que o arco romano é uma semicircunferência e mostrou a imagem 12 em que aparece um exemplo de arco romano encontrado na igreja de São João Batista e fez sua construção geométrica (em vermelho), em seguida mostrou que para construí-lo procedemos da seguinte forma: “Traçamos uma reta AB e encontramos o seu ponto médio (ponto C). Com a abertura maior que a metade do vão e com a ponta seca em C, traçamos o arco romano” (Gil, 2014, p.6)

Imagem 12: Arco romano encontrado na igreja de São João Batista e sua construção geométrica



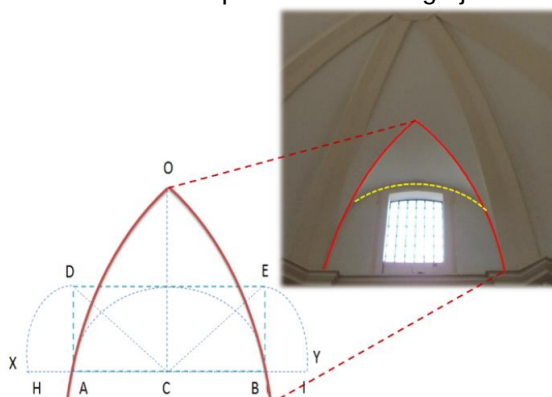
Fonte: Fonte: Silva, Franco Junior (2014)

O segundo arco que a pesquisadora apresentou foi o arco ogival, Gil (2014) explicou que esse arco se assemelha a ponta de uma lança e também é chamado de arco de ferradura apontado, depois mostrou a imagem 13 do interior da igreja de São João Batista em que esse tipo de arco aparece na cúpula da igreja e sua construção com régua e compasso aparece em destaque na cor vermelho, e detalhou que para esta construção fazemos:

Traçamos uma reta XY e achamos seu ponto médio. Tomamos o ponto C como o centro e traçamos uma semicircunferência; após, traçamos um paralelogramo retângulo ADEB sobre o diâmetro da semicircunferência AB e com a altura igual ao raio CB. Traçamos então as retas CD e CE com os raios iguais e desenhemos os arcos que marcam em XY os pontos H e I,

finalmente, com os raios HB e IA, traçamos dois arcos que se unem em O, obtendo a ogiva. (GIL, 2014, p.7)

Imagem 13: Arco ogival encontrado na parte interna da igreja de São João Batista

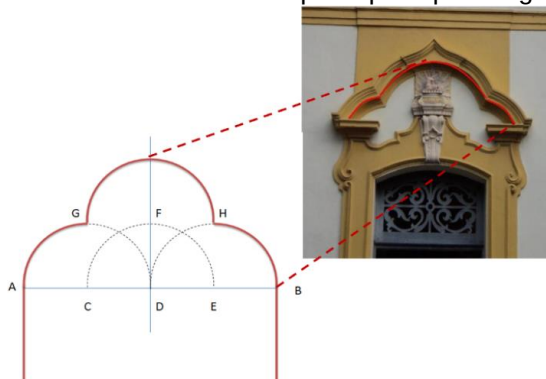


Fonte: Silva, Franco Junior (2014)

Na sequência o arco trilobado é apresentado no estudo de Gil (2014) como um arco composto por circunferências secantes, importado e importante para a cultura do oriente médio. Na arquitetura de Landi a pesquisadora identificou esse arco na porta principal da igreja de São João Batista, no frontão principal (imagem 14). Para a construção geométrica desse arco como destacado na imagem 14, a investigadora orientou que:

Traçamos uma reta AB e em seguida traçamos duas perpendiculares a essa reta nos pontos A e B; dividimos a reta em quatro partes iguais e encontramos os pontos C, D e E, e após encontramos a mediatriz do segmento AB; com a ponta seca do compasso no ponto C e com a abertura igual a CA traçamos o arco AD; como ponta seca do compasso no ponto E e com abertura igual a EB traçamos o arco DB; com a ponta seca no ponto D e com abertura igual a DE, traçamos o arco CE; encontramos o ponto F à media em que o arco cruza o ponto médio da reta AB; com a ponta seca do compasso em F e com abertura igual a FD, traçamos um arco que corta os arcos AD e DB nos pontos G e H; o arco trilobado Serpa definido pelos pontos A, G, H e B. (GIL, 2014, p.9)

Imagem 14: Arco trilobado encontrado nos frontões da porta principal da igreja de São João Batista



Fonte: Silva, Franco Junior (2014).

Finalizando a apresentação dos arcos e suas construções geométricas a pesquisadora mostrou um exemplo de arco rebaixado ou arco abatido, também

encontrado na porta da igreja de São João Batista (imagem 15), para construí-lo ela apresentou os seguintes passos:

Inicialmente traçamos um segmento AB, encontramos o ponto médio (Ponto C) e traçamos uma perpendicular (DE) ao segmento AB, de um ponto qualquer (ponto F), abaixo do segmento AB, traçamos as retas FG e FH que passam pelos pontos médios de AC e CB, igualmente distantes de F, como o centro (ponto seca) em O e raio AO, trace o arco AG e com o centro K e raio KB trace o arco HB em com o centro em F e raio FG, trace o arco GH que completa o arco abatido pedido. (GIL, 2014, p.9-10)

Imagem 15: Arco rebaixado encontrado na porta principal da igreja de São João Batista



Fonte: Franco Junior (2014)

No último tópico do estudo de Gil (2014) a pesquisadora apresentou sua proposta de abordagem didática em que mostrou dez momentos, ou um roteiro de dez ações que podem ser utilizadas pelos professores para o ensino de geometria a partir do patrimônio histórico, no quadro 3, mostramos o roteiro desses momentos.

Quadro 3: Proposta de ensino de arco geométrico com patrimônio histórico

1) Socializações de informações sobre patrimônio histórico -Neste primeiro momento o professor explicará aos alunos sobre o patrimônio histórico material e imaterial, pois a intenção, além de ensinar matemática, é fazer com que eles preservem e conheçam a história que há por detrás de cada monumento.
2) Momento de apresentação sobre Geometria (formas geométricas) para o ensino fundamental, arcos geométricos e geometria analítica para o ensino médio.
3) Introdução ao desenho geométrico; conceituar seus principais elementos: ponto, reta, curvas, planos e arcos; construção de alguns elementos geométricos usando régua e compasso.
4) Fazer a relação dos arcos geométricos matemáticos com os arcos arquitetônicos existentes, mostrando imagens de alguns patrimônios históricos em geral e locais que contenham esses arcos.
5) Construção dos arcos geométricos utilizando régua e compasso.
6) Após conhecerem os arcos e suas construções, sugerimos que o professor organize e execute uma visita in loco ao centro histórico de Belém, explorando os vários monumentos (falando de sua história), do estilo arquitetônico presente na construção, o período em que foi construído, os aspectos do trabalho do arquiteto que o construiu,

curiosidades e que procurem identificar nas construções visitadas, os diversos tipos de arcos geométricos encontrados, se possível com a denominação do arco arquitetônico que o representa. Ainda durante a visita procure fazer observações sobre o estado que se encontram os patrimônios visitados.. Fazendo perguntas, se estão conservados e preservados, como são tratados pela população, como é o espaço geográfico ao redor dele, se está preservado, se está limpo, se tem urbanização, segurança, e etc.
7) Fazer o registro fotográfico dos locais visitados, o intuito é fazer com que os alunos, já no local, registrem com fotos os tipos de arcos que eles encontraram na arquitetura da capela.
8) Peça para os alunos fazerem um relatório sobre o circuito de visitas realizado, na ocasião solicite que eles coloquem suas impressões sobre a atividade do ponto de vista histórico, matemático, geográfico, artístico e patrimonial.
9) Em sala os alunos deverão construir um portfólio, contendo os principais conceitos encontrados no desenho geométrico e identificados nas fotografias tiradas durante a visita
10) Aplicar atividades relacionadas com os assuntos estudados anteriormente, aliado com os registros feitos no centro histórico.

Fonte: Gil (2014)

Essa pesquisa e seus pressupostos teóricos chegaram aos professores de Matemática da Educação Básica através de um minicurso: “Aprendendo desenho geométrico para o ensino de geometria utilizando o patrimônio histórico e arquitetônico de Belém”, ministrado pela pesquisadora a seis professores e dois pesquisadores no IFPA, a proposta do minicurso foi socializar os estudos envolvendo matemática, desenho geométrico, arte e arquitetura do patrimônio histórico de Belém/PA, no intuito de que novas propostas metodológicas para o ensino de geometria pudessem alcançar professores e alunos.

Em sua avaliação Gil (2014) analisou que o uso da Educação Matemática e suas tendências possibilitam ao professor de Matemática o trabalho com diversas situações do cotidiano e que a abordagem geométrica é diversificada e modificável pelo professor, para isso a pesquisadora sugeriu aos docentes de matemática iniciar uma pesquisa criando uma abordagem adaptada à realidade de seus alunos.

Finalmente a pesquisadora concluiu que esse trabalho é relevante para a Educação Matemática e Patrimonial, porque é um subsídio teórico e prático para o ensino de geometria a partir do estudo do patrimônio histórico que se constitui como uma forma de contribuímos para a melhoria do ensino e da aprendizagem dos estudantes das escolas públicas de Belém/PA.

O segundo estudo teórico, o trabalho de Mendes (2012) buscou apontar alguns aspectos artísticos, sagrados e geométricos encontrados no octógono da capela de São João Batista em Belém/PA, obra de Antonio Landi, e ao final da pesquisa apresentou possibilidades de abordagens didáticas principalmente referentes à geometria e medidas para os momentos de discussões de Matemática.

Este trabalho fez parte do Programa de Pesquisa: Arte, Arquitetura e Matemática na Amazônia, iniciado pelo Professor Dr. Iran Abreu Mendes, em 2007. Neste programa, o professor investigou as práticas culturais, históricas e patrimoniais que se relacionavam com a arte, a prática matemática e à arquitetura no século XVIII na Amazônia como veículo de problematização matemática com vistas à formação do docente investigador, e também oportunizar uma aprendizagem transversalizante aos estudantes com temática ligadas a sua própria cultura.

Neste estudo teórico, Mendes (2012) inicialmente ressaltou os aspectos históricos, matemáticos da Geometria que foram importantes entre os séculos XIV e XVII na arte e na arquitetura, perceptível através da perspectiva que foi uma marca desse período, além disso, arquitetos e engenheiros da época deviam prioritariamente aprender a Geometria Prática, a Aritmética e o Desenho, que por sua vez no Renascimento assumiu a dimensão de raciocínio, preocupado com as medidas corretas.

Ainda na parte inicial do estudo, o pesquisador falou sobre a inserção das comissões demarcadoras dos limites das fronteiras decorrente do tratado de Madri¹⁴ e do quanto elas foram importantes para a composição da formação da arquitetura e do conjunto urbanístico da região Amazônica na segunda metade do século XVIII.

Mendes (2012) ressaltou que quando o Marquês de Pombal administrava o reino de Portugal, o conjunto urbanístico era pensado de forma completa, por isso, a arquitetura de casas comuns e a arquitetura religiosa deviam combinar. Então para concretizar esse conjunto urbanístico, diversos especialistas vieram para o Brasil, dentre eles, o italiano, Antonio José Landi, que trabalhou nos limites territoriais e construiu importantes obras arquitetônicas.

De acordo com Mendes (2012) dentre as obras de Landi estavam: o Palácio dos Governadores, Frontarias da Casa da Administração, residências particulares,

¹⁴ Tratado entre Espanha e Portugal para definir os limites territoriais das colônias sul-americanas.

Capela de São João Batista e a Casa de Conferências dos Plenipotenciários. Nelas, Landi valorizava os ornatos arquitetônicos (colunas, frontões e pórticos), eram ricas em detalhes e apresentavam uma ruptura com o estilo barroco e foi influenciada por Ferdinando Bibiena.

Depois dessa parte histórica, em seu estudo, o autor comentou sobre a obra de Bibiena, no intuito de apontar aspectos estéticos e geométricos da arte matemática que podiam ser tomados como base de investigação e aprendizagem dos estudantes de licenciatura em Matemática e na Educação Básica.

Então, a partir de uma pesquisa bibliográfica, Mendes (2012) estudou dois livros de Bibiena e também imagens referentes às obras de Landi. Os resultados desse estudo apontaram possíveis eixos de exploração da Matemática para a Educação Básica e Superior na Amazônia Brasileira que possibilitariam uma abordagem da Matemática transversalizante, além disso, poderiam ser a base para outros estudos similares em outras regiões brasileiras.

De acordo com Mendes (2012), a obra de Bibiena apresentava orientações técnicas para a construção de uma perspectiva para a projeção de um espaço ortogonal que orientava estudantes de arquitetura da Academia Clementina de Bolonha, o que demonstra sua influência sobre a arquitetura de Landi, já a inspiração para dar o formato octogonal a nave central da igreja de São João Batista em Belém/PA, Mendes (2012) acredita que foi por causa do batistério construído no Centro de Florença em homenagem a São João Batista (imagem 16).

Imagem 16: O Batistério de São João, de 1336



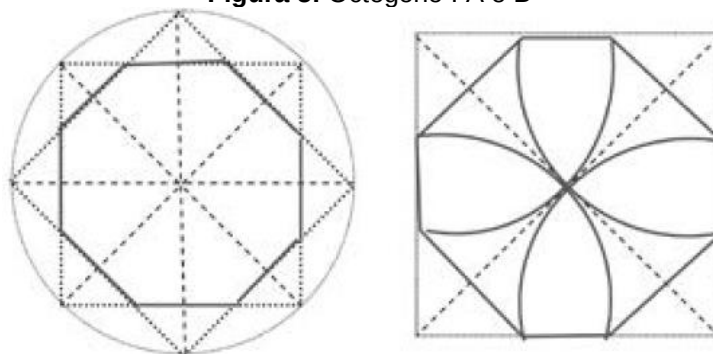
Fonte: Mendes (2012)

Sobre o octógono inscrito em uma circunferência e sua construção com o uso de régua e compasso, em seu estudo, Mendes (2012, p.112) explicou que podemos proceder da seguinte maneira para construir (Figura 5: A): “primeiramente inscreve-se um quadrado para obter quatro vértices e em seguida estendem-se as bissetrizes de seus lados para obter mais quatro vértices” ou também podemos construir o

octógono através do corte sagrado (Figura 5: B):

Inicialmente faz-se o corte sagrado pela colocação de um ponto de compasso em cada canto de um arco e do quadrado e que passa através do centro do quadrado e intersectam os dois lados adjacentes. Liga-se os pontos onde os arcos cortam os quadrados e se tem um octógono.(MENDES, 2012, p.112)

Figura 5: Octógono : A e B



Fonte: Mendes (2012)

Mendes (2012), também, apresentou a geometria simbólica da sacralização do octógono, o primeiro fator simbólico é a relação com os “oito ventos”, ou oito direções (cardinais e intercardinais) que são necessárias para se obter a forma octogonal e que segundo algumas tradições presidem os mundos terrestre e celeste.

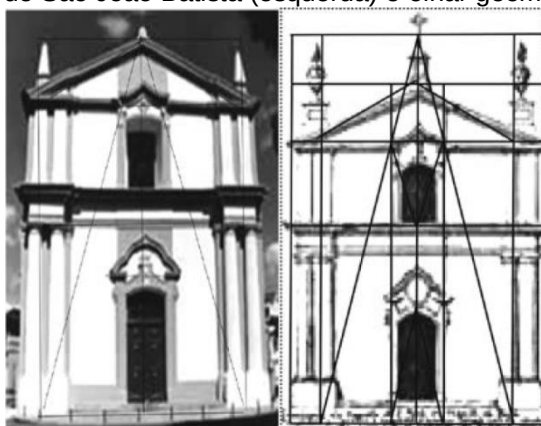
Outro fator simbólico do octógono é a relação com a ressurreição de Cristo, que ressuscitou no oitavo dia, representando a vida nova, e assim similarmente é relacionado com o batismo, fato que justifica muitas pias batismais serem construídas na forma octogonal.

Em seguida, em seu estudo, o pesquisador apresentou as relações geométricas que podemos estabelecer na igreja de São João Batista, observada na fachada da igreja (imagem 17). Ele observou que podemos abordar o conceito de proporcionalidade das formas e dos segmentos, além de trabalhar as congruências entre os triângulos, e das formas retangulares de modo a envolver o assunto de congruência e proporcionalidade entre as áreas das formas planas.

Ressaltou também que descrições espaciais sobre arquitetura podem ser utilizadas para estimular a imaginação geométrica, um exemplo desse tipo de descrição, é: “No interior da capela a nave central inscreve-se um octógono irregular cujos panos maiores rasgados por vãos pouco profundos [...]. Pilastras duplas delimitam os panos do prisma octogonal” (Mendes, 2012, p.116).

Segundo o pesquisador esse exemplo pode ser utilizado na forma de pensar o prisma hexagonal em atividades investigatórias com estudantes de licenciatura em Matemática ou estudantes do Ensino Médio.

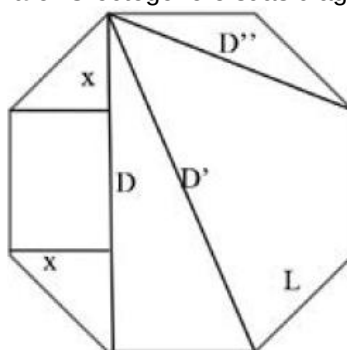
Imagem 17: Capela de São João Batista (esquerda) e olhar geométrico da obra (direita).



Fonte: Mendes (2012)

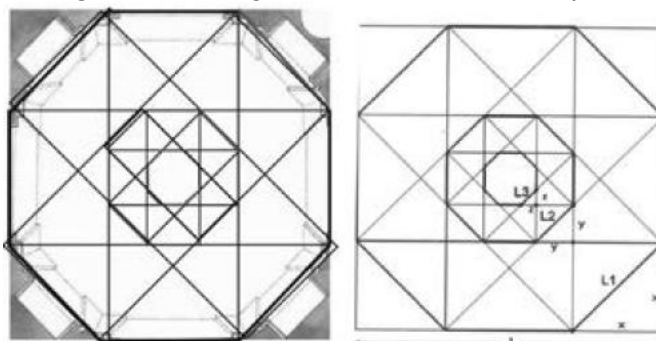
Mendes (2012), também propôs a possibilidade de verificar algumas relações de proporcionalidade entre as diagonais D , D' e D'' (Figura 6) e o lado do octógono (L), e citou como exemplo duas relações, a primeira delas o Número de prata (θ) que é $D/L = 1 + \sqrt{2} = \theta$ e a outra $D'/L = \sqrt{1 + \theta^2}$. A primeira dessas relações, Mendes (2012) mostrou que foi obtida a partir das igualdades $2x + L = D$ e $L^2 = 2x^2$, e a segunda, da igualdade que envolve o teorema de Pitágoras $D'^2 = L^2 + D^2$.

Figura 6: O octógono e suas diagonais



Fonte: Mendes (2012)

Figura 7: O octógono da nave central da capela

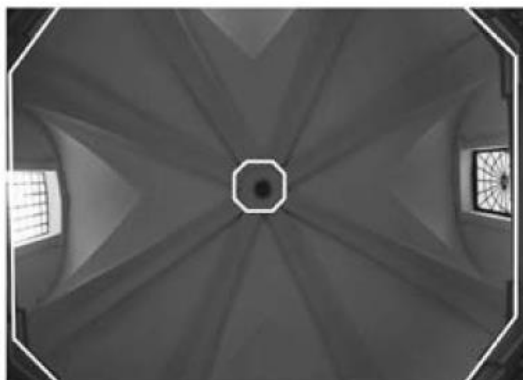


Fonte: Mendes (2012)

Outra relação geométrica que o pesquisador apresentou está na figura 7, ela envolve os lados paralelos das sucessões de octógonos, nela, Mendes (2012) percebeu que o octógono externo converge para o centro da nave e os

comprimentos dos lados desses octógonos (L1, L2 e L3) estão em uma razão de 8/3. Verificou também a geometria espacial, através da observação de que o octógono central é a base de um prisma espacial da capela que vai da base da nave da igreja até a sua cúpula (imagem 18), assim a partir da planta baixa da capela temos a projeção espacial da igreja.

Imagem 18: Cúpula da Capela de São João Batista e o destaque para as formas octogonais que se conectam do chão ao teto



Fonte: Mendes (2012)

Ainda nesse estudo, o autor mostrou alguns tópicos de Matemática que podem ser explorados usando a arquitetura de Landi, conexão possível desde que o foco principal seja a exploração do espaço, de acordo com o pesquisador. Com isso, o estudo da Geometria nesse contexto baseia-se na exploração matemática de pontos, linhas, formas geométricas planas e espaciais, suas propriedades e relações matemáticas, simetrias, comparação dos sistemas de medição e medidas de limites, extensão de contornos e superfícies.

Além disso, podem ser feitas as análises das relações de volumes a partir da exploração do espaço arquitetônico, o professor poderia problematizar quanto pessoas caberiam em cada espaço. Para o trabalho com os ângulos, o estudo apontou que podem ser feitas relações no plano e no espaço com o uso régua, compasso, fitas métricas, transferidores ou com o uso do *Cabri Geomètre 3D*, dos ângulos das paredes, das aberturas das formas decorativas das fachadas, portas e janelas.

Outros aspectos para serem problematizados foram mostrados pelo autor que afirmou que professores Matemática e de outras áreas podem indagar e levar os alunos a investigarem a respeito dos estilos arquitetônicos que influenciaram as obras de Landi e quais as relações matemáticas existem nesses estilos.

Mendes (2012) enfatizou que esse tipo de abordagem matemática no qual a transversalidade é a matriz didática, contribui para que os estudantes se motivem a

conhecer o centro histórico de Belém e reflitam sobre a importância do patrimônio arquitetônico. Além de contribuir para que os estudantes compreendam os aspectos históricos sobre questão do iluminismo na região, as causas da expulsão dos jesuítas da Amazônia, bem como a compreensão de aspectos geográficos, políticos, econômicos, sociais e culturais da época e como influenciavam o modo de vida nos séculos XVIII e XIX.

Ainda sobre a exploração transversalizante com a Geografia e a Cartografia, afirmou que os professores podem investigar os modelo dos centros urbanos daquela época e suas transformações, além de explorar questões da definição dos limites territoriais do Brasil, fato que impulsionou a vinda de Landi e outros cientistas para a região amazônica.

Por fim, o pesquisador analisou que considera importante refletir sobre como concretizar a aliança entre os momentos de interação Matemática e atividades que envolvam a investigação do patrimônio histórico, cultural e arquitetônico, bem como seus aspectos e relações transversalizante.

Analisou também que é necessário que o professor exercite a criatividade, a imaginação geométrica e a exploração espacial para explorar conceitos matemáticos na elaboração de atividades escolares que se conectem às práticas sociais e culturais.

Além disso, Mendes (2012) concluiu que as conexões sociocognitivas e culturais que envolvem a matemática escolar e a arte matemática do patrimônio histórico local, só poderão ocorrer se o professor estiver envolvido e preparado, de modo que seu espírito investigativo consiga sensibilizar o aluno, por isso, o professor deve fazer primeiro, explorar inicialmente o ambiente, perceber as relações geométricas e só depois orientar os estudantes.

No estudo teórico seguinte, intitulado “Ensino de Matemática e Patrimônio Histórico-Cultural: Possibilidades didáticas Interdisciplinares”, Mendes e Gil (2011) buscaram discutir as possibilidades do uso didático da investigação histórica e cultural do patrimônio arquitetônico de Belém, atribuídas a Landi, na formação inicial de professores de Matemática e com estudantes da Educação Básica. Além disso, teve como objetivo a investigação interdisciplinar e exploratória desse patrimônio na organização de problematizações matemáticas no ensino-aprendizagem da Matemática escolar.

Para alcançar estes objetivos, Mendes e Gil (2011) fizeram um estudo sobre

as características das obras do conjunto arquitetônico de Belém, aprofundando mais detalhadamente a arquitetura da igreja de Santana e a capela de São João Batista, ambas projetadas e executadas por Antônio Landi durante a segunda metade do século XVIII.

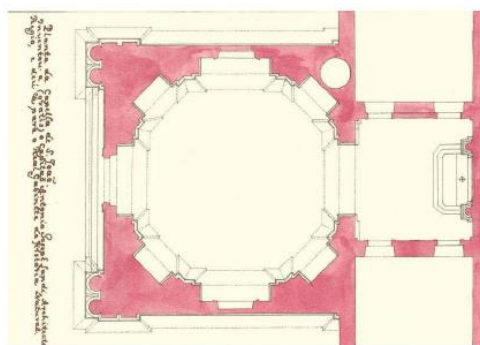
Dentre as características da igreja de Santana (imagem 19), os autores da pesquisa, destacaram as colunas que no interior sustentam um arco triunfal e a capela-mor arrematada por uma abóbada de arestas, que confere ao projeto de Landi um peso cenográfico. Da capela de São João Batista (imagem 20), dentre outras características, destacaram o frontão triangular da fachada, a justaposição de dois quadrados na planta e a planta da nave octogonal.

Imagem 19: Um dos interiores da Igreja de Santana



Fonte: Mendes e Gil (2011)

Imagem 20: A fachada da Capela de São João e sua planta baixa



Fonte: Mendes e Gil (2011)

Outro aspecto enfatizado pelos pesquisadores, nesse estudo, foi a importância do Circuito Landi, um projeto criado pelo Fórum Landi, cuja finalidade foi praticar a educação patrimonial possibilitando que estudantes conhecessem a partir de visitas guiadas o centro histórico de Belém, seu processo construtivo, bem como as obras e a vida de Landi.

Mendes e Gil (2011) descreveram algumas das orientações presentes no manual do professor do Fórum Landi que podem ser usadas como orientações para os docentes na condução das visitas guiadas. Primeira orientação: Uma formação

inicial em que o professor prepara textos e vídeos para que os alunos façam uma leitura e conheçam previamente a vida de Landi e o patrimônio histórico-cultural de Belém.

Segunda orientação: Para que as visitas sejam proveitosas, câmeras fotográficas podem ser usadas para fazer os registros, além de caderno de anotações ou uma ficha de pesquisa elaborada previamente pelo professor. Outra recomendação do manual do professor, descrita no estudo, é possibilitar que os estudantes contem o que viram nas visitas para a comunidade escolar, para oportunizar uma atividade investigatória sobre o assunto.

De acordo com Mendes e Gil (2011) uma possibilidade didático-investigatória é a organização de uma mostra de fotos e desenhos, em que os estudantes fariam a explicação matemática dos assuntos estudados e explorados, sobre a vivência do passeio e sobre diversas informações levantadas na ficha de pesquisa.

Os pesquisadores observaram que essa possibilidade didático-investigatória pode ser trabalhada nos momentos de interações e socialização de informações de história, geografia, educação física e matemática, desde que as questões levantadas sejam de interesse de investigação dos conteúdos das disciplinas.

Para esse trabalho de investigação histórica e cultural do patrimônio, Mendes e Gil (2011) sugerem dois momentos, o primeiro momento de investigação em sala (na escola) com a fundamentação sobre a temática e o segundo momento o levantamento de questões.

Os autores, também ressaltaram a importância e possibilidade de um trabalho cooperativo e interdisciplinar nesse tipo de atividades vivenciais e investigatórias, e citam exemplos de questões que podem ser levantadas independente da disciplina, tais como: Que lugar é este? Quem o construiu? Como era no passado e o que mudou? Que elementos lhe transmitem a impressão de passado? Por que Belém tem tantos monumentos? Como as informações sobre esses monumentos chegaram até nós? Além de outras questões de interesse do professor de cada área.

Além dessas questões mais abrangentes, Mendes e Gil (2011) apresentaram sugestões de atividades e estudos de investigação (quadro 4) para a exploração do patrimônio histórico e cultural, envolvendo uma leitura matemática utilizando a exploração de imagens, fotos e desenhos do conjunto arquitetônico de Belém. A proposta é que após a investigação seja organizada uma mostra para que os alunos comuniquem o que viram e pesquisaram.

Quadro 4: Atividades e investigações das obras de Landi.

1) Construa a gênese do estilo arquitetônico que originou o patrimônio investigado.
2) As relações entre medidas e formas na organização e ocupação do espaço geométrico no local
3) As formas exploradas na construção da harmonia arquitetônica
4) A base matemática de tais estilos arquitetônicos envolvidos na construção do patrimônio arquitetônico investigado

Fonte: Mendes e Gil (2011) adaptado pela autora (2022)

Por fim, os pesquisadores sugerem outra questão que deve ser refletida nos estudos e nas visitas, o modo que as pessoas que moravam em Belém no século XIX viviam, se viviam melhor que os moradores na atualidade e o porquê dessas mudanças nas formas de viver. Aliados a todas essas questões anteriormente levantadas, Mendes e Gil (2011) apontaram alguns assuntos que podem ser explorados por disciplinas que também são temáticas interdisciplinares que podem ser conectadas ao estudo do patrimônio histórico-cultural de Belém (quadro 5) nas obras de Antônio Landi.

Quadro 5: Temas interdisciplinares

História	Período pombalino, Iluminismo, Expulsão dos jesuítas;
Geografia	Definição dos limites territoriais do Brasil, Centros urbanos, Problemas urbanos;
Matemática e Geometria	Medidas de limites e extensão, Comparação dos sistemas de medição – passado e presente –, Unidades de medida não convencionais, Unidades de medida padrão, Formas geométricas – as mais variadas podem ser encontradas nos prédios históricos, Simetria, Análises de volumes – quantas pessoas caberiam por espaço –, ângulos de paredes e aberturas), podendo se usar réguas, fitas métricas etc., ou mesmo com o corpo, bem como os antigos métodos de medição – palmo, braça, pé, polegada (alguns ainda usados em outros países);
Artes	Estilos – Barroco e Neoclássico, Desenho – o que você melhoraria no Centro Histórico de Belém?

Fonte: Mendes e Gil (2011) adaptado pela autora (2022)

Finalmente, no último estudo teórico, a pesquisa de Tavares e Costa (2019) teve como objetivo mostrar as relações que podem ser estabelecidas a partir da identificação das propriedades dos objetos matemáticos que podem ser identificados nas construções que formam o patrimônio arquitetônico da cidade de Parintins, para isso, levantaram a seguinte questão de pesquisa: a identificação das propriedades dos objetos matemáticos identificáveis nas construções que compõem o patrimônio arquitetônico da cidade de Parintins, subsidiam que tipo de relações? E formularam os seguintes objetivos específicos:

- Catalogar as construções que compõem o patrimônio arquitetônico da cidade de Parintins;

- Descrever as características geométricas emergentes das fachadas das construções catalogadas;
- Estabelecer relações entre elementos geométricos presentes nas fachadas das construções catalogadas e a geometria ensinada na Educação Básica.

Em sua pesquisa Tavares e Costa (2019) observaram e analisaram sistematicamente os aspectos físicos das fachadas históricas de Parintins através dos registros fotográficos, identificaram os elementos geométricos na arquitetura dessas construções e estabeleceram relação com a geometria ensinada na Educação Básica.

Os pesquisadores analisaram nove registros fotográficos de construções antigas, entre elas, escolas, residências, o mercado municipal e estabelecimentos comerciais. Além disso, usou os princípios de uma pesquisa qualitativa descritiva e a triangulação metodológica, onde cruzaram os dados da revisão de literatura, do registro fotográfico e da observação sistemática para validar sua investigação.

Nos resultados de Tavares e Costa (2019) a primeira fotografia analisada foi uma residência de Parintins (Imagem 21) construída em 1901, os autores ressaltaram a estética e a beleza que é resultado da combinação dos elementos harmoniosos geométricos, tais como: triângulos, circunferências, retângulos, o trapézio centralizado no alto da fachada e a linha de simetria entre a segunda e a terceira janela, no qual os pesquisadores afirmaram que são contextos para apresentação dessas definições matemática.

Imagem 21: Residência de Parintins



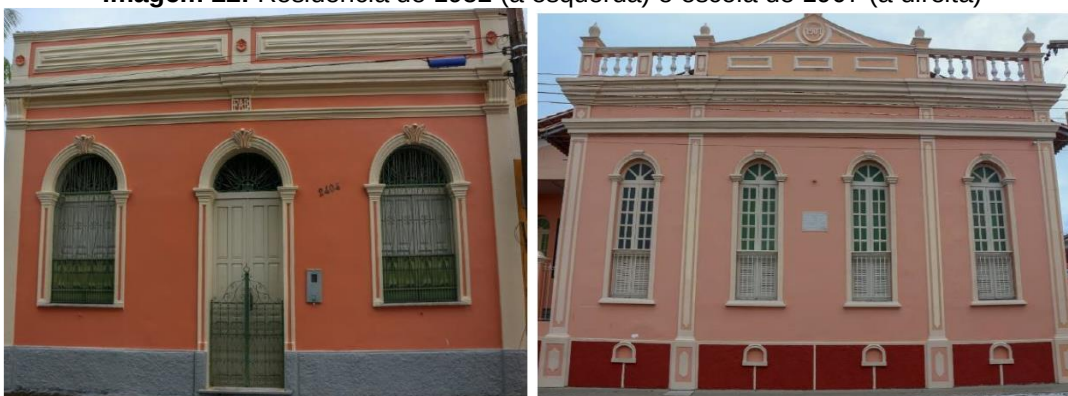
Fonte: Tavares e Costa (2019)

As próximas fachadas analisadas pelo autores foram de uma escola construída em 1907 e uma residência de 1952 (imagem 22), ambas localizadas no

centro da cidade de Parintins, mas de épocas diferentes, Tavares e Costa (2019) chamaram a atenção para os arcos nas janelas que são arcos romanos ou arcos plenos, cuja curvatura é de 180° e usaram a afirmação de Mendes e Gil (2017) para explicar que função do arco é emoldurar uma abertura ou passagem (vão), afim sustentar e suportar o peso do local onde se encontram.

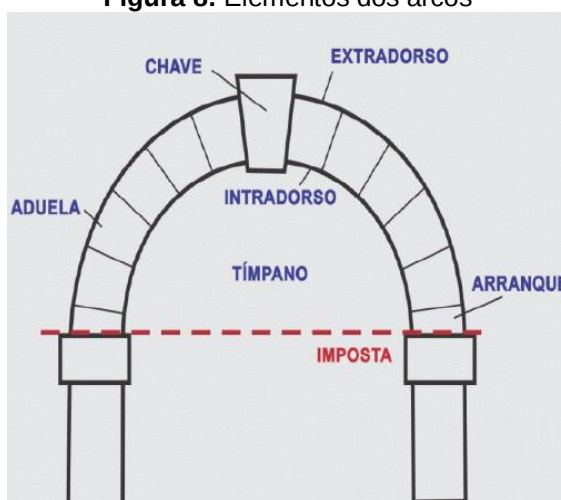
Tavares e Costa (2019) também explicaram como ocorre a função de sustentação de um arco, como mostra na figura 8, as aduelas que formam arco romano convergem o peso da carga para os pilares, esse arranjo é travado com uma pedra-chave que possibilita a construção de vãos maiores. Os pesquisadores afirmaram usando Gil (2011) que as características geométricas dessas construções (os arcos) são possibilidades para contextualização da matemática.

Imagem 22: Residência de 1952 (à esquerda) e escola de 1907 (à direita)



Fonte: Tavares e Costa (2019)

Figura 8: Elementos dos arcos



Fonte: Tavares e Costa (2019)

Seguindo a apresentação dos resultados, os autores analisaram as fotografias seguintes: uma residência de 1937, outra de 1943 e um ponto comercial construído em 1937 (imagem 23), todos no centro de Parintins. Tavares e Costa (2019)

perceberam que essas construções são parte da história da cidade, possuem estilos geométricos semelhantes e estilos arquitetônicos parecidos.

Além disso, perceberam os seguintes aspectos geométricos nas fachadas: arcos, retângulos, círculos e linhas paralelas que podem ser utilizados para explorar conteúdos matemáticos como simetrias, técnicas de transformação isométrica em particular a translação e as medidas dos ângulos que essas transformações marcam.

Imagem 23: Residência (à esquerda) e ponto comercial (à direita) de 1937



Fonte: Tavares e Costa (2019)

Imagem 24: Residência de 1943



Fonte: Tavares e Costa (2019)

Ainda sobre as observações e análises dessas fotografias, os pesquisadores perceberam que os arcos das portas e janelas possuem o modelo arquitetônico de arco abatido ou abaixado e que esse tipo de arco é o mais comum no patrimônio arquitetônico de Parintins. Os pesquisadores também analisaram que as representações geométricas dos arcos arquitetônico (romano, abatido e ogival) são estudadas na disciplina de desenho geométrico nas licenciaturas em Matemática, e possibilita o estudo dos conceitos de raio, diâmetro, corda, perpendicularidade,

mediatriz, ponto médio e triângulo isósceles.

O próximo registro fotográfico analisado pelos pesquisadores foi a fachada do mercado Municipal de Parintins inaugurado em 1937 (Imagem 25), atualmente passou por uma revitalização e hoje é um dos principais pontos turísticos da cidade. Os autores analisaram a presença nessa fachada de linhas paralelas, retângulos e um arco romano na porta central, ele usou Barison (2005) para explicar que esse tipo de arco possui a flecha ou raio igual à metade do vão ou diâmetro.

Além disso, destacaram mais uma vez a importância dos arcos arquitetônicos na estética e no histórico das construções do patrimônio de Parintins, também enfatizaram que a construção das representações geométricas desses arcos na Educação básica e no Ensino Superior, possibilitam, no caso do arco romano, o estudo da circunferência raio (flecha), diâmetro (abertura do vão), semicircunferência (curvatura do arco), como podemos ver na representação a seguir, desse arco.

Imagem 25: Fachada do Mercado Municipal



Fonte: Tavares e Costa (2019)

A penúltima fachada analisada por Tavares e Costa (2019) foi a fachada do Colégio Nossa Senhora do Carmo (Imagem 26) construído no ano de 1946, essa construção é um patrimônio histórico e educacional da cidade, nessa fachada, os pesquisadores notaram, retângulos, linhas paralelas, circunferências e arco, observaram também uma curva no alto da fachada que lembra um recorte do gráfico da função seno ou cosseno, e explicaram que as janelas retangulares altas eram usadas como alternativa para manter os ambientes ventilados.

O último registro fotográfico estudado por Tavares e Costa (2019) foi uma residência construída no ano de 1955 (imagem 27), uma fachada bonita, cujos

aspectos geométricos identificados pelo pesquisadores foram: os arcos rebaixados das varandas, as linhas retas do vão da entrada da garagem e da janela, e mais uma vez usaram Mendes e Gil (2017) para ressaltar a utilização estética dos arcos arquitetônicos e sua importância nos movimentos artísticos em arquitetura.

Imagem 26: Fachada do Colégio Nossa Senhora do Carmo de 1946



Fonte: Tavares e Costa (2019)

Imagem 27: Residência de 1955



Fonte: Tavares e Costa (2019)

Após apresentação dos resultados e avaliação dos registros fotográficos das fachadas da arquitetura histórica de Parintins, Tavares e Costa (2019) analisaram que os elementos geométricos desse patrimônio abrem a possibilidade para contextualizar o ensino de matemática tanto em nível de Educação Básica quanto em nível de Ensino Superior, por permitirem a interdisciplinaridade entre a matemática, história, geografia e artes.

Os autores analisaram também que o patrimônio arquitetônico de uma cidade pode ser usado para o ensino de Geometria, pois desperta a atenção dos alunos

para as formas, medidas, deslocamentos e simetrias, auxiliando dessa maneira o desenvolvimento do pensamento geométrico, explicado pela BNCC como a habilidade de investigar propriedades, conjecturar e elaborar argumentos geométricos convincentes (BRASIL, 2017).

Além disso, Tavares e Costa (2019) perceberam que as ideias fundamentais propostas pela BNCC sobre a geometria que são a construção, representação e a interdependência, podem ser trabalhadas nos diversos níveis de ensino, através da observação, registro e reflexão do que foi observado nas construções e registrado matematicamente.

Eles explicaram que essa observação pode ocorrer com a visita dos alunos as ruas que compõem o patrimônio histórico de Parintins, mas caso isso não seja possível, os registros fotográficos das casas e os detalhes geométricos, podem ser levados pelo professor para os momentos de discussões em sala.

E ressaltaram a importância do arco (romano e abatido) que é um elemento que aparece com frequência no conjunto arquitetônico de Parintins e que é um recurso pedagógico para o professor, pois ao mesmo tempo em que é uma figura geométrica da arquitetura, também é um objeto matemático estudado na Educação Básica e no Ensino Superior.

Tavares e Costa (2019) finalizaram o estudo concluindo que o patrimônio arquitetônico de Parintins, se olhado com atenção e sensibilidade, podemos perceber que são registros do modo de vida de uma sociedade e que pode ser utilizado para abstrair reflexões históricas, culturais, econômicas e educacionais.

3.1.2. Estudos experimentais

A pesquisa de Altenburg (2017) teve como objetivo resgatar a cultura pomerana através da valorização da arquitetura de construções de casas e igrejas históricas, onde os detalhes das formas geométrica das fachadas foram os agentes de promoção do ensino da Geometria com o uso GeoGebra, em uma perspectiva Etnomatemática. Esse estudo teve como objetivos específicos:

- Trabalhar em equipe para manusear corretamente os objetos de mídias (computador, câmera fotográfica, fotos antigas, etc.);
- Conhecer e manusear corretamente o software matemático GeoGebra para retratar a Geometria Plana;

- Conhecer a história da Geometria de antigamente e dos tempos atuais, valorizando a beleza arquitetônica da comunidade, dando valor à cultura da sociedade, contemplando a foto como fonte de recursos visuais da referida arquitetura, fazendo um paralelo entre essa diferença de época ocorrida desde o início da colonização da região até hoje em dia;
- Pesquisar na internet os diferentes tipos de formas geométricas;
- Fazer identificação e cálculos (áreas) dessas formas e realizar uma apresentação (dois grupos), oralmente, do projeto, com o auxílio do Power Point para as demais turmas do mesmo turno.

E para alcançar esses objetivos, o pesquisador levantou a seguinte questão: Como abordar o conhecimento da Geometria plana, tendo como fonte de dados à arquitetura da cultura pomerana?

A metodologia utilizada foi a pesquisa-ação desenvolvida em cinco etapas: 1) explorar a Geometria com o auxílio do sistema cartesiano; 2) realizar uma coleta de fotos da arquitetura do município; 3) analisar as figuras geométricas presentes na mesma; 4) reproduzir estas formas geométricas no sistema cartesiano, por meio do GeoGebra e 5) fazer uma relação com a matemática das construções das casas com a matemática acadêmica.

As atividades de cada etapa foram realizadas no ano de 2016 nos meses de junho a dezembro em uma turma de 1º ano do Ensino Médio noturno, durante 38 momentos de apresentação e discussões de duração de 45 minutos cada uma. Os sujeitos da pesquisa foram 18 estudantes (10 meninos e 8 meninas) com faixa etária entre 15 e 17 anos, todos de famílias pomeranas, de uma escola de São Lourenço do Sul/RS.

Nas atividades da etapa 1, o pesquisador conversou sobre os conhecimentos de geometria dos alunos e aplicou um questionário com perguntas objetivas para verificar os conhecimentos prévios em Geometria, na sequência abordou o conceito de perpendicularidade com exemplos do cotidianos e com a apresentação dos eixos x e y , esquematizou o plano cartesiano no quadro branco e ensinou a marcação e identificação de pontos.

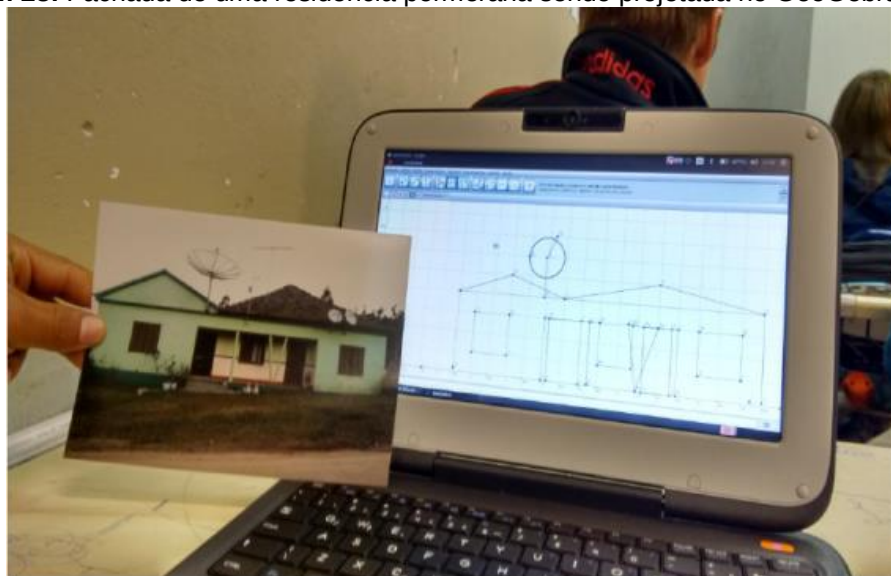
As atividades da etapa 2 mobilizou os estudantes no registro de fotográficos usando o celular e a câmera digital da arquitetura pomerana (portas, janelas e bandas de vidro das residências), além de coletar fotografias com familiares e investigar com eles as características particulares e os detalhes dessas

construções. Os registros fotográficos foram levados impressos para os momentos de interação e os estudantes compartilharam as fotografias digitais com professores e colegas de classe através de um grupo de Whatsapp.

Na terceira etapa do estudo de Altenburg (2017), em sala, os estudantes usaram *netbooks* com acesso a internet para pesquisar e identificar as características do quadrado, triângulo, circunferência, retângulo, etc, pesquisaram também o que deviam fazer para calcular a área e o perímetro dessas formas geométricas planas. Nessa etapa, também, assistiram um vídeo sobre o Sesquicentenário da imigração Alemã e Pomerana em que contava sobre a chegada dos imigrantes pomeranos, seus costumes, a riqueza e a beleza de sua arquitetura que marcaram uma época.

A quarta etapa da pesquisa envolveu o trabalho com o Geogebra, inicialmente os estudantes tiveram que conhecer a interface do *software*, as funções da barra de *menus*, manusear a ferramenta e marcar pontos, retas e segmentos de retas no plano, depois disso, fizeram uma análise das fotografias, observando as formas geométricas da arquitetura pomerana e as projetaram de forma similar no Geogebra, essa etapa durou cerca de dois a três meses.

Imagem 28: Fachada de uma residência pomerana sendo projetada no GeoGebra



Fonte: Altenburg (2017)

Finalmente na quinta fase do trabalho, depois de fazer as projeções no Geogebra os estudantes identificaram as formas geométricas presentes na arquitetura pomerana e calcularam o perímetro e a áreas dessas figuras, e quando era necessário aplicavam o Teorema de Pitágoras para auxiliar no cálculo das áreas e dos perímetros.

Nessa última etapa, Altenburg (2017) também aplicou um questionário para avaliar a relevância das atividades e uma autoavaliação para obter por parte dos estudantes um resultado sobre as atividades que foram propostas. Por fim, os alunos apresentaram em PowerPoint os resultados da pesquisa para toda a turma, concluindo assim, as etapas das atividades realizadas.

Em seu estudo Altenburg (2017) usou uma abordagem qualitativa em que a linha de pesquisa principal foi a Etnomatemática, os instrumentos de coleta de dados foram questionário inicial, questionário final, o computador, as fotografias e o software Geogebra que auxiliaram para a construção das figuras geométricas e para realização dos cálculos.

Os quadros 6 e 7, mostram respectivamente, os resultados do questionário inicial e final aplicado aos estudantes. O questionário inicial tinha nove questões em que o autor analisou os conhecimentos prévios de Geometria da turma e o questionário final com nove questões mapeou as impressões dos estudantes sobre as atividades propostas.

Quadro 6: Questionário inicial e análise das respostas

Questionário	Perguntas	Análise das Respostas
1	O que é Geometria?	Alguns alunos relacionaram com, matemática, lados, pontos, ângulos, cálculos. Alguns alunos não responderam
2	O que você entende por uma figura geométrica?	O desenho de alguma forma que tenha pontos e ângulos. Alguns não responderam.
3	Diferencie Geometria plana de Geometria espacial:	Relacionaram a Geometria Plana com superfície. Geometria Espacial com mais dimensões e acima do plano. Questão com maior números de alunos que não responderam.
4	Diferencie ponto, reta e plano:	A maioria não conseguiu fazer a distinção entre ponto, reta e plano.
5	Dê exemplos de figuras geométricas e onde podemos encontrá-las?	Todos conseguiram estabelecer a relação de alguma forma geométrica com algum objeto.
6	Qual(is) figura(s) geométrica(s) possui(em) quatro ângulos retos?	Quadrado e retângulo foram as respostas.
7	Você considera que existe figuras geométricas em sua casa? Onde?	A resposta de todos foi afirmativa, mas não vincularam a os objetos à sua forma.
8	Diferencie Retângulo de Quadrado:	Conseguiram (a maioria) explicar o quadrado, porém, não conseguiram

		estabelecer uma correta relação de classificação do retângulo.
9	Diferencie círculo de circunferência:	A maioria das respostas foi satisfatória, porém, muitos não conseguiram estabelecer a diferença entre círculo e circunferência.

Fonte: Altenburg (2017) adaptado pela autora

Quadro 7: Questionário final e análise das respostas

Questionário	Perguntas	Análise das Respostas
1	O que é o Software GeoGebra?	Afirmaram ser um programa para marcar pontos, linhas no plano cartesiano para representar figuras que pode-se encontrar em casas. Ampliar conhecimentos de Geometria.
2	Você entendeu as funções do Software?	Em unanimidade a afirmação foi “sim”, com ajuda dos colegas e do professor.
3	Gostou das atividades propostas (projeção das casas)?	Idem ao 2, salientaram ainda que foi uma proposta interessante e diferente.
4	Encontrou dificuldades de manuseio e construção da arquitetura das casas?	A maioria no início das atividades encontrou dificuldades, mas com o tempo não tiveram mais.
5	Dê exemplos de figuras geométricas encontradas na projeção?	Quadrado, retângulo, trapézio, losango, círculo. Fizeram ainda relação com as partes das casas.
6	Acredita que de alguma forma passou a observar com mais rigor as casas de sua região?	Em uma perspectiva Etnomatemática, essas atividades possibilitaram que os alunos olhassem para a própria comunidade percebendo a relação dos aspectos culturais com a matemática.
7	Foi possível conhecer um pouco mais da cultura pomerana através da análise das casas?	Todos responderam sim, e viram que podem vincular a matemática com a realidade deles.
8	A tecnologia, cultura e matemática na sua visão contribuem para a construção do conhecimento?	Sim, por mostrar algo novo, com mais interatividade e facilitar o processo de aprender.
9	Deixe um relato das atividades?	Relataram a diferença das atividades, o aprendizado de forma dinâmica e o conhecimento do software. Sentiram-se pertencentes das atividades.

Fonte: Altenburg (2017) adaptado pela autora

No primeiro questionário aplicado o autor observou que os alunos encontraram dificuldade nas atividades que envolviam os conhecimentos prévios em Geometria e analisou que as atividades realizadas com as fotografias permitiu a interação com esse conteúdo matemático, auxiliando nas dificuldades, pois a partir

das atividades os estudantes visualizaram as formas geométricas relacionando com a arquitetura da região, o que permitiu aproximar a matemática escolar com a matemática cotidiano e todos conseguiram atingir níveis satisfatórios de conceitos aprendidos.

Além disso, observou que o uso das tecnologias permitiu o engajamento, o entusiasmo, a atenção dos estudantes e auxiliou na construção do conhecimento, e que as atividades realizadas na perspectiva Etnomatemática possibilitaram que os alunos olhassem para a própria comunidade e dessem significado a aspectos culturais que nunca haviam observado e que são essenciais para conhecer sua própria história.

Altenburg (2017) concluiu que é necessário no processo de ensino e aprendizado discutir e valorizar o contexto cultural dos estudantes, e a Etnomatemática coopera neste sentido ao proporcionar para alunos e professores uma forma diferente de construir o conhecimento na prática, na pesquisa e na visualização, rompendo o paradigma de que a Matemática é apenas teórica e abstrata, sem aplicação no cotidiano.

O pesquisador também ressaltou que sua pesquisa trata de uma determinada cultura (pormerana), não servindo de generalizações para outras culturas, mas que o enfoque pode ser o mesmo em outras pesquisas e que o trabalho abre a possibilidade de continuidade na parte da Geometria e da Álgebra com o uso do software, do computador, da fotografia.

No estudo seguinte, a pesquisa experimental de Ferreira (2016), a autora abordou a temática da Educação Matemática e Patrimonial, o objetivo de seu estudo foi propor uma abordagem didática de ensino de simetria usando os padrões geométricos do tipo faixa, encontrados na igreja da Sé, obra do Arquiteto Antônio José Landi. Este estudo foi direcionado para os alunos e professores do ensino fundamental da rede pública de Belém.

Os objetivos específicos desta pesquisa foram: 1) Identificar os padrões geométricos existentes na Igreja da Sé, de Antonio José Landi; 2) Realizar o levantamento dos conteúdos de simetria que estão relacionados a estes padrões; 3) Elaborar atividades didáticas com régua e compasso, referentes ao conteúdo de simetria, para serem trabalhadas com os alunos do 9º ano e professores da Escola Estadual Temístocles de Araújo e 4) Aplicar as atividades elaboradas.

Ferreira (2016) conheceu essa temática enquanto era bolsista do PIBID e

cursava a disciplina de Modelagem Matemática no IFPA, Campus Belém, e pôde conhecer as propostas de pesquisa da Prof.^a Dr.^a Rita Sidmar Alencar Gil e do professor Prof. Dr. Iran Abreu Mendes que buscavam investigar e problematizar a arquitetura de Antonio Landi a procura de abordagens didáticas para o ensino de matemática.

A pesquisa de Ferreira (2016) seguiu as seguintes etapas: a participação no curso de extensão, pesquisa de referencial teórico e a elaboração e aplicação das atividades aos estudantes e professores. Os artigos, textos históricos, caderno de campo, as atividades usando régua e compasso, o software Geogebra e os referenciais bibliográficos, encontrados em livros, foram os materiais utilizados na pesquisa.

Para a elaboração das atividades a autora e um grupo de bolsistas visitaram a igreja da Sé, fotografaram o local e encontraram os padrões geométricos: faixas, rosetas e mosaicos (Figura 9). De acordo com a pesquisadora, a simetria fundamental para a composição das faixas é a translação, no caso das rosetas, a rotação e os mosaicos, a translação em duas direções.

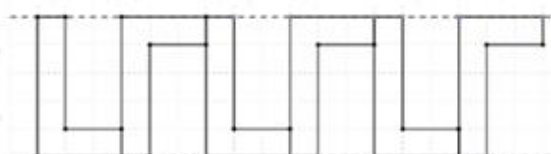
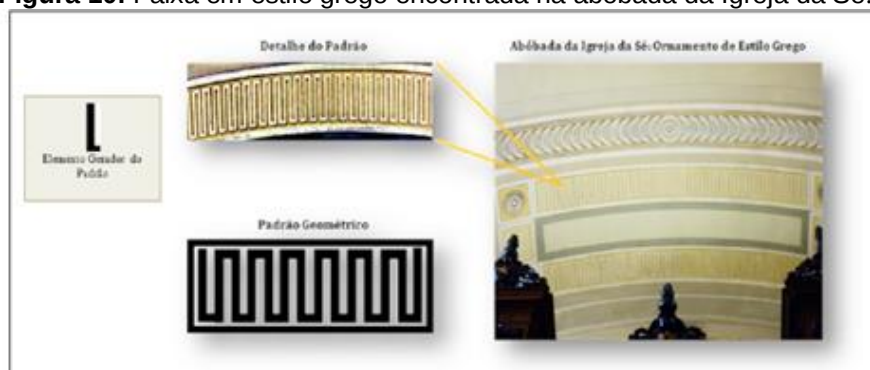
Figura 9: Faixas (superior), mosaico (esquerdo) e roseta (direito).



Fonte: Ferreira (2016) e adaptado pela autora (2021)

Dentre esses padrões geométricos, a pesquisadora e os bolsistas estudaram os padrões do tipo faixa encontradas na abóboda da igreja da Sé e as analisaram no intuito de buscar a matemática contida nesses ornamentos, com foco no estudo das simetrias para a elaboração das construções geométricas com régua e compasso. Nesse estudo, Ferreira (2016) escolheu a faixa em estilo arquitetônico grego (Figura 10) e apresentou sua construção geométrica, no qual apresentamos no quadro 8.

Figura 10: Faixa em estilo grego encontrada na abóbada da Igreja da Sé.



Fonte: Ferreira (2016) e adaptado pela autora (2021)

Quadro 8: Construção com régua e compasso da faixa grega da Sé em Belém/PA

1) Com a folha de papel milimetrado na posição de paisagem, faça os traçados a partir da segunda linha (de baixo para cima) na horizontal;
2) Com o auxílio da régua, trace um segmento de reta (na horizontal) $AB = 20$ cm. Em seguida, trace outro segmento de reta (na horizontal) $CD = 20$ cm, paralelo a AB , distante 8 cm (na vertical) do segmento AB . Em seguida feche o polígono $ABCD$;
3) Construa um polígono $A'B'C'D'$ interno e semelhante ao polígono $ABCD$ com $A'B'$ com 1 cm de AB (na vertical) e 1cm de AD (na horizontal) e $C'D'$ a 1 cm de CD (na vertical) e 1cm de AD (na horizontal), ambos com = 18 cm. Em seguida, feche o polígono;
4) Com 1cm na vertical do segmento $A'B'$ e 1 cm na horizontal do segmento $A'D'$, marque o ponto M ;
5) Com o auxílio da régua, construa os segmentos: $MN = 2$ cm (na horizontal), $NO = 1$ cm (na vertical), $OP = 1$ cm (na horizontal à esquerda do ponto O), $PQ = 3$ cm (na vertical), $QR = 1$ cm (na horizontal à esquerda do ponto Q) e $RM = 4$ cm (na vertical), formando o elemento gerador em formato de letra L ;
6) Para que o elemento gerador L fixe na faixa, é necessário traçar do ponto R um segmento $RD'A'$ de 1 cm (na horizontal) e, posteriormente, outro segmento $RMD'A'$, a 1 cm na vertical do segmento $RD'A'$ e também com 1 cm de comprimento na horizontal;
8) Faça o recorte do polígono $ABCD$;
9) Trace uma reta perpendicular t aos segmentos AB e DC que contém o segmento NO e, em seguida, faça sucessivas dobraduras, com 3 cm da reta t até finalizar o papel;
10) Faça o recorte do ornamento, preservando o elemento gerador L , fixo na faixa. Faça o recorte, contornado o elemento gerador.

Fonte: Ferreira (2016) e adaptado pela autora.

Em seguida, neste estudo, a autora apresentou sua proposta de abordagem didática que foi aplicada a 30 (trinta) alunos do 9º ano e 5 (cinco) professores de Matemática, ambos pertencentes à Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Temístocles de Araújo, localizada no bairro da Marambaia, no Conjunto da COHAB, em Belém do Pará, durante o período de maio de 2012 até outubro de 2015.

A proposta de abordagem didática de Ferreira (2016) foi desenvolvida em dois

momentos, o primeiro momento ocorreu em 15/09/2015 das 7h30 às 9h45, à partir de apresentação e discursão em que usou como recurso um Datashow e caixinhas de som e abordou o conteúdo de simetria e transformações geométricas fazendo relações com exemplos do cotidiano do aluno.

Na sequência, organizou um roteiro e o seguiu para aplicar a proposta do primeiro momento, no qual foi subdividido em seis etapas. Na primeira etapa, trabalhou a definição de simetria e os tipos de simetrias na Matemática e apresentou exemplos na arte, arquitetura e na natureza. Na segunda etapa, explorou as transformações geométricas: rotação, translação, reflexão e translação refletida, em que os alunos deviam identificar exemplos dessas transformações nos diversos objetos.

No decorrer da terceira etapa do roteiro e da aplicação da proposta, ela trabalhou a definição de padrão e os tipos de padrão na matemática como as faixas, as rosetas e os mosaicos e mostrou exemplos que ilustravam esses padrões. Na quarta etapa trabalhou a história da Igreja da Sé e fez um passeio virtual na igreja utilizando o link: <http://www.catedraldebelem.com/site/passeio-virtual/>, após, explorou a arte decorativa da igreja, a riqueza dos padrões, bem como os tipos de faixas.

As atividades propostas na quinta etapa destacaram o padrão do tipo de faixa e as transformações geométricas que o compõem. Na última etapa desse primeiro momento, a pesquisadora relacionou tudo o que foi estudado anteriormente sobre simetria e o relacionou com os padrões do tipo faixa encontrados na Igreja da Sé.

O segundo momento da aplicação da abordagem didática de Ferreira (2016) ocorreu em 17/09/2015 das 7h30 às 9h45, também a partir de apresentações, discursões e práticas que buscou a matematização dos padrões geométricos do tipo faixa encontradas na Igreja da Sé com o uso de régua, compasso e recortes. Esse segundo momento foi desenvolvido em três etapas.

A primeira etapa foi de revisão de tudo que foi explorado sobre padrões, simetrias e transformações geométricas. As duas últimas etapas foram a prática do processo, atividade 1 (quadro 9), nesse momento, os estudantes construíram os padrões geométricos do tipo de faixa encontrados na Igreja da Sé. Os recursos utilizados nessa etapa foram: Datashow, papel milimetrado, régua, lápis, tesoura e compasso. O ornamento construído por eles é apresentado na figura 11.

Quadro 9: Atividade: Construção com régua e compasso da faixa da igreja da Sé.

Atividade 1

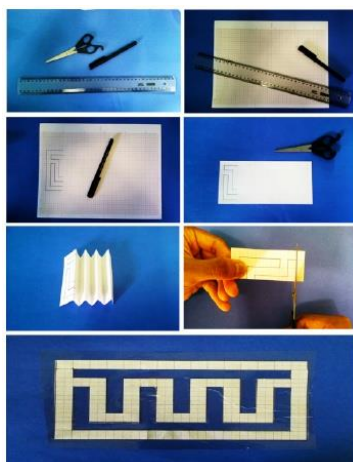
A partir da utilização de régua e compasso, iremos construir um ornamento grego, abaixo, encontrado na abóbada da igreja da Sé em Belém. Após a visualização figura abaixo, construa o mesmo padrão, seguindo os passos mostrados no quadro 8.



Materiais necessários: Lápis, Régua, Tesoura, Papel Milimétrico, Papel Carmim e Papel P.V.C.

Fonte: Ferreira (2016) e adaptado pela autora (2021)

Figura 11: Construção de faixa de ornamento grego usando régua, papel e tesoura.



Fonte: Ferreira (2016)

Ferreira (2016) observou em seus resultados que a maioria dos estudantes conseguiu construir o padrão geométrico tipo faixa proposto na atividade 1, de acordo com a pesquisadora os estudantes associaram e compreenderam os assuntos matemáticos que foram ensinados nos momentos de discussão e no processo de construção do ornamento relacionaram essa construção com os conteúdos matemáticos estudados (simetrias, padrões matemáticos e transformações geométricas).

Além disso, a autora concluiu que este estudo permitiu que percebêssemos que os conceitos de Geometria apresentados neste trabalho estão em nosso cotidiano e que precisamos resgatar o ensino de Geometria de forma mais dinâmica e mais didática nas escolas.

Concluiu também, que esta pesquisa pode servir como material pedagógico para aprofundamento da temática nela abordada e despertar novas percepções que podem auxiliar os professores de matemática no planejamento de atividades mais interessantes para os momentos de interações e socialização de informações de Geometria.

No terceiro estudo experimental, a pesquisa de Mendes (2014) teve como finalidade identificar as diversas práticas sociais associadas às histórias das ciências, da matemática, das tecnologias e de outras histórias que impulsionaram ou que podem impulsionar práticas de construção do conhecimento e da aprendizagem matemática escolar, contribuindo na formação inicial e continuada do professor de matemática na Educação Básica.

O estudo investigativo de Mendes (2014) focava nas histórias de práticas sociais relacionadas ao comércio, as artes, a navegação, a engenharia e a arquitetura como elementos importantes para a construção das problematizações matemáticas nos diversos contextos sociais como princípios de ensino e de aprendizagem, além disso, os resultados da pesquisa de Mendes (2014) buscou a organização de materiais didáticos que auxiliassem a ação docente criativa nos momentos de apresentações e interações matemática.

O pesquisador considerava que as práticas sociais históricas seria um elemento de mobilização por meio da interações matemática, através de pequenos projetos sobre a história dessas práticas sociais, em que buscava-se relacioná-las com conteúdos de matemática, tais como: tópicos de proporcionalidade, simetria, trigonometria plana, áreas e volumes, formas geométricas, teorema de Pitágoras, função do primeiro e segundo grau, entre outros.

Nesse estudo professores em formação foram os principais agentes de investigação, além de estudantes de mestrado e doutorado cujos trabalhos estavam diretamente ligados ao estudo, Mendes (2014) assumiu a mediação do processo de investigação e formação dos professores, na busca de conduzir os estudos epistemológicos sobre alguns assuntos de matemática da Educação Básica.

Os estudos anteriores de realizados por Mendes (2008, 2009a, 2009b), Miguel e Mendes (2010), orientaram o processo didático de encaminhamento da investigação e a pesquisa focou as fontes primárias, a exploração de bens patrimoniais e a pesquisa bibliográfica, uma vez que de acordo com o pesquisador não existia um quantitativo expressivo de escritos sobre a história de práticas sociais que envolvam matemática.

Mendes (2014) identificou algumas práticas sociais históricas que potencialmente poderiam mostrar o surgimento dos fundamentos histórico-epistemológicos da matemática, que foram: a engenharia militar, a navegação, a arte, a arquitetura no século XVIII, as práticas de produção de rendas, as práticas de

contagem e cálculos nas culturas indianas e chinesas, o desenvolvimento das tecnologias relacionadas à criação das calculadoras, a construção e uso de instrumentos de observação e medição de distância, dentre outras práticas.

Cada grupo selecionou uma prática para investigar e periodicamente recebiam orientação de Mendes (2014) para que pudessem avançar na investigação e reorientar as atividades planejadas, além disso, no desenvolvimento da pesquisa os estudantes envolvidos foram submetidos a uma série de experiências didáticas, a primeira delas foi a organização de leituras e reflexões em duplas, no qual apresentaram ao grupo seus estudos.

Após essa apresentação os discentes receberam orientação sobre os fundamentos que direcionam um trabalho investigativo sobre as práticas sociais já mencionadas, e partindo disso o pesquisador descreveu alguns aspectos do trabalho que seriam desenvolvidos posteriormente.

Na sequência, como primeiro exercício da pesquisa, Mendes (2014) apresentou dois vídeos sobre práticas sociais históricas, (“O túnel de Samos” e “Entrando pelo túnel”), que abordavam problemáticas semelhantes e necessitavam de conhecimentos técnicos em matemática para solucioná-la. O pesquisador usou esses vídeos para que os participantes compreendessem a proposta de trabalho de investigação coletiva.

Depois desse exercício, os professores em formação receberam um material impresso que abordava a relação entre as práticas sociais e problematizações matemáticas, no qual o objetivo era a explicação e apresentação da Unidade Básica de Problematização (UBP), propostas elaboradas por Miguel e Mendes (2010).

Em seguida, Mendes (2014) sugeriu que as duplas fizessem estudos de aprofundamentos sobre suas temáticas a partir das orientações iniciais, a fim de ampliar os conhecimentos, consultar novas fontes e situações similares, no intuito de originar novas UBPs.

Essas orientações e encaminhamentos didáticos contribuíram para que alguns estudantes avançassem nas pesquisas e descobrissem novos focos de práticas que possibilitaram a construção de problematizações, um dos alunos apresentou um estudo sobre medição e prática de agrimensura em estágios avançado, com possibilidades de ampliação, porém alguns alunos ainda apresentavam dúvidas.

Após esses encaminhamentos os estudantes em formação seguiram a

organização e elaboração em duplas de seus trabalhos, e apresentaram sua problematizações para todo o grupo. O pesquisador chamou a atenção dos participantes para que não se prendessem apenas as temáticas que receberam, para que desenvolvessem estudos histórico-epistemológicos que pudessem surgir conceitos ligados as práticas sociais com foco nas realidades socioeconômicas.

Depois disso, as orientações seguiram, os trabalhos foram sendo desenvolvidos e os estudantes organizaram um dossiê sobre a história das práticas sociais investigadas, em que estabeleceram a relação dessas práticas e a matemática que emerge delas. A pesquisa de Mendes (2014) rendeu a construção da epistemologia matemática de várias práticas sociais para a elaboração de problematizações que subsidiaram a criação de um material didático para os momentos de interações matemática, viável e útil ao ensino de vários tópicos dessa disciplina.

Os participantes apresentaram para o grupo suas elaborações tanto em nível da história das práticas sociais e matemática, quanto em nível de situações didáticas criadas por eles. Além disso, muitos textos foram elaborados para apresentação e publicação em eventos.

A pesquisa de Mendes (2014) mostrou que tanto professores em formação, quando professores em formação continuada precisam se desafiar na busca por construir compreensões e conexões entre os conhecimentos originados das práticas sociais e os conhecimentos matemáticos adquiridos ao longo da trajetória educativa, no intuito de levar as investigações para os estudantes de Educação Básica, proporcionando a eles o engajamento em suas próprias construções cognitivas matemática.

Os participantes da pesquisa de Mendes (2014) deram vários depoimentos em que mostraram suas percepções sobre as limitações e as contribuições dos projetos e das atividades investigatórias nas escolas, eles evidenciaram que esses tipos de atividades podem melhorar a clareza dos assuntos matemáticos e favorecer a aprendizagem significativa.

Além disso, os membros do grupo também consideraram que essas atividades investigatórias podem ser trabalhadas nos diversos níveis de ensino e que são importantes para o desenvolvimento da criatividade, com grandes possibilidades de uso nos momentos de discussões matemática. Também informaram que podem ampliar a visão docente sobre a aprendizagem e

asseguraram que permitem ao aluno perceber a matemática em seu cotidiano.

Por outro lado os participantes apontaram possíveis limitações como a carência de uma boa formação docente, o tempo para a execução das atividades, a carência de materiais que mostrem ou ensine como a aplicação dever ser feita, os alunos não estão habituados com esse tipo de abordagem que exigem tempo para construção das definições e também relataram que faltam recursos nas escolas para desenvolvimentos de projetos e boa vontade por parte dos professores.

Nesta experiência com os estudantes de licenciatura e estudantes de pós-graduação em matemática, Mendes (2014) constatou uma resistência dos participantes em relação à proposta, devido às dificuldades, desafios e incertezas que ela oferece, porém os desenvolvimentos das atividades fizeram com os participantes compreendessem que o processo de investigação é de construção, descoberta e criatividade, e possibilitou um novo olhar sobre os modos de produção do conhecimento na ciência, na arte e nas tecnologias.

Mendes (2014) também observou nos depoimentos dos participantes que as experiências com as investigações históricas sobre práticas sociais ligadas à matemática se mostrou um método importante para o ensino de matemática por possibilitar aos professores em formação fazer reflexões, reconstruir criticamente conceitos matemáticos e a autonomia, ajudando-os em sua formação didática e conceitual.

Desta forma Mendes (2014) destacou que os resultados da pesquisa foram de grande importância para construção de materiais didáticos para o uso nos momentos de socialização de informações de matemática da Educação Básica e para utilização dos educadores matemáticos, além de promover reflexões sobre a importância das investigações das práticas sociais históricas na construção de problematizações matemáticas e de situações didáticas de relevância para o ensino de matemática e para a formação inicial e continuada desses professores.

Ao final da pesquisa Mendes (2014) concluiu que é possível desenvolver uma abordagem didática para formação de professores que desenvolva a autonomia, a independência tendo as investigações como princípio de aprendizagem, concluiu também que o crescimento dos participantes e os níveis de suas contribuições foram materializados nos materiais produzidos, tais como: teses, dissertações, artigos publicados em periódicos, vídeos didáticos e a tradução de livros.

Com isso, o pesquisador também concluiu que esses produtos da pesquisa

poderão se constituir em excelentes instrumentos pedagógicos para a formação professores de Matemática e para auxiliar a ação docente na Educação Básica, com o trabalho dos conceitos matemáticos e o avanço de práticas matemáticas mais criativas.

O autor sugere a continuação do trabalho, visto a necessidade da produção de materiais didáticos para o trabalho docente, também sugere o aperfeiçoamento das produções de vídeos didáticos envolvendo os aspectos das práticas sociais investigadas que possam ser incorporados como materiais complementares no ensino de conteúdos de matemática da Educação Básica, além disso, recomenda motivar o trabalho com as problematizações para construção e compreensão dos conceitos por parte de professores em formação e por estudantes do Ensino Fundamental e Médio.

Por fim, a última pesquisa experimental estudada de Mendes e Gil (2017) buscou concretizar uma proposta de ensino de Geometria na formação de professores de Matemática, a partir da exploração matemática do patrimônio histórico e arquitetônico de Belém, e assim produzir encaminhamentos didáticos para o curso de formação de professores.

Para que alcançar esse objetivo, formularam a seguinte questão de pesquisa: como uma abordagem didática centrada no contexto do patrimônio histórico e arquitetônico de Belém, do século XVIII pode contribuir para o ensino de geometria em cursos de formação dos professores de Matemática e, conseqüentemente com implicações para a educação básica?

O trabalho de Mendes e Gil (2017), inicialmente abordou os fundamentos epistemológicos e metodológicos que proporcionaram ampliar suas perspectivas teóricas, os autores apresentaram vários estudos que advogam sobre o uso das investigações históricas e o ensino da Matemática e suas potencialidades, tais como, Mendes (2009c), Mendes, Fossa e Valdés (2006) e Miguel et. al. (2009), além de outras referências.

Também, apresentaram alguns estudos em que a pesquisa se apoiou para abordar o patrimônio arquitetônico e o ensino de Matemática, no qual podemos citar: Mendes (2007; 2008) que tratou sobre as investigações do patrimônio histórico-cultural na organização de problematizações matemáticas, Mendes e Gil (2011) que abordou algumas características geométricas da obra de Landi para o ensino de geometria e Mendes (2012) explorou o octógono da capela de São João Batista

como possibilidade de abordagem didática nos momentos de discussões de matemática. Além dessas referências mencionaram o Guia Básico de Educação Patrimonial de Horta, Grunberg e Monteiro (1999) que subsidiou os estudos sobre Educação Patrimonial.

No capítulo seguinte do livro de Mendes e Gil (2017) tratou da organização e execução do curso de extensão, cujos participantes foram 25 (vinte e cinco) estudantes de Licenciatura Plena em Matemática do IFPA, sendo que destes 15 (quinze) eram estudantes bolsistas do PIBID/IFPA. A preparação do curso de extensão ocorreu em três etapas: 1) Procedimentos geradores das condições de realização da pesquisa; 2) Projeto de Extensão e 3) Plano de Trabalho.

Nos procedimentos geradores das condições de realização da pesquisa, ocorreram ações, tais como, experiência piloto com a orientação de dois trabalhos de conclusão de curso, visitas aos locais para o conhecimento *in loco* do patrimônio, entrevista com o professor Osvaldo Coimbra estudioso da obra de Landi, pesquisa de plantas baixas na biblioteca do IPHAN, buscaram uma representação do IPHAN para proferir uma palestra sobre o Patrimônio Histórico de Belém.

A participação no seminário e minicursos sobre a investigação histórica nas aulas de Matemática, bem como a participação na disciplina Fundamentos e métodos de ensino de geometria, todas ministradas pelo professor Dr. Iran Abreu Mendes. Todas essas ações ampliaram as perspectivas de estudo sobre o ensino de Geometria, além de contribuir com reflexões e indicações relevantes e esclarecimentos importantes da temática para serem ministrados no curso de extensão.

A segunda etapa para elaboração do curso de extensão foi a criação do projeto de extensão, que buscou planejar as ações didáticas que foram realizadas durante as quatro unidades de ensino: Unidade I – Estudos exploratórios do patrimônio, Unidade II – Investigação histórica como proposta metodológica transversalizante, Unidade III – Mapeando e explorando o patrimônio histórico arquitetônico de Belém e Unidade IV – Elaboração de Atividades sobre geometria e medidas.

A etapa seguinte da elaboração do curso de extensão que foi o plano do curso, os investigadores apresentaram as ações organizadas para cada unidade de ensino, definiram conteúdos e procedimentos para cada unidade, finalidades, textos, palestras de cada unidade, orientações metodológicas e critérios de avaliação dos

licenciandos. Além disso, a elaboração e seleção de materiais como folders, cartazes, questionários, textos, imagens, e a definição do local, e da data da realização do curso, entre outros procedimentos de planejamento das ações.

No capítulo quatro, Patrimônio histórico arquitetônico e formação de professores de Matemática, Mendes e Gil (2017), apresentaram como se deu o desenvolvimento do projeto de extensão, isto é, eles descreveram como ocorreu o desenvolvimento das atividades e mostraram as produções em forma de atividade, geradas no curso. A atividade inicial do curso foi a apresentação das obras de Landi, bem como a apresentação do projeto do curso e o projeto de pesquisa. Em seguida, o professor Dr. Iran Abreu Mendes apresentou seu programa de pesquisa: Arte, Ciência, Arquitetura e Matemática na Amazônia do século XVIII, trabalho de pesquisa do período de fevereiro de 2007 a fevereiro de 2017. Após, os pesquisadores deram algumas orientações sobre o método de trabalho do curso, cronograma das atividades e certificação.

A Unidade I do curso foi desenvolvida inicialmente através de uma palestra sobre Landi e suas obras, ministrada pelo professor Dr. Osvaldo Coimbra em que foram levantadas os diversos aspectos do Patrimônio Histórico de Belém, após ocorreu um estudo sobre as conexões entre Arte, Arquitetura e Matemática, e o palestrante comentou sobre os temas sugeridos pelo Fórum Landi para serem explorados como conteúdos matemáticos: a) Medidas de limites de extensão, b) Comparação de sistemas de medição, c) Unidades de medidas não convencionais e padrão, d) formas geométricas, e) simetrias e f) análises de volumes e de ângulos de paredes e aberturas.

Além disso, o palestrante apresentou temas que poderiam ser explorados com esses conteúdos matemáticos, como: A Matemática e o Centro Histórico como áreas de estudo interdisciplinares e A Matemática e a identidade cultural da Amazônia. Também ocorreu uma palestra sobre Educação Patrimonial com um representante do IPHAN, em seguida ocorreram orientações sobre como fazer um levantamento bibliográfico e ao final da unidade os participantes deviam fazer um levantamento bibliográfico sobre as obras de Landi.

Na Unidade II do curso foram discutidos os aspectos epistemológicos para o uso das investigações históricas para a formação inicial dos professores, tendo como referencia os estudos de Mendes (2009a). Além disso, os investigadores abordaram diversos artigos, monografias e textos sobre a temática do curso,

promoveram também uma palestra ministrada pelo professor Dr. Iran Abreu Mendes sobre a elaboração de um projeto de investigação histórica.

Em seguida, no desenvolvimento da Unidade II d curso, Mendes e Gil (2017) sugeriram uma atividade que os participantes fizessem um jornal como estratégia de investigação para o ensino de Matemática como forma de despertar criatividade, a curiosidade e o trabalho cooperativo entre professores e alunos, para assim favorecer a aprendizagem Matemática com a exploração da investigação de situações problemas, essas foram algumas das considerações para o planejamento, elaboração e composição do jornal. Os temas que constaram no jornal foram diversos e estavam relacionados com a vida e obra de Landi, seu estilo arquitetônico, a descrição de seu contexto político, religioso, financeiro e social.

Na sequência de atividades da Unidade II foi feita a socialização dos jornais na turma com a apresentação das criações de cada dupla de licenciandos, por fim os pesquisadores reforçaram que os participantes ampliassem a criatividade e os métodos e ensino de geometria de acordo com os objetivos dos trabalhos.

Na Unidade III do curso, os participantes recolheram dados em diários de campo, filmagem e questionários para construir fundamentação teórica para o estudo, os estudantes recolheram essas informações na participação no roteiro Geo-Turístico na Cidade Velha e da biblioteca setorial do Fórum Landi. Nessa unidade também ocorreu uma palestra que falaram sobre o estilo arquitetônico de Landi e os participantes fizeram um estudo sobre as unidades de medidas convencionais e não convencionais na arquitetura investigada.

O trabalho com essa temática das medidas ocorreu com o auxílio dos textos: *Unidades de medidas convencionais e não convencionais os aspectos dessas unidades de medidas, A chegada de Landi em Belém e a primeira estada na Amazônia*, depois os autores fizeram um recorte das situações vivenciadas por Landi e elaboraram situações problemas que relacionaram história dos antigos pesos e medidas desde a pré-história até o século XIX. Após, os autores apresentaram os textos com os conteúdos matemáticos explorados e as atividades propostas e usadas no curso.

Na atividade denominada *O corpo humano como instrumento de medida*, os autores discutiram as medidas antropométricas, isto é, as medidas baseadas em partes do corpo humano (mãos, pés, dedos e braços) que foram possivelmente usadas por Landi nas plantas das obras edificadas por ele em Belém, nessa

atividade os pesquisadores propuseram que os cursistas fizessem medições com medidas não convencionais, e relacionassem com o contexto de Landi e a evolução histórica dos pesos e medidas.

Ainda nessa atividade, Mendes e Gil (2017) sugeriram abordagens a serem realizadas nas escolas para que os alunos usassem as unidades antropométricas na prática ou no momento de visitas ao Patrimônio Histórico e Arquitetônico da Cidade Velha em Belém. No quadro 10, apresentamos as abordagens 1, 4 e 5 sugeridas:

Quadro 10: Atividades sobre unidades antropométricas

1. Faça uma pesquisa sobre essa unidade de medida (pé) e procure fazer uma conversão para o nosso sistema métrico decimal;
4. Leve os estudantes para a quadra de esportes da escola. Solicite que mantenham os mesmos grupos da sala. Os estudantes deverão medir, com seu próprio corpo, a largura da trave do gol, faça-os concluir que utilizar os pés ou passos será bem mais fácil;
5. Durante a visita ao Centro histórico de Belém que tal realizar medições utilizando: palmo, pés, braço, etc. Use sua criatividade para elaborar algumas propostas que poderão ser realizadas pelos alunos. Nessas atividades procure relacionar fatos históricos, relativos ao patrimônio escolhido e as atividades propostas;

Fonte: Mendes e Gil (2017)

Depois destas atividades iniciais, os cursistas participaram de outra palestra, em que aprenderam elaborar um Mapa para um Roteiro Geo-turístico, essa palestra reforçou o caráter interdisciplinar da Educação Patrimonial, pois ficou evidente a conexão entre Geografia, a Matemática, a Informática, a Arte, o Desenho, a História e a Língua Portuguesas.

Em seguida, os pesquisadores apresentaram as diversas formas geométricas que podiam ser identificadas nos prédios históricos da arquitetura de Belém e para esta etapa produziram o texto: *Formas Geométricas – as mais variadas podem ser encontradas nos prédios históricos, Simetrias e Análises de Volumes*. Neste texto, os autores contextualizaram as influências estilísticas de Landi, as características arquitetônicas encontradas e as formas geométricas observadas.

Então na atividade de visita ao Patrimônio Histórico de Belém na Cidade Velha, proposta pelos autores, os alunos indicaram as formas geométricas nas obras de Landi, tendo como referência as formas geométricas que haviam estudado anteriormente e registraram as imagens e desenhos do Patrimônio, na sequência, fizeram uma relação das formas geométrica encontradas na arquitetura de Landi e as formas geométricas estudadas na escola. Os locais visitados foram: Igreja de Nossa Senhora do Carmo, Igreja de São João Batista, Palácio Antônio Lemos, Igreja da Sé e Casa das Onze Janelas, esse circuito de visitas foi denominado de Circuito Landi e propôs a educação patrimonial e o estudo dos conteúdos de forma

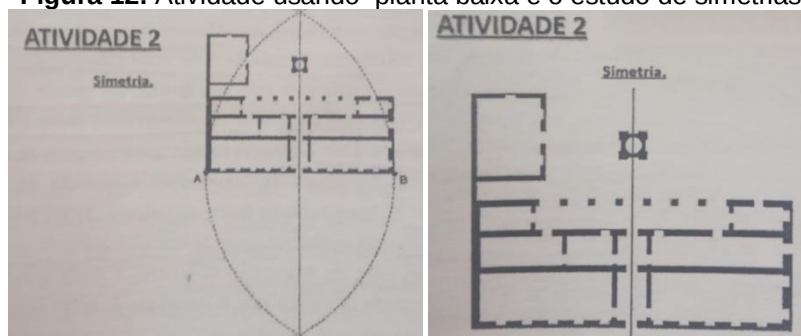
interdisciplinar.

Mendes e Gil (2017) continuaram a proposta didática do ensino de Geometria com a realização de uma oficina ministrada por um estudante egresso orientado pelos pesquisadores. Nessa oficina o estudante apresentou o *software* Toondoo que auxiliou na elaboração de sete atividades com a temática do Patrimônio Histórico de Belém. Na primeira atividade os cursistas visualizaram o Mapa do circuito realizado pela manhã no computador e nesse mapa havia os locais visitados indicados com numerações, os alunos tinham que identificar a obra de Landi visitada e conferiam se a resposta estava correta com um clique na numeração.

Ainda na primeira atividade da oficina, os alunos receberam Mapa do Circuito Landi impresso e foi solicitado que os traçassem com o lápis ou caneta o roteiro que fizeram, nomeando as ruas, prédios e obras visitadas o que possibilitou explorar noções espaciais, localização de espaço e localização de coordenadas.

A segunda atividade abordou o assunto simetria e as noções de beleza, harmonia, localizar pontos equidistantes, medir distâncias e coordenadas. Para essa atividade o ministrante usou a planta baixa da Casa das Onze Janelas, da Igreja de Santana e do Palácio dos Governadores no Geogebra e impressa para mostrar e conceituar simetria (Figura 12), depois de mostrar pediu para que os participantes repetissem a atividade usando régua e compasso ou o Geogebra.

Figura 12: Atividade usando planta baixa e o estudo de simetrias



Fonte: Mendes e Gil (2017)

Na terceira atividade o objetivo foi introduzir o conceito de número de ouro, para isso o estudante egresso usou fitas métricas e o quadro 11. Nessa atividade os alunos participantes deviam medir uns aos outros (a medida da altura a e dividir pela medida u referente à medida do umbigo até o chão), para depois comparassem o resultado de cada aluno e respondessem se haviam encontrado alguma relação, em seguida, projetou o vídeo “Donald no país da Matemática” e propôs que os alunos encontrassem outras partes do corpo que tenham a Proporção Áurea.

Quadro 11: Atividade sobre o número de ouro

	Nomes	idade	altura (a)	Umbigo até o chão (u)	a/u	u/a
1						
2						
3						

Fonte: Mendes e Gil (2017)

As atividades seguintes continuaram a explorar a proporção áurea, como as atividades cinco e seis. Na atividade cinco, os cursistas manipularam régua e compasso para construir um retângulo de ouro de forma obter um segmento áureo para que assim pudessem reforçar conceitos geométricos e figuras planas e apresentou algumas orientações:

- a) Traçar um segmento AB;
- b) Determinar a mediatriz de AB, que corta o segmento no ponto O;
- c) A partir de B, levantar uma perpendicular a AB;
- d) Com centro em B e raio BO determina-se o ponto C na perpendicular B;
- f) Com centro em C e raio CB, determina-se D, sobre CA;
- g) Com centro em A e raio AD, determina-se E, sobre AB;
- h) Finalmente, obtivemos AE, segmento áureo de AE (MENDES E GIL, 2017, p. 136).

Na atividade seis, a ideia foi trabalhar a proporcionalidade e conseguir encontrar os retângulos áureos nas fachadas das obras de Landi usando a régua e compasso, propuseram encontrar esses retângulos na fachada da igreja de São João Batista, por fim, na última atividade os alunos fizeram uma história em quadrinhos usando o Toondoo para contar a história sobre Landi e ao final das atividades fizeram um relatório sobre as atividades realizadas anteriormente finalizando assim as atividades da oficina.

A unidade IV do curso de extensão buscou estimular os cursistas a elaboração de atividades de geometria com o foco no patrimônio histórico para isso Mendes e Gil (2017) disponibilizaram aos estudantes, livros, artigos e plantas baixas. Após, o professor Dr. Iran Abreu Mendes apresentou uma retrospectiva das unidades anteriores do curso e também esclareceu que as abordagens se tratavam de abordagens para alunos de Ensino Fundamental e Ensino Médio.

Além disso, explanou sobre algumas formas de explorar o patrimônio histórico, como a exploração geométrica das fachadas, no qual podemos prolongar suas linhas e encontrar diversos ângulos formados para sua projeção e o comprimento da mesma. Mostrou a triangulação na imagem da fachada da igreja de São João Batista e questionou os cursistas por que algumas formas geométricas aparecem mais em uma obra do que em outras? Por que os aspectos triangulares e circulares de algumas fachadas? Qual o estilo arquitetônico dominante da época?

Que tipo de prédio foi pensado na época? Entre outros questionamentos.

Em seguida, sugeriu atividades e materiais que poderiam ser reproduzidos, a partir do que foi estudado nas unidades anteriores, tais como: referenciais, jornais, relatórios, material pedagógico, Powerpoint de atividades, caderno de atividades, pequenos *clips*, pôsteres e artigos. Após esse momento, os alunos participantes assistiram ao filme DVD Landi, onde em seguida, o Prof. Iran fez comentários sobre a vida de Landi e as obras que os alunos visitaram no circuito e perguntou quais conteúdos matemáticos poderiam ser explorados. Os alunos citaram os conteúdos de simetria, formas geométricas e unidades de medidas.

Uma dúvida que surgiu nesse momento do curso foi sobre o momento correto de ser dado o conteúdo matemático, o Prof. Iran explicou que em uma turma inicial o conteúdo pode ser dado primeiro e depois levar o aluno para ver a obra, mas em uma turma mais adiantada não é preciso iniciar primeiro o conteúdo e enfatizou que é necessária a busca da Matemática contida no Patrimônio Histórico e exemplificou que na igreja de São João Batista poderia ser explorado os aspectos matemáticos: tipos de polígonos, medidas de lados, ângulos e diagonais, as simetrias, relações e propriedades matemáticas descobertas nas obras.

Ainda nas atividades do curso de extensão na unidade IV, o Professor Iran discutiu com os alunos uma pesquisa no livro Espaço e Número sobre Matemática e Simbologia para buscar explicação de símbolos na obra de Landi, como por exemplo a forma octogonal, em seguida apresentou aos cursistas o site do Fórum Landi onde são encontrados diversos materiais e documentos da vida do arquiteto e após entregou a imagem da planta baixa da Igreja de Santana e pediu aos cursistas para localizar a nave central e outros elementos, entregou também a planta baixa da Igreja de São João Batista e da Casa de Conferências dos Plenipotenciários para que os alunos fizessem a matematização anotando no caderno cada procedimento e traçado realizado na planta baixa.

Os autores continuaram desenvolvendo a unidade IV com a apresentação de problematizações usando construções geométricas nas plantas baixas que foram distribuídas anteriormente. Na primeira atividade os pesquisadores mostraram como construir uma mediatriz de um segmento AB usando régua e compasso e usaram essa construção para mostrar como encontrar simetria na planta baixa do patrimônio histórico, em seguida, na atividade 2, mostraram os tipos e os exemplos de simetrias encontradas na arquitetura de Landi.

Na atividade três, os pesquisadores usaram a planta baixa da nave da Igreja de São João Batista que tem um formato de um octógono e pediram que os alunos traçassem com régua, lápis e letras maiúsculas, os vértices desse octógono, os vértices foram unidos, e após, traçaram as diagonais dos vértices opostos que não se intersectam em um ponto, o que mostrou uma pequena irregularidade do polígono. Além desses conceitos matemáticos, os pesquisadores também trabalharam com os alunos as medidas dos ângulos internos do octógono, a medida que os alunos encontraram foi de 135° .

A atividade quatro apresentada pelos autores tinha como objetivo mostrar aos cursistas como construir usando régua e compasso um octógono regular usando uma das medidas dos lados do octógono da planta baixa da nave da Igreja de São João Batista. Mendes e Gil (2017) desenvolveram a construção com os alunos passo a passo e sugeriram que durante essa abordagem valorizassem além dos aspectos matemáticos, os aspectos sociais, históricos e culturais.

Mendes e Gil (2017) deram algumas orientações aos alunos da estrutura para se construir e desenvolver uma abordagem didática usando o patrimônio histórico da Igreja de São João Batista:

- 1) Escolher o conteúdo a ser estudado;
- 2) Criar um título para a atividade;
- 3) Determinar a série e o nível de ensino a ser ensinado;
- 4) Fazer o enunciado com a problematização usando a história daquele patrimônio para contextualizar a atividade;
- 5) Problematizar usando fotografias, vídeos, plantas e desenhos da obra e outros elementos;
- 6) Criar a sequência de atividade com os comandos;
- 7) Usar: régua e compasso, régua e lápis, Geogebra, Paint;
- 8) Procurar mostrar as propriedades e relações encontradas por meio do estudo. (MENDES E GIL, 2017, p. 154).

Os alunos desenvolveram diversos trabalhos durante a experiência do curso de extensão, tais como: relatórios, projetos de produção de jornais e a produção dos jornais, artigos, trabalhos de conclusão de cursos, entre outros materiais que contribuíram com a formação inicial dos professores que participaram do curso e para uma abordagem didática para o ensino de Geometria apoiada no patrimônio arquitetônico de Belém.

Os autores, por fim, apresentaram os resultados dos instrumentos de avaliação aplicados aos 25 participantes durante o curso de extensão e fizeram uma avaliação de cada uma das unidades e uma avaliação geral de todo o processo. A produção do jornal de acordo com os participantes despertou o interesse para o

exercício da pesquisa e problematizações no sentido de como explorar a Matemática.

Os cursistas também aprovaram os conteúdos das palestras e sobre a realização do circuito de visitas denominado Circuito Landi 82% dos alunos avaliaram como excelentes, os participantes afirmaram que usariam o método de visitas para ensinar os conteúdos matemáticos nas imagens fotografadas pelos próprios alunos. Sobre a atividade de produção do relatório 88% aprovaram a atividade, pois nele foi possível colocar todas as informações do curso, as fotos das visitas e puderam fazer as reflexões do que aprenderam.

Os participantes mencionaram a necessidade de ampliação da temática, assim como o maior embasamento e conhecimento gerais em estilos matemáticos e geométricos do passado, avaliaram também que o curso contribuiu para uma formação diferenciada, pois, permitiu que eles realizassem atividades matemáticas com vínculo sociocultural.

Por fim, Mendes e Gil (2017) fizeram as reflexões finais e os apontamentos para os estudos futuros, os autores concluíram que o curso de extensão proporcionou que os estudantes a partir das vivências de aprendizagens se tornassem sujeitos mais criativos, ativos, reflexivos e investigadores e que o material didático produzido e as ideias contidas nas atividades podem ser utilizados com estudantes da Educação Básica.

Além disso, concluíram também que a abordagem histórica cultural surgiu como uma ótima ferramenta para ser utilizada nos momentos de interações matemáticas e constataram que a formação inicial dos professores precisa contestar as limitações do ensino tradicional e estabelecer o vínculo entre patrimônio, cultura, educação e saúde no intuito de enriquecer o processo pedagógico e favorece o intercâmbio de ferramentas educativas. Como perspectiva futura, os autores pretendiam transformar o curso de extensão em um curso de Especialização.

3.1.3. Análise global da revisão de estudos

No quadro 12, seguinte, sintetizamos os resultados e as contribuições que cada trabalho indicou na revisão de estudo, destacamos os aspectos relevantes para a temática do ensino de Geometria, dos arcos e ângulos e o patrimônio arquitetônico de Sobral/CE, essas contribuições serão a base para a construção de nossas atividades.

Quadro 12: Quadro síntese dos trabalhos revisados

AUTOR	CONTRIBUIÇÕES
Gil (2014)	Percebeu a falta de conexão do ensino de Matemática com o desenvolvimento histórico, cultural e social dos estudantes. Pesquisou e mostrou a construção geométrica dos arcos (pleno, ogival e tribolado) usando régua e compasso e apresentou as comparações nas imagens da fachada da igreja de São João Batista. Elaborou um roteiro de dez ações que podem ser utilizadas por professores para o ensino de Geometria a partir do patrimônio histórico. Sugeriu aos docentes de Matemática pesquisar e criar uma abordagem adaptada à realidade de seus alunos.
Mendes (2012)	Observou que a Geometria no contexto da arquitetura do octógono da capela de São João Batista, pode abordar o conceito de proporcionalidade e congruência de formas, de segmentos e áreas planas. Além de pontos, linhas, formas geométricas planas e espaciais, simetrias, comparação dos sistemas de medição e análises das relações de volumes. Para o trabalho com os ângulos, podem ser feitas relações no plano e no espaço dos ângulos das paredes, janelas, portas e formas decorativas com o uso de réguas, compasso, transferidores ou <i>Cabri</i> . Outros aspectos para serem problematizados são estilos arquitetônicos e as relações matemáticas, bem como a exploração transversalizante dos aspectos históricos, geográficos, políticos, econômicos, sociais e culturais da época.
Mendes e Gil (2011)	Ressaltaram a importância do Circuito Landi para praticar a educação patrimonial e sugeriram que estudantes conhecessem a partir de visitas guiadas o centro histórico de Belém. Orientaram de acordo com o manual do professor do Fórum Landi na condução das visitas, dentre as orientações citaram a preparação de textos e vídeos, antes das visitas, para apresentar o patrimônio, orientaram também, o uso de câmeras fotográficas e ficha de pesquisa para os registros das visitas. Sugeriram a organização de uma mostra de fotos e desenhos, em que os estudantes fariam a explicação matemática dos assuntos estudados. Enfatizaram a possibilidade de um trabalho cooperativo e interdisciplinar, e apontaram alguns assuntos que podem ser conectados ao estudo do patrimônio.
Tavares e Costa (2019)	Observaram na arquitetura de Parintins a beleza dos arcos, linhas paralelas, círculos, triângulos, circunferências, retângulos, trapézio, e afirmaram que esse contexto favorece a apresentação dessas definições e a exploração de simetrias, transformações isométricas e a medida do ângulo dessas transformações. Analisaram que o arco (romano e abatido) é um recurso pedagógico pois, ao mesmo tempo que é um objeto matemático, é uma figura geométrica da arquitetura de Parintins que possibilita estudar o raio, diâmetro, corda, perpendicularidade, mediatriz e ponto médio. Destacaram que a observação da arquitetura pode ocorrer por meio de visitas ou fotografias e ressaltaram que o patrimônio arquitetônico desperta a atenção dos alunos para as formas, medidas, deslocamentos e simetrias, desenvolvendo o pensamento geométrico, explicado pela BNCC, além de permitir a interdisciplinaridade entre a matemática, história, geografia e artes.
Altenburg (2017)	Analisou que as atividades com as fotografias permitiu a interação com a Geometria, auxiliando nas dificuldades, pois os estudantes visualizaram as formas geométricas e relacionaram com a arquitetura Pormerana e conseguiram atingir níveis satisfatórios de aprendizagem. Observou que o uso das tecnologias permitiu o engajamento e auxiliou na construção do conhecimento. Além disso, as atividades Etnomatemáticas possibilitaram aos alunos olhar a própria comunidade e dessem significado a aspectos culturais para conhecer a própria história. Concluiu que é necessário valorizar o contexto cultural dos estudantes no processo ensino-aprendizagem, e a Etnomatemática coopera neste sentido ao proporcionar construir o conhecimento na prática, na

	pesquisa e na visualização rompendo o paradigma de que a Matemática é apenas teórica, sem aplicação no cotidiano
Ferreira (2016)	Ao estudar os padrões do tipo faixa da igreja da Sé de Belém/PA, percebeu que os estudantes associaram e compreenderam os assuntos matemáticos e no processo de construção do ornamento relacionaram essa construção com os conteúdos estudados (simetrias, padrões matemáticos e transformações geométricas). Concluiu que o estudo permitiu perceber que os conceitos de Geometria apresentados estão no cotidiano e que precisamos resgatar o ensino de Geometria mais dinâmico e didático nas escolas. A pesquisa pode servir como material pedagógico para aprofundamento da temática e despertar novas percepções que podem auxiliar os professores no planejamento de atividades interessantes para os momentos de discussões de Geometria.
Mendes (2014)	identificou as diversas práticas sociais que envolviam a matemática, tais como, as artes, a navegação, a engenharia e a arquitetura e percebeu que não existia um quantitativo expressivo de escritos sobre elas e que elas podem impulsionar a aprendizagem matemática escolar. Mostrou que professores em formação e em formação continuada precisam se desafiar na busca das conexões dos conhecimentos das práticas sociais e a matemática, no intuito de levar as investigações para estudantes de Educação Básica. Observou que as investigações históricas matemáticas se mostraram um método importante para o ensino de matemática por possibilitar aos professores, reconstruir conceitos, ajudando-os em sua formação didática e conceitual. Sugere a continuação do trabalho, visto a necessidade da produção de materiais didáticos. Recomendou motivar o trabalho com as problematizações com professores em formação e por estudantes da Educação Básica.
Mendes e Gil (2017)	Apresentaram vários estudos que advogam sobre o uso das investigações históricas, o ensino da Matemática e o patrimônio arquitetônico. Trataram da organização e execução do curso de extensão com licenciando sobre a Educação Patrimonial e o ensino de Matemática, em que uma das atividades foi o passeio turístico na Cidade Velha em Belém/PA. Também, realizaram uma oficina ministrada por um estudante egresso orientado pelos pesquisadores em que fizeram várias atividades explorando a Geometria e o patrimônio arquitetônico de Belém usando recursos tecnológicos, régua e compasso. No curso de extensão, também, disponibilizaram aos licenciandos, livros, artigos e plantas baixas para criação de atividades. Produziram com os discentes, atividades e materiais para serem utilizados na Educação Básica, tais como: referenciais, jornais, relatórios, Powerpoint de atividades e artigos. Constataram que a formação inicial dos professores precisa contestar as limitações do ensino tradicional e estabelecer o vínculo entre patrimônio, cultura, educação e saúde no intuito de enriquecer o processo pedagógico e favorecer o intercâmbio de ferramentas educativas.

Fonte: Autora (2022)

Os trabalhos revisados proporcionaram visualizar as pesquisas sobre o uso do patrimônio arquitetônico e o ensino de Geometria de forma abrangente, pois possibilitaram perceber os conteúdos que podem ser estudados, as dificuldades desse tipo de abordagem, os níveis de ensino que podem ser aplicados e os impactos positivos no ensino e na aprendizagem.

Sobre as possibilidades, as pesquisas mostraram que a temática favorece o trabalho transversal, a interdisciplinaridade e o desenvolvimento do pensamento geométrico, além de ser um contexto riquíssimo para explorar os assuntos de

sistemas de medição, a retas, pontos, planos, perpendicularismo, as formas geométricas planas e espaciais, áreas, volumes, proporções geométricas, simetrias, mediatriz, ponto médio, transformações geométricas e ângulos, os arcos em arquitetura e os arcos geométricos, enfim, as diversas geometrias, plana, espacial e analítica, com o uso de régua e compasso ou com o auxílio de recurso tecnológico como o Geogebra.

Em relação aos impactos na aprendizagem mostraram que os estudantes conseguiram fazer associações e compreender os objetos de Geometria nas visitas guiadas, nas fotografias da arquitetura histórica e na construção do ornamento decorativo com papel, o que permitiu impulsionar a aprendizagem de Geometria, olhar para a própria cultura, conhecer a própria história e aproximar o conteúdo estudado de sua realidade sociocultural.

Outro aspecto relevante é que a abordagem da arquitetura histórica podem ser trabalhadas a nível de educação superior, não se limitando a educação básica, pois permitiu aos licenciados de Matemática se desafiarem na produção de atividades, jornais, artigos e dissertações que possibilitou reconstruir conceitos, descobertas e contestar o ensino tradicional.

Dentre as dificuldades percebidas pelos pesquisadores estão a falta de conexão da matemática escolar com o contexto sociocultural dos estudantes, e também o reduzido quantitativo de estudos e materiais didáticos para aprofundamento e planejamento pedagógico. Por isso, os pesquisadores apontaram que é preciso que professores e licenciandos em Matemática se desafiem na busca de abordagens e produzam materiais adaptados aos contextos socioculturais dos estudantes. Um caminho interessante, segundo as pesquisas, são as problematizações e as investigações históricas.

Em síntese, os trabalhos revisados nos mostraram que as arquiteturas históricas de Landi em Belém/PA, de Parintins/AM e a arquitetura pomerana no Rio Grande do Sul se mostraram contextos possíveis para o ensino de Geometria que podem ser utilizados para impulsionar a aprendizagem na Educação Básica e permitir que professores e licenciandos em Matemática reflitam sobre o ensino tradicional e construam alternativas pedagógicas que tornem a Matemática mais acessível aos estudantes a partir da utilização do contexto sociocultural em seu ensino. Agora, vamos conhecer a Etnomatemática que proporciona os elementos teóricos desta pesquisa.

4. EMBASAMENTO TEÓRICO

Nesta seção faremos o embasamento teórico, ao conhecermos a visão Etnomatemática teremos condições de entender mais claramente essa abordagem em nossa proposta de atividades que usará o patrimônio arquitetônico de Sobral/CE para o ensino dos arcos e ângulos e da Geometria, por isso, a importância conhecermos mais profundamente a fundamentação e os pressupostos dessa teoria.

4.1. ETNOMATEMÁTICA

O Movimento Matemática Moderna chegou ao Brasil na década de 60 e ficou caracterizado, de acordo com Duarte e Silva (2006) pela valorização no currículo escolar dos conteúdos abstratos de Matemática e o esquecimento de áreas como a Geometria.

Com o fracasso desse movimento na década de 70, segundo Ferreira (2003) os educadores brasileiros buscavam uma nova abordagem da Matemática nas escolas que valorizasse os conhecimentos culturais que os estudantes traziam para o contexto escolar.

A partir disso, Ferreira (2003) afirma que a atenção dos educadores se voltou para os conhecimentos matemáticos de diferentes grupos: pedreiros, pescadores, artesões e feirantes, e utilizavam vários nomes para conceituar essas matemáticas. No quadro 13, exemplificamos os educadores e as denominações utilizadas:

Quadro 13: Termos utilizados antes de Etnomatemática

Autores	Termos
Zaslavsky (1973)	Sociomatemática
D'Ambrósio (1982)	Matemática Espontânea
Posner (1982)	Matemática Informal
Caraher (1982) / Kane (1987)	Matemática Oral
Gerdes (1982)	Matemática Oprimida
Caraher (1982), Gerdes (1985), Harris (1987)	Matemática Não-Estandarizada
Gerdes (1982-1985)	Matemática Escondida ou Congelada
Mellin / Olsen (1986)	Matemática Popular
Sebastiani Ferreira (1987)	Matemática Codificada no Saber / Fazer
Sebastiani Ferreira (1993)	Matemática Materna
D'Ambrósio (1998)	Matemática Antropológica

Fonte: Ferreira (2003) e adaptada pela Autora (2020)

Apesar dessas várias denominações, o nome que acabou representando as ideias dos educadores foi Etnomatemática, usado oralmente pela primeira vez por Ubiratan D'Ambrosio em uma conferência em 1978 e escrito pela primeira vez em 1985 em seu livro “Etnomathematics and its Place in the History of Mathematics”.

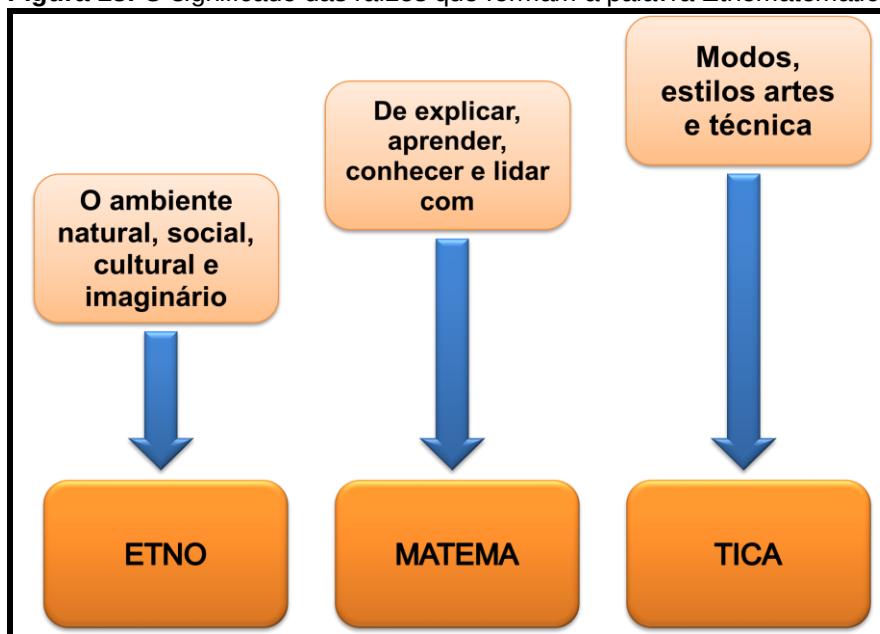
No ano de 1986, depois de estabelecido o termo Etnomatemática, pesquisadores de diferentes países criaram o Grupo Internacional de Estudo em Etnomatemática (IGSEm), cujo o objetivo era fazer reflexões sobre a área e como poderiam utiliza-la no contexto escolar.

Ubiratan D'Ambrósio foi quem difundiu as ideias da Etnomatemática no Brasil na década de 70, ele definiu Etnomatemática como um Programa de Pesquisa que busca compreender as formas de matemática dos grupos culturais.

Então, esse programa de pesquisa representa uma metodologia de investigação que busca analisar as práticas matemáticas locais, pois visa valorizar, difundir e respeitar o conhecimento matemático (ideias, noções, procedimentos, processos e práticas) que se originam em diversos contextos culturais no decorrer da história (D'AMBROSIO; ROSA, 2016, p. 17).

Ele também conceituou Etnomatemática, a partir da junção das três raízes que formam a palavra: “ETNO”, “MATEMA” e “TICA”. Na figura 13, temos a explicação ilustrativa feita por D'Ambrosio (2015).

Figura 13: O significado das raízes que formam a palavra Etnomatemática



Fonte: Adaptado de D'Ambrosio (2015)

“ETNO” são os diferentes ambientes, contextos naturais, culturais e imaginários, “MATEMA” significa explicar, aprender, conhecer e lidar, e “TICA” são as técnicas, as artes, as habilidades e as maneiras. Desta forma, a partir das

explicações de D'Ambrosio, a Etnomatemática são as diferentes habilidades ou modos de homens e mulheres explicarem, aprenderem e conhecerem a partir do diversos ambientes naturais, sociais e culturais.

4.1.1. As diferentes concepções de Etnomatemática

Muitas discussões ainda existem sobre o termo Etnomatemática e não se tem uma definição precisa para a palavra, Oliveira (2006, p.130) afirma que isso ocorre porque “O termo Etnomatemática envolve um amplo espectro de ideias e sua abrangência pode ser percebida quando se analisa as raízes etimológicas que o compõem”.

A raiz ETNO pode nos dar a noção desse amplo espectro de ideias, pois pode estar associada a etnias, a grupos culturais identificados (tribos, profissionais, criança e etc.), pode ser memória cultural, códigos, mitos e até formas de raciocinar e inferir (D'AMBRÓSIO, 1993).

Diante dessa amplitude de significados e ideias que a palavra Etnomatemática pode assumir, apresentamos a seguir, o quadro 14 com algumas concepções de diferentes pesquisadores sobre esse termo.

Quadro 14: Concepções de Etnomatemática

Autores	Concepções
Ascher	É o estudo das ideias matemáticas de culturas de povos com baixa escolarização. Busca mostrar a Matemática presente nas diferentes culturas, usando a Matemática ocidental.
D'Ambrosio	Refere-se ao modo como os indivíduos desenvolvem técnicas para explicar, conhecer e aprender com o intuito de responder às suas necessidades de sobrevivência desenvolvidas em diferentes contextos culturais.
Ferreira	Resgata a Matemática existente nas diferentes formas de expressão cultural presentes no cotidiano do aluno
Gerdes	Contribui para que conheçamos as ideias dos diferentes povos, promovendo a valorização das diferentes formas de saber, e saibamos como esse conhecimento pode servir como ponto de partida para a aprendizagem na educação matemática.
Knijnik	Transcende a cultura, pois está interessada em analisar as diferenças culturais presentes no contexto da Educação Matemática.
Vergani	Investiga as culturas tradicionais, guardando-lhes respeito e conferindo-lhes dignidade, sem que sejam identificadas como literacia, matemática 'primitiva' ou de '3º mundo'.

Fonte: Santos (2015) adaptada pela Autora(2020)

Segundo Knijnik (1998) duas concepções de Etnomatemática vêm se destacando em pesquisas no Brasil, a primeira é a concepção de Ascher que segue a linha etnográfica, nela observamos o estudo da matemática dos grupos culturais, a

segunda de D'Ambrosio e Gerdes tem uma maior preocupação com as implicações pedagógicas.

Obviamente em nossa pesquisa nossa preocupação são as implicações pedagógicas da Etnomatemática, assim buscamos as possibilidades de abordagem existentes da mesma.

Observamos também que as concepções apresentadas no quadro relacionam diretamente a Etnomatemática ao conceito de cultura, D'Ambrosio (1993) afirma que ao associarmos cultura e Matemática obtém-se o conceito de Etnomatemática, que implica no mais amplo conceito de Etno e de Matemática. Desta forma, percebemos a necessidade de conhecermos melhor os conceitos de cultura para que possamos compreender com clareza a utilização desse conceito em nosso estudo.

4.1.2. A noção de Cultura

Laraia (2003) afirma que a palavra *Culture* envolvia todo o comportamento aprendido que independia da genética, a palavra é formada pela síntese dos termos *Kultur* e *Civilization* elaborada pelo antropólogo inglês Edward Tylor. O termo *Kultur* é um termo germânico do século XVIII que descrevia as características espirituais de uma comunidade e o termo *Civilization* estava relacionado com as realizações materiais de um grupo. A seguir, apresentamos o quadro 15 com algumas definições de cultura que nos ajudarão a compreender melhor esse conceito abrangente.

Quadro 15: Definição de cultura por alguns autores

Autores	Definição
Laraia (2003, p.25)	"[...] todas as possibilidades de realização humana, além de marcar fortemente o caráter de aprendizado da cultura em oposição à ideia de aquisição inata transmitida por mecanismos biológicos."
D'Ambrosio (2011, p.41)	"Os indivíduos de uma comunidade, de um grupo compartilham seus conhecimentos, tais como a linguagem, os sistemas de explicações, os mitos e cultos, a culinária e os costumes, e têm seus comportamentos compatibilizados e subordinados a sistemas de valores acordados pelo grupo, dizemos que esses indivíduos pertencem a uma mesma cultura"
Geertz (2008, p.4)	"o homem é um animal amarrado de teias de significados que ele mesmo teceu, assumo a cultura como sendo essas teias e a sua análise, portanto, não como uma ciência experimental em busca de leis, mas como uma ciência interpretativa, à procura de significado"

Fonte: Santos (2015) adaptado pela Autora (2020)

Laraia (2003) ressalta que a cultura compreende todas as possibilidades de realização do ser humano e que é aprendida desde que se tenham condições favoráveis e não é determinada por mecanismos biológicos.

D'Ambrosio (2011) ressalta a cultura como conjunto de características, comportamentos e de crenças acordadas por um grupo, isto é, todo o fazer e aprender ocorre no convívio com seus semelhantes e não fora do grupo.

Geertz (1978) assume a cultura como teias, essas teias são os símbolos (atos, objetos, acontecimentos ou relação que representa um significado), que estão em interação recíproca com os sistemas de símbolos de cada indivíduo.

Depois de conhecermos o conceito de cultura, pelas definições de diferentes autores, vamos perceber como acontece sua relação com a Etnomatemática e o ensino de matemática.

4.1.3. Etnomatemática e o aspecto cultural no ensino de matemática

As pessoas carregam suas características, comportamentos e crenças, ou suas teias de significados, ou suas raízes sociais e culturais, aprendidas com a família, os amigos e a comunidade, no qual levaram algum tempo para adquirir ou aprender.

Segundo Altenburg (2017) esses traços culturais podem ser utilizados pedagogicamente, a fim de proporcionar a interação dos saberes escolares e os saberes cotidianos do aluno, desta forma a Etnomatemática é uma ferramenta de contextualização da matemática e de valorização e respeito às raízes culturais dos estudantes, pois segundo D'Ambrósio (2011, p.55) “o aluno tem suas raízes culturais, parte de sua identidade e no processo essas são eliminadas”.

A Etnomatemática aproxima os estudantes de sua história e de sua cultura, a partir dessa abordagem, ele tem a possibilidade de conhecer fatos históricos e riquezas culturais que permitem reconhecer e valorizar sua identidade cultural através do ensino da matemática, o que possibilita uma conexão da realidade com o que se está estudando, proporcionando uma “continuidade entre o que se aprende na escola e o conhecimento que existe fora dela” (NOGUEIRA, 2007, p.87).

Outro ponto importante da valorização dos aspectos culturais dos estudantes no ensino da matemática é destacado por Vergani (2007, p. 36) quando afirma que “trata-se de olhar a matemática como uma ciência profundamente humana”. A matemática é exata, mas ela não é somente números, ela tem cor, tem significado,

tem vida, tem história, tem arte, e uma abordagem Etnomatemática ressalta essas características.

Os PCN's também reforçam o papel da Etnomatemática no ensino de matemática e seu caráter humanista e cultural ao ressaltar que a ação educacional, deve buscar entender o pensamento matemático do sujeito em seu contexto cultural: “do ponto de vista educacional, procura entender os processos de pensamento, os modos de explicar, de entender e de atuar na realidade, dentro do contexto cultural do próprio indivíduo” (BRASIL, 1998, p.21).

Entretanto, a Etnomatemática não busca negar o saber matemático escolar em detrimento do saber da identidade cultural dos estudantes, mas sim encontrar esse saber escolar em trabalhos artesanais, na arquitetura, nas práticas comerciais, na matemática do cotidiano e incorporá-los a ação pedagógica, pois como afirma D'Ambrósio (2005b, p.117) “o acesso a um maior número de instrumentos e técnicas intelectuais dá, quando bem contextualizada, muito maior capacidade de enfrentar problemas novos”.

A seguir, para compreendermos como os conhecimentos matemáticos se originam nos diferentes contextos socioculturais de acordo com o entendimento de D'Ambrósio (2005b), vamos conhecer o Ciclo vital da Etnomatemática, também, a partir desse ciclo, mostramos como o patrimônio histórico e arquitetônico de Sobral/CE, pode ser utilizado no ensino de arcos e ângulos e da Geometria.

4.1.4. Ciclo vital da Etnomatemática

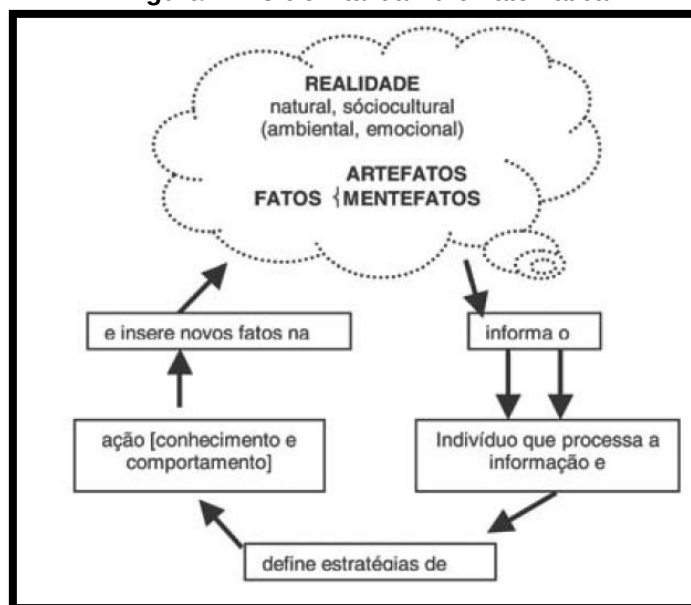
De acordo com D'Ambrósio (2005b), o homem sempre buscou entender o mundo a sua volta e explicar a realidade ambiental, social e cultural, dessa postura humana, resultou a criação das artes, da religião e das diferentes formas de comunicação, isto é, resultou na elaboração do conhecimento ou saber. Nesse processo D'Ambrósio (2005b), destaca que:

A aquisição e a elaboração do conhecimento se dão no presente, como resultado de todo um passado, individual e cultural, com vistas às estratégias de ação no presente projetando-se no futuro imediato até o de mais longo prazo, assim modificando a realidade e incorporando a ela novos fatos, isto é, “artefatos” e “mentefatos”¹⁵. Esse comportamento é intrínseco ao ser humano, e resulta de impulsos naturais para a sobrevivência e transcendência. (D'AMBRÓSIO, 2005b, p. 108.)

¹⁵ D'Ambrósio (2005b, p.104) refere-se como: “os instrumentos de observação (aparelhos — artefatos) e de análise (conceitos e teorias — mentefatos)”.

Assim, impulsionado para a sobrevivência e transcendência os seres humanos enquanto estiverem vivos realizam o processo denominado por D'Ambrósio como ciclo vital. Nele, a realidade informa os fatos ao indivíduo, que por sua vez, irão processar essas informações e originar estratégias de ação para modificar a realidade e incorporar nela novos fatos (artefatos ou mentefatos). Como mostramos na figura 14, a seguir:

Figura 14: Ciclo vital da Etnomatemática



Fonte: D'Ambrósio (2005b)

Essa abordagem do conhecimento de acordo com D'Ambrósio (2005b) é holística, pois é ampla e integra, o sensorial, o intuitivo, o emocional e o racional, na busca dos indivíduos da sobrevivência e da transcendência. Para estruturar um modelo didático usando o patrimônio histórico e arquitetônico como contexto sociocultural, elaboramos o esquema da figura 15, com base no ciclo vital da Etnomatemática.

A realidade presente é o contexto sociocultural do patrimônio arquitetônico que se apresenta com todo o seu valor histórico, artístico e cultural para ser explorado. Na realidade pensada o professor percebe que esse contexto pode ser utilizado como instrumento para o desenvolvimento do ensino e aprendizagem de arcos e ângulos e tópicos de geometria.

A realidade pensada informa aos estudantes, a partir da inserção em momentos de apresentação em sala, pelo professor, de elementos da história da sociedade sobralense e das características do patrimônio arquitetônico. O professor, por sua vez, elabora estratégia de ação para, a partir da realidade informada, chegar

aos assuntos de matemática escolar.

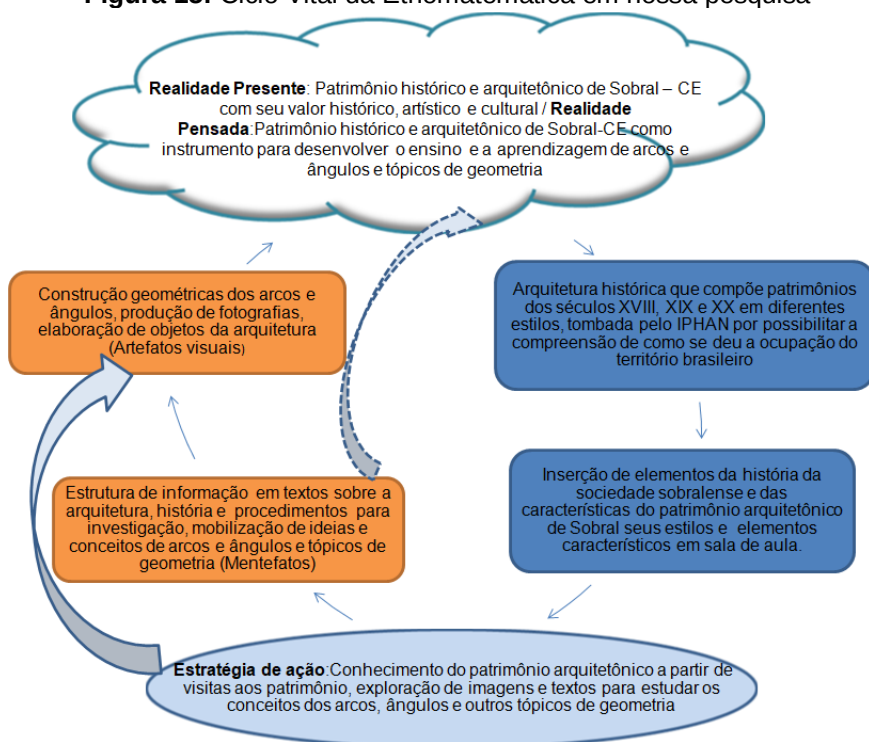
Em nosso estudo, pensamos que as visitas aos patrimônios, a exploração de imagens e textos serão nossas estratégias de ação para estudar os conceitos dos arcos, ângulos e outros tópicos de geometria, a partir do contexto sociocultural da arquitetura histórica de Sobral.

Seguindo o ciclo, a estratégia de ação docente produzirá a mobilização de mentefatos e artefatos. Os mentefatos são as estruturas de informação em texto, isto é, são os procedimentos para que os estudantes investiguem os conceitos e as ideias de arcos e ângulos e tópicos de geometria. Ao mobilizar esses mentefatos os estudantes produzem novos fatos, modificando a realidade.

Ou também, a partir dos mentefatos, produzem artefatos visuais com a construções geométricas dos arcos e ângulos, produção de fotografias, elaboração de objetos da arquitetura etc, também assim, produzindo novos fatos, modificando a realidade informada.

Assim, na mobilização de mentefatos e artefatos, o estudante processa as informações (os fatos) e aprende novas informações, modificando sua forma de enxergar a realidade. A realidade assim modificada informa o indivíduo no instante, e o mesmo ciclo se repete.

Figura 15: Ciclo Vital da Etnomatemática em nossa pesquisa



Fonte: Adaptado de D'Ambrósio (2005b)

4.1.5. Contextualizando a Etnomatemática na pesquisa

Na perspectiva de fornecermos uma alternativa ao ensino tradicional, enriquecermos o processo pedagógico e estabelecer conexão entre o ensino de Matemática e o contexto do patrimônio arquitetônico de Sobral, vamos mostrar posteriormente, uma proposta de atividades sobre arcos e ângulos e tópicos de geometria que utiliza os pressupostos teóricos da Etnomatemática.

A partir da abordagem da história do patrimônio é possível contextualizar a Matemática, possibilitando aproximar os saberes matemáticos com os saberes da arquitetura e história da cidade de Sobral, com isso, partindo do contexto sociocultural podemos propor uma alternativa ao método tradicional de ensino que muitas vezes privilegia o conteúdo pelo conteúdo e como afirma D'Ambrósio (2005b, p.117) :

(...) é baseada na mera transmissão de explicações e teorias (ensino teórico e aulas expositivas), no adestramento em técnicas e habilidades (ensino prático com exercícios repetitivos). Do ponto de vista dos avanços mais recentes de nosso entendimento dos processos cognitivos, ambas são totalmente equivocadas. Não se podem avaliar habilidades cognitivas fora do contexto cultural. Contextualizar a matemática é essencial para todos. (p. 117)

Decidimos escolher a Etnomatemática como embasamento teórico em conversa com o orientador, que incentivou essa abordagem pelo fato da cidade de Sobral/CE ser histórica e se constituir como parte da história de seus moradores e também por saber, por seus conhecimentos como arquiteto, que seria possível a associação de arcos e ângulos com elementos da arquitetura.

A abordagem Etnomatemática em nossa pesquisa é uma proposta de valorização da arte e da cultura local, como defende a terceira competência geral da BNCC. Esse documento, também orienta que 40% dos componentes curriculares são de responsabilidade de cada sistema educacional de cada estado, que podem adequar o currículo às características próprias de cada região, o que favorece a inserção no currículo de matemática local, a temática do patrimônio histórico e arquitetônico de Sobral que pode ser aproveitada para os momentos ensino de matemática na Educação Básica, nas escolas desse município.

E não somente nos momentos de ensino de Matemática, por se tratar de uma temática abrangente, há a possibilidade do envolvimento de diferentes áreas do conhecimento o que possibilita realizar um trabalho transversal e integrador.

Ciências Humanas, Ciências da Natureza, Matemática e as Linguagens podem desenvolver competências das respectivas áreas com a utilização do patrimônio arquitetônico de Sobral, o que também contribui para uma abordagem interdisciplinar e transdisciplinar.

Ainda também, destacamos o caráter motivador e dinamizador das atividades em Etnomatemática em nosso estudo, isso porque essa proposta visa envolver os estudantes na visita ao patrimônio, nas construções geométricas nas imagens, nas construções de artefatos da cultura, nas investigações dos conceitos com o uso do applet do Geogebra, contribuindo assim, com uma proposta pedagógica diversificada, prática e menos engessadas, dos assuntos de geometria e de arcos e ângulos.

Como perceberemos, nas atividades elaboradas utilizamos as imagens das igrejas, dos casarões, dos sobrados e de outros patrimônios históricos que compõe os *bens culturais materiais*¹⁶ de Sobral/CE, além de textos com a história desses monumentos e com aspectos de sua arquitetura, para que a partir desses elementos, professores de matemática possam trabalhar os conteúdos de geometria e arcos e ângulos.

Os textos nas atividades contam a história dos patrimônios de Sobral/CE e também ressaltam aspectos dos estilos arquitetônicos e suas características. Com isso, professores e estudantes podem conhecer a história desses lugares que também é a história da cidade, além de perceberem as expressões da arquitetura e suas características singulares. Um exemplo de elemento da arquitetura que exploramos, nas atividades em Etnomatemática, é o arco pleno, em que é possível fazermos a investigação dos arcos de circunferência.

As imagens, por sua vez, são os recursos didáticos para que os professores orientem a investigação matemática dos assuntos de geometria e em arcos e ângulos nos patrimônios, com a utilização de régua, compasso, transferidor, lápis, borracha, cartolina, papel quadriculado, em uma proposta que impulsiona o ensino a partir do trabalho em grupo, da investigação e da construção dos objetos matemáticos, estimulando assim, a criatividade e o trabalho cooperativo no processo de ensino de arcos e ângulos e de geometria.

¹⁶ De acordo com IPHAN (2012, p.18) são bens “(também chamados de tangíveis) são paisagens naturais, objetos, edifícios, monumentos e documentos. Os bens culturais imateriais estão relacionados aos saberes, às habilidades, às crenças, às práticas, aos modos de ser das pessoas.”

Portanto, essa abordagem sociocultural propõe contribuir para o ensino de arcos e ângulos e de tópicos de geometria, em diversos aspectos, como já mencionamos, sobretudo porque permite olhar para a própria história e cultura, conhecer e valorizar as raízes culturais.

Além disso, é centrada no aluno e em suas particularidades culturais, com isso, o processo de ensino e aprendizagem é construído a partir do estudante, portanto, mais humanizado, significativo e acessível a ele, uma vez que ele pode relacionar mais facilmente os assuntos de seu contexto sociocultural com os conhecimentos matemáticos escolares.

Depois de conhecermos a Etnomatemática e suas pretensões em nossa pesquisa, no capítulo seguinte, vamos conhecer a história de nossos objetos de pesquisa.

5. ARCOS E ÂNGULOS: ASPECTOS HISTÓRICOS

Nesta seção vamos conhecer como arcos e ângulos aparecem na história da Matemática e como ao longo do tempo eles foram utilizados e se desenvolveram até chegar aos conceitos matemáticos que conhecemos hoje.

5.1. TRIGONOMETRIA E OS ÂNGULOS (OU ARCOS)¹⁷

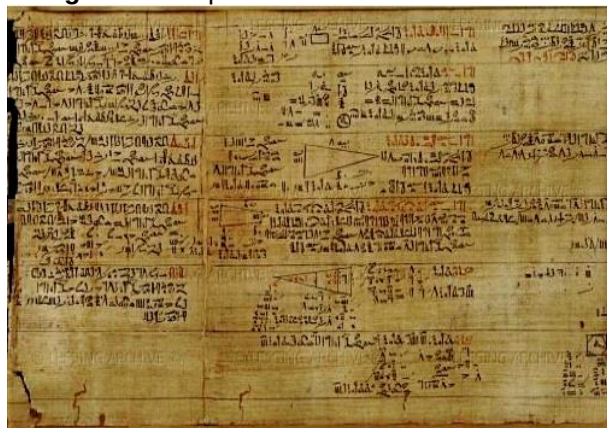
5.1.1. A história da Trigonometria como ponto de partida

O início da história da Trigonometria revela o contexto em que o conceito e as medidas dos ângulos (ou arcos) surgiram, por isso vamos conhecer um pouco da história dessa área da Matemática para entender como se deu o desenvolvimento histórico de nosso objeto de estudo.

A Trigonometria teve todo um processo de construção, Boyer (1974) afirma que ela não é obra de um homem só ou de apenas uma nação, o processo de formação de suas ideias foram impulsionados entre os séculos IV e V a.C por questões práticas relacionadas à agrimensura e a construção de pirâmides com os egípcios, bem como pelos problemas de astronomia com os babilônios.

Esses notadamente deixaram uma vasta produção de textos matemáticos, a mais famosa obra é a placa Plimton 322 escrita em argila por volta de 1600 a 1800 a.C, nela os babilônios já realizavam o cálculo de valores de secantes. Outra obra importante na produção matemática foi o papiro de Rhind de 1650 a.C em que se descobriu que os egípcios já resolviam problemas que envolvia a ideia de cotangente.

Figura 16: Papiro de Rhind



Fonte: Gaspar (2014) apud Reis (2016)

Figura 17: Plimton 322



Fonte: Brette (2013) apud Reis (2016)

¹⁷ Nesta seção nos referimos a arcos e ângulos por ângulos (ou arcos), pois esses conceitos se confundem na parte histórica e não há uma preocupação inicialmente em diferenciá-los conforme observamos em Boyer (1974).

Contudo, Fossa (2009) afirma que não podemos dizer que egípcios e babilônios conheciam conceitos de secantes e cotangentes atuais ou que já existia uma Trigonometria propriamente dita, isto porque como afirma Boyer (1974) faltava um conceito importante para ser introduzido, o conceito moderno de ângulo.

5.1.2. O uso dos ângulos (ou arcos) na Grécia e os problemas de astronomia

O desenvolvimento da Trigonometria na Grécia aconteceu graças às contribuições dos astrônomos babilônios que deixaram uma vasta produção aos gregos. Com os gregos “encontramos pela primeira vez um estudo sistemático das relações entre ângulos (ou arcos) num círculo e o comprimento das cordas que os subtendem” (BOYER, 1974, p.116) e o que evidencia a utilização dos ângulos nesse contexto são os problemas de astronomia.

Os astrônomos gregos Hipócrates (460 a.C. - 377 a.C.), Aristarco (por volta de 310 - 230 a.C.) e Erastóstenes (por volta de 276-194 a.C.), resolveram vários problemas de astronomia que mostraram de acordo com Boyer(1974, p.116) “a necessidade de relações mais sistematizadas entre ângulos e cordas”. Na obra *Sobre os Tamanhos e Distâncias do Sol e da Lua* (c. 260 a.C), Aristarco faz a seguinte afirmação em um problema: Quando a Lua está meio cheia, o ângulo entre as linhas de vista ao Sol e à Lua difere para menos de um ângulo reto por trintavos de um quadrante.

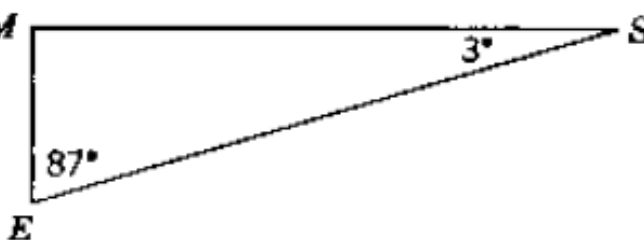
Segundo Boyer (1974) neste problema para calcular distâncias entre os astros, Aristarco já utiliza a medida de ângulo, porém ainda não relacionada com o círculo de 360° , ou seja, a utilização da medida dos ângulos é antiga e necessária nos problemas de astronomia. As figuras 18 e 19 a seguir, ilustram essa utilização, pois mostram o significado moderno da afirmação de Aristarco, que é: a razão da distância da Lua a Terra (ME) para a distância da Terra ao Sol (SE) é $\sin 3^\circ$.

Figura 18: Afirmação de Aristarco



Fonte: Boyer (1974)

Figura 19: Significado atual da afirmação de Aristarco

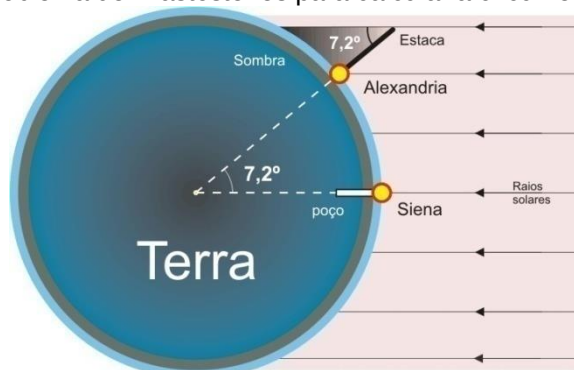


Fonte: Boyer (1974)

Outro problema em que aparece a ideia de medida de ângulos é no famoso problema de Erastóstenes para calcular a medida da circunferência da Terra. Erastóstenes percebeu que durante o solstício de verão ao meio-dia na cidade de Siena, o Sol lançava seus raios no fundo de um poço, ou seja, os raios do sol “batiam” perpendicularmente a superfície da Terra em Siena.

No entanto, em Alexandria que ficava a 5 mil estádios ao norte de Siena e no mesmo meridiano, o Sol lançava uma sombra que indicava uma distância angular do zênite de um, cinquenta avos de um círculo ($\frac{1}{50}$), o que corresponde modernamente a um ângulo de medida de $7,2^\circ$. Com isso, Erastóstenes concluiu que a circunferência da Terra seria cinquenta vezes a distância de Siena a Alexandria, isto é, 250000 estádios, que equivale 37000 Km, aproximadamente.

Figura 20: Problema de Erastóstenes para calcular a circunferência da Terra



Fonte: IME Unicamp (2019)¹⁸

Apesar dos problemas de astronomia na Grécia, por duzentos anos, tratar de situações que envolviam medidas de segmentos de retas, círculos e medidas de ângulos (ainda sem a medida do círculo associada a 360°), Boyer (1974) diz que isso ainda não resultou em uma Trigonometria sistemática, isso só ocorreria posteriormente com as contribuições de Hiparco de Nicéia (180-125 a.C.).

5.1.3. A tábua de cordas de Hiparco e o círculo ou a circunferência de 360°

Hiparco de Nicéia é considerado o pai da Trigonometria, porque foi o primeiro a construir uma tábua de corda ou a primeira tabela trigonométrica na segunda metade do século II a.C. De acordo com Quintaneiro (2010) as obras de Hiparco se perderam e só sabemos os métodos que ele usou graças aos trabalhos de Ptolomeu (meados de 150 d.C) que o citava.

¹⁸ Disponível em: <<http://www.ime.unicamp.br/~apmat/a-primeira-medicao-do-raio-da-terra/>>. Acessado em: 21 de Mar. 2021.

O intuito da tábua de cordas de Hiparco seria utilizá-la em sua astronomia, por isso tabulou, pela primeira vez, os valores correspondentes do arco e da corda para toda uma série de ângulos. Segundo Boyer (1974) foi também a partir da tabela de cordas de Hiparco que possivelmente os matemáticos passaram a usar o círculo de 360°. Entretanto, não sabemos ao certo como surgiu o uso do círculo de 360°, segundo Fossa (2009), Hiparco possivelmente pegou essa divisão de Hipsicles (c. 180 a.C.) que tinha dividido o dia em 360 partes, divisão supostamente inspirada na astronomia babilônica.

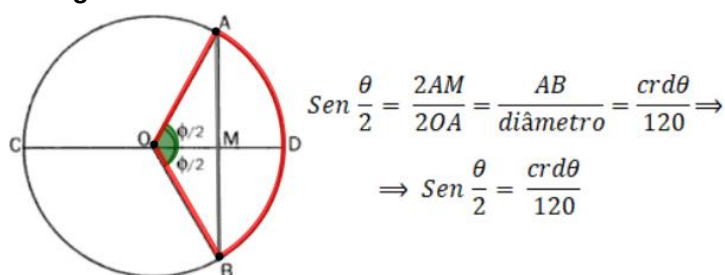
Quintaneiro (2010) também afirma que outra hipótese que explica a divisão da circunferência em 360 partes são as motivações astronômicas, que tinham como base a crença de que a terra completava sua trajetória circular em torno do Sol em 360 dias. Assim, a partir de Hiparco e sua tabela de cordas encontramos o uso das medidas de ângulos (ou arcos) associados ao círculo de 360°, é também com ele que temos o surgimento da Trigonometria propriamente dita.

5.1.4. Ptolomeu e as relações entre ângulos (ou arcos) e cordas

Como já mencionamos Hiparco foi quem construiu a primeira tabela Trigonométrica, mas foi na obra *Almagesto* (o trabalho de astronomia mais influente até o século XVI) de Ptolomeu que primeiramente aparece um estudo sistemático das relações entre ângulos (ou arcos) num círculo e o comprimento de cordas que o subtendem. Boyer (1974) afirma que Ptolomeu associou valores numéricos às cordas num círculo, diferente dos gregos, hindus e árabes que usaram linhas trigonométricas para fazer essa associação.

Segundo Eves (2011, p.142) Ptolomeu conseguiu relacionar “os comprimentos das cordas dos ângulos centrais de um círculo dado, de $1/2^\circ$ a 180° ”. Para associar cada arco ao seu respectivo comprimento de corda, Ptolomeu dividiu a circunferência em 360 partes e o diâmetro da circunferência em 120 partes, então para um arco ADB (Figura 21) de medida qualquer, ficava determinada uma corda AB ($crd\theta$), que depois era expressa em termos das partes do diâmetro.

Além disso, também subdividia o diâmetro e a circunferência de 60 em 60 partes, o que provavelmente originou as unidades de minutos e segundos. A figura 21, ilustra como Ptolomeu associava arcos e cordas, ao lado dela temos a expressão no qual percebemos que a ideia de Ptolomeu nada mais é do que o seno de um ângulo.

Figura 21: Como Ptolomeu associava arcos e cordas

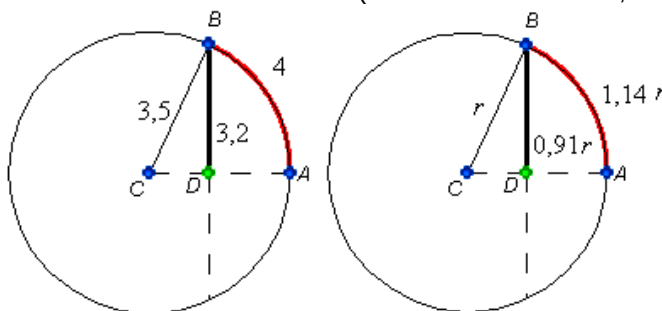
Fonte: Fossa (2009) adaptada pela Autora (2021)

Dentro do contexto histórico do Almagesto, já temos a utilização de elementos históricos importantes de ângulos (ou arcos), tais como: a ideia ou o conceito, a medida em graus e o estudo sistemático entre arcos e cordas, o que mostra a importância desses objetos matemáticos para o desenvolvimento da Trigonometria. A seguir, apresentamos outro aspecto importante no entendimento da história dos ângulos (ou arcos), o radiano.

5.1.5. O surgimento e a necessidade do radiano

Diferentemente da medida de ângulos em graus que apareceram desde Hiparco por volta de 180 a 125 a.C, o radiano é uma medida relativamente recente. Segundo Quintaneiro (2010) o termo *radian* (radiano) que provavelmente tem inspiração no termo *radius* (raios) foi usado pela primeira vez em 5 de junho de 1873 nos Estados Unidos em exames James Thonson na faculdade de Queens.

Quintaneiro (2010) também afirma que o propósito do radiano como conhecemos atualmente, é utilizar uma unidade de medida comum para o arco e a meia corda. Observe a figura a seguir, na primeira circunferência temos o arco e a meia corda em destaque, com suas respectivas medidas, na circunferência dois aparecem as medidas do arco e da meia corda divididas pela medida do raio, ou seja, o raio é a unidade do arco e da meia corda.

Figura 22: Radiano: o arco e a meia corda (1ª e 2ª circunferência, respectivamente)

Fonte: Quintaneiro (2010)

Essa divisão não é por acaso, dividimos a semicorda pelo raio da circunferência para associar a Trigonometria de arcos e cordas com a Trigonometria do triângulo retângulo, pois: “[...] se o raio é a unidade de medida, o comprimento da meia corda (isto é, o seno) torna-se uma razão entre lados do triângulo retângulo”. (QUINTANEIRO, 2010, p.10).

A outra necessidade diz respeito ao círculo trigonométrico de raio 1, e a função $f(x) = \frac{\text{Sen } x}{x}$ de valores x do domínio em graus e sendo o seno de x a medida da projeção no eixo vertical. Nessas condições de acordo com Quintaneiro (2010) vamos ter que $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\text{Sen } x}{x} = \frac{\pi}{180^\circ}$, e não obteríamos $\frac{d}{dx} \text{sen } x = \cos x$, então para termos $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\text{Sen } x}{x} = 1$ e $\frac{d}{dx} \text{sen } x = \cos x$, esse autor diz que devemos garantir que o arco e a meia corda tenham a mesma unidade de medida: o raio.

Por isso, a necessidade do radiano, pois sendo a medida do arco em graus (a partir do sistema sexagesimal) e a unidade da semicorda em comprimento, temos uma inadequação entre unidades, o que gera resultados equivocados no cálculo. A divisão do comprimento do arco pelo raio, isto é, a medida do arco em radiano e a razão do comprimento da semicorda pelo raio, favorecem a correção desse equívoco, pois arco e meia corda passam a ter mesmas unidades de medidas. Além disso, ao dividirmos a meia corda pelo raio, ainda é possível relacionar a trigonometria na circunferência com a trigonometria no triângulo retângulo.

Diante do que apresentamos nesta seção percebemos o longo caminho para que arcos e ângulos se apresentassem como conhecemos atualmente, egípcios, babilônios, gregos, entre outros povos deram contribuições importantes nos temas: problemas de astronomia, tabela de arcos e cordas, medida em graus e medida em radiano que nos permitiu construir o histórico de nosso objeto de estudo e ampliar o entendimento sobre suas particularidades. Na próxima seção, vamos conhecer os aspectos matemáticos dos arcos e ângulos.

6. FUNDAMENTAÇÃO MATEMÁTICA

Na presente seção vamos mostrar os aspectos matemáticos de arcos e ângulos para compreendermos suas particularidades no intuito de melhor caracterizar nosso objeto de pesquisa. Para tanto vamos trabalhar tópicos como: ângulos, arcos, as medidas dos ângulos, as medidas dos arcos e o radiano. Os autores que embasam essa fundamentação matemática são: Barbosa (2012), Dolce e Pompeo (2013), Iezzi (1978), Iezzi (2012), Muniz Neto (2013), Quintaneiro (2010) e Souza (2012).

6.1. ASPECTOS MATEMÁTICOS DE ARCOS E ÂNGULOS

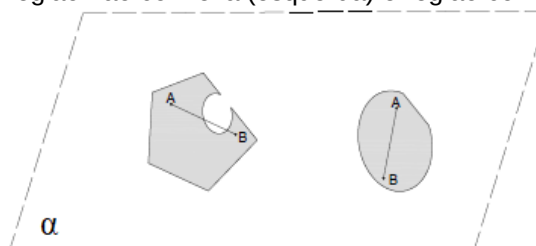
6.1.1. Ângulos

A definição de ângulos em Matemática parece ser trivial, mas envolve explicitamente ou implicitamente as noções primitivas de ponto, reta e plano, além das definições de semirreta, região convexa, não convexa e semiplano. Sobre as noções primitivas de ponto, reta e plano, Dolce e Pompeo (2013, p.1) dizem que “são adotadas sem definição”, pois as conhecemos a partir de nossas experiências, intuição e observação, já o conceito de semirreta é definido por Muniz Neto (2013, p.4), assim:

Um ponto A , situado sobre uma reta r , a divide em dois pedaços, quais sejam, as semirretas de origem A . Escolhendo pontos B e C sobre r , um em cada um de tais pedaços, podemos denotar as semirretas de origem A por $\overrightarrow{AB}$ e $\overrightarrow{AC}$.

Por essa definição entendemos o que são as semirretas. Outro conceito importante para a definição dos ângulos é o conceito de região convexa e não convexa. Uma região δ do plano é convexa, de acordo com Muniz Neto (2013), quando para todos os pontos $A, B \in \delta$, tivermos o segmento $\overline{AB} \in \delta$. Caso isso não ocorra, δ é uma região não convexa, isto é, para todos os pontos $A, B \in \delta$, existe pelo menos um ponto pertencente à $\overline{AB}$ que não pertence à região δ . Na figura 23, representamos uma região convexa e não convexa no plano α .

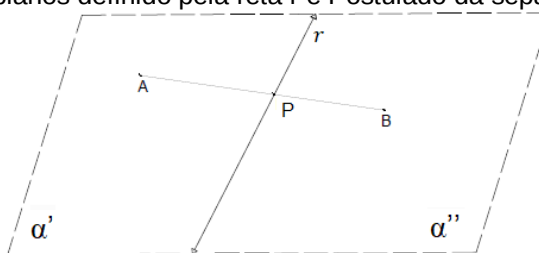
Figura 23: Região não convexa (esquerda) e região convexa (direita)



Fonte: Brazão (2015)

O postulado da separação dos pontos de um plano e a definição de semiplano, também auxiliam no conceito de ângulos. Dolce e Pompeo (2013) definem semiplano afirmando que: Se existe uma reta r pertencente a um plano α , essa reta divide e delimita este plano em duas regiões convexas α' e α'' chamada de semiplano cada uma e enunciam o Postulado da separação dos pontos de um plano da seguinte maneira: Se A é um ponto pertencente α' e B é um ponto pertencente a α'' , então $\overline{AB} \cap r \neq \emptyset$, isto é, a interseção do segmento $\overline{AB}$ com a reta r é um ponto P , como mostramos na figura 24, a seguir.

Figura 24: Semiplanos definido pela reta r e Postulado da separação dos pontos

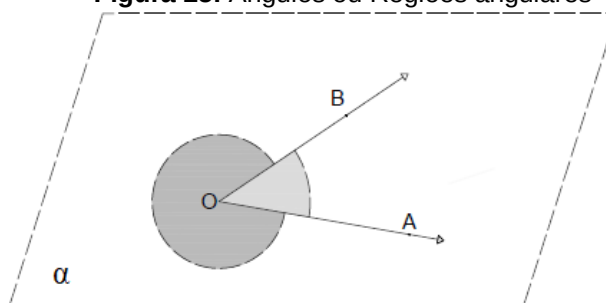


Fonte: Adaptado de Brazão (2015)

Finalmente depois desses conceitos, podemos apresentar a definição de ângulos, que é: “Dadas, no plano, duas semirretas $\overrightarrow{OA}$ e $\overrightarrow{OB}$, um ângulo (ou região angular) de vértice O e lados $\overrightarrow{OA}$ e $\overrightarrow{OB}$ é uma das duas regiões do plano limitadas pelas semirretas $\overrightarrow{OA}$ e $\overrightarrow{OB}$.” (MUNIZ NETO, 2013, p.11).

Na figura 25 podemos visualizar essa ideia, as semirretas $\overrightarrow{OA}$ e $\overrightarrow{OB}$ de mesma origem em O , pertencem ao mesmo plano α e delimitam duas partes do plano, ou seja, determinam dois ângulos ou duas regiões angulares, uma convexa (ângulo $\widehat{AOB}$ convexo) e outra não convexa (ângulo $\widehat{AOB}$ côncavo). Que ocorrem desde que as semirretas que formam o ângulo, não pertençam a uma mesma reta.

Figura 25: Ângulos ou Regiões angulares



Fonte: Brazão (2015)

Entretanto, de acordo com Iezzi (1978) se as semirretas $\overrightarrow{OA}$ e $\overrightarrow{OB}$ pertencerem a mesma reta teremos dois casos particulares, no primeiro caso as

semirretas são opostas e o plano ficará dividido em dois semiplanos chamados de ângulo raso cada um. No segundo caso, as semirretas $\overrightarrow{OA}$ e $\overrightarrow{OB}$ são coincidentes, teremos a formação de um par de ângulos: a) ângulo nulo que se reduz à semirreta e b) ângulo de uma volta que é o plano todo.

6.1.2. Arcos

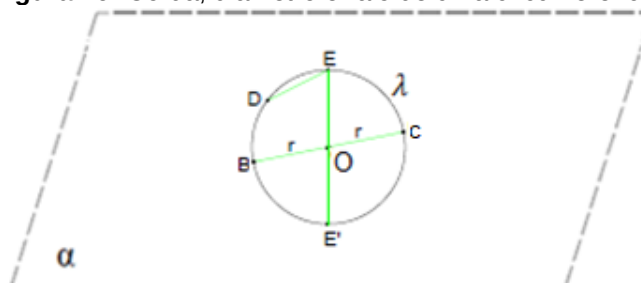
Os arcos que estamos estudando nesta pesquisa são os arcos de circunferência e assim como os ângulos, os arcos de circunferência também envolvem em sua definição, outras definições, a primeira definição importante para este objeto matemático é a de circunferência.

Circunferência é um conjunto dos pontos de um plano cuja distância a um ponto dado desse plano é igual a uma distância (não nula) dada. O ponto dado é o centro, e a distância dada é o raio da circunferência. Dados: um plano α , um ponto O de α e uma distância r , $\lambda(O, r) = \{P \in \alpha \mid d_{P,O} = r\}$, onde $\lambda(O, r)$ representa a circunferência de centro O e o raio r . (DOLCE E POMPEO, 2013, p.143)

Dolce e Pompeo (2013, p.144) também definem outros elementos da circunferência: a corda, o diâmetro e explicam outro conceito de raio. A corda é “um segmento cujas extremidades pertencem à circunferência, o diâmetro é uma corda que passa pelo centro e o raio é um segmento com uma extremidade no centro e a outra num ponto da circunferência”.

Observe na figura 26 que o segmento $\overline{DE}$ é uma corda da circunferência, enquanto que os segmentos $\overline{EE'}$ e $\overline{BC}$ são diâmetros e $\overline{OB}$ e $\overline{OC}$ raios da circunferência λ , observe também que o diâmetro de uma circunferência possui duas vezes o comprimento do raio.

Figura 26: Corda, diâmetro e raio de uma circunferência



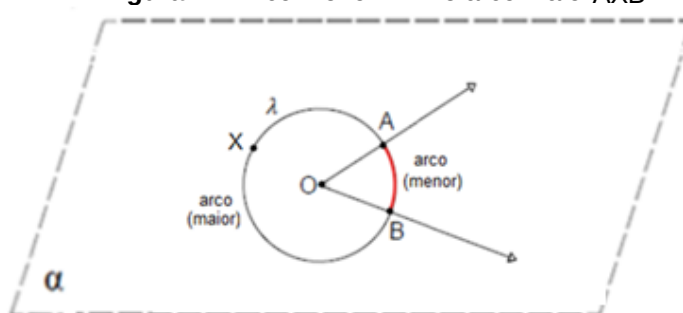
Fonte: Adaptado de Brazão (2015)

Assim, considerando as definições anteriores e que A e B sejam dois pontos de uma circunferência λ de centro O e que A e B não são extremidades de um diâmetro, os arcos $\widehat{AB}$ (Figura 27) formados nessa circunferência são definidos por:

- a) arco menor $\widehat{AB}$ é a reunião dos conjuntos dos pontos A, B e de todos os pontos de λ que estão no interior do ângulo $\widehat{AOB}$ ¹⁹;
 b) arco maior $\widehat{AB}$ é a reunião dos conjuntos dos pontos A, B e todos os pontos de λ que estão no exterior do ângulo $\widehat{AOB}$. (DOLCE E POMPEO, 2013, p.143)

Na figura a seguir mostramos esses dois arcos, o arco menor $\widehat{AB}$ em vermelho e arco maior $\widehat{AB}$ em preto, os pontos A e B são suas extremidades, quando nos referirmos ao arco menor $\widehat{AB}$, indicaremos por $\widehat{AB}$ e quando fizermos referência ao arco maior $\widehat{AB}$ faremos sua indicação por $\widehat{AXB}$.

Figura 27: Arco menor $\widehat{AB}$ e arco maior $\widehat{AXB}$



Fonte: Adaptado de Brazão (2015)

Note que o arco $\widehat{AB}$ resulta da interseção da circunferência λ com a região do ângulo $\widehat{AOB}$ convexo, ou seja, $\widehat{AB} = \lambda \cap \widehat{AOB}$, enquanto que o arco $\widehat{AXB}$ resulta da interseção da circunferência λ com o ângulo $\widehat{AOB}$ não convexo, isto é, $\widehat{AXB} = \lambda \cap \widehat{AOB}$.

O caso particular dos pontos A e B serem extremidades de um diâmetro de λ , teremos a formação de “semicircunferência $\widehat{AB}$ que é a reunião dos conjuntos dos pontos A, B e todos os pontos de λ que estão num mesmo semiplano dos determinados pela reta $\overleftrightarrow{AB}$ ”. (Dolce e Pompeo, 2013, p.145)

E assim com essas explanações iniciais mostramos as definições dos ângulos e arcos de circunferência, a seguir apresentamos as unidades de medidas desses objetos matemáticos.

6.1.3. As medidas dos ângulos

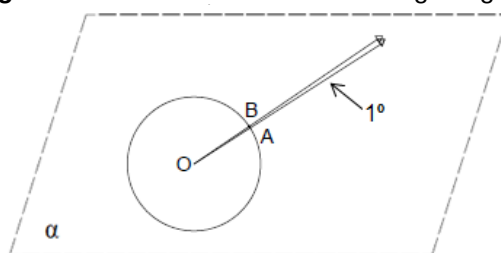
Depois de apresentar a definição dos arcos e ângulos vamos entender como medimos esses objetos matemáticos. Inicialmente voltamos nossa atenção para a

¹⁹ O ângulo $\widehat{AOB}$ no qual se refere à definição é o ângulo $\widehat{AOB}$ convexo da figura 24.

medida dos ângulos em que a unidade de medida mais antiga é o grau²⁰ que é adotado desde Hiparco (180-125 a.C) por influência dos babilônicos.

A medida de um grau é obtida de acordo com Muniz Neto (2013) da seguinte maneira: Construimos um círculo de centro O e o dividimos em 360 arcos de mesma medida, os pontos A e B na figura 28 são as extremidades de um destes arcos, traçamos as semirretas $\overrightarrow{OA}$ e $\overrightarrow{OB}$ e a medida do ângulo convexo $A\hat{O}B$ é 1° (um grau). Fica evidente pela definição de grau que o círculo completo corresponde a 360° .

Figura 28: Unidade de medida de ângulo: grau



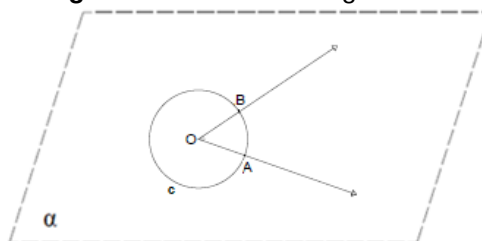
Fonte: Adaptado de Brazão (2015)

De acordo com Iezzi (2013, p. 6) medir um ângulo qualquer “significa verificar quantas unidades de medida (1°) cabem no ângulo dado”, ou seja, investigar quantos graus está associado à região do plano que ele ocupa.

Para isso, Muniz Neto (2013) explica que procedemos com a seguinte construção: Fazemos um círculo qualquer c, de centro O coincidindo com o vértice do ângulo $A\hat{O}B$ convexo (Figura 29), e marcamos os pontos A e B em que c intersecta as semirretas $\overrightarrow{OA}$ e $\overrightarrow{OB}$ de $A\hat{O}B$.

Depois disso, verificamos qual fração do comprimento total de c o arco $\widehat{AB}$ representa. A medida do ângulo $A\hat{O}B$ será essa fração de 360° . Por exemplo, se o comprimento do arco $\widehat{AB}$ for $\frac{1}{12}$ do comprimento total de c, então a medida de $A\hat{O}B$ será $m(A\hat{O}B) = \frac{1}{12} \times 360^\circ = 30^\circ$.

Figura 29: Medida do ângulo $A\hat{O}B$

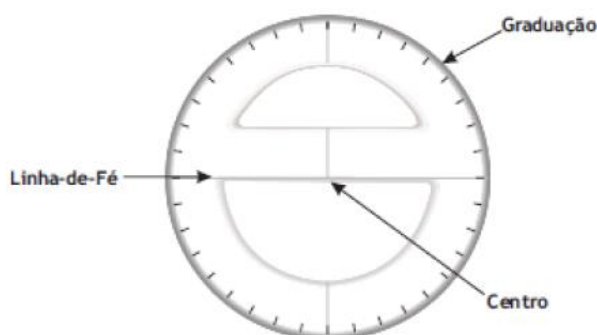


Fonte: Brazão (2015)

²⁰ Além do grau, o radiano também é uma medida angular que vamos tratar com mais calma no final dessa seção.

De acordo com Barbosa (2012) os ângulos também podem ser medidos em graus com o auxílio de um transferidor que é um instrumento de medição em formato de disco cuja circunferência é graduada de 0° até 360° ²¹, é comum aparecer nesses objetos, a marcação do diâmetro (linha de fé) e do ponto médio do diâmetro que é o centro.

Figura 30: O transferidor e suas partes



Fonte: Levy e Ramos (2012)²²

Para medir um ângulo com um transferidor, Souza (2012, p. 165) orienta que primeiramente “posicionamos o centro do transferidor no vértice do ângulo. A linha marcada com o zero, ou seja, a linha de fé deve coincidir com um dos lados do ângulo”, em seguida a contagem é feita a partir de 0° até atingir a graduação que corresponde ao outro lado.

Além disso, sobre a medição dos ângulos Barbosa (2012) também afirma que dois axiomas são importantes em geometria, são eles:

Axioma 1: Todo ângulo tem uma medida maior ou igual a zero. A medida de um ângulo será igual a zero se, e somente se, ele for constituído por duas semirretas coincidentes.

Axioma 2: É possível colocar, em correspondência biunívoca, os números reais entre zero e 180° e as semirretas de mesma origem que dividem um dado semiplano, de modo que a diferença entre esses números seja a medida do ângulo formado pelas semirretas correspondentes. (BARBOSA, 2012, p. 38)

Nessa correspondência biunívoca, ao número que corresponde a uma dada semirreta, chamamos de coordenada da semirreta, por exemplo, se 30° corresponde a uma semirreta $\overrightarrow{OA}$, então dizemos que essa semirreta tem coordenada 30° . Assim,

²¹ Existe outra versão de transferidor em formato de meio disco, nele a semicircunferência é graduada de 0° até 180° .

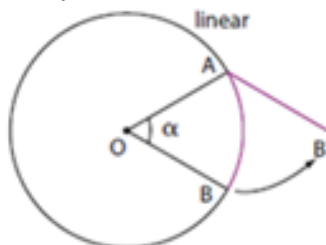
²² Disponível em: < <https://docplayer.com.br/20673338-Matematica-graduacao-desenho-geometrico-denize-piccolotto-carvalho-levy-evandro-de-morais-ramos.html> >. Acesso em Abr. 2020

se b e c forem coordenadas dos lados de um ângulo $\widehat{B\hat{O}C}$, isto é, coordenadas das semirretas $\overrightarrow{OB}$ e $\overrightarrow{OC}$, respectivamente, então pelo axioma 2, $|b-c|$ é a medida do ângulo $\widehat{B\hat{O}C}$. Portanto de uma forma geral $m(\widehat{B\hat{O}C}) = |b-c|$.

6.1.4. As medidas dos arcos

Aos arcos podemos associar dois tipos de medidas, a primeira é o comprimento, no qual chamamos de medida linear dos arcos, que pode ser entendida como o tamanho que obtemos do arco ao retificá-lo, nesse caso as unidades de medidas utilizadas para medi-los são: milímetros, centímetros e metros, por exemplo.

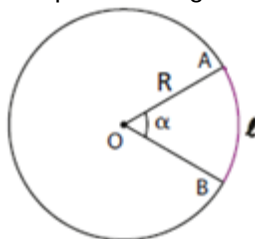
Figura 31: Comprimento: Medida linear dos arcos



Fonte: Iezzi et al. (2016)²³

A figura 31 mostra o arco $\widehat{AB}$ que origina, ao ser retificado, o segmento $\overline{AB'}$, e mostra também o ângulo central (α) que é “o ângulo que tem o vértice no centro da circunferência” (DOLCE E POMPEO, 2013, p.162). Então, para calcularmos o comprimento (l) do arco $\widehat{AB}$ (Figura 32), isto é, a medida linear desse arco, de acordo com Dolce e Pompeo (2013), usamos a informação que (l) é proporcional a medida do ângulo central (α) em graus, logo:

Figura 32: Comprimento (l) do arco $\widehat{AB}$ para um ângulo central correspondente (α) em graus



Fonte: Adaptado pela autora de Iezzi et al. (2016)

$$\left. \begin{array}{l} 360^\circ \text{ --- } 2\pi R \\ \alpha^\circ \text{ --- } l \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{360^\circ}{\alpha^\circ} = \frac{2\pi R}{l} \Rightarrow l = \frac{\pi R \alpha^\circ}{180^\circ}$$

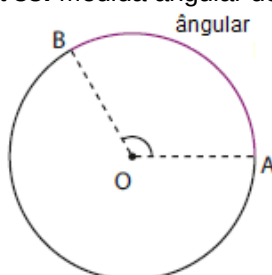
²³ IEZZI, Gelson et al. **Matemática:** Ciência e Aplicações. 9 ed. São Paulo: Saraiva, 2016. 2v.

Esta fórmula é utilizada para o cálculo do comprimento (l) de um arco qualquer $\widehat{AB}$, para um ângulo central correspondente (α) em graus, nela podemos observar que a medida linear de um arco depende da medida do raio da circunferência.

Outra medida associada aos arcos de acordo com lezzi (2016) é a medida angular. Na figura 33, a seguir, o ângulo $A\hat{O}B$ em destaque é um ângulo central e o arco $\widehat{AB}$ é o arco correspondente a ele, isto é, o arco que é subtendido por esse ângulo.

Com isso, lezzi (2012, p.26) afirma que se considerarmos para a unidade do arco unitário o arco definido por um ângulo central unitário em grau, temos que “a medida em graus de um arco de circunferência é igual à medida do ângulo central correspondente”.

Figura 33: Medida angular dos arcos



Fonte: lezzi et al. (2016)

Assim, um arco tem medida angular igual a 120° , porque a medida do ângulo central correspondente a ele é igual a 120° . Portanto, como podemos perceber a medida angular (em graus) de um arco faz referência a medida do ângulo central correspondente, e independe da medida do raio da circunferência.

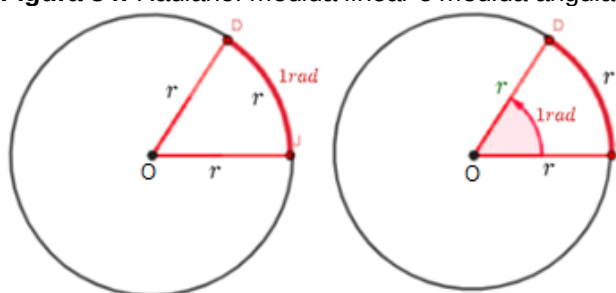
6.1.5. O radiano

Como havíamos mencionado na seção do histórico de arcos e ângulos, o radiano é uma medida que surgiu recentemente em comparação com a unidade de medida graus que remete aos períodos de Hiparco antes de Cristo, falamos também sobre a necessidade dessa medida, mas afinal qual é definição de radiano?

De acordo com Dolce e Pompeo (2013, p.284): “Chama-se radiano (rad) todo arco de circunferência cujo comprimento é igual ao comprimento do raio da circunferência que o contém”. Outra definição é de lezzi (2012, p.27) que diz que: “Radiano (símbolo rad) é um arco unitário cujo comprimento é igual ao raio r da circunferência que contém o arco a ser medido.”

Observe que nessas duas definições o radiano é apresentado como uma medida que associa o arco com o comprimento do raio da circunferência, ou seja, o radiano é apresentado como medida linear. Entretanto, o radiano também é uma medida angular²⁴, ou seja, é “o ângulo cujo arco correspondente é igual ao raio da circunferência.” (QUINTANEIRO, 2010, p.12).

Figura 34: Radiano: medida linear e medida angular

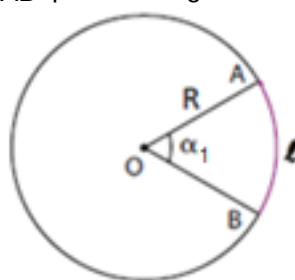


Fonte: Autora (2021)

Assim, podemos considerar o radiano como medida linear e angular, como podemos observar na figura 34, e de acordo com Quintaneiro (2010, p.13) esse uso do raio permite que “o valor de uma função quando acessada possa ser pensada como fração do raio do círculo”, independente se o radiano é um comprimento ou um ângulo.

Observe também que um arco de uma volta completa, cujo comprimento é $2\pi R$, linearmente mede 2π rad, pois nele “cabe” 2π vezes o raio, o arco de uma volta, também, corresponde a um ângulo central de medida 2π rad. Desta forma, sabendo dessa informação e que (l) é proporcional a medida do ângulo (α_1) em radianos, podemos calcular o comprimento (l) , também, assim:

Figura 35: Comprimento (l) do arco $\widehat{AB}$ para um ângulo central correspondente (α_1) em radianos



Fonte: Adaptado pela autora de Iezzi et al. (2016)

$$\left. \begin{array}{l} 2\pi \text{ rad} \text{---} 2\pi R \\ \alpha_1 \text{ rad} \text{---} l \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{2\pi \text{ rad}}{\alpha_1 \text{ rad}} = \frac{2\pi R}{l} \Rightarrow l = R\alpha_1$$

²⁴ De acordo com Quintaneiro (2010) quando o radiano é uma medida angular, então o ângulo de π rad **é igual** ao ângulo de 180° , quando o radiano é uma medida linear o arco de π rad **corresponde** ao ângulo de 180° .

Com isso, podemos chegar à igualdade $\alpha_1 = \frac{l}{R}$ que é a fórmula para calcular a medida do ângulo central (α_1) em radianos. Note que nessa fórmula se o $R=1$, a medida do ângulo central em radianos é numericamente igual à medida linear do arco (l).

Por fim, depois de apresentarmos as definições de radiano e mostrarmos sua importância para os estudos dos arcos e ângulos, também pode ser útil e importante, nos estudo desses conteúdos, fazer conversões entre as unidades graus e radianos, a seguir mostramos uma equação que pode auxiliar nesse trabalho.

Seja $l = \frac{\pi R \alpha^\circ}{180^\circ}$ e $l = R \alpha_1$ fórmulas para calcular o comprimento (l) de um arco, como vimos anteriormente, em que r é o raio da circunferência e α e α_1 são ângulos centrais em graus e radianos, respectivamente. Temos que:

$$l=l \Rightarrow R \alpha_1 = \frac{\pi R \alpha^\circ}{180^\circ} \Rightarrow \alpha_1 = \frac{\pi \alpha^\circ}{180^\circ}$$

Logo, $\alpha_1 = \frac{\pi \alpha^\circ}{180^\circ}$ é a equação de conversão entre medidas angulares em graus para radianos e vice-versa. Assim, se $\alpha=180^\circ$, temos que: $\alpha_1 = \frac{\pi \cdot 180^\circ}{180^\circ}$ e portanto, $\alpha_1 = \pi$ rad.

O estudo matemático de arcos e ângulos nos proporcionou um entendimento mais amplo sobre as particularidades desses objetos, agora, vamos conhecer os resultados da pesquisa que mostra as contribuições dos professores para a construção das atividades, essa pesquisa nos fornecerá um aparato de subsídios fundamentais para a construção de nossa proposta Etnomatemática.

7. ESTUDO DE VERIFICAÇÃO COM PROFESSORES

Na presente seção apresentaremos um estudo que buscou contribuições de um grupo de professores de Matemática que conhecem a arquitetura de Sobral/CE sobre as possibilidades de ensino de Geometria a partir dessa arquitetura histórica. Assim como a revisão de estudos, o resultado desta pesquisa objetiva a construção da proposta de atividades Etnomatemáticas.

7.1. A ARQUITETURA DE SOBRAL E O ENSINO DE GEOMETRIA

Com o intuito de buscar subsídios para o ensino de arcos e ângulos e consequentemente para o ensino de geometria a partir da arquitetura histórica de Sobral, realizamos um estudo de verificação com 10 (dez) professores da Educação Básica que conhecem o patrimônio de Sobral e que lecionam ou lecionaram em escolas da referida cidade.

Devido aos cuidados sanitários impostos pela pandemia da Covid-19 a pesquisa ocorreu com o auxílio do Google Forms que é um recurso online de preenchimento de formulários da empresa Google, no qual criamos um formulário com as informações do termo de livre esclarecimento e o questionário da pesquisa e enviamos aos professores para que respondessem digitalmente.

O termo de livre esclarecimento (Ver apêndice A), explicava sobre os procedimentos éticos e os objetivos do estudo. O questionário de verificação (Ver apêndice B) apresentava 5 (cinco) questões para que os docentes pudessem analisar imagens de fachadas, do piso, planta baixa e interiores de algumas igrejas, casarões e monumentos de Sobral, e explicarem como usar esse patrimônio arquitetônico para o ensino das geometrias plana, espacial e analítica.

A aplicação do material ocorreu entre os meses de agosto a dezembro de 2021 e depois da aplicação, organizamos o material coletado por questão, lemos as respostas e selecionamos aquelas que ofereciam mais detalhes sobre os conteúdos e de como usá-lo para o ensino. Em seguida, elaboramos quadros, por questão ou item da questão, com as frequências que os conteúdos foram citados e quadros com as abordagens propostas pelos professores que foram identificados por P, seguido por um número de um a dez, para preservar sua identidade.

Apresentamos, a seguir, os resultados e as análises desta pesquisa pelas questões analisadas, apresentadas em cinco categorias: 1) Igreja N.S. da Conceição, Igreja Menino Deus e Santuário São Francisco, 2) Casarão Museu Dom

José e Casarão Casa da Cultura, 3) o Teatro São João e Arco de Nossa Senhora de Fátima, 4) Desenhos das fachadas da Igreja de Nossa da Conceição, Casarão na Rua Lúcia Sabóia e Agência dos Correios e 5) Planta baixa da Igreja de Nossa Senhora da Conceição Sobral/CE.

7.1.1. Igreja N.S. da Conceição, Igreja Menino Deus e Santuário São Francisco

Neste primeiro grupo de imagens, correspondente à primeira questão da pesquisa, os professores observaram os detalhes da arquitetura presentes nas torres, linhas decorativas, piso, portas, janelas, entre outros elementos da arquitetura de igrejas de Sobral e citaram conteúdos de geometria plana, espacial e analítica, além de como abordá-los. Os quadros 16 e 17 nos mostram os resultados dessa parte da pesquisa, referente à geometria plana.

Quadro 16: 1(a) - Geometria plana: conteúdos mencionados pelos professores

O que estudar?	Frequência que citaram o conteúdo na pesquisa
Áreas	7
Perímetro	5
Formas geométricas	4
Ângulos	3
Círculos	2
Simetria	2
Retas, ponto, planos	2
Comprimentos de segmentos, Arcos, Semicírculos, Setores, Semelhança de triângulos, Triângulos, Paralelismo, Perpendicularismo, Teorema de Tales, Unidade de medida, Razão e proporção, Polígonos, Semelhança de figuras planas.	1

Fonte: Pesquisa de campo (2022)

Quadro 17: 1(a) - Geometria plana: abordagens mencionados pelos professores

	De que forma	Conteúdos	Como abordar o assunto
P5	Levar as imagens para sala de aula, entregar aos alunos, falar sobre a parte histórica e ir comentando/questionsando os elementos geométricos.	paralelismo e perpendicularismo, áreas, perímetros.	Através das linhas decorativas, é possível abordar, por exemplo, paralelismo e perpendicularismo Explorando o piso é possível abordar áreas, Explorando o formato das portas é possível abordar semelhança de figuras planas.
P8	Não especificou	Unidades de medidas, razão e proporção, polígonos, semelhança de figuras planas, perímetros, áreas e introdução aos	Unidades de medidas: pode ser feito pelas as lajotas como unidade de medida para determinando a dimensão da igreja. razão e proporção: utilizando escalas para determinar o tamanho real das formas geométricas. identificando os polígonos presentes e elementos que representa ponto, reta e plano. semelhança de figuras

		conceito geométricos como ponto, reta e plano.	planas: determina as figuras semelhantes e as propriedades que as caracteriza.
P9	Em uma aula de campo os estudantes observariam os diversos detalhes presente	Ângulos, área e perímetro, formas geométricas,	buscariam por formas geométricas conhecidas e calculariam as áreas e perímetros, após obter as medidas dos lados das figuras.
P10	Fotografias	figuras geométricas plana, semelhança, simetria, perímetros e áreas de figuras planas	conceitos figuras geométricas plana estimativa de área local, de pinturas das paredes

Fonte: Pesquisa de campo (2022)

Percebemos nos quadros 16 e 17 que a maioria das sugestões de abordagens envolvia a exploração do conteúdo de área, perímetro e as formas geométricas e que os professores apresentaram sugestões interessantes como, por exemplo, a sugestão do professor cinco (P5) de explorar o formato das portas para abordar semelhança de figuras planas e a indicação do professor oito (P8) de determinar a dimensão da igreja usando as lajotas como unidade de medida.

Observamos também que os professores citaram os conteúdos de ângulos e arcos, entretanto, não tivemos uma explicação explícita de como abordá-los. É importante destacar que alguns professores perceberam a relevância dos estudantes conhecerem o patrimônio arquitetônico em momentos visita ou mesmo através de fotografias para o estudo de geometria plana.

Mendes e Gil (2017, p. 191) concordam sobre a oportunidade de usar a visita ao patrimônio arquitetônico para estudar as formas das figuras, proporções, escalas, entre outros assuntos, além de ressaltar a oportunidade de desenvolver um trabalho interdisciplinar, como percebemos a seguir:

o roteiro de visitas seria um importante incremento no ensino de Matemática, e uma maneira interessante de trabalhar com o estudo das proporções nos monumentos; outra seria demonstrando as formas das figuras, o uso de escalas, etc, além de poder utilizar a oportunidade interdisciplinar na visita com a ajuda de professores de outras disciplinas. (MENDES E GIL, 2017, p.191)

Com isso, percebemos que o uso da arquitetura histórica no ensino de Matemática é uma proposta aberta que pode favorecer, não somente o ensino dos arcos e ângulos, mas diversos conteúdos da geometria, além de possibilitar o envolvimento de professores de outras disciplinas em uma proposta interdisciplinar e integradora.

Seguindo com a apresentação de nossos resultados, ainda em relação aos resultados do primeiro grupo de imagens, referente à primeira questão, os professores citaram conteúdos de geometria espacial e analítica que podem ser estudados a partir da arquitetura histórica de Sobral, cujos resultados apresentamos nos quadros 18 e 19.

Quadro 18: 1(b) - Geometria espacial e analítica: conteúdos citados pelos professores

O que estudar?	Frequência que citaram o conteúdo na pesquisa
Volumes	7
Áreas	3
Retas	3
Distância entre dois pontos	3
Planificações	2
Ângulos	2
Arcos, algumas cônicas, formas geométricas no plano cartesiano, o ponto médio, condição de alinhamento entre dois pontos, estudo das retas, transformações isométricas (translação, reflexão e rotação), vértices, sólidos, arestas e faces, poliedros, corpos redondos, cilindros, prismas, tetraedro, circunferência, paralelepípedo	1

Fonte: Pesquisa de campo (2022)

Quadro 19: 1(b) - Geometria espacial e analítica: abordagem citadas pelos professores

	Conteúdos	Como abordar o assunto
P2	sólido, volumes, planificações, formas geométricas no plano cartesiano	o estudo destas figuras em seu formato sólido, envolvendo o estudo de volumes, planificações, dentre outros aspectos, e consecutivamente, propor o estudo destas formas geométricas a partir da análise das mesmas no plano cartesiano partindo da contextualização com o aspecto arquitetônico apresentado
P5	1) medições de cálculos de perímetro, de volume, de capacidade. (2) - Transformações isométricas (translação, reflexão e rotação. (3) - Cálculo de áreas totais e de volumes de prismas, paralelepípedos. (4) - Estudo de ângulos.	estas imagens apresentam possibilidades para iniciar o estudo de diversos conteúdos da Geometria Espacial e Geometria Analítica
P6	Poliedros, corpos redondos	estudo de poliedros presentes na arquitetura e/ou corpos redondos, além de suas características
P7	cilindros, prismas, tetraedro pontos, retas e circunferência	Na Geometria Espacial identificar (cilindros, prismas) de acordo com os suas medidas e assim explorar outras áreas de estudo e como eles harmonizam o ambiente. Na geometria analítica, pode-se fazer um estudo ainda mais elaborado dos pontos, retas e circunferência presente na arquitetura.
P9	retas e planos, ângulos distância entre dois pontos.	apresentar conceitos e mostrar exemplos, determinar medidas de ângulos entre duas

		retas, calcular distância entre dois pontos.
P10	pontos, retas, áreas e volumes vértices, arestas e faces	Os conceitos de pontos, retas, áreas e volumes dos espaços ocupados pelas edificações

Fonte: Pesquisa de campo (2022)

Pelos resultados do quadro 18, percebemos uma diversidade de conteúdos citados, e os arcos e os ângulos também aparecem como possibilidade para abordar geometria espacial e analítica. Em relação às abordagens propostas no quadro 19, o professor nove (P9) cita que podemos estudar os ângulos formados entre duas retas, porém não cita detalhes de como fazer essas abordagem utilizando os elementos arquitetônicos.

Ainda no quadro 19, o professor dois (P2) em sua explicação exemplifica que podemos iniciar a abordagem matemática partindo do estudo das formas espaciais, passando pelas formas geométricas planificadas e a análise das formas no plano cartesiano e assim contemplar o estudo da geometria plana, espacial e analítica.

De maneira geral, os professores citaram que os aspectos da arquitetura das igrejas de Sobral podem ser utilizados para identificar, apresentar conceitos e estudar elementos geométricos, assim como asseguram Tavares e Costa (2020, p.205) que nas fachadas das construções “é possível percebermos a possibilidade de exploração de variados elementos geométricos”, o que nos confirma, mais uma vez, da utilização desse contexto para o ensino dos arcos e ângulos e diferentes conteúdos de geometria.

7.1.2. Casarão Museu Dom José e Casarão Casa da Cultura.

Agora mostraremos os resultados e análises do segundo grupo de imagens, referentes ao Museu Dom José e da Casa da Cultura de Sobral/CE, com os conteúdos e as abordagens sugeridas, pelos professores participantes, em geometria plana, espacial e analítica.

Sobre os conteúdos citados em geometria plana os resultados são mostrados no quadro 20, observamos que os conteúdos de área e perímetro foram os mais mencionados, assim como, nos resultados de geometria plana do bloco de imagens anterior.

Quadro 20: 2(a) - Geometria plana: conteúdos mencionados pelos professores

O que estudar?	Frequência que citaram o conteúdo na pesquisa
Perímetro	5
Áreas	5

Semelhança de figuras planas	3
Formas geométricas	3
Ângulos.	2
Figuras planas	2
Quadriláteros, retângulos, quadrados, figuras triangulares, polígonos, Trigonometria básica Razão e proporção, simetrias, homotetias, escala, distancias.	1

Fonte: Pesquisa de campo (2022)

Além disso, os professores perceberam que podemos trabalhar ângulos usando a arquitetura dos casarões. Os conteúdos escalas, semelhança, razão, proporções, simetrias e formas geométricas, mais uma vez são sugeridos, assim como no quadro 16, o que reforça que os professores participantes vêem potencial na exploração desses assuntos em geometria no contexto da arquitetura.

Nos próximos quadros 21 e 22, percebemos que os professores responderam diversos assuntos de geometria espacial e analítica. Mas, não sugeriram os arcos em nenhuma das geometrias, neste bloco de imagens, apesar da fachada do Museu e da Casa da Cultura serem ricos em arcos nas portas e janelas.

Tavares e Costa (2020) afirmam que o olhar atento aos arcos nos patrimônios arquitetônico das cidades se justifica, porque além de serem elementos da arquitetura, também são objetos matemáticos estudados na Educação Básica e no Ensino Superior, e um elo principal para a discussão de outros elementos geométricos.

Assim, os arcos são objetos matemáticos de destaque na arquitetura histórica, que motivam as discussões em torno do estudo da geometria, por isso em uma abordagem que envolve a arquitetura deve estar atenta a esse elemento geométrico.

Quadro 21: 2(b) - Geometria espacial: conteúdos mencionados pelos professores

O que estudar?	Frequência que citaram o conteúdo na pesquisa
Volumes	7
Arestas	3
Vértices	3
Áreas	2
Faces	2
Prisma	2
Poliedros, paralelepípedos, propriedades da figura sólida, cone, planificação, pirâmides e relação de Euler.	1

Fonte: Pesquisa de campo (2022)

Quadro 22: 2(c) - Geometria analítica: conteúdos mencionados pelos professores

O que estudar?	Frequência que citaram o conteúdo na pesquisa
Pontos ou distância entre pontos	5
Estudo da reta ou equações da reta	5
Plano cartesiano ou sistema de coordenadas	3
Retas	2
Curvas, lugares geométricos, circunferências, localização, perpendicularidade, ortogonalidade, equação da curva	1

Fonte: Pesquisa de campo (2022)

Ainda sobre os casarões, no quadro 23, a seguir, apresentamos as contribuições citadas pelos professores em geometria plana. Observamos que a maioria das abordagens cita o uso da arquitetura para o trabalho com as figuras e formas geométricas e que podemos iniciar essa abordagem, como sugerem os professores três, cinco, seis e dez (P3, P5, P6 e P10), questionando os estudantes sobre quais formas percebem na arquitetura.

Além disso, o professor dois (P2) chama a atenção para a análise das fachadas como composição de figuras planas, que podem ser reduzidas e postas em escala, além de propor que os estudantes façam medições e calculem áreas, perímetros.

Esta sugestão leva em consideração diversos assuntos, além de estimular o estudo da geometria com o uso de ferramentas de medições geométricas, que de acordo com Zuin (2011, p.177), “permitem “experimental”. Isso, por si só, dá uma outra dimensão aos conceitos e propriedades geométricas”.

Deste modo, o uso de instrumentos de medição permite que conceitos e propriedades geométricas sejam ensinados de forma prática, o que possibilita aos estudantes perceberem de forma mais concreta os objetos matemáticos.

Quadro 23: 2(a) - Geometria plana: abordagens mencionados pelos professores

	Conteúdos	Como abordar o assunto
P2	Figura geométrica, escala, perímetros, áreas	A fachada, desenhada em sua forma plana, pode ser considerada uma formação de composição de figuras geométricas diferentes. Uma atividade que poderia ser direcionada seria, com uma redução em uma escala conhecida desta fachada, se propor ao aluno que meça algumas partes, estabelecendo perímetros de algumas formas, bem como áreas e áreas totais, culminando com sua transposição para medidas reais a partir da escala dada.
P3	Área e perímetro dos quadriláteros, figuras triangulares	Iniciando com predição oral, depois com problematização, explicação com uso das imagens, atividades de verificação do conhecimento, pedir para os educandos de forma espontânea responderem na lousa e depois um feedback sobre o assunto abordado, analisando,

		refletindo e redirecionando as ações conforme as necessidades dos alunos e da escola
P5	Formas geométricas, perímetros e áreas	Os alunos poderiam ser questionados sobre quais formas geométricas aparecem nas construções. Sobre o perímetro de cada forma, área, etc.
P6	Figuras planas	identificação das figuras planas presentes na arquitetura dos prédios, quais foram as possíveis figuras que poderiam ter inspirado a arquitetura dos prédios.
P7	O estudo dos polígonos	(explorar através de fotografia os polígonos presentes na arquitetura)
P8	Perímetro e áreas Trigonometria básica e semelhança de figuras planas, Razão e proporção	Perímetro e áreas: calcular dos polígonos identificados, Trigonometria básica e semelhança de figuras planas: determinar altura dos prédios. Razão e proporção: um trabalho de escalas
P9	Formas geométricas	Localizar as diferentes figuras geométricas que compõem a fachada dos casarões.
P10	Figuras planas, identificar quadriláteros, retângulos, quadrados, soma de ângulos, perímetro, área, semelhança de figuras	Novamente a identificação de figuras planas e a partir delas trabalhar suas propriedades, identificar quadriláteros, retângulos, quadrados, soma de ângulos, perímetro de janelas e portas, dimensões das paredes externas, área externa, área aproximada ocupada por portas e janelas. Pode-se trabalhar através das imagens com essa identificação, e através da semelhança de figuras inferir as dimensões apresentadas e chegar a conclusão de possíveis áreas e perímetros. Pode-se utilizar a pedagogia de projetos, trabalho em grupo e levar os alunos ao processo investigativo, tendo como base a tomada de posição da identificação dessas possíveis figuras.

Fonte: Pesquisa de campo (2022)

No quadro 24, apresentamos outras contribuições em relação à geometria espacial nos casarões, percebemos que muitos professores associaram o formato dos casarões ao paralelepípedo e a partir dessa relação sugeriram trabalhar os conceitos de arestas, faces, vértices e o volume. O professor oito (P8) citou que podíamos determinar o volume de tinta para pintar o monumento ou dimensionar quantas pessoas “cabem” dentro dele.

Nas indicações do quadro 24, outro ponto importante destacar é a sugestão do professor dois (P2) de construir objetos que compõem a arquitetura como, por exemplo, o pináculo e a partir dessa construção estudar propriedades e características das formas geométricas. Estes tipos de abordagem são um exercício da criatividade docente na exploração do patrimônio arquitetônico histórico de Sobral, como explica Mendes (2012, p.122), “É necessário, entretanto, um exercício de criatividade para explorar os conceitos matemáticos na proposição de tarefas escolares que conectem essas práticas sociais”.

Desta forma, para conectar a geometria e a arquitetura, é essencial que professores pensem novas formas de abordar o conteúdo, que pesquisem, reflitam e analisem, num exercício de criatividade, tornar o conteúdo acessível aos estudantes.

Quadro 24: 2(b) - Geometria espacial: abordagens citadas pelos professores

	Conteúdos	Como abordar o assunto
P2	Planificação, Volumes, estudo de propriedades da figura sólida	Com uma planificação dos pináculos, é possível, a partir de recortes se construir a figura e em seguida calcular volumes ou mesmo fazer o estudo de propriedades da figura sólida formada.
P6	Volume, faces, arestas, vértices, relação de Euler.	Poderia estudar o volume dos prédios, conceitos de faces, arestas, vértices
P7	Pirâmides, prisma, volume dos sólidos,	Explorar através de algum instrumento de medidas e calcular o volume dos sólidos que é possível destacar.
P8	Volumes, planificação:	Volumes: determinar volume de tintas para pintar, ou quantas pessoas pode esta presente dentro do prédio. planificação: mostra a planificação do imóvel.
P10	Paralelepípedos, Prismas as características de suas faces laterais, superior e inferior, arestas e vértices, inferir áreas laterais e possível volume	No caso dos museus, que apresentam arquitetura característica dos paralelepípedos trabalhar com conceitos desses prismas, as características de suas faces laterais, superior e inferior, arestas e vértices, inferir áreas laterais e possível volume.

Fonte: Pesquisa de campo (2022)

Finalmente, no quadro 25, último do bloco de imagens dos casarões, mostram que os conteúdos de geometria analítica também podem ser estudados, como apresentam as abordagens dos professores dois e dez (P2 e P10) que destacam que podemos usar o sistema de coordenadas cartesianas, por exemplo, em uma malha quadriculada e estudar distâncias entre pontos, equações de retas, circunferência, entre outros conteúdos.

Além disto, o professor dois (P2) complementou que essa abordagem pode ocorrer inclusive com o auxílio do Geogebra ou outras ferramentas tecnológicas. Sobre o Geogebra, Borba, Silva e Gadanidis (2014, p.46) afirmam que:

Desde seu lançamento, cada vez mais, professores e/ou pesquisadores têm demonstrado interesses didático-pedagógicos e acadêmicos diversificados com relação ao GeoGebra no ensino e na aprendizagem de Matemática (BORBA, SILVA e GADANIDIS, 2014, p.46).

Com isso, percebemos que cada vez mais professores consideram que GeoGebra é uma opção interessante para o ensino e a aprendizagem de Matemática, portanto, a sugestão do professor dois (P2) é uma sugestão que permite pensarmos a abordagem da arquitetura de Sobral no Geogebra e seu potencial para o ensino e a aprendizagem de geometria.

Quadro 25: 2(c) - Geometria analítica: abordagens citadas pelos professores

	Conteúdos	Como abordar o assunto
P2	Estudo de pontos, retas, curvas, circunferências, equações gerais e reduzidas.	Sendo possível obter-se um plano das fachadas numa malha quadriculada, que seja possível definir os eixos Ox e Oy, pode-se direcionar o estudo de pontos, retas, curvas, circunferências, estabelecendo equações gerais, reduzidas, e demais aspectos envolvidos na geometria analítica. Uma atividade deste tipo poderia, inclusive, ser desenvolvida no Geogebra e outros, ou seja, com o uso de TDICs.
P6	Pontos e a equação da curva	Poderia ser estudado os pontos que compõem determinados janela ou outro objeto de interesse. Podemos ainda estudar a equação utilizada para determinada curva presente na arquitetura dos casarões em questão.
P7	Retas, distância entre dois pontos	Destacar e identificar a presença deles e fazer um uso mais detalhado do estudo dos mesmos
P10	Sistema de coordenadas, distâncias entre pontos, equações de retas, ortogonalidade e perpendicularidade, equações de retas paralelas	Poderíamos trabalhar com um sistema de coordenadas com origem a partir de um dos vértices da base e a partir dele inferir distâncias entre pontos, equações de retas, ortogonalidade e perpendicularidade, equações de retas paralelas

Fonte: Pesquisa de campo (2022)

7.1.3. Teatro São João e Arco de Nossa Senhora de Fátima.

Dando continuidade a apresentação da pesquisa realizada com os professores, nesta parte, mostrou os resultados e as análises das respostas referentes às imagens do Teatro São João e Arco de Nossa Senhora de Fátima de Sobral. A seguir, no quadro 26, mostramos os conteúdos que os professores citaram, como possíveis conteúdos para abordagem de geometria plana, espacial e analítica.

Quadro 26: 3 - Geometria plana, espacial e analítica: conteúdos citados pelos professores

O que estudar?	Frequência que citaram o conteúdo na pesquisa
Simetria	4
Áreas	3
Volumes	3
Perímetros	2
Ângulos	2
Estudos de ponto, retas, plano	2
Retas	2
Círculos	2
Linhas poligonais, circunferências e curvas, os arcos, elementos geométricos. figuras planas,proporcionalidade, distância entre dois pontos, sólidos Geométricos, sistema de coordenadas cartesianas,semelhança de triângulo, ampliação, redução, distancias, prisma, semicírculo, raio e diâmetro., ,	1

Fonte: Pesquisa de campo (2022)

Como observamos no quadro 26, o conteúdo mais citado pelos professores foi simetria, em seguida, áreas e volumes. Martins e Mendes (2018) afirmam que os estudos das simetrias possibilitam fazer conexões entre tópicos de matemática, como congruência entre figuras planas ou função modular, por exemplo, e também permite a conexão da matemática com conhecimentos disciplinares, tais como, Cultura, História e Artes.

Portanto, percebemos que com o trabalho com as simetrias temos um potencial de abordagens de tópicos de matemática, bem como podemos conectar a arquitetura histórica de Sobral com a matemática, como observaram os professores pesquisados.

Quadro 27: 3 - Geometria plana, espacial e analítica: abordagens citadas pelos professores

	Conteúdos	Como abordar o assunto
P2	perímetros, áreas, áreas totais, áreas de setor, volumes, estudos de ponto, retas, circunferências e curvas destas obras no plano	Inclusive, fazendo correlação com a tecnologia. Destaco que a perspectiva de trabalhar a matemática com o "material concreto" que são as próprias construções e monumentos, na minha experiência, proporciona ao estudante um interesse maior e a possibilidade de entender para que serve a Matemática na vida real
P3	Quadriláteros e triângulos - Geometria Plana. Sólidos Geométricos - Geometria Espacial. Geometria Analítica - Sistema de coordenadas cartesianas, distância entre dois pontos	O ponto de partida deve ser a predição, identificando o que os alunos já sabem, depois utiliza-se a explicação e exploração oral, mediante as imagens, sempre aguçando a participação dos alunos, que deve ser um momento rico de interpretação, inferências, análises. Em seguida, uma atividade de verificação do conhecimento, que pode ser em duplas, trios e uma correção coletiva, em que os alunos podem responder no quadro e o professor pode ser mediador e fornecer um feedback acerca das respostas dos alunos.
P5	Conceitos de simetria, ampliação, redução, círculos, volumes e ângulos	Por exemplo, iniciar a aula exibindo as imagens e questionando o que os alunos observam ao traçar retas verticais sobre as imagens...
P7	Simetria, proporcionalidade, linhas poligonais, ângulos, retas	Pode ser feito uma maquete respeitando a proporcionalidade com as medidas reais, explorar fotografia e desenhos com respeito aos ângulos, profundidade e pontos de fugas presentes
P8	Volume e área, Trigonometria, e semelhança de figuras planas, Razão e proporção	Volume e área: montar possíveis formulas para encontrar esses elementos. Trigonometria básica e semelhança de figuras planas: determinar altura dos prédios. Razão e proporção: um trabalho de escalas.
P10	Figuras planas, prismas, os arcos, círculo e semicírculo, comprimento de arco e da circunferência, raio e diâmetro	Trabalhar propriedades de figuras planas e prismas. Há um destaque para os arcos, pano de fundo para estudo do círculo e semicírculo, estabelecer noção de comprimento de arco e da circunferência, além de raio e diâmetro. A partir dos arcos, trabalhar áreas e volumes da parte superior da superfície do arco a partir dos conceitos de cilindro. Inferir a partir do arco o tipo de curva: circunferência, porque não seria parábola, hipérbole? Inferir equação da circunferência.

Fonte: Pesquisa de campo (2022)

Outro ponto de destaque nesta parte da pesquisa é que os ângulos e os arcos aparecem no quadro 26 e os professores citaram no quadro 27 como poderíamos trabalhá-los. Para explorar os ângulos o professor sete (P7) cita que podemos construir maquetes respeitando escalas e os ângulos.

Em relação aos arcos o professor dez (P10) sugere que eles podem motivar o estudo de diâmetro, raio, círculo, semicírculo, comprimento do arco e da circunferência, além de motivar o estudo trabalhar áreas e volumes da parte superior da superfície do arco a partir dos conceitos de cilindro.

O professor dez (P10) finaliza a sua sugestão com um questionamento que pode ser levantado em geometria analítica: Qual o tipo de curva o arco de Nossa Senhora de Fátima corresponde? Esse questionamento pode levar a investigação do por que, a partir do contexto da arquitetura, serem arcos de circunferência, e não hipérboles ou parábolas.

Nestas sugestões percebemos, mais uma vez, o exercício criativo docente, tal como afirma Mendes (2012), além de ser perceptível a conexão dos assuntos de geometria plana, espacial e analítica na sugestão do professor dez (P10) que instiga uma abordagem investigativa capaz de desenvolver no estudante a autonomia na busca do conhecimento, como asseguram Martins e Mendes (2018).

7.1.4. Desenhos das fachadas da Igreja de Nossa da Conceição, Casarão na Rua Lúcia Sabóia e Agência dos Correios.

Nesta parte da pesquisa os professores deviam analisar os desenhos das fachadas da Igreja de Nossa Senhora da Conceição, de um Casarão da Rua Lúcia Saboia e da Agência dos Correios, em seguida, analisar imagens das fachadas correspondentes a esses desenhos, e a partir dessa análise dizer o potencial da arquitetura nessas imagens, para o ensino da geometria, além de responderem que assuntos de outras áreas poderiam ser trabalhados a partir desse contexto.

No quadro 28, a seguir, mostramos algumas respostas selecionadas, escolhemos aquelas que apresentaram uma maior relevância para este trabalho e que mostraram maiores detalhes sobre questionamentos levantados na referida questão.

Quadro 28: 4 – abordagens da arquitetura e outras áreas

Abordagens e assuntos de outras áreas	
P2	Quanto a interdisciplinaridade é possível citar a correlação coma própria história, as artes, geografia, a sociologia. A partir do próprio contexto histórico, pode-se planejar uma aula que derive numa modelagem Matemática dos aspectos geométricos envolvidos. É

	interessante, também, direcionar o trabalho com o "desenho geométrico", onde, com o uso de ferramentas como compasso, régua, trena, transferidor e outros, o estudante desenha figuras com técnicas que favoreçam as propriedades destas figuras. Podendo transpor para o meio digital, por exemplo com o uso do AutoCAD.
P3	Evidenciar o potencial arquitetônico da cidade, sua riqueza cultural e histórica, verificar a importância da interdisciplinaridade e atentar que o ensino não deve remeter apenas a conceitos e fórmulas presentes em livros didáticos, mas que os elementos da vida prática cotidiana podem promover uma relação dialógica com os conteúdos curriculares abordados no processo de ensino e aprendizagem, promovendo um ensino mais significativo, prazeroso e instigante.
P6	Em relação a outras áreas, pode-se utilizar com bastante clareza, a história, tanto da cidade como também das construções em si; podemos explorar também a Física e Artes
P7	É possível usar a arte em particular o desenho, identificar a arte em perspectiva observando profundidade, ponto de fuga, ângulos e proporcionalidade presentes no projeto até chegar na obra
P10	A arquitetura do patrimônio histórico de Sobral apresenta muitos elementos geométricos em seus prédios. Essa característica pode ajudar o professor a trabalhar conceitos geométricos da geometria plana, da geometria espacial e da geometria analítica. Pode ser através do estudo das imagens, como apresentada nesse formulário utilizando-as como tomada de posição para inferência daquilo que o professor pretende que a turma aprenda. Além das representações geométricas abundantemente utilizadas nessas construções há o aspecto histórico e geográfico da região de Sobral, a transformação da vila em cidade, seu desenvolvimento em torno no leito do rio Acaraú, a modernidade atual contrastando com o período em que tais construções foram feitas, o estado do rio, sua poluição e assoreamento, os aspectos das linguagens, a literatura, o deterioramento das estruturas, aspectos físicos e químicos envolvidos. Materiais utilizados nas construções desses monumentos, entre outros..

Fonte: Pesquisa de campo (2022)

Analisando as respostas dos professores do quadro 28, fica nítido que eles percebem o potencial do patrimônio arquitetônico de Sobral para o ensino de geometria, isso fica evidente na resposta do professor dois (P2) que percebe que esse patrimônio possui o elemento histórico no qual pode ser aproveitado para desencadear atividades de modelagem dos aspectos geométricos, e também com o uso de régua, compasso, trena e transferidor.

Além de evidenciar a riqueza histórica e cultural, como menciona o professor três (P3), a arquitetura de Sobral pode ajudar o professor a trabalhar os conceitos de geometria plana, espacial e analítica através do estudo das imagens, como afirma o professor dez (P10).

Sobre os conteúdos de outras áreas que podem ser explorados a partir desse contexto, os professores citaram a história da cidade, das construções, a arte, a geografia ou aspectos geográficos da região, a sociologia, a física, questões ambientais como poluição e o estado do rio, os aspectos da linguagem e literatura, a conservação do patrimônio, entre outros assuntos. Desta forma, como assegura Tavares e Costa (2020, p.203):

Percebemos que essas características geométricas podem ser usadas para contextualizar o estudo de objetos matemáticos [...] ao permitirem o estabelecimento de relações interdisciplinares envolvendo a matemática, a história, a arte e a geografia, por exemplo. (TAVARES E COSTA, 2020, p.203).

E assim, a partir desses pontos levantados percebemos que a arquitetura de Sobral presente nessas imagens são contextos importantes que podem ser explorados em geometria, mas também possui um grande potencial interdisciplinar.

7.1.5. Planta baixa da Igreja de Nossa Senhora da Conceição Sobral/CE

A última questão apresentava aos professores a planta baixa da igreja de Nossa Senhora da Conceição e perguntava que assuntos de geometria analítica e geometria plana poderiam ser explorados, a partir dela, e como poderíamos abordar os conteúdos identificados.

No quadro 29, apresentamos os conteúdos que foram citados pelos professores. Observamos que nesses resultados aparecem conteúdos de geometria plana e geometria analítica que já foram citados em perguntas anteriores, cujas imagens representavam as fachadas e outros elementos de arquitetura.

Com isso, percebemos que as plantas-baixas dos patrimônios históricos, possibilitam, de acordo com alguns professores, a exploração de diversos conteúdos de geometria, como proporção, escalas, ângulos, simetrias, perpendicularismo, paralelismo, sistema de coordenadas, estudo dos pontos, além de áreas, perímetros e formas geométricas.

Quadro 29: 5 - Geometria plana e analítica: conteúdos mencionados pelos professores

O que estudar?	Frequência que citaram o conteúdo na pesquisa
Áreas	8
Distancia entres estes pontos	6
Perímetro	6
Sistema de coordenadas, plano ou eixo cartesiano	5
Retas ou equação da reta	3
Ângulos ou angulação	2
Escala	2
Localização	2
Proporcionalidade ou proporção	2
Figuras geométricas ou formas geométricas	2
Teoremas de Pitágoras, razão, unidades de medidas, simetria, lados paralelos e perpendiculares, posicionamentos, medidas, estudo de vetores, quadriláteros, distância entre ponto e reta, alinhamento entre dois pontos semelhança de figuras planas.	1

Fonte: Pesquisa de campo (2022)

O último quadro dessa pesquisa, o quadro 30, mostramos as possibilidades identificadas pelos professores dois, cinco, oito e dez (P2, P5, P8 e P10), no qual percebem que podemos criar atividades levando em consideração o uso do sistemas de coordenadas para o estudo de localizações, medidas, angulações, distância entre pontos, posições e equações retas, identificação de figuras geométrica dos cômodos.

Também sugeriram calcular quantos metros quadrados tem o piso igreja, além disso, sugeriram o trabalho com malha quadriculada e a investigação em escalas do tamanho real do patrimônio.

Por fim, percebemos que essas sugestões docentes são reflexões que segundo Mendes (2012) são fundamentais para a construção ou apresentação de atividades em que o objetivo é fazer uma aliança entre os momentos de discussão Matemática e abordagens do patrimônio histórico, cultural, arquitetônico, pois apontam possibilidades que podem contribuir para o ensino de Matemática.

Quadro 30: 5 - Geometria plana e analítica: abordagens mencionados pelos professores

	Conteúdos	Atividades
P2	Posicionamentos, eixos cartesianos, medidas, distancia entres estes pontos, pontos médios, angulação, áreas, perímetros e formas	Com uma planta desta é possível se propor a localização no esquadro da planta das partes que compõem as divisórias da igreja. É possível se fazer um direcionamento, a partir da definição dos eixos cartesianos, definindo posicionamentos e medidas, por exemplo, angulação, dentre outras características a serem trabalhadas a partir da geometria analítica.
P5	Localização, áreas, perímetros, retas paralelas, retas transversais, retas perpendiculares	Imaginando que a reta de baixo represente o eixo x e a reta da esquerda represente o eixo y é possível, por exemplo, questionar a localização de cada compartimento. Com relação a Geometria Plana é possível explorar conceitos de áreas, perímetros, retas paralelas, retas transversais, retas perpendiculares, etc,
P8	Razão e proporção, plano cartesiano e distância entre dois pontos, unidades de medidas	Razão e proporção: um trabalho de escalas. Plano Cartesiano e Distância entre dois pontos: introduzir em uma malha quadriculada para terminar dimensões.
P10	Figuras geométricas, perímetros e áreas, escala, distância entre dois pontos sistema de coordenadas, lados paralelos e perpendiculares, equação da reta	Através dessa planta baixa podemos identificar figuras geométricas que identifiquem os cômodos da igreja, estudar seus perímetros e áreas, fazendo o estudo das medidas reais e medidas do desenho através da escala dada. O estudo da área pode ser explorado para sugerir a quantidade em m ² do piso utilizado. Através de um sistema de coordenadas adequado fazer a medição das medidas dos lados dos cômodos através da distância entre dois pontos, podendo ser feito em relação ao desenho e transpondo para a medida real através da escala, estabelecer novamente lados paralelos e perpendiculares, sugerir a equação da reta suporte dos segmentos que formam os lados dos cômodos, entre outras atividades.

Fonte: Pesquisa de campo (2022)

Assim, com estes resultados e análises, apresentamos importantes sugestões e contribuições de professores da Educação Básica para esta pesquisa. A seguir, apresentamos uma análise global desse estudo.

7.1.6. Análise global do estudo de verificação com professores

Os professores reconheceram que na arquitetura de Sobral é possível abordar os conteúdos arcos e ângulos, entre os subsídios sugeridos, apontaram trabalhar ângulo entre duas retas, soma de ângulos, explorar nas fotografias e desenhos os ângulos, construir maquetes respeitando escala e ângulos e as angulações na planta baixa da igreja de Nossa Senhora da Conceição.

Sugeriram também, que na arquitetura do Arco de Nossa Senhora de Fátima, os arcos podem motivar o estudo de diâmetro, raio, círculo, semicírculo, comprimento do arco e da circunferência, além de trabalhar áreas e volumes da parte superior da superfície do arco, a partir dos conceitos de cilindro e investigar, a partir do contexto da arquitetura, serem arcos de circunferência, e não hipérboles ou parábolas.

Dentre os conteúdos de geometria, os docentes citaram as formas geométricas, semelhança de figuras planas, área, perímetro, escalas, razão, proporções, simetrias, medições, arestas, faces, vértices, volume, perpendicularismo, paralelismo, sistema de coordenadas, estudo do ponto, distância entre dois pontos, estudo da reta, equação da reta e equação da circunferência.

Para a abordagem dos assuntos, apontaram que podemos iniciar o trabalho com as figuras e formas geométricas questionando os estudantes sobre quais formas percebem na arquitetura, ou partindo do estudo das formas espaciais, passando pelas formas geométricas planificadas e a análise das formas no plano cartesiano, citaram que os estudantes podem conhecer o patrimônio arquitetônico em momentos de visitas ou mesmos através de fotografias.

Além dessas abordagens, sugeriram determinar a dimensão da igreja usando as lajotas como unidade de medida, analisar as fachadas como composição de figuras planas que podem ser reduzidas e postas em escala, além de propor que os estudantes façam medições e calcule áreas, perímetros e explorar o formato das portas para abordar semelhança de figuras planas.

Perceberam também, que podemos associar o formato dos casarões ao

formato do paralelepípedo e que podíamos calcular o volume de tinta para pintá-lo ou dimensionar quantas pessoas “cabem” nele, além disso, podemos usar os sistemas de coordenadas cartesianas, por exemplo, em uma malha quadriculada e estudar distâncias entre pontos, equações de retas, circunferência e também investigar em escalas o tamanho real dos patrimônios.

Observaram que nessas abordagens podemos usar as ferramentas de medições geométricas, tais como, régua e compasso, bem como propor a construção de objetos (maquetes) que compõem a arquitetura, e também adaptarmos as abordagens para Geogebra. Os professores também sugeriram a modelagem dos aspectos geométricos envolvidos, o trabalho com a pedagogia de projeto ou o trabalho dos estudantes em grupo.

Ressaltaram também, o grande potencial interdisciplinar desse contexto, que pode ser utilizado para abordar a história da cidade, das construções, a arte, a geografia ou aspectos geográficos da região, a sociologia, a física, questões ambientais como poluição e o estado do rio, os aspectos da linguagem e literatura, a conservação do patrimônio, entre outros assuntos.

Por todos esses subsídios observados, a pesquisa de verificação com os docentes apontou que a arquitetura histórica no ensino de Matemática é uma proposta ampla que pode favorecer, não somente o ensino dos arcos e ângulos, mas diversos conteúdos da geometria plana, espacial e analítica que podem ser explorados de forma investigativa, criativa e diversificados com a utilização de instrumentos e recursos que favorecem a autonomia dos estudantes na busca do conhecimento. Além de possibilitar o envolvimento da temática em outras disciplinas em uma proposta interdisciplinar.

Agora que temos um aparato de subsídios, vamos conhecer a proposta de atividades Etnomatemáticas construída a partir dos estudos preliminares e também do estudo de verificação.

8. PROPOSTA DE ATIVIDADES

Apresentamos, a seguir, uma proposta de atividades em Etnomatemática, em que, a partir do patrimônio arquitetônico de Sobral, que é um artefato sociocultural, fazemos conexões com os arcos e ângulos, bem como, com a Geometria ensinada na Educação Básica. Para a construção dessa proposta, observamos a revisão de estudos e a pesquisa de verificação com professores, que mostraram o cenário das pesquisas sobre a temática do patrimônio arquitetônico e o ensino de matemática, além disso, forneceram subsídios, sugestões e ideias para a elaboração das atividades.

8.1.ATIVIDADES ETNOMATEMÁTICAS A PARTIR DA ARQUITETURA DE SOBRAL/CE

8.1.1. Atividade 1

Título: O contexto sociocultural da arquitetura de Sobral/CE e a Geometria.

Objetivo: Identificar os arcos, ângulos, as formas planas e espaciais no patrimônio arquitetônico de Sobral e calcular perímetros, áreas e volumes dessas formas.

Material necessário: roteiro da atividade, transporte escolar, imagens dos patrimônios, câmera fotográfica, régua, compasso, transferidor, lápis e borracha.

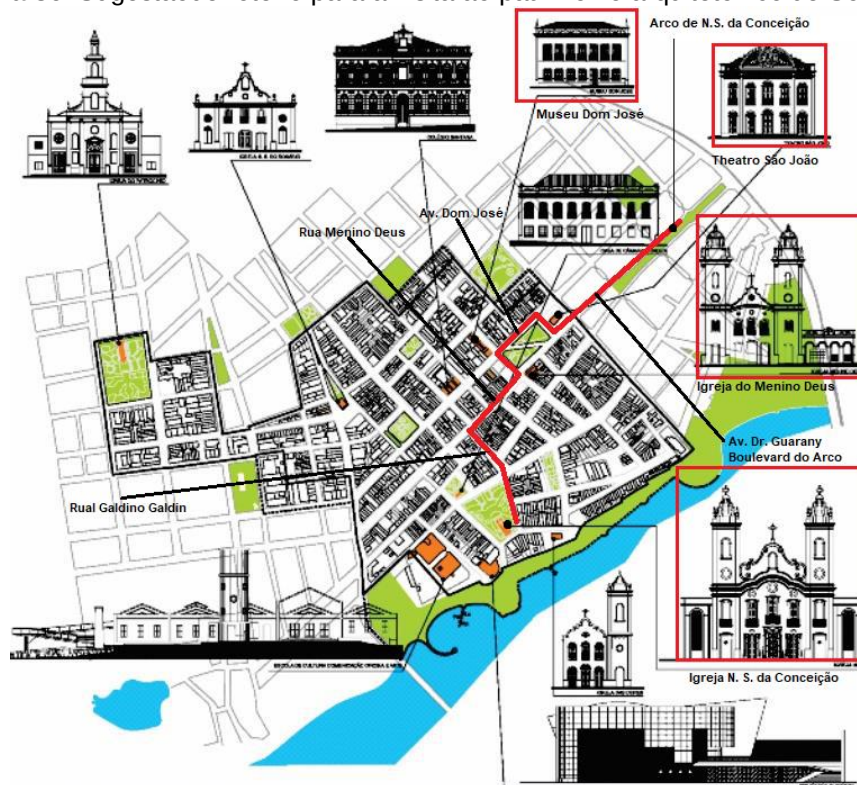
Procedimento para a visita ao patrimônio histórico e arquitetônico:

1º) O professor organiza e executa uma visita ao centro histórico de Sobral, sugerimos visitar os patrimônios históricos e o roteiro destacado no mapa, da figura 36, no qual tem início na Igreja de Nossa Senhora da Conceição, segue para a igreja Menino Deus, depois para o Museu Dom José, Teatro São João e finaliza no Arco de Nossa Senhora de Fátima. No entanto, o professor pode escolher um roteiro e outros patrimônios que achar mais conveniente.

2º) Durante as visitas, os estudantes fazem o registro fotográfico das fachadas, dos interiores e dos arcos observados na arquitetura. O professor fala a história dos monumentos que os estudantes estão visitando, os aspectos do estilo e elementos arquitetônicos das construções e a denominação dos arcos arquitetônicos. Como

suporte para esta etapa apresentamos, ao professor o texto 1, a seguir, além do link do Patrisol²⁵ disponibilizados por Gomes e Paula (2021) que fornecem informações sobre mais de 73 bens patrimoniais do Sítio Histórico de Sobral.

Figura 36: Sugestão de roteiro para a visita ao patrimônio arquitetônico de Sobral/CE



Fonte: Adaptado de Portela (2018)

Texto 1: Conhecendo Sobral²⁶

Sobral, situada a 230 km da capital, Fortaleza, originou-se de uma fazenda chamada Caiçara, e tornou-se município em 1841. A cidade ficou conhecida internacionalmente por ter sido o local de comprovação da Teoria da Relatividade de Albert Einstein, em 1919. O sítio urbano de Sobral foi tombado como patrimônio cultural do Brasil pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN, em 1999. O tombamento é uma forma de preservar bens históricos, culturais, arquitetônicos e ambientais, através de legislação específica. São exemplos de patrimônios tombados em Sobral:

Igreja de Nossa Senhora da Conceição

A antiga capela fundada em 1700, no povoado que se transformaria na cidade de Sobral, foi demolida em 1777 devido às péssimas condições, mais tarde, depois

²⁵ Disponível em: <<https://patrimoniosdesobral.wixsite.com/site>>. Acesso em Jun.2022

²⁶ Retirado e adaptado do VI Simpósio Brasileiro de Educação em Solo. Disponível em:<http://www.uvanet.br/sbes/conheca_sobral.php>. Acesso em Mar. 2020

que Sobral é elevada a Vila, foi autorizado pelo Pe. João Ribeiro Pessoa à construção da atual matriz em 1778, seu desenho veio de Recife e as torres começaram a ser levantadas somente em 1836 e ficaram prontas em 1849 . A Catedral de Sobral é uma das mais antigas e mais bonitas igrejas do Ceará, o estilo tardo-barroco ou rococó predominante em sua construção tinha a função de propagar a fé católica na colônia portuguesa. Entre as características desse estilo estão os movimentos ondulatórios, os frontões altos tratados como formas esculturais e os coroamentos bulbosos das torres.

Imagem 29: Elementos da arquitetura da fachada da Igreja de N.S. da Conceição



Fonte: Adaptado de Falcetti (2019)

Museu Dom José

O atual Museu Dom José era um belo sobrado que seguia o modelo das casas portuguesas, o casarão foi construído em 1844, pelo major João Pedro da Cunha Bandeira de Melo. As residências mais bonitas, em Sobral, eram construídas nas esquinas e possuíam muitas portas e janelas. O casarão foi comprado pela Diocese de Sobral na década de 1930 e foi transformado na casa onde morava o bispo Dom José Tupinambá da Frota, ele passou décadas colecionando objetos adquiridos em viagens e fundou oficialmente o Museu Diocesano de Sobral em 29 de março de 1951, vinte anos depois, em 1971, o museu foi aberto ao público e inaugurado com o nome Museu Dom José. Hoje o museu é considerado o maior do Ceará e um dos maiores do Brasil em Arte-Sacra e Arte Decorativa, tornando-se, assim, um magnífico painel da história social de Sobral.

Imagem 30: Elementos da arquitetura da fachada do Museu Dom José



Fonte: Adaptado de Falcetti (2019)

Teatro São João

Construído entre 1877 e 1880, por iniciativa de membros da Sociedade Cultural Sobralense que se mobilizou em uma iniciativa ousada, pois nem a capital tinha um teatro na época, além disso, o sertão cearense sofria com a seca. A construção do teatro ajudou a dar oportunidade de trabalho para muitas pessoas. O estilo do teatro foi inspirado nos modelos dos teatros italianos de plateia em formato de ferradura, e a fachada em estilo arquitetônico neoclássico, apresentava características como: o frontão em arco, platibanda, sacadas, portas e janelas com detalhes de arco romano e cor da fachada suave.

Imagem 31: Elementos da arquitetura da fachada do Teatro São João



Fonte: Adaptado de Falcetti (2019)

Arco de Nossa Senhora da Conceição

É um dos monumentos que mais caracterizam a cidade. O arco de Nossa Senhora imita o arco do Triunfo da França, a ideia e a iniciativa de construir o monumento foram de Dom José Tupinambá da Frota, em 1943, para homenagear a passagem da imagem de Nossa Senhora de Fátima por Sobral. Dom José morou um tempo em Roma e era admirador da Arquitetura Renascentista, por isso construções de sua iniciativa como o hospital Santa Casa, o Seminário São José e o Arco de Nossa Senhora seguem um estilo de inspiração neoclássica em que uma das características era a presença de arcos plenos.

Imagem 32: Elementos da arquitetura do Arco de N. S de Fátima



Fonte: Adaptado de Falcetti (2019)

3º) Ao passo que o professor for falando a história de cada patrimônio e as características de sua arquitetura durante a visita, o docente questiona os estudantes:

Que elementos geométricos da arquitetura encontrados nas fachadas do patrimônio histórico de Sobral, lembram formas geométricas (planas ou espaciais) estudadas na escola? Os estudantes podem fazer o registro da observação no quadro 31. (Obs.: As formas são aproximadas)

Quadro 31: Quadro de visita de campo

Patrimônio visitado	Elementos da arquitetura.	Formas geométrica plana ou espacial relacionada	Perímetros/ áreas /volumes

Fonte: Autora (2022)

4º) Ainda na visita, o professor de Matemática juntamente com professores de outras áreas podem discutir com os estudantes os aspectos geográficos (localização, ruas, processo de urbanização, composição do espaço geográfico etc.), a sociedade da época, a conservação dos patrimônios, questões ambientais como a poluição do Rio Acaraú, rio que foi importante para a formação da cidade, entre outros aspectos.

Após a visita, em sala, o professor entrega imagens (Apêndice D) dos monumentos visitados e os estudantes em grupos conversam, pesquisam e respondem:

a) Que lugar é este? Quem o construiu? Quais as características da sociedade e cultura da época influenciaram o estilo arquitetônico desse patrimônio? Por que Sobral tem tantos monumentos? Como as informações sobre esses monumentos chegaram até nós? Além de outras questões de interesse do professor de cada área.

Quadro 32: Aspectos socioculturais observados nas visitas

Patrimônio visitado	Respostas – (Aspectos socioculturais do patrimônio)

Fonte: Autora (2022)

b) Nas imagens recebidas com o uso da régua e compasso²⁷ retire as medidas das formas geométricas planas e espaciais identificadas nas fachadas dos patrimônios e

²⁷ O professor aproveita a oportunidade e faz a apresentação dos instrumentos de medida, régua, compasso e transferidor e mostra como utilizá-los.

calcule o perímetro e área das formas planas, área e o volume das formas espaciais. Faça o registro no “Quadro de estudo da matemática do patrimônio” no espaço para essa finalidade.

Procedimentos para atividade em sala: Caso não seja possível realizar a visita, o estudo sociocultural pode ser feito com as imagens do patrimônio arquitetônico de Sobral. Os procedimentos são análogos ao realizados na atividade de campo, a diferença é que em vez da visita *in loco*, as imagens (apêndice D) serão usadas para conhecer e explorar a arquitetura e a história dos patrimônios, outra opção é usar o Google Maps²⁸ para fazer o roteiro de visita e analisar as fachadas. Vejamos os procedimentos:

1º) O professor separa a turma em grupos e entrega as imagens de alguns patrimônios históricos de Sobral, após, o docente fala sobre a história dos monumentos que os estudantes receberam nas imagens, os aspectos do estilo e elementos arquitetônicos das construções e a denominação dos arcos arquitetônicos.

2º) Ao passo que o professor for falando a história de cada patrimônio e as características, os estudantes escrevem os nomes dos elementos arquitetônicos nas imagens.

3º) O professor de Matemática ou o professor de outras áreas podem discutir com os estudantes os aspectos geográficos (localização, ruas, processo de urbanização, composição do espaço geográfico etc.), a sociedade da época, a conservação dos patrimônios, questões ambientais como a poluição do Rio Acaraú, rio que foi importante para a formação da cidade, entre outros aspectos.

Após as discussões, o docente de Matemática questiona os estudantes que conversam e respondem em grupo:

Que elementos geométricos da arquitetura encontrados nas fachadas do patrimônio histórico de Sobral, lembram formas geométricas (planas ou espaciais)

²⁸ Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/@-3.6910148,-40.3486029,3a,15.9y,126.79h,103.48t/data=!3m6!1e1!3m4!1sbqXFgY3voF5RzgYiz75mJw!2e0!7i16384!8i8192>>. Acesso em: 03/08/2022.

estudadas na escola? Os estudantes podem fazer o registro da observação no quadro 33.

Quadro 33: Quadro de estudo da matemática do patrimônio

Patrimônio visitado	Elementos da arquitetura.	Formas geométrica plana ou espacial relacionada	Perímetros/ áreas /volumes

Fonte: Autora (2022)

b) Nas imagens recebidas, com o uso da régua, compasso, retire as medidas das formas geométricas planas e espaciais identificadas nas fachadas dos patrimônios e calcule o perímetro e área das formas planas, área e o volume das formas espaciais. Faça o registro no “Quadro de estudo da matemática do patrimônio” no espaço para essa finalidade.

4º) O professor analisa os trabalhos dos grupos e acompanha as respostas dos estudantes fazendo as orientações necessárias, após, os grupos socializam as respostas e o professor faz as correções e complementações necessárias.

8.1.2. Atividade 2

Título: Ampliando e reduzindo elementos da arquitetura em Matemática.

Objetivo: Construir elementos geométricos da arquitetura e a partir disso estudar os ângulos nas figuras, escalas, semelhança, razão, proporção, geometria plana e espacial.

Material necessário: calculadora, cartolina, roteiro da atividade, régua, compasso, transferidor, lápis de colorir, pincéis e borracha.

Procedimento: Leia o texto

Em arquitetura alguns elementos além da sua importância funcional como é o caso dos arcos em arquitetura, possuem forte valor simbólico que muitas vezes podem exercer influência sobre o significado das construções, exemplos desses elementos em arquitetura apresentamos o arco do triunfo e os pináculos.

Arco do Triunfo é símbolo de vitórias

Os arcos de triunfo são monumentos formados por um ou mais pórticos em abóbada (portais curvados) e, em geral, aludem a acontecimentos militares. Os romanos foram os primeiros a marcar as vitórias de seu império com monumentos desse tipo e um dos mais antigos é o de Rimini, construído em homenagem ao imperador Augusto (27 a.C.-14 d.C.). Em toda Europa é comum a ocorrência de arcos que lembram batalhas e esses foram construídos nas entradas de cidades, estradas ou de pontes.

Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/1994/8/25/turismo/29.html>

Pináculos góticos e neogóticos

Uma torre declarava a presença da igreja gótica à distância e anunciava sua conexão com o céu. Pináculo é o ponto mais alto de um determinado lugar, um edifício ou uma torre, por exemplo. Figurativamente, o pináculo é o cume. "Trazer

alguém ao pináculo" significa "trazê-lo aos céus". Por extensão de significado, um pináculo é um termo geral usado para se referir a um pico rochoso na forma de um pilar ou agulha.

Disponível em: <https://www.facebook.com/280698011956458/posts/3187984884561075/>

Apresentamos um pináculo no topo do casarão colonial do Museu Dom José e o arco de Nossa Senhora de Fátima, um monumento inspirado no Arco do Triunfo em homenagem a Nossa Senhora. Utilizando as imagens desses elementos da arquitetura de Sobral/CE que está no apêndice D, realize os procedimentos indicados, nos itens seguintes:

Imagem 33:Arco e N.S de Fátima e Pináculo do Museu Dom José



Fonte: Autora (2022)

Analisando a imagem do Arco de Nossa Senhora de Fátima:

- Com a régua e o compasso retire a medida do comprimento e a altura do monumento na imagem.
- Reduza as medidas do objeto usando uma escala de 1:2, registre as medidas no quadro abaixo e construa usando a régua, compasso e transferidor a planificação com as medias reduzidas em uma cartolina, pinte e recorte a imagem planificada.

ARCO DE NOSSA SENHORA DE FÁTIMA REDUZIDO	
COMPRIMENTO	Altura

Observação

A escala 1:2 significa que a cada 1 unidade de medida linear no desenho da planificação, corresponde a 2 unidades de medida linear na imagem.

c) Usando a figura reduzida e planificada calcule a área, o perímetro e investigue o que aconteceu com a medida do diâmetro, do raio e do comprimento do arco após a redução. Além disso, o que aconteceu com a medida do ângulo central correspondente ao arco e os ângulos internos dos cantos da figura. (O professor também pode pedir para os alunos ampliarem as medidas do objeto na escala 2:1)

Utilizando a imagem do pináculo do Museu Dom José realize os procedimentos indicados na atividade.

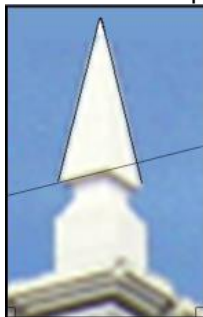
a) Que figura geométrica o pináculo lembra? Que tipo de base (aproximada) tem esse pináculo? Identifique os vértices, as arestas e as faces da forma que aparece nessa arquitetura.

b) Na imagem, com o auxílio da régua, retirem a medida da aresta da base, aresta lateral e a altura do pináculo, registrando as medidas na figura.

c) Por que as arestas da base não apresentam a mesma medida na imagem? Por que nem todas as arestas laterais possuem a mesma medida na imagem?

Observação

A pirâmide pode realmente não ser de base quadrada, mas temos outra questão, a imagem está em perspectiva e, portanto, há uma distorção das medidas, pois temos que representar um objeto tridimensional em uma imagem plana. Faça os estudantes perceberem esse detalhe, traçando uma reta em uma aresta, como mostramos, a seguir. Após essa ressalva, convencie com os eles que a pirâmide será considerada de base quadrada e que, portanto, devem considerar uma medida única para as arestas da base e outra medida única para as arestas laterais. Os estudantes registram esses valores na imagem.

Imagem 34: Pináculo em perspectiva**Fonte:** Autora (2022)

d) Amplie as medidas do objeto usando uma escala de 4:1, registrar as medidas do objeto ampliado no quadro, abaixo, e construir usando a régua e o transferidor a planificação com as medidas ampliadas em uma cartolina, colorir, recortar as partes e montar o pináculo ampliado.

PINÁCULO PIRAMIDAL AMPLIADO		
Aresta da base	Aresta Lateral	Altura

Observação

A escala 4:1 significa que a cada 4 unidades de medida linear no desenho da planificação, corresponde a 1 unidade de medida linear na imagem. Para construir a planificação do pináculo piramidal o estudante terá que construir um quadrado e quatro triângulos congruentes. Para construção do triângulo os estudantes precisarão calcular primeiro a altura desse triângulo, aplicando o teorema de Pitágoras e depois seus ângulos internos usando trigonometria no triângulo retângulo. Oriente-os quanto a isso.

e) Calcule a área total e o volume do pináculo piramidal construído.

--

f) Calcule as razões.

ARCO DE NOSSA SENHORA DE FÁTIMA	
	Razão
Comp. na imagem/ comp. no desenho	
Alturas na imagem/Altura no desenho	

PINÁCULO DO MUSEU DOM JOSÉ	
	Razão
Aresta da base na imagem/ Abase no desenho	
Aresta Lateral na imagem/ Abase no desenho	
Altura na imagem/Altura no desenho	

g) O professor questiona os estudantes:

- O que observamos na imagem do Arco de Nossa Senhora e na figura reduzida? Elas são iguais? Os ângulos correspondentes têm a mesma medida? A razão dos lados correspondentes é a mesma?
- O que observamos na imagem do pináculo do Museu Dom José e na sua construção ampliada? Eles são iguais? Os ângulos correspondentes têm a mesma medida? A razão das medidas correspondentes é a mesma?
- Que nome podemos dar a essa característica dessas formas reduzidas e ampliadas em relação às suas respectivas imagens? Em Matemática, que nome recebe essa característica?

8.1.3. Atividade 3

Título: Arcos e ângulos de circunferência na arquitetura histórica de Sobral/CE.

Objetivo: Construir arcos da arquitetura de Sobral e investigar o conceito de arco de circunferência e a medida dos ângulos associados a eles.

Material necessário: roteiro da atividade, régua, compasso, transferidor, lápis, pincéis e borracha.

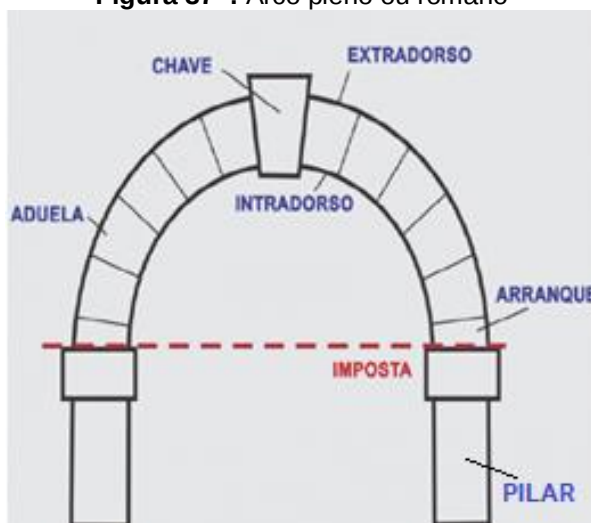
Procedimento: Leia o texto, a seguir:

Texto 2: A importância dos Arcos em Arquitetura

O uso dos arcos nas construções surgiu na Antiguidade com as civilizações Egípcias, Gregas, Babilônias e Assírias em estruturas de drenagem e abóbadas. A matéria prima utilizada por esses povos eram a madeira e a pedra, sendo que essa

última apesar de mais difícil para moldá-la se apresentava mais resistente e mais durável.

Figura 37 : Arco pleno ou romano



Fonte: Albuquerque (2017)

Os romanos, posteriormente foram os principais povos a difundir a utilização dos arcos em suas construções monumentais, o arco semicircular ou arco pleno apoiado por pilares é o principal representante da arquitetura romana. Muito utilizado na idade média, no renascimento, e no período colonial no Brasil, o arco pleno proporciona a boa estética e as proporções matemáticas, além disso, auxilia no equilíbrio físico nas edificações, já que na época não existia os vergalhões, isto é, as barras de aço.

Na sustentação das estruturas o arco pleno funciona assim: as aduelas (como mostra na figura 37) convergem o peso da carga para os pilares, esse arranjo é travado com uma pedra chamada de pedra-chave que possibilita a criação de uma estrutura firme, estabilizada e vãos (aberturas ou espaços vazios) maiores.

Outros estilos de arcos que podemos observar nas arquiteturas históricas do Brasil são os arcos abatidos ou rebaixados muito presentes na arquitetura de casarões coloniais, e também, o arco trilobado que é um arco importante para a cultura do oriente médio e utilizado aqui no Brasil em igrejas.

Nas imagens a seguir, mostramos exemplos da aplicação desses tipos de arcos na arquitetura de Sobral, usando régua e compasso, construa o formato desses arcos, marcado em vermelho, usando as instruções apresentadas. Antes, porém, converse com os colegas ou faça uma pesquisa na internet e construa, também com e compasso, os objetos matemáticos:

- a) segmento de reta AB e duas retas r e s perpendiculares
- b) ponto médio de um segmento AB e a mediatriz de um segmento CD.

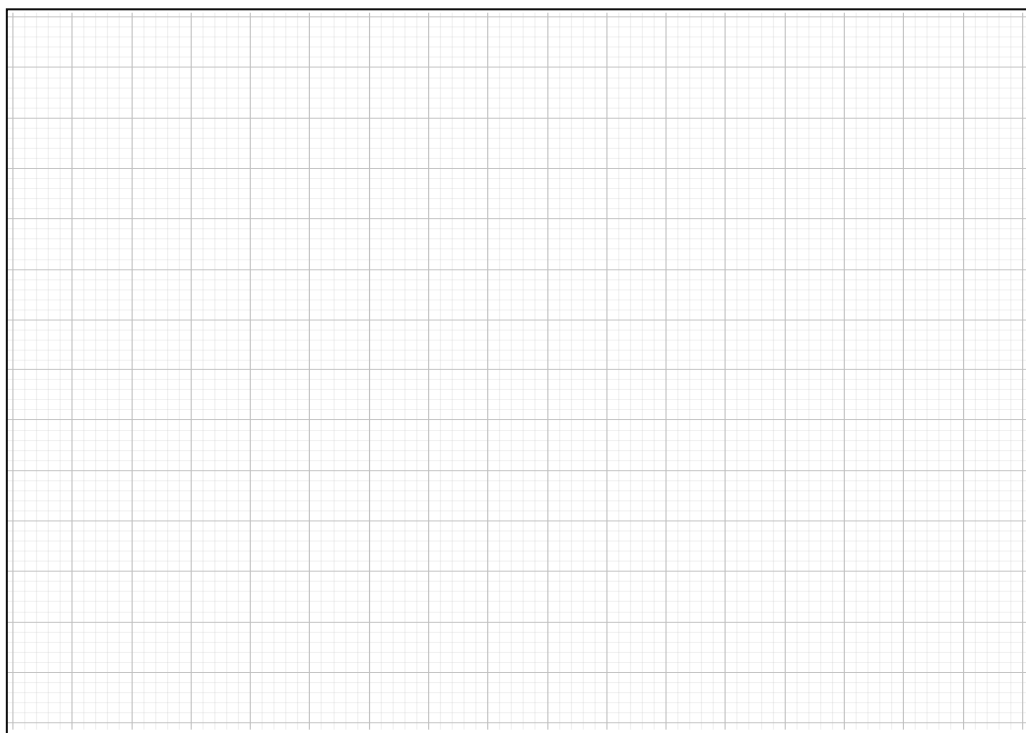


Imagem 35: Arco Pleno na estrutura interna da igreja de N. S. da Conceição.



Fonte: Adaptado de Mapio.Net [s.d.]

Instruções para construção²⁹:

- 1º) Trace o segmento AB (vão);

²⁹ As instruções para construções geométricas apresentadas nessa atividade foram adaptadas do trabalho de PRADO, Enéias de A; BARISON, Maria Bernadete. Exercícios resolvidos – Arcos Arquitetônicos. Disponível em: < http://www.mat.uel.br/geometrica/php/pdf/dg_arcos_re.pdf >. Acesso em: 02/07/2022.

- 2º) Trace duas retas perpendiculares ao segmento AB por A e por B (Pilares);
- 3º) Encontre o ponto Médio M do segmento AB (vão);
- 4º) Coloque a ponta seca do compasso em M e com medida MA ou MB trace a circunferência que passa pelos pontos A e B;
- 5º) Destaque em vermelho o arco romano definido pelos pontos A e B.



Imagem 36: Arco Rebaixado nas janelas e portas do Casarão do Museu Dom José



Fonte: Adaptado de de Falcetti (2019)

Instruções para construção:

- 1º) Trace o segmento AB (vão) e em seguida duas retas perpendiculares ao segmento AB pelos pontos A e B (Pilares);
- 2º) Centre a ponta seca do compasso no ponto A, e com abertura igual a AB trace a circunferência c que passa por B;

- 3º) Centre a ponta seca do compasso no ponto B, e com abertura igual a AB trace a circunferência d que passa por A;
- 4º) Marque o ponto C que está abaixo do segmento AB e que é o ponto de intersecção das duas circunferências;
- 5º) Centre a ponta seca do compasso no ponto C, e com abertura igual a CA ou CB trace a circunferência e que passa pelos pontos A e B;
- 6º) Destaque em vermelho o arco rebaixado definido pelos pontos A e B.



Imagem 37: Arco Trilobado abaixo do Frontão da Igreja de N. S. da Conceição



Fonte: Adaptado de Falcetti (2019)

Instruções para construção:

- 1º) Trace o segmento AB (vão) e em seguida duas retas perpendiculares ao segmento AB pelos pontos A e B (Pilares);
- 2º) Divida o segmento AB em quatro partes iguais encontrando os pontos C, D e E, isto é, o segmento AB ficará dividido nos segmentos AC, CD, DE e EB, nesta ordem;
- 3º) Trace a mediatriz do segmento AB;
- 4º) Centre a ponta seca do compasso no ponto C, e com abertura igual a CA trace a circunferência c que passa por AD.
- 5º) Coloque a ponta seca do compasso no ponto E, e com abertura igual à EB trace a circunferência d que passa por DB.
- 6º) Coloque a ponta seca do compasso no ponto D, e com abertura igual à DE, trace a circunferência e que passa por CE encontrando o ponto F na mediatriz de AB.
- 7º) Coloque a ponta seca do compasso no ponto F e com abertura igual à FD, trace uma circunferência que corta as circunferências c e d nos pontos não coincidentes G e H, respectivamente.
- 8º) Destaque em vermelho o arco trilobado definido pelos pontos A, G, H e B.



Agora, observe cada uma das construções geométricas com régua e compasso dos arcos arquitetônicos do patrimônio histórico de Sobral, leia

atentamente os itens, a seguir, e responda³⁰.

a) Na sua opinião é possível identificar uma característica que seja comum nas construções geométricas? Descreva essa característica.

b) Dê um nome para a característica que você encontrou e que é comum para todas as construções geométricas.

Para obter respostas para os itens c) e d) investigue sobre o assunto na internet ou na sua cidade. Quando concluir, discuta os resultados com os demais estudantes de sua turma.

c) Além dos artefatos retratados nas imagens dos arcos arquitetônicos do patrimônio histórico de Sobral mostrados na atividade, é possível que existam outros na cidade, com essa mesma característica? Faça uma pesquisa e dê exemplos.

d) Faça uma pesquisa por arcos arquitetônicos em sítios históricos pelo mundo e que tenham a característica que você identificou nos arcos arquitetônicos do patrimônio histórico de Sobral.

e) Na construção geométrica do arco pleno e do arco rebaixado podemos associar

³⁰ Os itens de (a) a (d) desta atividade, bem como os itens de (a) a (f) da atividade 6 foram adaptados do trabalho de MARTINS, Jeová Pereira; MENDES, Iran Abreu. Exploração e problematização de simetrias em artefatos socioculturais para o uso no ensino fundamental. **Revista Latinoamericana de Etnomatemática**. Universidade de Nariño - Colômbia. p.8-30, 2018. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=274058984002>>. Acesso: 04/07/22

cada um desses arcos a um ângulo central correspondente na circunferência que os formam. Seguindo os procedimentos, a seguir, identifique e marque esse ângulo, na respectiva construção:

- Arco Pleno

- 1º) Trace a semirreta com origem em M e que passa por A;
- 2º) Trace a segunda semirreta com origem em M e que passa por B;
- 3º) Identifique com pincel verde o ângulo AMB formado;
- 4º) Usando o transferidor determine a medida do ângulo correspondente ao arco pleno;
- 5º) Classifique o ângulo quanto sua medida.

f) Analogamente realize esses procedimentos para o arco rebaixado. Registre os resultados no quadro, a seguir:

	Medida do ângulo correspondente	Tipo de ângulo
Arco Pleno		
Arco Rebaixado		

g) Para formar o arco trilobado temos a composição de três circunferências, cada uma dessas circunferências tem um arco que compõe o arco trilobado, identifique, determine com o transferidor a medida do ângulo central de cada um desses arcos e classifique esses ângulos quanto a sua medida. Registre o resultados no quadro, a seguir:

Arco Trilobado	Medida do ângulo correspondente	Tipo de ângulo
Arco 1		
Arco 2		
Arco 3		

8.1.4. Atividade 4

Título: Conhecendo e estudando os arcos de circunferência no patrimônio arquitetônico de Sobral/CE

Objetivo: Utilizar os arcos do patrimônio de Sobral para investigar se as formas são arcos de circunferência e entender como calcular o comprimento desses arcos.

Material necessário: roteiro da atividade, régua, compasso, transferidor, lápis, borracha.

Procedimento: Leia o texto, a seguir:

Texto 3: A presença dos arcos na arquitetura histórica de Sobral/CE

O sítio histórico de Sobral está inserido em uma poligonal com perímetro total de 5,33 quilômetros e abriga 1.247 imóveis. O conjunto arquitetônico é diversificado, pois compõe patrimônios dos séculos XVIII, XIX e XX em diferentes estilos: o barroco, o colonial, o neoclássico, o *art nouveau*, o *art déco*, entre outros.

Um elemento comum presente nesse sítio histórico diversificado são os arcos, como já percebemos encontramos nas fachadas e nos interiores arcos plenos, arcos rebaixados e arcos trilobados. Mas não apenas estes, observe a fachada do Teatro São João (imagem 38), construção do século XIX de inspiração neoclássica, o frontão no topo da fachada apresenta um imponente arco.

Outro arco, dentre outros, que chamam a atenção é o arco que percebemos na Igreja do Menino Deus, igreja do início do século XIX inspirada em estilo barroco, o arco em sua fachada no meio das torres destaca o frontão, além de sustentá-lo. Diferente deste modelos já mencionados, no casarão da rua Lúcia Sabóia, casarão do século XX de arquitetura inspirada em *Art Nouveau*, percebemos um grande arco (Imagem 39) que compõe a janela e ao mesmo tempo a fachada do casarão, cheia de detalhes com modelo arquitetônico e aparência moderna.

Imagem 38: Arcos do Teatro São João e da Igreja Menino Deus



Fonte: Autora (2022)

Mais um exemplo de arco que merece destaque na arquitetura de Sobral aparece na parte interna do Santuário São Francisco (Imagem 39), igreja de 1945 sua arquitetura possui detalhes que se assemelham aos de construções medievais, o arco no interior da igreja destaca os painéis internos: “A Ceia de Emaús” e “Presépio” e serve para delimitação espacial do altar da igreja, além disso, compõem a decoração servindo de base que sustenta a eucaristia.

Finalmente o exemplo mais característico dos arcos na arquitetura de Sobral sem dúvida é o arco de Nossa Senhora de Fátima, sua arquitetura é inspirada no arco do Triunfo da França, mas foi construído em comemoração a passagem da imagem de Nossa Senhora pela cidade em 1943, o arco é vistoso e seu modelo é comum na arquitetura romana.

Imagem 39: Arcos Interior Igreja São Francisco (esquerda), Casarão Rua Lúcia Saboia (direita) e Arco de N; S.de Fátima (inferior)



Fonte: Autora (2022)

O texto lido apresenta exemplos de artefatos socioculturais que são os arcos na arquitetura histórica de Sobral. No quadro 34, podemos analisar melhor essas imagens, observe cada uma com atenção, responda as perguntas na linha indicada ou faça marcações nas figuras com lápis, régua, compasso e transferidor.

a) Que característica os arcos marcados nas imagens precisam apresentar para serem arcos de circunferência?

b) Realize esses procedimentos, em cada um dos arcos, marcados nas imagens:

1º) Marque três pontos A, B e C distintos e não colineares no arco;

2º) Trace os segmentos AB e BC;

3º) Traçar as mediatrizes dos segmentos AB e BC;

4º) Marcar O, o ponto de encontro das mediatrizes que é o centro da circunferência;

5º) Com o centro em O e raio AB, traçar a circunferência.

c) O que você construiu com esses procedimentos? Por que esse procedimento gera essa forma geométrica?

d) O que você observa? Os arcos marcados lembram arcos de circunferência? Por quê?

e) Qual o ângulo central correspondente a cada arco? Qual a medida do diâmetro e do raio desses arcos?

Quadro 34: Os arcos na arquitetura de Sobral/CE
Teatro São João – Sobral/CE



Fonte: Adaptado de Falcetti (2019)
Igreja do Menino Deus Sobral/CE



Fonte: Adaptado de Falcetti (2019)

Interior do Santuário São Francisco – Sobral/CE



Fonte: Adaptado de Netto (2018)

Facha da do Casarão da Rua Lúcia Saboia – Sobral/CE



Fonte: Adaptado de Costa (2017)

Arco de Nossa Senhora de Fátima – Sobral/CE



Fonte: Adaptado pela autora (2022)

Fonte: Autora (2022)

Agora, leia com atenção as perguntas, converse com colegas ou pesquise sobre o assunto, ao final da atividade discuta os resultados com os demais estudantes da turma.

a) Qual a fórmula para calcular o comprimento de uma circunferência? O comprimento da circunferência corresponde ao ângulo de quantos graus?

Comprimento da circunferência	
Ângulo correspondente	

b) Suponha que no arco do casarão da Rua Lúcia Sabóia o comprimento do arco é l e o ângulo central correspondente mede α graus.

Comprimento do Arco (Casarão da Rua Lúcia Sabóia)	
Ângulo correspondente	

c) Sabendo que a medida do comprimento de uma circunferência qualquer é proporcional a 360° , assim com o comprimento do arco l do Casarão da Rua Lúcia Sabóia é proporcional ao ângulo correspondente α . Monte as proporções:

b) Desenvolva essa proporção, isole em um dos lados da igualdade o comprimento do arco l , faça a simplificação necessária e encontre a equação para calcular o comprimento de qualquer arco:

c) Observando essa equação para calcular o comprimento de um arco, precisamos de quais valores?

d) Com as informações já registradas nas imagens do quadro 34, calcule o comprimento dos arcos que compõem o patrimônio arquitetônico de Sobral.

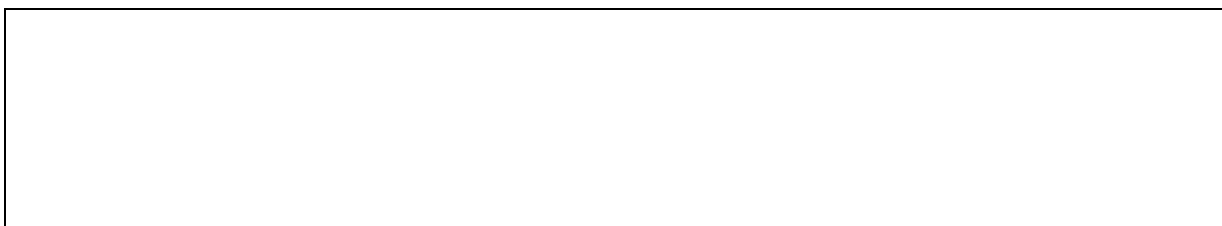
Arco do Teatro São João

Arco da Igreja Menino Deus

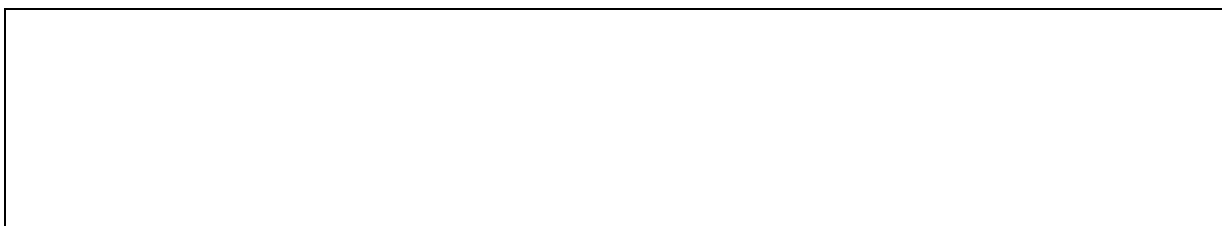
Arco do Santuário São Francisco



Arco do Casarão da Rua Lúcia Sabóia



Arco de Nossa Senhora de Fátima



8.1.5. Atividade 5

Título: Explorando os arcos de circunferência no patrimônio arquitetônico de Sobral/CE

Objetivo: Aproveitar os arcos do patrimônio de Sobral para estudar o conceito de radiano e entender como fazer a conversão de radianos para graus e vice-versa.

Material necessário: roteiro da atividade, celular ou computador com internet, data show, laboratório de informática, lápis e borracha.

Procedimento: Acesse o endereço eletrônico pelo link ou faça a leitura do QR code (Quadro 35) para entrar no Applet do Geogebra para esta atividade:

O professor pode abrir o applet no computador e mostrar no data show para os alunos, outra sugestão é que os estudantes acessem o applet em seu próprio celular e façam as manipulações, uma outra maneira de realizar a atividade é levando os aluno para o laboratório de informática.

Quadro 35: Interface do applet, link e QR code para acesso.

	 Link: https://www.geogebra.org/m/kswwafwg
---	--

Fonte: Autora (2022)

O Applet do Geogebra apresenta alguns arcos que já conhecemos da arquitetura de Sobral com as marcações do comprimento do arco, do raio e do ângulo central. Realize as manipulações, a seguir, respondendo as perguntas de acordo com as observações percebidas com esse recurso.

a) Movimente os pontos C, H e J nos arcos, que medidas eles alteram em cada arco?

b) Em cada imagem ajuste o comprimento do arco de modo que cada um tenha a mesma medida do seu respectivo raio.

c) O que você observou?

d) O que significa a medida 1rad ou 1 radiano?

e) Qual a medida em radiano do ângulo central correspondente ao:

Arco no Casarão da Rua Lúcia Sabóia	
Arco no Frontão da Igreja Menino Deus	
Arco no interior do Santuário São Francisco	

f) Ajuste o comprimento do arco (nas três imagens) de modo que corresponda ao comprimento da circunferência, isto é, a um arco de uma volta.

g) O que você percebeu? Por que isso ocorre?

Depois de trabalhar conceitos importantes no estudo de arcos e ângulos, leia com atenção as perguntas, converse com colegas ou pesquise sobre o assunto, ao final da atividade discuta os resultados com os demais estudantes da turma.

a) Complete os quadros:

Arco de uma volta (Circunferência)	
Medida do ângulo central correspondente em radianos	Medida do ângulo central correspondente em graus

Arco de meia volta (Semicircunferência)	
Medida do ângulo central correspondente em radianos	Medida do ângulo central correspondente em graus

b) Sabendo que a medida do ângulo α (alfa) em radiano é proporcional à medida do ângulo x em graus, assim como a medida do ângulo de π radianos é proporcional a medida do ângulo de 180° . Monte as proporções:

c) Desenvolva essa proporção, isole em um dos lados da igualdade a medida do ângulo α (alfa) em radiano e encontre a equação para converter medidas dos ângulos em graus para radianos e vice-versa:

d) Com as informações das medidas em radianos dos ângulos correspondentes aos arcos que compõem o patrimônio arquitetônico de Sobral, observados no applet, converta a medida em radianos para graus.

Arco no Casarão da Rua Lúcia Sabóia

Arco no Frontão da Igreja Menino Deus

Arco no interior do Santuário São Francisco

e) Converta as medidas em graus para radiano:

15°	45°	120°
270°	60°	30°

f) Converta as medidas em radianos para radiano:

1 rad	3 rad	$\frac{\pi}{2}$ rad
$\frac{\pi}{15}$ rad	$\frac{7\pi}{6}$ rad	$\frac{11\pi}{6}$ rad

8.1.6. Atividade 6

Título: Explorando simetria e geometria analítica na arquitetura de Sobral/CE

Objetivo: Investigar nas fachadas, planta baixa e ornamentos da arquitetura o conceito de simetria e aproveitar esses elementos para explorar diversos assuntos de geometria analítica.

Material necessário: roteiro da atividade, régua, compasso, transferidor, borracha e calculadora.

Procedimentos: Leia o texto.

Texto 5: A beleza da arquitetura de Sobral em relatos

O patrimônio arquitetônico histórico de Sobral conta a história do povo sobralense e ao mesmo tempo revela uma arquitetura muito rica em estilos diversificados e simbologias. Entretanto, outro aspecto nos chama a atenção nessa arquitetura, a beleza das construções, nelas percebemos uma imponência que se destaca harmoniosamente.

Diversos relatos falam sobre esta arquitetura, vejamos o depoimento de Bezerra de Menezes historiógrafo e poeta cearense que apresenta as características da cidade, e também um trecho de um texto de 1945 do Jornal Correio da Semana que fala das percepções dessas construções e por fim uma análise sobre as igrejas de Sobral de José Liberal de Castro estudioso da arquitetura cearense:

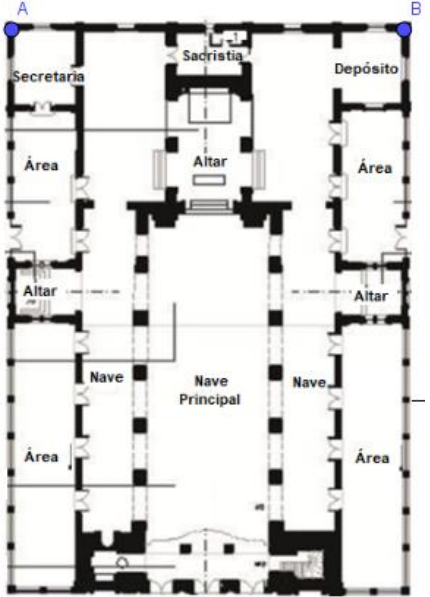
“A edificação é compactada no centro, com alguns intervalos na rua dos arredores. As ruas em geral são estreitas e tortuosas, mas entre elas há algumas largas e alinhadas. A maior parte das casas e sobrados são vistosos e elegantes, sendo sua construção admiravelmente sólida”. (BEZERRA, 1965, p.306, apud FERREIRA, 2010, p. 30).

“Quando o ano passado, passou por aqui o Sr. Chabloz, pintor e artista suíço, admirou as linhas arquitetônicas de vários sobrados da cidade, que classifica de muito belas, apesar de sua simplicidade encantadora. Entre nós surgiu a mania de platibandas ou para peitos nos velhos prédios e solares de estilo colonial, que em toda parte se conservem rigorosamente, sob pretexto de se evitarem goteiras, como se não houvesse outro meio para isso”. (CORREIO DA SEMANA, 12 de maio 1945, p.2 apud FERREIRA, 2010, p. 101).

“Além do mais, embora guardassem nas fachadas traços de um barroco, dir-se-ia, sertanejo, muitas delas (igrejas cearenses) tiveram seus espaços alterados por introdução de arcaria interna, por influência do plano da matriz da Capital, elevada em 1854 à alta posição de Sé Diocesana. Filiam-se a essas expressões formais mistas a Sé sobralense de Nossa Senhora da Conceição da Caiçara, cujo frontispício é o mais elegante do Ceará, e a igreja do Menino Deus, na mesma cidade”. (CASTRO, José Liberal, 2014, p.27)

No quadro 36 percebemos imagens que remetem à beleza da arquitetura de Sobral. Analise cada uma dessas imagens e repita os procedimentos abaixo para cada uma delas.

Quadro 36: A beleza da arquitetura de Sobral/CE

Planta baixa da Igreja de Nossa Senhora da Conceição  Fonte: IPHAN/CE [s.d.] apud Duarte Júnior (2012)	Piso da Igreja de N. Senhora da Conceição Sobral/CE  Fonte: Adaptado de Wikipédia [s.d.]
Igreja de N. Senhora da Conceição Sobral/CE.  Fonte: Falcetti (2019)	Arco de Nossa Senhora de Fátima – Sobral/CE  Fonte: Falcetti (2019)

Fonte: Autora (2022)

- Com marcações nas imagens traçar o segmento de reta AB.
 - Com a régua e o compasso traçar a mediatriz de AB.
 - Observe a imagem à esquerda e à direita da mediatriz. O que você percebe?
-
- d) Dê exemplos de elementos da arquitetura que estão formando pares correspondentes, isto é, que estão se repetindo do lado direito e esquerdo da mediatriz.

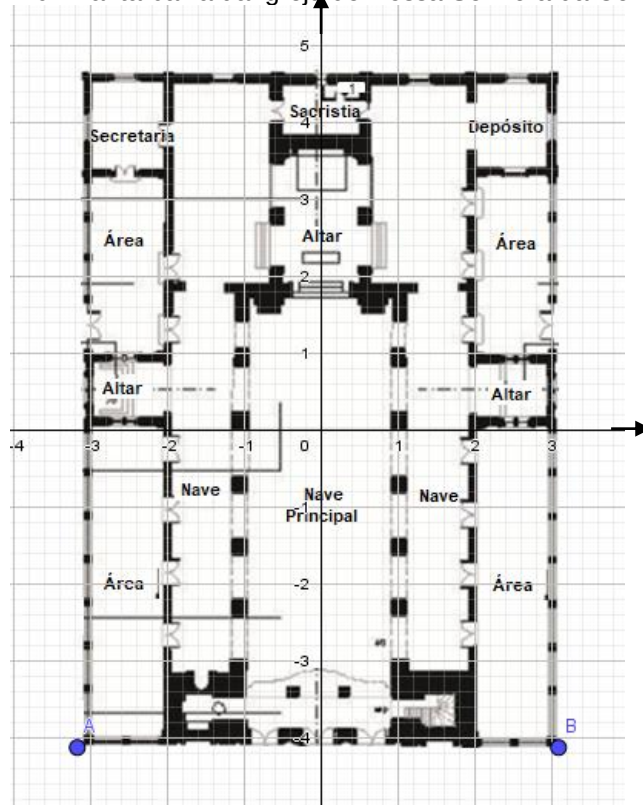
e) Escolha um par desses elementos correspondentes. Com a régua, retire a medida de um deles até a mediatriz. Em seguida, retire a medida do outro, também, até a mediatriz. O que você observou? Repita esse procedimento para outros pares.

f) Que característica as imagens apresentam em comum? Escreva sobre essa característica e dê um nome a ela.

g) Em sua opinião essa característica influencia na beleza dessa arquitetura? Por quê? Que outros elementos da arquitetura de Sobral apresentam essa característica?

As imagens dos artefatos socioculturais foram colocadas em um sistema de coordenadas x e y. Observe as imagens e responda fazendo marcações nas figuras com instrumentos de medições geométricas ou responda as perguntas na linha indicada.

Imagem 40: Planta baixa da Igreja de Nossa Senhora da Conceição

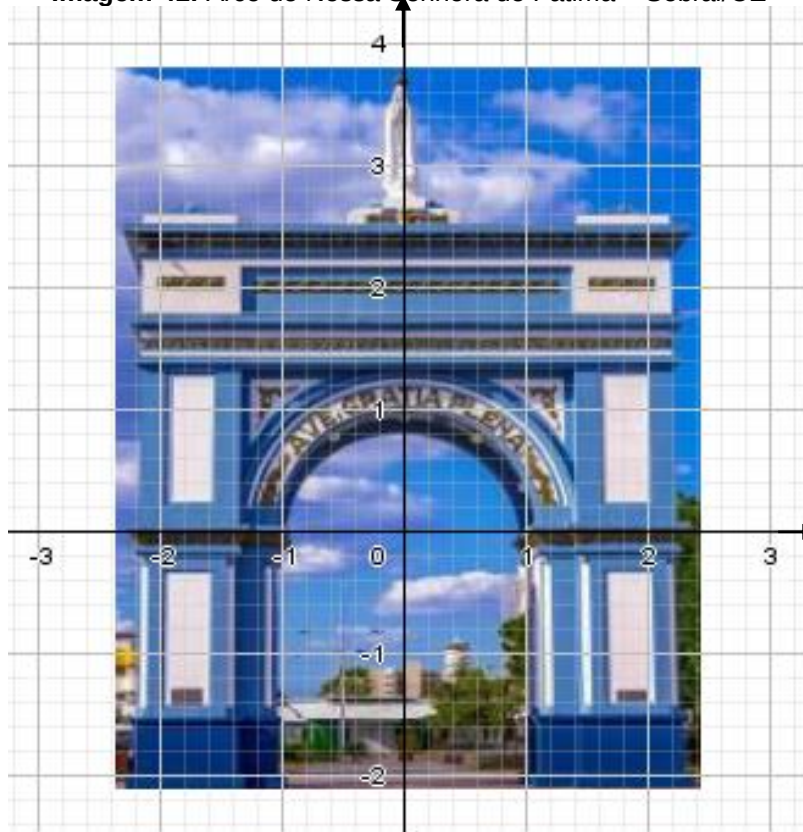


Fonte: Adaptada pela autora (2022)

- a) Marque coordenadas simétricas em relação ao eixo y .
- b) Identifique coordenadas nos diferentes cômodos da planta baixa da igreja.
- c) Escolha uma coordenada marcada na nave principal da igreja, diferente da origem dos eixos, e outra na sacristia, trace o segmento de reta que une esse dois pontos. Qual a distância entre eles? O ponto médio desse segmento estará localizado em que região? Encontre a equação da reta que passa por esse segmento de reta.

- d) Qual o perímetro e a área da região interna da igreja?

Imagem 41: Arco de Nossa Senhora de Fátima – Sobral/CE



Fonte: Adaptada pela autora (2022)

a) Marque a reta r paralela ao eixo y que passa no ponto $(-2,0)$, em um dos pilares do arco. Qual a equação dessa reta? Qual a medida do ângulo que ela forma com o eixo x e com o eixo y ?

b) Trace a reta s paralela ao eixo x que passa no ponto $(0,2)$, na cornija da imagem do arco. Qual a equação dessa reta? Qual a medida do ângulo que ela forma com o eixo x e com o eixo y ?

c) Qual a medida do ângulo formado entre as retas r e s ?

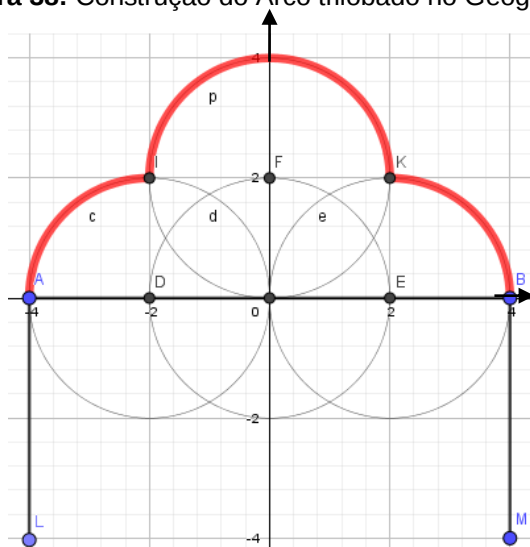
d) Marque a circunferência que passa pelo intradorso do arco pleno do Arco de Nossa Senhora de Fátima, com centro no ponto $(0,0)$ e com a medida do $R=1$. Qual a equação dessa circunferência?

Imagem 42: Igreja de N. Senhora da Conceição Sobral/CE.



Fonte: Adaptado de Falcetti (2019)

Figura 38: Construção do Arco trilobado no Geogebra³¹



Fonte: Autora (2022)

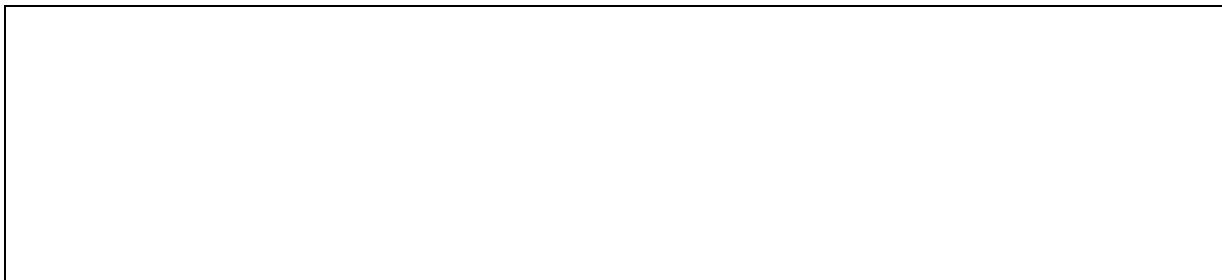
a) Trace os segmentos de reta unindo os pontos D, E e F. Quais são as coordenadas dos vértices do triângulo gerado. Estes vértices são o que das circunferências?

b) Trace e encontre as equações das retas geradoras do triângulo DEF.

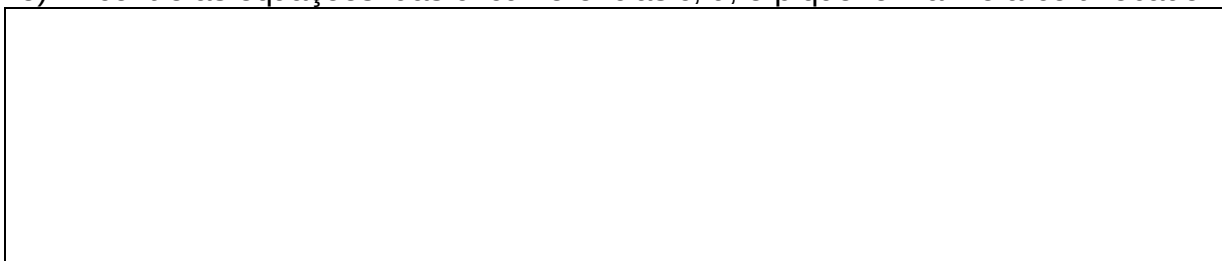
c) Qual o perímetro e a área do triângulo DEF.

³¹ Os itens de (a) a (c) referentes a esta imagem foram adaptados do trabalho de SILVA, Milena Lopes de Paula Silva, GIL; Rita Sidmar Alencar. **Contribuições Didáticas para o ensino de arcos geométricos a partir da obra de Antonio José Landi, na igreja de São João Batista, em Belém/PA**, 2012. Disponível em: < <https://docplayer.com.br/24029829-Contribuicoes-didaticas-para-o.html> >. Acesso em: 02 de Jul. 2021

d) Qual as coordenadas do baricentro do triângulo DEF. Marque na imagem.



e) Encontre as equações das circunferências c, d, e p que formam o arco trilobado.



Após o passeio ou também após a realização das atividades Etnomatemáticas é importante que a comunidade escolar tenha acesso às informações que essa abordagem didática proporcionou, por isso, sugerimos assim como nos recomenda Mendes e Gil (2011) a organização de uma exposição com fotos do patrimônio arquitetônico retiradas pelos estudantes, bem como a exposição dos desenhos, das construções geométricas e dos artefatos construídos para que os estudantes falem das explorações da arquitetura de Sobral e o estudo matemático feito a partir dela.

9. EXPERIMENTAÇÃO

A proposta Etnomatemática que construímos com as sugestões dos professores de Matemática da Educação Básica de Sobral/CE é uma abordagem que se propõe contribuir com o ensino de arcos e ângulos, além do ensino de Geometria, ante as necessidades e dificuldades percebidas em nossos estudos preliminares.

Além disso, se propõe ser uma opção didática de contextualização da matemática e valorização da arte e da cultura local, que possam auxiliar professores no ensino de Geometria e de arcos e ângulos de modo que o ensino desses tópicos matemáticos sejam mais acessíveis aos estudantes favorecendo a aprendizagem.

Entretanto, apesar de conhecermos por nosso embasamento teórico os aspectos favorecidos ao ensino de uma abordagem Etnomatemática, não sabemos seus reais impactos em relação a proposta que elaboramos, por isso, no intuito de compreendermos melhor como nossa proposta pode favorecer o ensino de matemática, submetemos nossa proposta de atividades para a análise de professores.

Desta forma, estamos interessados em perceber a visão dos docentes em relação às atividades elaboradas e como elas podem de fato contribuir para o ensino de nossos objetos de pesquisa, nos interessa também perceber se as atividades podem ser utilizadas por esses professores, que podem ser potenciais multiplicadores dessa proposta, nos momentos de ensino de matemática, do município de Sobral/CE.

Sendo assim, nesta etapa da pesquisa, as atividades Etnomatemáticas elaboradas coletivamente com um grupo de 10 (dez) docentes da Educação Básica que lecionam ou lecionaram em escolas de Sobral/CE, foram submetidas à análise pelo mesmo grupo de 10 (dez) professores que colaboraram em sua construção.

Para realizarmos esta etapa, elaboramos um questionário semiestruturado de análise das atividades Etnomatemática com 4 (quatro) perguntas (Ver apêndice C) que foi transformado em um formulário no Google Forms, cujo link³² foi enviado para o Whatsapp de cada um dos dez professores. Realizamos a experimentação desta forma, porque nos ajustes sugeridos pela banca de qualificação do mestrado

³² <https://forms.gle/GRg5xiaLzdFYVBAK7>

em dezembro de 2020, o período exigia que as medidas de distanciamento fossem observadas, devido a Covid-19. Entretanto, mesmo a experimentação ocorrendo somente em setembro de 2022, e o período não oferecer riscos em relação à pandemia, optamos por manter esta etapa da pesquisa, de forma remota como orientado pela banca de qualificação.

Antes de participar da experimentação os professores foram informados que as atividades propostas foram construídas, a partir da pesquisa de verificação que eles participaram e que nesta etapa eles deveriam analisar as atividades elaboradas respondendo para cada uma delas as quatro perguntas do questionário de análises das atividades etnomatemáticas do apêndice C.

Durante a experimentação, os professores analisaram cada uma das (6) seis atividades propostas e para melhorar o entendimento dos docentes sobre os objetivos de cada atividade, elaboramos e disponibilizamos juntamente com o questionário das análises, algumas resoluções para as atividades Etnomatemáticas (Ver apêndice E).

Dentre os aspectos que foram analisados pelos professores estão: a metodologia de ensino usada nas atividades, os impactos da utilização da Etnomatemática na atividade para o ensino dos conteúdos abordados, perguntamos também se as atividades propostas favoreciam a aprendizagem dos assuntos matemáticos, nela trabalhados, como eles classificavam cada atividade (boa, excelente, regular ou ruim), além disso, os professores responderam se haveria a possibilidade de usar as atividades em sua ação docente.

A realização da experimentação ocorreu com o envio do link do questionário para os professores, no final do mês de agosto, estipulamos um prazo aproximado de um mês para que eles respondessem, então no final de setembro de 2022, todos os dez professores haviam respondido e enviado o questionário da pesquisa. Assim, no dia 30 de setembro de 2022 finalizamos a etapa de experimentação em nosso estudo.

Depois desse processo, os resultados desse questionário foram recolhidos e separados para organizarmos suas apresentação e análise, os dados coletados foram importantes para nos ajudar a responder quais as contribuições de uma abordagem Etnomatemática usando o patrimônio arquitetônico de Sobral/CE para o ensino de arcos e ângulos e diversos assuntos de Geometria.

10. RESULTADOS E ANÁLISES

Nesta seção vamos apresentar os resultados da experimentação, na busca de encontrar evidências que reforçam a relevância da proposta de ensino que elaboramos, e também nos aponte elementos importantes, na ótica dos professores de Matemática, que mostram as contribuições dessa proposta para o ensino de arcos e ângulos e da Geometria.

Para a organização dos dados coletados, na experimentação, primeiramente, em relação a atividade um, separamos as dez respostas dadas para primeira questão, as dez respostas dadas à segunda questão, as dez respostas dadas para a terceira questão e as dez respostas dadas a quarta questão do questionário.

Após, por questão, lemos cada uma das respostas, e selecionamos as contribuições mais relevantes para validarmos nosso estudo. Além disso, quantificamos em termos percentuais, as respostas da questão dois, três e quatro do questionário. Na questão dois, quantificamos os percentuais referente a qualificação da metodologia de ensino em: excelente, boa, regular e ruim.

Na questão três do questionário quantificamos em termos percentuais as respostas “sim” e “não” sobre o favorecimento da aprendizagem, e na questão quatro as respostas “sim” e “não”, sobre a possibilidade de usar a primeira atividade nos momentos de discussão matemática. Realizamos esses procedimentos de organização, leitura, seleção de respostas e quantificação percentual, analogamente, para as seis atividades.

Em seguida, apresentamos os resultados, por atividade, com as respostas selecionadas, por questão, além dos percentuais quantificados das questões dois, três e quatro. Além disso, apresentamos, também, as análises por atividade, ressaltando como elas de fato podem contribuir para o ensino de nossos objetos de pesquisa.

As respostas selecionadas são apresentadas pela letra P, seguida por um número de um a dez, referente a um dos dez professores que participaram da pesquisa.

10.1. ANÁLISES DAS AVALIAÇÕES DOCENTES SOBRE AS ATIVIDADES

10.1.1. Análise da primeira atividade

Na primeira atividade propomos um roteiro de visitas por diversos patrimônios históricos de Sobral/CE ou também um estudo sociocultural com imagens desses patrimônios para explorar a arquitetura e estudar as formas geométricas, identificar os arcos, ângulos, as formas planas e espaciais, calcular perímetros, áreas e volumes.

Ao questionarmos os professores sobre a importância de usar o patrimônio arquitetônico de Sobral/CE para estudar esses assuntos de matemática, algumas das afirmações que obtivemos foi:

P5: Trabalhar esse contexto para o ensino e aprendizagem de Matemática tem um potencial de apresentar os conteúdos de uma maneira diferente da apresentação habitual, leva os alunos a observarem e explorarem os aspectos histórico-culturais do lugar onde vivem, identificarem e aprofundarem os conhecimentos em propriedades das formas geométricas planas e espaciais, e, além disso, possibilitar uma integração entre diferentes disciplinas, através de um estudo amplo dos aspectos matemáticos, sociológicos, históricos, geográficos, entre outros. Aqui a possibilidade de professor atuar como mediador da aquisição de conhecimento pelo aluno apresenta-se fortemente e este pode se colocar como pesquisador. A Etnomatemática favorece isso.

P2: Acredito que a importância principal se dê num processo de contextualização viva e rica, advinda das diversas formas geométricas possíveis de ser encontradas nas obras arquitetônicas de Sobral. Portanto vivenciar as obras de perto ou mesmo a replica do original fortalece habilidades e processos de significações mais consistentes.

O professor P5 ressaltou diversos aspectos importantes da abordagem do patrimônio arquitetônico de Sobral/CE para o ensino dos assuntos matemáticos, nesta atividade, o primeiro aspecto foi que a abordagem é uma alternativa ao ensino tradicional, nela os estudantes olham para o seu contexto sociocultural e percebem as formas geométricas, ampliam conhecimentos e propriedades sobre as formas planas e espaciais.

Além disso, ressaltou que ensinar nesta perspectiva, integra a matemática com outras áreas do conhecimento em um estudo amplo. Percebeu, também, que nessa atividade o professor pode atuar como mediador do conhecimento e o estudante como pesquisador.

Já o professor P2 observou que a primeira atividade permite contextualizar a geometria ao encontrar as formas geométricas estudadas na escola, no patrimônio arquitetônico de Sobral, ainda também, para o professor P2 essa contextualização é viva e ao mesmo tempo rica, pois as visualizações dessas obras durante a visita ao patrimônio ou pelas imagens favorecem o entendimento mais consistente e mais significativo dos assuntos estudados.

Nestas duas explicações dadas pelos professores P5 e P2, percebemos que ambos compreendem que a arquitetura de Sobral é uma forma de contextualizar o ensino da geometria, mas essa contextualização como bem explicada pelos docentes tem impactos importantes no ensino e na aprendizagem matemática. De acordo com os PCNEM:

Contextualizar o conteúdo que se quer aprender significa, em primeiro lugar, assumir que todo conhecimento envolve uma relação entre sujeito e objeto (...). O tratamento contextualizado do conhecimento é o recurso que a escola tem para retirar o aluno da condição de espectador passivo (PCNEM, 2002, p. 91).

Assim, percebemos que a contextualização dos conteúdos de geometria e arcos e ângulos são essenciais, pois ao fazer relação desses assuntos com o aspecto sociocultural do patrimônio arquitetônico de Sobral, aproximamos o conteúdo matemático dos estudantes, com isso, a aprendizagem é mais significativa, além disso, faz com que os estudantes sejam mais participativos do processo de ensino e aprendizagem.

“Afim, como deixar de relacionar os Elementos de Euclides com o panorama cultural da Grécia antiga?” (D’Ambrósio, 2005b, p.115). Assim, também questionamos, por que deixar de relacionar a geometria com o meio sociocultural dos estudantes? As visitas ao patrimônio arquitetônico ou a exploração das imagens, possibilitam essa contextualização.

A avaliação dos professores sobre a metodologia de ensino na atividade, isto é, sobre a abordagem Etnomatemática nessa atividade, 80% responderam que a proposta era excelente e 20% responderam que a metodologia era boa, para justificar o porquê da metodologia adotada na atividade ser excelente ou boa, alguns professores afirmaram:

P8: Além dos conceitos matemáticos, que na prática ganham ainda mais significados, é possível destacar a interdisciplinaridade como os fatos históricos, a arte, fotografia que subsidiam não só mais conhecimento, mas tbm tornam a aula mais atrativa ao público.

P4: Porque estimula os estudantes a participarem da aula, mediante a utilização de elementos presentes em seu cotidiano social, atrelando este aspecto ao ensino, promovendo um diálogo entre a Matemática do currículo escolar com elementos que permeiam a vida discente.

A metodologia usada na primeira atividade foi considerada excelente ou boa para os professores de matemática, o professor P8 em sua justificativa explicou que a Etnomatemática, nesta atividade, permite uma abordagem interdisciplinar, mais significativa e mais atrativa.

O professor P4 respondeu que Etnomatemática proporciona relacionar o cotidiano social dos estudantes ao currículo de matemática escolar. Em relação ao currículo de Matemática a BNCC ressalta:

Assim, no processo de elaboração do currículo de Matemática do Ensino Médio, deve-se levar em conta a importância da contextualização, pois os conceitos e procedimentos matemáticos precisam ter significado para o/a estudante (...) o cotidiano pode ser considerado uma fonte rica de contextos, para ensinar e aprender Matemática (BRASIL, 2015, p. 149).

Desta forma, de acordo com os professores P8 e P4, a abordagem Etnomatemática do patrimônio arquitetônico de Sobral dos assuntos de Geometria e arcos e ângulos, a partir da visita ao patrimônio e da exploração das imagens dessa arquitetura, é uma abordagem interdisciplinar, rica de contextos, motivadora e de grande relevância cultural para os estudantes de Sobral/CE.

Com isso, pode ser inserida no currículo de matemática local, uma vez que 40% dos componentes curriculares são de responsabilidade de cada sistema educacional de cada estado, que podem adequar o currículo às características próprias de cada região de acordo com a BNCC.

Sobre a abordagem favorecer a aprendizagem, 100% dos professores respondeu “sim”, para explicar o motivo desta atividade favorecer a aprendizagem, os professores responderam:

P2: *Porque o estudante tem dificuldade em perceber, ao seu redor, a geometria existente, no seu dia a dia. Nesta atividade orientada, o aluno vai começar a identificar e contextualizar as figura que até então eles possam ter visto apenas nos desenhos abstratos dos livros.*

P5: *Pois utilizar os elementos do ambiente de vivência do aluno para reconhecer as formas geométricas planas e espaciais, ajuda a despertar o seu interesse possibilitando uma participação mais efetiva na resolução dos problemas propostos, a troca de experiência entre eles, contribuindo para a aprendizagem do grupo como um todo.*

O professor P2 observou que a primeira atividade possibilita que o estudante identifique as formas geométricas encontradas nos livros de matemática, em seu cotidiano, favorecendo a aprendizagem.

O docente P5 também explicou que a atividade auxilia o estudante perceber a geometria plana e espacial de sua vivência, além de despertar o interesse pelos assuntos estudados, como já observados por outros professores nas questões anteriores, contribui para a aprendizagem cooperativa, promovendo a interação e troca de experiência entre os estudantes.

De acordo com o entendimento de Teodoro (2016) essa maior interação entre os estudantes, nessa abordagem sociocultural, proporciona um maior compartilhamento de ideias, além de uma maior compreensão individual e mútua dos assuntos que estão sendo trabalhados, favorecendo a aprendizagem.

Finalmente, na última pergunta do questionário referente à primeira atividade, perguntamos se poderiam usar essa abordagem em seus momentos de apresentação e discussão Matemática, todos os professores, isto é, 100% dos docentes pesquisados, responderam que “sim”, e esclareceram:

P9: é notável o quanto ainda a disciplina de matemática se torna um desafio para muitos estudantes.

P6: Mesmo sendo uma abordagem muito interessante, ainda seria uma impossibilidade para o ensino público, ao qual eu faço parte, como de transporte, professores suficientes (por se tratar de uma atividade interdisciplinar) etc. No entanto, a atividade alternativa (utilizando as imagens) há a possibilidade de usar em minhas aulas.

Nesses resultados o professor P6 afirmou que a visita ao patrimônio arquitetônico de Sobral é interessante, porém para o seu contexto de escola pública é desafiador por não possuir uma estrutura que possibilite a abordagem, apesar disso o docente P6 esclarece que a alternativa da abordagem com as imagens do patrimônio é mais facilmente adaptável a sua realidade escolar.

De maneira diferente, ao responder o porquê poderia abordar a atividade em momentos de ensino, o docente P9 respondeu que as dificuldades em matemática que os estudantes possuem, levariam a utilizar a atividade. De acordo com Breda, Lima e Guimarães (2011, p. 15):

A proposta da Etnomatemática como uma possibilidade de diferenciar o trabalho que o professor desenvolve nas escolas, ou seja, a prática conteudista e sem significado poderá ser substituída por um fazer docente orientado por um novo olhar, que fomente a valorização do contexto sociocultural do educando.

Assim, abordagem Etnomatemática do patrimônio arquitetônico, nesta atividade, é uma opção didática, isto é, uma possibilidade que auxilia no enfrentamento das dificuldades do ensino do tradicional, ao tornar o conteúdo de Geometria acessível aos estudantes, a partir da valorização de seu contexto sociocultural.

10.1.2. Análise da segunda e sexta atividade

A atividade dois apresenta como proposta construir elementos da arquitetura de Sobral/CE, tais como, o arco de Nossa Senhora de Fátima e o pináculo presente

no casarão do Museu Dom José, fazendo ampliações e reduções para estudar diversos assuntos de Geometria: ângulos nas figuras, escalas, semelhança, proporção, geometria plana e espacial.

Na sexta atividade proposta, a atividade seis, usamos os elementos da arquitetura de Sobral/CE como planta baixa, ornamento e fachadas para investigar o conceito de simetria e também para explorar diversos assuntos da Geometria analítica.

Apresentamos, a seguir, os resultados da experimentação para essas duas atividades. Perguntados sobre, qual a importância de usar o contexto do patrimônio histórico e arquitetônico de Sobral (Etnomatemática) para estudar os assuntos de matemática, na atividade dois, alguns professores citaram que:

***P5:** Sendo o patrimônio histórico e arquitetônico de Sobral repleto de obras que apresentam em seus traços elementos da geometria plana e espacial, o estudo dos conceitos de ângulos, escalas, semelhanças, razão, proporção se torna apropriado e com potencial de gerar uma aprendizagem significativa para o aluno.*

***P4:** Revela a Matemática como uma criação humana, que surgiu em decorrência das necessidades sociais, evoluindo no decorrer do tempo como resposta as transformações sociais.*

E também citaram que a importância de usar o contexto do patrimônio histórico e arquitetônico de Sobral na atividade seis ocorre, pois:

***P2:** Mais uma vez destaco a aprendizagem de habilidades diversas. Neste caso, habilidades que envolvem os saberes da geometria com funções e o estudo da geometria analítica, que as vezes é difícil de se contextualizar, porém nesta atividade e nas demais este quesito é superado em favor da aprendizagem do estudante.*

***P5:** O estudo de simetria e elementos da geometria analítica através dessas construções aguça a curiosidade do aluno em entender como essas formas foram construídas e o papel que a simetria confere a beleza delas. A partir de então esses conceitos passam a ser mais bem compreendidos.*

Sobre a atividade dois o professor P5 ressaltou que usar o patrimônio arquitetônico de Sobral possibilita o trabalho apropriado com diversos assuntos de geometria plana e espacial (ângulos, escalas, semelhanças, razão, proporção), além de ter potencial para desenvolver uma aprendizagem significativa. O professor P4 destacou que trabalhar o patrimônio arquitetônico, revela que a matemática se desenvolveu a partir das necessidades humanas e sociais.

Em relação à importância do contexto da arquitetura na atividade seis, o professor P2 salientou que ela possibilitou contextualizar a geometria analítica, o que

não é uma tarefa fácil, enquanto o professor P5 enfatizou que o estudo proposto na atividade, desperta a curiosidade dos estudantes, além de contribuir para a compreensão dos conceitos de simetria e geometria analítica. Entretanto, segundo o Costa (2014, p.189):

Os professores de matemática apresentam muitos dos seus problemas numa ordem axiomática, sem possibilidade de os alunos conhecerem os seus antecedentes ou perceberem o seu uso e interesse. É, afinal, uma aprendizagem sem significação e de alto custo no futuro do aluno e na qualidade de sua aprendizagem.

Assim, para uma aprendizagem significativa da geometria plana, espacial e analítica, é essencial uma abordagem que tem como ponto de partida o reconhecimento nos patrimônios arquitetônicos os elementos geométricos, como sugeridos nas atividades dois e seis, pois assim, priorizamos que o estudante conheça o uso e o interesse das geometrias, contribuindo para a significação do assunto, mudando o foco excessivo do estudo do conteúdo pelo conteúdo.

Sobre como os professores avaliaram a metodologia de ensino na atividade dois, 80% dos professores respondeu que a metodologia na atividade é excelente, e 20% respondeu que é boa. Estes mesmos percentuais foram observados na avaliação da metodologia de ensino na atividade seis.

Os comentários seguintes são relativos às justificativas docentes em relação o porquê a metodologia na atividade dois é boa ou excelente:

P4: explicita o uso de materiais didático pedagógicos diversificados, além de denotar aos educandos responsabilidades na construção da sua própria aprendizagem.

P8: as atividades propostas são bem claras e intencionais pra o ensino dos assuntos; escala, imagens semelhantes, ângulos, razões e proporções e outros...

Também, a seguir, a posição dos docentes em relação o porquê a metodologia na sexta atividade é boa ou excelente:

P4: por indagar os educandos a buscarem soluções para os problemas propostos, explorando aspectos do dia a dia social.

P5: leva o aluno a imergir em uma investigação acerca dessas construções e descobrir o papel que a simetria e elementos da geometria analítica tem na projeção de estruturas arquitetônicas.

De acordo com comentário do professor P4 a metodologia na atividade dois, responsabiliza os estudantes pela construção da aprendizagem e se utiliza de materiais pedagógicos diversificados, já o professor P8 explicou que a atividade

mostra com clareza a intencionalidade de ensinar os conteúdos de escala, semelhança, ângulos, razões e proporções.

Ainda, o professor P4 afirmou que a metodologia na atividade seis, propõe aos estudantes a resolução de problemas a partir da exploração dos aspectos sociais referentes à arquitetura de Sobral, na sequência, o professor P5 evidencia que a metodologia na atividade seis, proporciona ao estudante adentrar na investigação das construções históricas de Sobral e perceber a função das simetrias e dos elementos de geometria analítica nessa arquitetura.

E assim, como afirma Costa (2014, p.184): “por meio da matemática, sejam levados a matematizar situações reais, sejam competentes na construção de teorias adequadas às situações e aos problemas que lhes são próximos”. Fazendo do processo de ensino da matemática com essas atividades, resultados de problematizações originadas de observações e investigações de elementos da realidade, como já ressaltado anteriormente.

A avaliação dos professores sobre o favorecimento da atividade dois a aprendizagem dos assuntos matemáticos, foi o seguinte: 100% dos professores consideram que a atividade favorece a aprendizagem dos assuntos de matemática trabalhados na atividade. Esse mesmo resultado foi observado sobre a atividade seis, pois todos os docentes responderam que sim, que a atividade seis favorece a aprendizagem dos conteúdos de geometria que nela estão sendo trabalhados.

A opinião de alguns professores para justificar o porquê a atividade dois favorece a aprendizagem, foram:

P4: estimula a aprendizagem cooperativa entre os estudantes, de forma que uns possam ir ajudando os outros, estimulando a cooperação e não a competição entre os estudantes.

P8: enfatizo novamente o fato da interdisciplinaridade dos fatos históricos e arte no ensino pra aprimorar os conceitos que se deseja abordar.

Agora, como os professores acreditam que a atividade seis favorece a aprendizagem:

P10: através dessa investigação os conceitos apresentados são mais bem compreendidos e suas propriedades evidenciadas em elementos da realidade do aluno.

P2: direciona a um fazer concreto da aprendizagem matemática.

De acordo com o professor P4, a atividade dois, motiva a aprendizagem cooperativa, já o professor P8 destacou que a aprendizagem é estimulada na

atividade, porque explora a interdisciplinar, o que contribui para aprimorar os conceitos estudados.

Para o professor P10 a atividade seis favorece a aprendizagem porque explora a investigação dos conceitos, e a partir disso, as propriedades matemáticas são mais bem apresentadas, enquanto que o professor P2 acredita que a aprendizagem é favorecida porque orienta para a ação, isto é, o estudante participa da aprendizagem concretamente.

Esses aspectos importantes, tais como: aprendizagem cooperativa, interdisciplinaridade, a investigação e a participação dos estudantes na construção da aprendizagem, nas atividades dois e seis, são características para repensarmos os momentos de interação e socialização matemática, pois segundo D'Ambrósio (2018, p.201):

A escola deve ser um espaço não só para instrução, mas principalmente para a socialização e para criticar o que é observado e sentido na vida cotidiana. Isso pode estimular a criatividade levando a uma nova forma de pensar.

Neste sentido, além de instruir, o ambiente escolar e os momentos de ensino de matemática devem ser, nesta perspectiva, um espaço para que os estudantes reflitam, conversem, discutam, investiguem coletivamente os problemas e situações que permeiam seu meio sociocultural, para que, a partir disso, o processo de ensino e aprendizagem estimule, além de formas de pensar, ações mais criativas, menos rígidas, que auxiliam nas soluções dos diversos problemas.

Perguntados se haveria a possibilidade de usar a atividade dois em suas práticas docentes todos os professores responderam “sim”, para a atividade seis, para a mesma pergunta 90% dos professores responderam que “sim” que haveria possibilidade de usar esta atividade em sua ação docente e 10% respondeu que “não” haveria a possibilidade de usar a atividade em sala, pois o conteúdo abordado na questão não fazia parte da grade curricular do qual esse professor leciona. Os professores justificaram essa questão em relação à atividade dois, escrevendo que:

P3: *é uma atividade bem interessante, onde os estudantes poderão fazer suas próprias construções e manifestarão maior interesse pelo conteúdo, dessa forma irão adquirir mais conhecimento.*

P9: *é uma atividade bem estruturada e que proporciona aos estudantes experiências novas na aula de matemática.*

Também, os docentes explicaram o porquê poderiam usar a atividade seis em suas práticas docentes de matemática para estudar os assuntos de geometria plana e analítica nela abordado:

P4: evidencia um ensino mais dinâmico e contextualizado, sem perder de vista o rigor científico e a ética profissional.

P8: As atividades exploradas são bem claras e importantes pra o aprimoramento do assunto. Além de serem de baixo custos os materiais utilizados o que é um ponto muito importante.

Nos comentários dos professores sobre usar em suas práticas docentes, a atividade dois, o professor P3 justificou que ao construírem os objetos geométricos que são elementos da arquitetura de Sobral, os estudantes são motivados a estudar os conteúdos de geometria. O professor P9 salientou que a atividade foi bem planejada e que auxiliam os estudantes vivenciarem experiências novas em relação ao ensino de matemática.

As motivações que os professores expressaram para usar a atividade seis nos momentos de discussões matemáticas, foi segundo o professor P4, a contextualização e o dinamismo que a atividade proporciona, sem esquecer-se do rigor científico que faz parte do assunto matemático trabalhado. Além disso, o docente P8 explicou que a atividade seis é uma atividade acessível do ponto de vista dos recursos materiais que ela demanda, tornando sua aplicação nos momentos de apresentação de informações matemáticas, possível.

D'Ambrósio (2012, p. 29) destaca que “[...] do ponto de vista de motivação contextualizada, a matemática que se ensina hoje nas escolas é morta”, diferentemente, as atividades dois e seis, de acordo com as opiniões dos professores, proporciona uma alternativa de ensino de matemática contextualizada com o patrimônio arquitetônico de Sobral, mais encantadora, interessante, dinâmica, e que proporciona experiências diferenciadas na aprendizagem matemática dos conteúdos de geometria plana, espacial e analítica, pois o estudante ao perceber a matemática na arquitetura que faz parte do seu contexto sociocultural, perceberá que a geometria é viva em cada forma que ele observa nas construções arquitetônicas de sua cidade.

10.1.3. Análise da terceira atividade

Na terceira atividade o estudo dos arcos e ângulos de circunferência foi proposto usando a arquitetura de Sobral/CE, com o uso do roteiro de atividades, da régua e do compasso, propomos construir arcos da arquitetura de Sobral e investigar o conceito de arco de circunferência e a medida dos ângulos associados a eles.

Na primeira questão do questionário, em que os professores falaram da importância do uso do patrimônio arquitetônico de Sobral/CE para o ensino dos arcos de ângulo de circunferência, destacamos as opiniões dos professores, a seguir:

***P5:** Ao trabalhar com os monumentos da arquitetura sobralense, os utilizando para estudo de segmentos, tipos de arcos e a noção de aplicação desses conceitos facilita o aprendizado e a construção de conhecimento. A partir disso, introduzir as ferramentas do desenho geométrico para sua construção sistematiza e sedimenta tais conceitos da geometria que porventura o aluno não tivesse a percepção deles caso o ensino se pautasse apenas pelas suas representações presentes em textos didáticos e em lousa.*

***P2:** o acréscimo sociocultural que o estudante vai adquirir, por exemplo saber o que é arco rebaixado, pleno, trilobado, etc. Tentando não ser redundante, os processos cognitivos apreendidos numa atividade de atuação concreta é mais sólido, além de mais prazeroso.*

De acordo com o professor P5 a importância do uso dos monumentos arquitetônicos de Sobral/CE facilita a construção e a consolidação da aprendizagem dos arcos e ângulos, além disso, o desenho geométrico na atividade, sistematiza os procedimentos e também colabora na consolidação dos conceitos trabalhados.

Assim como o professor P5, o professor P2 salientou que a aprendizagem é mais efetiva e prazerosa quando os estudantes atuam na construção dos objetos matemáticos, quanto ao contexto sociocultural, de acordo com o professor P2, auxiliam que os estudantes conheçam elementos próprios da arquitetura.

Essa atuação concreta dos discentes na construção dos arcos e ângulos da arquitetura de Sobral, comentada pelo professor P2, de acordo com Santos (2019) é um tipo de abordagem que coloca os estudantes no centro da aprendizagem, fazendo-os responsáveis mais diretamente pela construção do conhecimento, além de envolver muito mais os estudantes nas ações pedagógicas.

Nas questões seguintes, os docentes avaliaram que a abordagem contribui para a aprendizagem de arcos e ângulos de circunferência, pois 100% dos professores responderam que a atividade favorece a aprendizagem desses tópicos de matemática, todos os professores responderam também, que há a possibilidade de usar a atividade em momentos de apresentação e discussão matemática, além disso, segundo o grupo de professores pesquisados 90% consideraram que a metodologia desta atividade é excelente e 10% que é boa. Sobre as contribuições para aprendizagem responderam:

***P1:** Com esta metodologia é dada oportunidade ao aluno de conhecer mais sobre os arcos. Conhecer que este conceito matemático tem aplicações práticas, foram e são utilizados em situações cotidianas. Isso é importante pois a matemática não fica restrita ao campo teórico.*

***P5:** o aluno é levado a perceber a presença desses conceitos em sua realidade, no caso na arquitetura, representados por prédios de importância histórica, e como eles são usados para dar elegância e imponência a essas construções.*

Por esses resultados percebemos que os docentes pesquisados avaliaram bem, a terceira atividade. O professor P1 respondeu que a partir dessa atividade, os alunos podem conhecer os arcos por aplicações práticas, enquanto que o professor P5 comentou que o conceito de arcos de circunferência é percebido no cotidiano do estudante, na arquitetura dos prédios históricos.

Nos comentários dos professores P1 e P5, percebemos que os professores consideram que a atividade contribui para aprendizagem ao mostrar uma forma de ensinar os arcos de circunferência, relacionando e aplicando aos arcos em arquitetura.

Os PCN's afirmam que "O conhecimento matemático formalizado precisa, necessariamente, ser transformado para se tornar passível de ser ensinado/aprendido" (BRASIL, 1997, p.26), assim na atividade dois, ao realizarmos esse processo conseguimos uma melhor comunicação do conteúdo matemático aos estudantes tornando-o mais acessível e significativo. Em relação à metodologia de ensino da atividade, uma justificativa respondida foi:

***P4:** potencializa aos estudantes a participação na aula e na construção do conhecimento, por intermédio da exploração de aspectos do cotidiano social discente.*

Aqui, na resposta do professor P4, temos mais uma vez, dois aspectos salientados em outras questões, o primeiro que é a contextualização da atividade, isto é, "O meio circundante passa a ser um local de ensino e aprendizagem, onde os saberes se encontram" (COSTA, 2014, p.191).

O segundo aspecto também já percebido pelos docentes em outras questões é o fato da atividade ser prática, fazendo os estudantes participativos no processo de ensino e aprendizagem. O uso da régua e compasso e de outros instrumentos, contribuem para o protagonismo dos estudantes nos momentos de ensino de Geometria, além disso, de acordo com Oliveira (2015, p.16) "[...] pode ser fundamental para que esses alunos passem a gostar desse assunto". O uso

dessa atividade nos momentos de interação e socialização de informações é defendido por esses professores, pois:

P3: os estudantes não ficariam presos somente as atividades propostas pelo livro escolar, seria uma atividade a mais para fixar o conteúdo e ainda teria o atrativo de se conhecer mais sobre monumentos da própria cidade.

P4: por possibilitar o ensino matemático como espaço de investigação e produção de conhecimentos.

O professor P3 acrescentou para os resultados e análises desta experimentação que a atividade é um recurso didático para diversificar a abordagem, além disso, o professor P4 destacou o aspecto da investigação. Segundo Lopes, Alves e Ferreira (2015):

A investigação pode se tornar uma aliada do professor para motivar o interesse dos estudantes. Nesse sentido a aprendizagem pela investigação configura-se como uma alternativa para auxiliar o estudante a dar sentido ao conteúdo ensinado, pois o conhecimento passa a ser consequência de uma postura ativa do aluno. (p.550)

Desse modo, a terceira atividade, proporciona nos momentos de ensino de Matemática a investigação, no qual contribuem para que os estudantes sejam mais questionadores, observadores e pesquisadores, permitindo que eles estejam mais envolvidos no processo de ensino/aprendizagem, e auxiliando na motivação, interesse e compreensão dos conteúdos de arcos e ângulos.

Porém, apesar de considerar que é uma atividade interessante e que há a possibilidade de usar nos momentos de discussão matemática, o professor P6 chama a atenção aos cuidados de previamente o professor ensinar os estudantes a manipularem os instrumentos de medida.

P6: essas práticas requerem uma coordenação e atenção que muitos ainda não possuem, principalmente com o compasso, seria uma atividade que levaria um pouco mais de tempo, por falta de prática dos estudantes com os materiais utilizados. Apesar disso (ou por causa disso) é uma prática bem interessante.

10.1.4. Análise da quarta e quinta atividade

A quarta atividade de nossa proposta Etnomatemática do patrimônio arquitetônico de Sobral/CE, o objetivo foi aprofundar o estudo dos arcos e ângulos com a investigação se de fato eram arcos de circunferência, além disso, perceber como calcular o comprimento desses arcos.

Na quinta atividade que também foi pensada como uma atividade de aprofundamento dos assuntos de arcos e ângulos, ao explorar os arcos de

circunferência do patrimônio arquitetônico de Sobral/CE usando um applet do GeoGebra, a atividade possibilitava a investigação do conceito de radiano, evoluindo para o desenvolvimento da compreensão da conversão das medidas dos ângulos em graus para radianos.

A opinião seguinte mostra o posicionamento de um docente em relação à importância da abordagem Etnomatemática do patrimônio arquitetônico na atividade quatro.

P5: A atividade continua a exploração do estudo de arcos e seu comprimento utilizando outras obras arquitetônicas, também históricas, fazendo parte do patrimônio cultural de Sobral. E todos os elementos objeto da atividade estão presentes e são bem marcantes, fáceis de identificar. Ao utilizar tais aspectos e explorar atividades para determinar esses arcos, os ângulos correspondentes e seu comprimento, temos um recurso de aprendizagem que se apresenta de forma clara quando se utiliza da Etnomatemática como metodologia de ensino, o estudo de conceitos matemáticos através da realidade dos alunos e que fazem parte do seu meio sociocultural.

A opinião do professor P5 detalha com precisão o que a atividade propõe, percebemos isso, na descrição que o professor faz da atividade, também esclarece que a utilização dos aspectos arquitetônicos para estudar os arcos e os ângulos, é um recurso claro para aprendizagem, que parte do contexto sociocultural, o que nos leva a inferir a partir da observação docente, que a atividade foi bem elaborada.

Pinto (2017, p.1045) esclarece que, a abordagem Etnomatemática “constituem, na atualidade, referências importantes para uma prática docente que leve em conta a diversidade e a pluralidade da escola pública brasileira”. Assim, na quarta atividade, particularidades próprias do contexto cultural dos estudantes são exploradas no ensino, com isso, ao desenvolvermos uma abordagem que leva em consideração essas diversidades e particularidades, o professor desenvolve uma prática docente diferenciada que se utiliza de um recurso, claro e criativo, a favor do ensino e da aprendizagem de arcos e ângulos.

Ainda sobre a importância de usar o contexto do patrimônio histórico e arquitetônico de Sobral como metodologia de ensino na atividade cinco, a seguir, a opinião do professor P5:

P5: A atividade traz novamente o estudo de arcos e ângulos e utiliza da presença desses elementos na arquitetura estudada, continuando a abordagem Etnomatemática, dessa vez insere o conceito de radiano e utiliza o Applet do GeoGebra. A interação do aluno com esses elementos enriquece o estudo de tais conceitos trazendo inovação para a sala de aula.

A análise feita pelo professor P5 sobre a atividade cinco transpareceu como o estudo dos arcos e ângulos foram pensados, nesta abordagem Etnomatemática da arquitetura para estudar o conceito de radiano, de acordo com a observação desse docente, a manipulação do applet no GeoGebra potencializa o estudo desse conceito, e também é uma novidade para o trabalho nos momentos ensino de Matemática.

Os aspectos socioculturais dos estudantes contidos no patrimônio arquitetônico contribuem para que as raízes culturais do aluno seja considerada no processo de ensino, o GeoGebra, o celular como recursos de inovação tecnológica, de acordo com Malaquias dos Anjos; Mercado e Paulo (2016, p.2) “possibilitam a aquisição de novas habilidades, valores e atitudes ao aluno que estará envolvido nesta nova linguagem e desperto para o aprendizado”.

Com isso, cada uma dessas abordagens contribui com particularidades próprias para o ensino de matemática, a combinação dessas metodologias, une recursos para conceituar radiano, tornando o ensino mais interessante, investigativo e dinâmico, sendo uma alternativa em potencial para a aprendizagem do conteúdo.

Os resultados da experimentação mostraram que na quarta atividade 90% dos professores consideraram a abordagem Etnomatemática na atividade, excelente e 10% boa.

P8: ênfase novamente que a abordagem com os conceitos históricos e as análises práticas, faz do ensino ainda mais significativo e sólido.

P4: potencializa a participação discente na construção do conhecimento, favorecendo o desenvolvimento do pensamento abstrativo.

A quarta atividade na visão dos professores P8 e P4 enfatizou, mais uma vez, aspectos que outros docentes já citaram em outras atividades, como por exemplo, a aprendizagem significativa, prática e que favorece a participação dos estudantes na construção do conhecimento.

Na quinta atividade, 80% disseram que a metodologia da atividade é excelente e 20% opinou que a metodologia de ensino usada nesta atividade é boa.

P9: Adorei a ideia de associar a atividade com algo que os estudantes adoram utilizar: celular e computador, trazendo além de uma atividade matemática, o uso de aplicativo, link, QR Code.

P4: os estudantes podem usar elementos da tecnologia para visualizarem as situações exploradas, em uma via exploratória de outras formas de ensino, que não apenas a exposição oral

Para o docente P9 a associação dos assuntos de matemática na atividade

com a abordagem dos recursos tecnológicos é uma combinação atrativa para os estudantes, enquanto para o professor P4 as tecnologias ajudam na exploração visual do conteúdo radiano, em uma abordagem diferente da tradicional. Segundo Silva (2017, p.41):

O processo de formação do indivíduo e de como ele percebe a realidade ao seu redor é de certa forma, influenciado pela maneira como as escolas atuam. Muitas permanecem estáticas, utilizando o método tradicional de ensino, fazendo com que o aluno por vezes não compreenda a importância daquilo que estuda.

Desta forma, os comentários dos professores em relação a quarta e a quinta atividade, nos mostram que a abordagem Etnomatemática do patrimônio arquitetônico de Sobral, modifica como os estudantes percebem a realidade ao seu redor e compreenda a importância do que está sendo estudado, pois sendo essas atividades uma alternativa ao modelo tradicional de ensino, influenciam nesses aspectos.

Além disso, permite que o ensino e a aprendizagem dos assuntos que são abordados sejam mais acessíveis, indo ao encontro das dificuldades sobre o conceito de radiano, arcos e ângulos, além dos diversos assuntos de geometria, no qual percebemos nos estudos preliminares.

Quanto ao potencial das atividades em favorecer a aprendizagem dos assuntos nela abordado temos como resultados os seguintes: 100% dos professores responderam que a atividade da quarta questão pode impulsionar a aprendizagem, enquanto em relação à quinta atividade 90% dos professores responderam que “sim” que favorece a aprendizagem e 10% respondeu que “não” a abordagem não favorecia a aprendizagem. As justificativas docentes em relação ao favorecimento da aprendizagem na atividade quarta:

P4: por possibilitarem o aperfeiçoamento do pensamento autônomo e questionador, em que o conhecimento matemático possa auxiliar na resolução de situações da vida prática cotidiana.

Nesta justificativa do professor P4, o docente salientou que a quarta atividade pode estimular a resolução de problemas da vida prática e cotidiana dos estudantes, e também suscitar o questionamento e a autonomia da aprendizagem.

Também, a seguir, a opinião dos professores em relação ao favorecimento da aprendizagem na atividade cinco:

P9: inclui elementos da realidade social, histórica e cultural dos alunos e a manipulação em um ambiente de geometria dinâmica ao utilizar o GeoGebra, levando-os a se interessar pela atividade que está sendo realizada.

P2: A transformação de graus em radiano passa de uma mera conta feito por algoritmos, para uma compreensão real do que significa estas medidas.

O professor P9 destacou que a atividade favorece a aprendizagem ao usar os elementos da realidade sociocultural dos estudantes atrelado a manipulação de elementos de geometria no GeoGebra, promovendo o engajamento e motivando a participação dos alunos.

Outro ponto importante evidenciado pelo professor P2 é o fato de que esta atividade vai além da manipulação algorítmica da conversão das medidas de graus para radianos, possibilitando uma compreensão mais palpável e real dessas medidas.

Nas atividades quatro e cinco, o favorecimento da aprendizagem de arcos, ângulos e radiano que são alguns dos assuntos trabalhados nas questões, são perceptíveis na avaliação dos professores. Nessas avaliações destacamos o comentário do professor P9 que concorda com Alterburg (2017, p. 4), no entanto este autor vai além:

Julga-se importante o envolvimento da cultura, realidade e Matemática. Envolver o passado para dar valor ao presente, contemplando tudo isso com os cálculos matemáticos e fazendo utilização de um software para projetar as imagens das arquiteturas, ultrapassa uma mera transposição de imagens. Visto que mexe com as origens de cada um, valorizando a relação com a família e com a sociedade, aprendendo a apreciar o passado e suas marcas, isso como forma de conduzir o aluno para além de simples conhecimentos matemáticos.

Assim, além de favorecerem a aprendizagem envolvendo cultura, realidade, tecnologia e matemática, com o uso do patrimônio arquitetônico de Sobral, nestas atividades, percebemos um importante aspecto, que a Etnomatemática faz emergir, que é o olhar para o passado, as raízes culturais dos estudantes, no intuito de que eles conheçam o passado e valorizem suas raízes no presente, ultrapassando o conhecimento matemático por si mesmo, resgatando o aspecto social e humano que envolve o processo de ensino e aprendizagem.

Sobre essas duas atividades os professores também responderam se havia a possibilidade de serem usadas em seus momentos de interação de matemática e o porquê. Em relação à quarta atividade 90% dos professores respondeu que havia a possibilidade de usar a atividade nos momentos de ensino em sala e 10% que “talvez” essa atividade pudesse ser usada.

P9: é uma atividade interessante em que as etapas trabalham com leitura, atividade prática, conversas e pesquisas, não deixando de lado o conteúdo a ser trabalhado.

P5: a proposta está bem sistematizada, podendo ser aplicada por professores que trabalhem aulas que envolvam medida de ângulos, arcos e seu comprimento.

P4: potencializam um ensino mais dinâmico e criativo, pela possibilidade de uso de outros elementos no processo de ensino, além da exposição oral.

Nestas justificativas docentes percebemos informações importantes sobre a motivação desses professores em utilizar a quarta atividade em momentos de discussão matemática em sala, o professor P9 salientou que a atividade é interessante, pois trabalha o texto na questão, a atividade prática, a pesquisa e o conteúdo.

O professor P5 evidenciou que o conteúdo de arcos e ângulos pode ser trabalhado nos momentos de discussão matemática, nesta proposta bem sistematizada, já o professor P4 destacou que a atividade pode ser utilizada, porque proporciona o ensino criativo de arcos e ângulos, dinâmico em uma proposta alternativa ao ensino tradicional. Nesta perspectiva D'Ambrosio (2018, p.201) afirma que:

Os conteúdos na Educação Matemática tradicional são um arranjo engessado de teorias e técnicas desenvolvidas, muitas vezes há centenas de anos, acumuladas em ambientes acadêmicos, em gaiolas epistemológicas e em torres de marfim.

Percebemos que ao optar por utilizar a quarta atividade nos momentos de ensino de matemática escolar, nas justificativas dos professores, percebemos uma quebra com o conservadorismo em relação à utilização de novas abordagens de ensino, além disso, observamos a disposição docente em “quebrar” o engessamento das abordagens mecânicas e técnicas, distante do contexto sociocultural dos estudantes, sem significado e sem qualquer conexão com outros tipos de conhecimento.

Já se referindo a quinta atividade, 90% dos professores disseram haver a possibilidade de usarem a atividade em sala e 10% que não seria possível utilizar a atividade em seus momentos discussões matemática, porque os assuntos não faziam parte da grade curricular que o professor atuava.

P3: além de fixar conteúdos estudados em sala de aula, os estudantes poderiam visualizar esses conteúdos de matemática presentes nos monumentos históricos de sua cidade e seria uma aula mais atrativa devido ao uso de tecnologias.

P5: proposta está bem sistematizada, podendo ser aplicada em aulas que envolvam medida de ângulos em graus e radianos, incluindo um importante aliado para o ensino de matemática, o GeoGebra.

P8: iria requerer um pouco mais de esforço, na realidade em que me encontro infelizmente ainda há mta precariedade em questões de alunos portarem de celular e internet é ainda não há um laboratório de informática. Pra o uso do geogebra seria mais difícil, porém daria pra adaptar.

A justificativa do professor P3 para utilizar a atividade cinco em seus momentos de discussões de matemática, é porque permite ver os monumentos históricos de sua cidade, estudar matemática em uma intervenção de ensino interessante para os estudantes.

O docente P5 ressaltou que a atividade está bem sistematizada e que pode ser usada momentos de ensino que envolvem os arcos e ângulos, além de possuir um elemento importante para melhorar a compreensão desse ensino, o GeoGebra.

Diferentemente dos outros professores que disseram haver a possibilidade de usar a atividade em sala, o professor P8 relatou que não era possível usar em sua realidade escolar, porque muitas são as suas dificuldades, como falta de estruturas como internet, laboratório de informática o que inviabilizaria a realização da atividade. Diante desses aspectos, como afirma o professor P5, o autor Silva (2017, p.86), afirma que:

A tecnologia é responsável por trazer um aprendizado diferenciado e atrativo para os alunos que poderão aprender o conteúdo de forma leve. Nessa perspectiva, Vygotsky, através de sua teoria sócio-histórico-cultural, destaca que o desenvolvimento do indivíduo está relacionado às interações do homem com a sociedade, observada a sua cultura e história de vida. Sendo assim, na aprendizagem as oportunidades e influências externas aos indivíduos como o contexto cultural em que estão inseridos são imprescindíveis.

Assim, a atividade cinco é uma forte aliada aos professores para desenvolver a aprendizagem, pois a utilização das tecnologias torna a atividade interessante e contribui para que o ensino do conteúdo de radiano seja menos árido, além do que envolve as interações em grupos, e também o contexto cultural dos estudantes, o que são pontos favoráveis para o bom êxito do processo de ensino e aprendizagem.

Contrariamente, não possuir as estruturas tecnológicas necessárias, o que atualmente ainda é a realidade de muitas escolas, significa um atraso do nosso sistema de ensino brasileiro, a consequência disso é que as dificuldades relacionadas ao ensino e a aprendizagem, ficam sem aliados, com isso, são mais difíceis de serem superadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Etnomatemática e as pesquisas realizadas nortearam a elaboração da proposta de ensino de Matemática que apresentamos no desenvolvimento desse estudo, essa proposta foi construída no contexto do patrimônio histórico arquitetônico de Sobral/CE para o ensino dos arcos e ângulos de circunferência, além de vários outros assuntos de Geometria.

Desta forma, nossa pesquisa teve por objetivo investigar como uma abordagem Etnomatemática do patrimônio arquitetônico de Sobral/CE auxilia o ensino dos arcos e ângulos de circunferência, além dos diversos assuntos da Geometria, e buscou responder à seguinte questão de pesquisa: Quais as contribuições de uma proposta Etnomatemática do patrimônio arquitetônico de Sobral/CE para o ensino da Geometria e dos arcos e ângulos de circunferência?

Assim, ao realizarmos o experimento didático, com exceção da quarta atividade que 90% dos professores responderam que “sim” que a atividade Etnomatemática favorece a aprendizagem, para as demais abordagens, o reconhecimento de que favorecem a aprendizagem foi de 100% dos docentes, isto é, para as atividades um, dois, três, cinco e seis, todos os professores responderam que contribuem para a aprendizagem.

Sendo assim, os docentes foram quase unânimes em responder que a proposta Etnomatemática auxilia a aprendizagem dos assuntos de arcos e ângulos, nelas abordados, tais como: conceito de arcos de circunferência, comprimento do arco, reconhecimento de um arco, medidas de ângulos, identificação de ângulos nas figuras geométricas, conceito de radiano e conversão de medidas de ângulos em graus para radianos.

Bem como, para os diversos assuntos de geometria plana, espacial e analítica, nelas abordados, tais como: formas geométricas planas e espaciais, perímetros, áreas e volumes, ampliações e reduções, escalas, semelhança, proporção, simetria, equação da reta, equação da circunferência, distância entre dois pontos, entre outros.

Percebemos, também, nos resultados do experimento didático, que os professores avaliaram que as atividades possuem metodologia de ensino excelente ou boa. Além disso, os professores avaliaram que há sim a possibilidade de usar essa proposta em sua ação docente, pois, observamos que nas seis atividades, as

respostas “sim” prevaleceram em 90% ou 100% em cada atividade.

Mas, não foram somente esses aspectos quantitativos que observamos, ao avaliarmos as justificativas dos docentes de como esta proposta favorece a aprendizagem, evidenciamos que ela estimula a aprendizagem cooperativa por incentivar o trabalho em grupo, a interação e troca de experiência entre os estudantes, que podem refletir, conversar, discutir e investigar coletivamente o seu meio sociocultural proporcionando uma compreensão individual e mútua dos assuntos que estão sendo trabalhados.

Ainda também, ao envolver cultura, realidade, tecnologia e matemática, comunica de uma forma mais acessível o conteúdo matemático aos estudantes, tornando-os mais significativos, além disso, a atividade que envolve a manipulação do Geogebra possibilita o engajamento dos estudantes, além de uma compreensão mais palpável e concreta dos conceitos estudados, superando abordagens algorítmicas, por abordagens mais investigativas no qual as propriedades matemáticas vão aos poucos sendo percebidas e construídas.

Outra contribuição que constatamos é que as atividades orientam para a ação, isto é, os estudantes atuam na construção dos objetos matemáticos, em atividades onde a aprendizagem é mais efetiva, prazerosa, prática, pois colocam os estudantes no centro da aprendizagem, fazendo-os responsáveis mais diretamente pela construção do conhecimento, suscitando a autonomia e a participação ativa do estudante no processo de ensino e aprendizagem.

Além do mais, evidenciamos que o ensino na perspectiva Etnomatemática faz o estudante olhar para arquitetura do seu meio sociocultural, do seu cotidiano, de sua história e suas raízes, com isso, os conceitos matemáticos de arcos e ângulos e de geometria emergem, possibilitando encontrar as formas geométricas dos livros de matemática no cotidiano do estudante, auxiliando no processo de significação dos conteúdos matemáticos e ao mesmo tempo permitindo que ele perceba que a matemática antes de ser teoria é uma construção social e humana.

Avaliamos que a utilização da Etnomatemática abordando questões sobre o patrimônio arquitetônico de Sobral/CE possibilitou contextualizar de forma viva e rica a geometria encontrada nas formas geométricas estudadas na escola, na arquitetura, em uma abordagem interdisciplinar, motivadora, interessante e de grande relevância cultural para os estudantes de Sobral/CE, pois proporcionou relacionar as especificidades do cotidiano sociocultural dos estudantes ao currículo

de matemática escolar.

Além disso, ao considerar as diversidades e particularidades do contexto do patrimônio arquitetônico de Sobral/CE, integramos a matemática com outras áreas do conhecimento em um estudo amplo, diferenciado, criativo e alternativo ao ensino tradicional, que auxilia que o ensino de arcos e ângulos e da Geometria sejam mais acessíveis, menos árido, modificando como os estudantes percebem a realidade ao seu redor e vejam a importância do que está sendo estudado.

A possibilidade de usar a proposta nos momentos de ensino matemático foi defendida pelos professores, pois avaliaram que é uma opção didática que auxilia no enfrentamento das dificuldades do ensino tradicional, em uma proposta encantadora, interessante, dinâmica, e que proporcionam experiências diferenciadas que permitem que os estudantes estejam mais envolvidos no processo de ensino, sejam mais questionadores, observadores e pesquisadores.

Verificamos, também, que os docentes que participaram da experimentação, além de perceberem os benefícios das propostas, mostraram certa “quebra” com o conservadorismo em relação à utilização de novas abordagens em suas práticas, pois como já mencionamos, falaram da possibilidade de serem multiplicadores da proposta em suas intervenções de ensino, o que nos mostra, disposição em “quebrar” o engessamento das abordagens mecânicas, técnicas, distante do contexto sociocultural dos estudantes e sem conexão com outras áreas do conhecimento.

Nesse sentido, percebemos a importância desse estudo, que ofereceu a oportunidade de elaborar um material que é resultado de uma construção coletiva de sugestões e possibilidades, observadas conjuntamente por um grupo de professores da Educação Básica, no qual se mostrou como um estímulo a modificar e a alcançar a ação desses docentes em seus momentos de apresentação e discussões de informações matemáticas.

Diante do exposto, avaliamos que a questão norteadora desta pesquisa foi respondida, uma vez que a proposta de atividades elaborada no contexto do patrimônio arquitetônico de Sobral/CE caracterizou-se como uma potencial estratégia para o ensino e aprendizagem de arcos e ângulos e Geometria. A eficiência da proposta se justifica nos resultados obtidos a partir das análises das respostas fornecidas pelos professores no questionário das atividades Etnomatemática aplicados durante a experimentação.

Desse modo, vinculado a este estudo, foi possível organizarmos um produto educacional composto por nossa proposta de atividades Etnomatemática, objetivando disponibilizar uma alternativa didática metodológico para professores de Matemática da Educação Básica do município de Sobral/CE, e de outros municípios, para que possam trabalhar arcos e ângulos, bem como, diversos assuntos de geometria.

Desenvolver este estudo nos permitiu perceber que podemos pensar o ensino da matemática partindo do contexto social e cultural do estudante, com isso, nesse processo, compreendemos que na perspectiva Etnomatemática o ensino não parte do conteúdo, mas do estudante, das suas práticas e do seu meio sociocultural, quando isso ocorre, a matemática deixa de ser “estranha” e passa a ser “familiar” e mais próxima ao estudante.

Outro aspecto que amadurecemos foi como enxergamos o patrimônio arquitetônico de Sobral, além da valorização, nos permitiu pensar o ensino de matemática com um maior grau de liberdade, isto é, mais “livre de protocolos”, menos preso a uma sequência rígida de conteúdos definidos nos livros, porque podemos pensar o ensino com elementos que estão à nossa volta. Esses aspectos nos fazem acreditar que, a partir de ações pedagógicas, nessa perspectiva, podemos contribuir para que o estudante construa os conhecimentos matemáticos.

No entanto, por não termos realizado a experimentação com estudantes da Educação Básica, não sabemos suas percepções, nem podemos mapear com maior precisão os efeitos da proposta para a construção das aprendizagens, com isso, não temos evidências do ponto de vista dos estudantes que nos mostram a efetividade da abordagem. Desta forma, o desenvolvimento de outros estudos, nesta perspectiva, ampliaria o entendimento do alcance e dos efeitos desse material.

Salientamos, também, que esta abordagem não esgota as possibilidades de trabalho de ensino de matemática envolvendo a arquitetura, mas pretende ser um motivador para que outros patrimônios arquitetônicos espalhados pelo Brasil possam ter esse olhar de valorização sociocultural, ao mesmo tempo em que, mostram a matemática envolvida nesse processo.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, Marcelo. **Museu Nacional Etrusco de Villa Giulia**. Belo Horizonte, Janeiro de 2017. Disponível em:< <https://arteculturas.com/2017/02/15/o-arco-romano-e-as-abobadas/>>. Acesso em: 02/07/2021
- ALTENBURG, Gerson Scherdien. **Contextualizando Cultura e Tecnologias: Um Estudo Etnomatemático Articulado ao Ensino de Geometria**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal De Pelotas, Pelotas, 2017. Disponível em:< <http://guaiaca.ufpel.edu.br/handle/prefix/3784> >.Acesso em:30 de Mai. 2020
- ARAGÃO, Francisco Edilson Ponte. **A estruturação de Sobral na segunda metade do século XX: a cidade para além do arco formado pelo rio e a ferrovia**. 2014.155f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2014. Disponível em:<<http://tede.mackenzie.br/jspui/handle/tede/391>>.Acesso em: 10 de Jun. 2020
- BARBOSA, João Lucas Marques. **Geometria Euclidiana Plana**. 11 ed. Rio de Janeiro: SBM, 2012. 280 p.
- BORBA, Marcelo de Carvalho; SILVA, Ricardo Scucuglia Rodrigues da; GADANIDIS, George. **Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática: sala de aula e internet em movimento**. Belo Horizonte, MG: Autêntica, 2014.
- BOYER, Carl Benjamin. **Historia da matemática**. Tradução Elza F.Gomide. São Paulo: Ed. Da Universidade de São Paulo,1974.
- BRAGA, Tiago. **Centro histórico de Sobral é reconhecido culturalmente**. 2017. Disponível em:< encurtador.com.br/zDSU2>.Acesso em: 10 de Jun. 2020
- BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática (5º a 8º séries)**. Brasília: MEC/SEF, 1998. Disponível em:< <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro03.pdf>> Acesso em: 12.Mai. 2019.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática e suas tecnologias - (Ensino Médio)**. Brasília: MEC/SEF, 2002. Disponível em:< <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>> Acesso em: 12.Mai. 2019.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base nacional comum curricular**. Brasília, DF: 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site.pdf>. 12.Mai.2019
- BRAZÃO, André Luiz. **Geometria Euclidiana Plana e suas aplicações no ensino básico**. 2015. 151 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015. Disponível em:< <https://teses.usp.br/teses/disponiveis///55/55136/tde-30082016-161719/pt-br.php>>.Acesso em: 04 de Abril. 2021.
- BREDA, Adriana LIMA, Valderez Marina do Rosário e GUIMARÃES, Gleny Terezinha Duro. A utilização da Etnomatemática nos cursos de formação continuada de professores: implicações das relações de poder saber na produção de subjetividades. **Revista Latinoamericana de Etnomatemática**. Universidade de Nariño - Colômbia. p.116-148, vol.5, 2012. Disponível em: <<https://www.revista.etnomatematica.org/index.php/RevLatEm/article/view/39/368>>. Acessado em: 20/10/2022.

CASARIN, Helen de Castro S.; CASARIN, Samuel S. **Pesquisa científica: da teoria à prática**. Curitiba: Ed. Intersaberes, 2012.

CASTRO, José Liberal. Arquitetura no Ceará. O século XIX e algumas antecedenças. **Revista do Instituto do Ceará**. p.9-68, 2014. Disponível em: < https://institutodoceara.org.br/revista/Rev-apresentacao/RevPorAno/2014/01_ArquiteturanoCeara.pdf>. Acesso: 12/06/22

COSTA, Fernando José Monteiro da. Etnomatemática: metodologia, ferramenta ou, simplesmente, etnorrevolução? **Zetetiké**. Universidade Estadual de Campinas - Campinas.p. 181-196, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.20396/zet.v22i42.8646571>>. Acesso: 18/10/22

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **Educação Matemática: da teoria à prática**. 23. ed. Campinas: Papirus, 2012. (Coleção Perspectivas em Educação Matemática).

D'AMBROSIO, Ubiratan. Etnomatemática, justiça social e sustentabilidade. **Estudos Avançados**. Universidade de São Paulo – SP. p. 189-204, v. 32 n. 94, 2018. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0014> >. Acesso: 16/10/22

D'AMBROSIO, Ubiratan. Sociedade, cultura, matemática e seu ensino. **Educação e Pesquisa**. v. 3, n. 1. São Paulo, p. 99-120, jan./abr. 2005b

D'AMBROSIO, U. **Etnomatemática: Arte ou técnica de explicar e conhecer**. São Paulo: Ática, 1993.

D'AMBROSIO, U. **Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2011.

D'AMBROSIO, U. **Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade**. Belo

D'AMBROSIO, U.; ROSA, M. **Um diálogo com Ubiratan D'Ambrosio: uma conversa brasileira sobre etnomatemática**. In BANDEIRA, F. A.; GONÇALVES, P. G. F. (Orgs.). *Etnomatemáticas pelo Brasil: aspectos teóricos, ticas de matema e práticas escolares*. Curitiba, PR: Editora CRV. 2016. pp. 13-37.

DOLCE, Osvaldo. POMPEO, José Nicolau. **Fundamentos de matemática elementar: Geometria Plana**. 9 ed. São Paulo : Atual, 2013. 3 v.

DUARTE JUNIOR, Romeu. Arquitetura colonial cearense: meio-ambiente, projeto e memória. **Revista CPC**, São Paulo, n. 7, pp. 43-73, nov. 2008/abr. 2009. Disponível em:< <http://www.revistas.usp.br/cpc/article/view/15638> >.Acesso em: 10 de Jun. 2020

DUARTE, Aparecida Rodrigues Silva; SILVA, Maria Célia Leme Da. Abaixo Euclides e acima quem? Uma análise do ensino de Geometria nas teses e dissertações sobre o Movimento da Matemática Moderna no Brasil. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa - PR, v.1, n.1, p. 87-93, jan/jun 2006. Disponível em: <<http://www.revistas2.uepg.br/index.php/praxiseducativa/article/view/271/276>>. Acesso em: 07.Jan. 2019. em: 28 de Out. 2020

EVES, Howard. **Introdução à história da matemática**. Tradução Hygino H. Domingues. 5. ed. Campinas, São Paulo: Editora da Unicamp, 2011.

FERREIRA, E. S. **O que é etnomatemática**. 2003. Disponível em:< <http://www.ufrj.br/leprans/arquivos/etno.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2020.

FERREIRA, Luciana de Moura. **Memória social, imaginário e representação no álbum do centenário de Sobral-1941**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2010. Disponível em: <<https://www.livrosgratis.com.br/ler-livro-online-124380/memoria-social-imaginario-e-representacao-no-album-do-centenario-de-sobral--1941>>. Acesso em: 28 de Out. 2020

FERREIRA, Rafaela da Silva. **O estudo dos padrões geométricos na igreja da sé: proposta de uma abordagem didática para o ensino de simetria nas faixas para os alunos da Educação Básica**. In: XII ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2016, São Paulo. **Anais eletrônico** [...] Disponível em: <<http://www.sbembrasil.org.br/enem2016/anais/autores-R.html>>. Acesso em: 02 de Jul. 2021.

FOSSA, John Andrew (Org.). **Matemática e Medidas: Três Momentos Históricos**. São Paulo: Editora Livraria da Física/SBHMate, 2009. Disponível em: <https://books.google.com.br/books/about/Matem%C3%A1tica_e_medida_tr%C3%AAs_momentos_hist.html?id=pfnMhRYI5HgC&redir_esc=y>. Acessado em: 22 de Mar. 2021.

GEERTZ, Cliford. **A interpretação das culturas**. Rio de Janeiro: LTC, 2008

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002

GIL, Rita Sidmar Alencar. **Contribuições didáticas do estudo de arcos geométricos a partir da obra de Antônio José Landi**. In: XI SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, 2014. Disponível em: <<https://livrozilla.com/doc/750023/contribui%C3%A7%C3%B5es-did%C3%A1ticas-do-estudo-de-arcos>>. Acesso em: 02 de Jul. 2021

GOMES, Mirtes Barbosa. **Paisagem urbana do sítio histórico de Sobral – CE: O Patrimônio como instrumento cultural**. 2019.229f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA, Sobral, 2019. Disponível em: <http://www.uvanet.br/mag/documentos/dissertacao_c3695eb2b3eaccbfe66f5a70f62cedd4.pdf>. Acesso em: 09 de Nov. 2020

GOMES, Mirtes Barbosa; PAULA, Davis Pereira de. Patrimônio Arquitetônico/Histórico de Sobral: Democratização de informações através do aplicativo Patrisol. **Revista Sociedade e Território**. Natal. Vol. 33, N. 3, p. 97–115, 2021. Disponível em: <<https://periodicos.ufrn.br/sociedadeeterritorio/article/view/24056/15492>>. Acesso em: 04/06/2022

Horizonte: Autêntica Editora, 2015.

IEZZI, Gelson et al. **Fundamentos de matemática elementar: Trigonometria**. 2 ed. São Paulo : Atual, 1977-1978.

IEZZI, Gelson. **Fundamentos de matemática elementar: Trigonometria**. 9 ed. São Paulo : Atual, 2013.3v. Disponível em: <[imaginario-e-representacao-no-album-do-centenario-de-sobral—1941](#)>. Acesso em: 28 de Out. 2020

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Perfil Básico Municipal 2017**. Disponível em: <ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Sobral_2017.pdf>. Acessado em: 30 de Set. de 2020

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). **Sobral(CE)**. Disponível em: < <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/242> >. Acesso em: 10 de Jun. 2020

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA, Brasília, DF. Disponível em: < <http://portal.inep.gov.br/educacao-basica> >. Acesso em: 24. Jun. 2019

KNECHTEL, M. R. **Metodologia da pesquisa em educação**: uma abordagem teórico-prática dialogada. Curitiba, PR: Intersaberes, 2014.

KNIJNIK, Gelsa. Experiência de ensino: abordagem etnomatemática. In: **Encontro Nacional de Educação Matemática**, 2., 1998, MARIGÁ. Livro de Resumos. Maringá: departamento de Matemática e Estatística, 1998. p.21.

LARAIA, R. B. **Cultura**: um conceito antropológico. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed, 2003. 117 p. 16ª Ed.

LOPES, Lidiane Schimitz; ALVES, Gilson Leandro Pacheco; FERREIRA, André Luís Andrejew. A Simetria nas Aulas de Matemática: uma proposta investigativa. **Educação e Realidade**. Porto Alegre, v. 40, n. 2, p. 549-572, abr./jun. 2015. Disponível em: < <https://seer.ufrgs.br/educacaoerealidade/article/view/46015> >. Acesso: 20/10/22

MALACQUIAS DOS ANJOS, Veronica; MERCADO, Leopoldo; PAULO, Luis. **Ensino de matemática com internet**: A metodologia *Webquest* no ensino de sólidos geométricos no 9º ano, 2016. Disponível em: <<https://recursos.educoas.org/sites/default/files/VE16.506.pdf>>. Acessado em: 17/10/2022.

MARTINS, Jeová Pereira; MENDES, Iran Abreu. Exploração e problematização de simetrias em artefatos socioculturais para o uso no ensino fundamental. **Revista Latinoamericana de Etnomatemática**. Universidade de Nariño - Colômbia. p.8-30, 2018. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=274058984002>>. Acesso: 04/07/22

MATTOS, C. L. G.; CASTRO, P. A. **Etnografia e educação**: conceitos e usos. Campina Grande, PB: EDUEPB, 2011.

MENDES, Iran Abreu. O octógono artístico, geométrico e sagrado na Capela de São João Batista em Belém do Pará. **Rematec**, Natal, n. 10, p. 106-122, 2012. Disponível em: < <http://www.rematec.net.br/index.php/rematec/article/view/429/359> >. Acesso em: 18 de Dez. 2021.

MENDES, Iran Abreu. Práticas sociais históricas no ensino da Matemática. In: MENDES, Iran Abreu; FARIAS, Carlos Aldemir (Org.). **Práticas Socioculturais e Educação Matemática**. 1 ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014. p.117-139.

MENDES, Iran Abreu; GIL, Rita Sidmar Alencar. **Ensino de Matemática e patrimônio histórico-cultural**: possibilidades didáticas interdisciplinares. In: XIII CONFERÊNCIA INTERAMERICANA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA DA UFPe, 2011, Recife. **Anais eletrônico...** Recife: UFPe, 2011. Disponível em: < https://xiii.ciaem-redumate.org/index.php/xiii_ciaem/xiii_ciaem/paper/viewFile/1520/639 >. Acesso em: 02 de Jul. 2021

MENDES, Iran Abreu; GIL, Rita Sidmar Alencar. **Patrimônio e Arquitetônico no**

Ensino de Matemática: Experiências didáticas na formação de professores. 1 ed. Belém: SBHMat, 2017.216p.

MUNIZ NETO, Antônio Caminha. **Tópicos de Matemática Elementar:** Geometria Euclidiana Plana. Rio de Janeiro: SBM, 2013. (Col. PROFMAT)

no álbum do centenário de Sobral-1941. Dissertação (Mestrado) -Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2010. Disponível em:<

NOGUEIRA, Clélia Maria Ignatius. As teorias de aprendizagem e suas implicações no ensino de Matemática. **Acta Sci. Human Soc. Sci**, Maringá - PR, v. 29, n. 1, p. 83-92, 2007. Disponível em:<

<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciHumanSocSci/article/view/141>
>.Acesso em:03 de Jun. 2020

OLIVEIRA, Lucas Maken da Silva. **Ensinando Geometria com régua e compasso, uma proposta para o 8º Ano.** Dissertação (Mestrado) –Universidade Estadual do Norte Fluminense – Campos dos Goytacazes, 2015. Disponível em:<

<https://uenf.br/posgraduacao/matematica/wp-content/uploads/sites/14/2017/09/27112015Lucas-Maken-da-Silva-Oliveira.pdf>>
Acessado em: 22/10/2022.

OLIVEIRAS, M.L. **Etnomatemáticas.** De lamulticulturalidad al mestizaje. In: J. M. GoniZabala (coord.). Matemáticas e Interculturalidad. Barcelona: Editorial Graó, 2006. p. 117-149.

PINTO, Antonio Henrique. A Base Nacional Comum Curricular e o Ensino de Matemática: flexibilização ou engessamento do currículo escolar. **Bolema.** Rio Claro, v. 31, n. 59, p. 1045-1060, 2017. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v31n59a10> >. Acesso: 23/10/22

PORTELA, Marcely Luíza Barreira. **Preservação e desenvolvimento:** A dinâmica sócio-econômica do sítio histórico de Sobral/Ce. 2018. 228f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em:<

<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/39508>>.Acesso em: 10 de Jun. 2020

QUINTANEIRO, Wellerson. **Representações e definições formais em trigonometria no ensino médio.** 2010. 144f. Dissertação (Mestrado) –

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.Disponível em:< <http://www.pg.im.ufrj.br/pemat/23%20Wellerson%20Quintaneiro.pdf> >.Acesso em: 17 de Mai. 2019

REIS, Fabiana dos. **Uma visão geral da Trigonometria:** História, conceitos e aplicações. 2016.82f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2016. Disponível

em:<<http://tede2.uepg.br/jspui/handle/prefix/1506> >.Acesso em: 24 de Mar. 2021

ROCHA, Herbert. **O Lado Esquerdo do Rio.** São Paulo: Hucitec: Sec. do Desenv. da Cultura e do Turismo de Sobral; Escola de Formação em Saúde de Família Visconde de Sabóya, 2003.

SANTOS, Renata Vieira dos. **Produções brasileiras sobre Etnomatemática no século XXI:** uma análise das implicações da concepção de etno e cultura.

2015.165f. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica Do Rio Grande do Sul Faculdade De Física, Porto Alegre, 2015. Disponível em:<

<http://tede2.pucrs.br/tede2/handle/tede/6421>>.Acesso em:30 de Mai. 2020

SANTOS, Taciana da Silva. **Metodologias Ativas de Ensino-Aprendizagem**. 2019. Disponível em: <

<https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/565843/2/CARTILHA%20METODOLOGIAS%20ATIVAS%20DE%20ENSINO-APRENDIZAGEM.pdf> >. Acesso: 19/10/22

SILVA, Claci Clair Röpke da. **A tecnologia como estratégia Etnomatemática: um estudo de caso sobre o uso das tecnologias no ensino da Matemática no sexto ano do ensino fundamental**. Dissertação (Mestrado) –Universidade Estadual de Goiás – UEG, Anápolis- GO, 2017. Disponível em:<

<https://www.bdttd.ueg.br/bitstream/tede/359/2/01.%20DISSERTA%C3%87%C3%83O%20CIACI%20CLAIR%20ROPKE%20DA%20SILVA.pdf>> Acessado em: 17/10/2022.

SIROTA, R. **A escola primária no cotidiano**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

SOARES, Maria Norma Maia; GIRÃO, Glória Giovana Mont'Alverne. **Sobral: História e Vida**, Sobral (CE): Edições UVA, 1997.

SOUZA, Joamir Roberto de. **Vontade de saber Matemática**. 2ed. São Paulo: FTD, 2012.

TAVARES, Ezequiel Correa; COSTA, Lucélida de Fátima Maia da. A Geometria do patrimônio arquitetônico de Parintins: olhares para a Geometria. **Tangram: Revista de Educação Matemática**, Dourados, v.3, n.2, p. 184-207, 2020.Disponível em:< <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/tangram/article/view/10130> >.Acesso em:02 de Jul. 2021.

TEODORO, Daniel Lino. **Aprendizagem em grupos cooperativos e colaborativos: Investigação no Ensino Superior de Química**. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016. Disponível em:< <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/75/75135/tde-13122016-093237/publico/DanielLinoTeodororevisada.pdf>> Acessado em: 22/10/2022.

VERGANI, Teresa. **Educação Etnomatemática: o que é?**. Natal: Flecha do Tempo, 2007.

ZUIN, E. de S. L. **Da régua e do compasso: as construções geométricas como um saber escolar no Brasil**. Dissertação (Mestrado) — UFMG, Faculdade de Educação, 2001. Disponível em:< <http://hdl.handle.net/1843/FAEC-85DGQB>>. Acesso em: 04 de Junho de 2022.

APÊNDICES

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E EDUCAÇÃO
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA, ESTATÍSTICA E INFORMÁTICA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DA MATEMÁTICA

Prezado (a) Professor (a) de Matemática você está sendo convidado (a) para participar da pesquisa intitulada, Arquitetura histórica de Sobral/CE no Ensino de Geometria, sob a responsabilidade dos pesquisadores **Roberto Paulo Bibas Fialho, orientador e orientanda Francisca Valdielle Gomes Silva** vinculados a Universidade do Estado do Pará.

Nesta pesquisa buscamos contribuições dos professores de Matemática sobre as possibilidades de ensino de Geometria a partir da arquitetura histórica das igrejas, casarões e monumentos de Sobral/CE. A sua colaboração na pesquisa será em responder a um questionário em que analisará imagens do patrimônio arquitetônico na perspectiva de mostrar possibilidades de ensino, bem como analisar e discutir (posteriormente), as atividades que serão construídas como fruto dessa pesquisa.

Em nenhum momento você será identificado. Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim a sua identidade será preservada.

Você não terá gasto ou ganho financeiro por participar na pesquisa.

Não há riscos. Os benefícios serão de natureza acadêmica com um estudo acerca do ensino de matemática aliado a uma abordagem cultural.

Você é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem nenhum prejuízo ou coação.

Uma via original deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você. Qualquer dúvida a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com: **Roberto Paulo Bibas Fialho, orientador e orientanda Francisca Valdielle Gomes Silva** por meio da Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática (PPGEM) do Centro de Ciências Sociais e Educação(CCSE) da Universidade do Estado do Pará(UEPA): Tv. Djalma Dutra s/n.Telegrafo. Belém-Pará- CEP: 66113-010; E-mail: ppgem@uepa.br; fone: (91) 4009-9542.

_____, _____ de _____ de 2021.

Assinatura dos pesquisadores

Eu, _____ aceito
participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

Participante da pesquisa

APÊNDICE B – ESTUDO DE VERIFICAÇÃO COM PROFESSORES DE SOBRAL/CE



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E EDUCAÇÃO DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA, ESTATÍSTICA E INFORMÁTICA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DA MATEMÁTICA

Sou Francisca Valdielle Gomes Silva, discente do Programa de Pós-graduação em Ensino de Matemática (PPGEM) da Universidade do Estado do Pará (UEPA) e estou desenvolvendo uma pesquisa para a minha dissertação "Arquitetura histórica de Sobral/CE para o Ensino de Geometria na Educação Básica", cujo objetivo é coletar dados que auxiliem a elaboração de um produto educacional que efetivamente possa contribuir para o ensino de Matemática. Para o êxito deste trabalho, necessitamos que leia as informações históricas, analise as imagens e responda o questionário, a seguir. Ressalto que sua identificação será preservada e que as informações coletadas serão utilizadas para fins acadêmicos. Desde já, agradeço às suas contribuições.

❖ Igreja N.S. da Conceição, igreja Menino Deus e Santuário São Francisco.

A Igreja de Nossa Senhora da Conceição de 1778 e a Igreja do Menino Deus de 1810 possuem estilo arquitetônico tardo-barroco, caracterizado pelos movimentos ondulatório, os frontões (decoração do topo da fachada que sustenta a cruz) tratados como formas esculturais e os coroamentos bulbosos das torres

Imagem 43: Igreja de Nossa Senhora da Conceição Sobral/CE



Fonte: Falcetti (2019)

Imagem 44: Interior da Igreja de N. Senhora da Conceição Sobral/CE.



Fonte: Mapio.Net [s.d.]³³

Imagem 45: Piso da Igreja de N. Senhora da Conceição Sobral/CE



Fonte: Wikipédia [s.d.]³⁴

³³ <https://mapio.net/pic/p-5170199/>

³⁴ https://pt.wikipedia.org/wiki/Catedral_de_Sobral

Imagem 46: Igreja Menino Deus Sobral/CE



Fonte: Falcetti (2019)

Imagem 47: Igreja do Menino Deus Sobral/CE parte interna



Fonte: Paulo P. (2012)³⁵

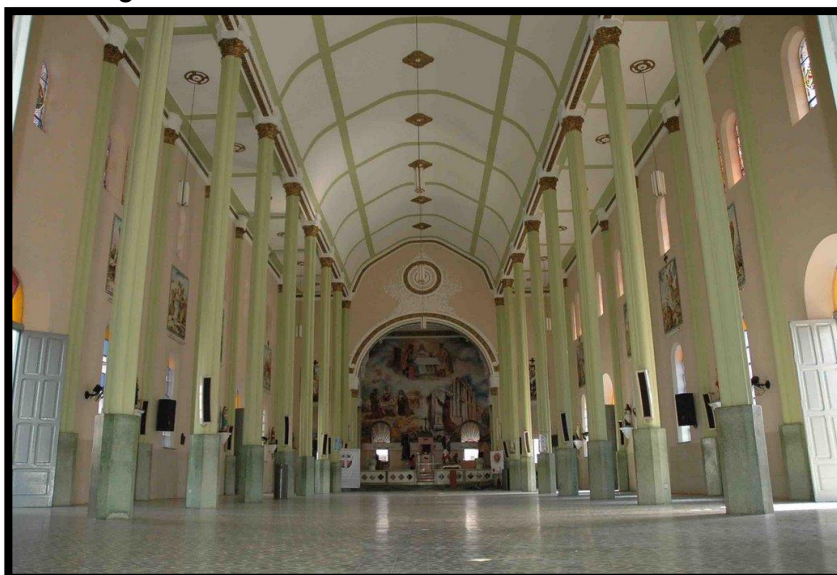
³⁵<https://pt.foursquare.com/v/igreja-do-menino-deus/4cccac26ba79a1cd79e93ccb?openPhotoid=5013b44be4b0be9af51421dc>

Imagem 48: Santuário de São Francisco – Sobral/CE



Fonte: Falcetti (2019)

Imagem 49: Interior do Santuário São Francisco – Sobral/CE



Fonte: Netto (2018)

A primeira capela de São Francisco foi construída em 1870 e concluída em 1898, na antiga Praça da Constituição, após a demolição dessa capela, a atual igreja foi construída, em outubro de 1945, sua arquitetura possui detalhes que se assemelham aos de construções medievais.

1) Observando a arquitetura das fachadas e dos interiores dessas igrejas, percebemos muitos detalhes: as torres, as linhas decorativas, as formas, o piso, as portas, as janelas, as pinturas, os estilos arquitetônicos, os padrões nas decorações etc.

a) Quais assuntos de geometria plana podemos mobilizar a partir desses detalhes da arquitetura dessas igrejas? De que forma esses detalhes podem ser utilizados para estudar geometria plana? Exemplifique.

b) Além disso, quais as possibilidades de Geometria Espacial e Geometria Analítica? Apresente conteúdos e sugestões de abordagens em Geometria Espacial e em Geometria Analítica.

❖ Casarão Museu Dom José e Casarão Casa da Cultura:

O casarão do atual Museu Dom José construído em 1844 e o casarão da atual Casa da Cultura construída **por volta de 1856 têm uma arquitetura inspirada nas casas portuguesas**. As residências mais bonitas, em Sobral, eram construídas nas esquinas e possuíam muitas portas e janelas.

Imagem 50: Museu Dom José – Sobral/CE



Fonte: Falcetti (2019)

Imagem 51: Casa da Cultura de Sobral – CE



Fonte: Mapa Cultural do Ceará (2019)

2) Na arquitetura das fachadas dos casarões e sobrados percebemos pináculos (torres, ponto mais alto), platibandas (mureta ornamental na parte superior), sacadas, detalhes das colunas, bandeiras (detalhe da parte superior das janelas) e os arcos rebaixados nas portas e janelas que revelam um estilo de construção distinto, nesse contexto, responda:

a) Que conteúdos podem ser trabalhados em geometria plana? Descreva possíveis atividades para abordar esses conteúdos.

b) Quais as possibilidades de assuntos da Matemática em Geometria Espacial? Apresente possíveis abordagens em Geometria Espacial.

c) Quais as possibilidades conteúdos de Geometria Analítica? Proponha atividades em que poderíamos abordar os assuntos de Geometria Analítica.

❖ Teatro São João e Arco de Nossa Senhora de Fátima

O Teatro São João erguido entre 1877 e 1880 é o segundo mais antigo do Ceará. As janelas e portas em formatos retangulares com detalhes em arco romano e as paredes revestidas com cores suaves são alguns das características do estilo arquitetônico neoclássico que acompanhou a tendência europeia adotada em vários teatros do Brasil.

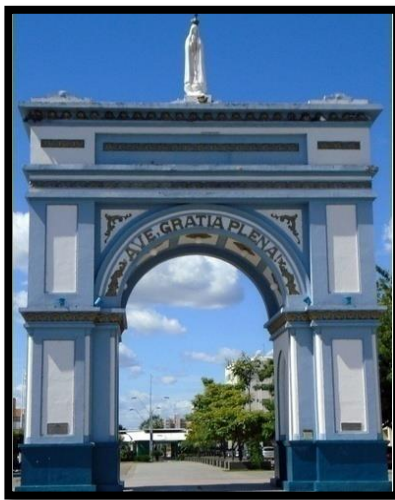
Imagem 52: Teatro São João – Sobral (CE)



Fonte: Falcetti (2019)

O arco de Nossa Senhora de 1943 imita o arco do Triunfo da França, a ideia de construir o monumento foi de Dom José Tupinambá da Frota, o arco utilizado na construção é chamado de arco pleno ou romano e foi erguido para homenagear a passagem da imagem de Nossa Senhora de Fátima por Sobral.

Imagem 53: Arco de Nossa Senhora de Fátima – Sobral/CE



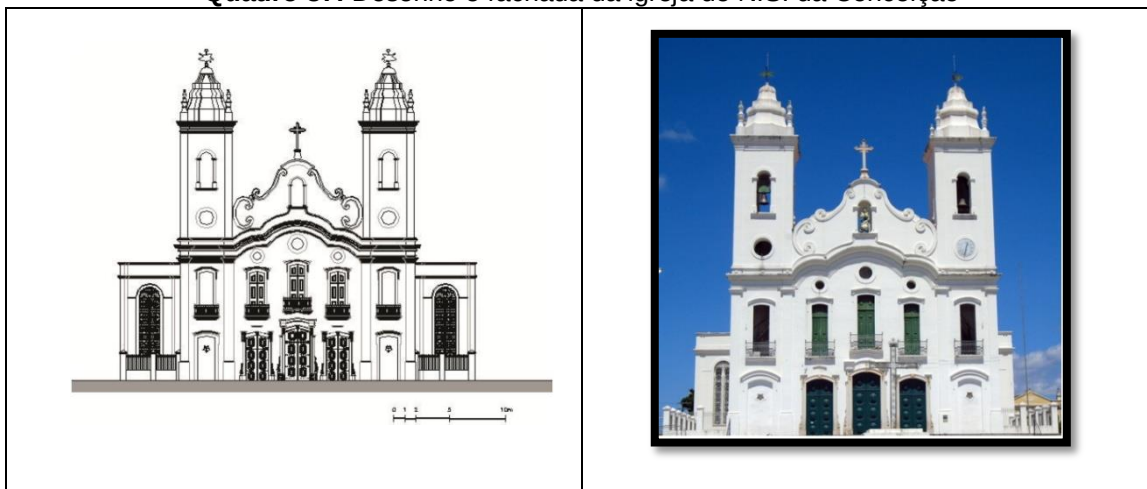
Fonte: Falcetti (2019)

3) Nesses monumentos históricos também percebemos uma beleza que desperta a atenção através dos detalhes, a Matemática e arquitetura ajudam a compor essas obras de arte. Atento aos detalhes geométricos, quais conteúdos de Geometria plana, Geometria Espacial e Geometria Analítica podemos ensinar a partir dessas imagens? Apresente sugestões de abordagens desses conteúdos.

❖ Desenhos das fachadas da Igreja de Nossa da Conceição, Casarão na Rua Lúcia Sabóia e Agência dos Correios:

A Igreja de Nossa Senhora da Conceição de 1778 é o mais imponente retrato arquitetônico da época, em estilo tardo-barroco é considerada uma das mais bonitas igrejas históricas do Ceará.

Quadro 37: Desenho e fachada da igreja de N.S. da Conceição



Fonte: Autora (2022)

Os Casarões da Rua Lúcia Saboia (inspirada em estilo *Art Nouveau*, início do século XX), valoriza as linhas curvas sinuosas, a exuberância decorativa e a combinação da forma com a função.

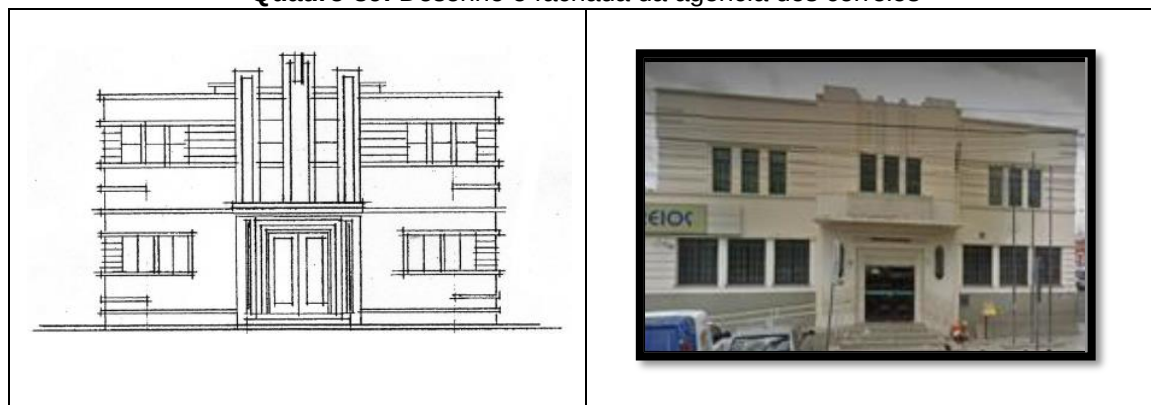
Quadro 38: Desenho e fachada do Casarão da Rua Lúcia Sabóia



Fonte: Autora (2022)

A agência dos correios também construída no início do século XX possui inspiração arquitetônica no estilo *Art déco*, em que as principais características é o uso de formas geométricas e linhas retas.

Quadro 39: Desenho e fachada da agência dos correios



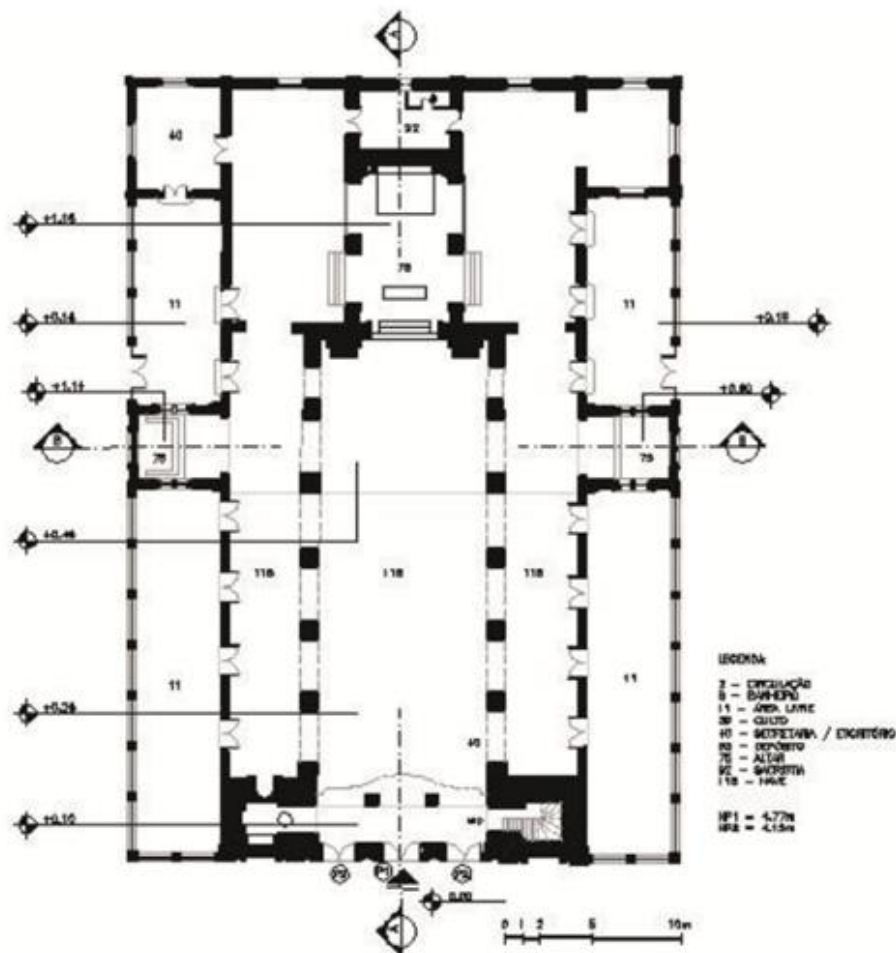
Fonte: Autora (2022)

4) Acima mostramos alguns desenhos da arquitetura histórica de Sobral/CE e suas respectivas imagens. Nos desenhos temos representações em que ficam evidentes as formas e informações geométricas planas. O que as imagens mostram a mais que podem ser usado para explorar didaticamente o patrimônio arquitetônico juntamente com o

ensino de Geometria? E como usá-las para explorar outros conteúdos de outras áreas de conhecimento?

❖ **Planta baixa da Igreja de Nossa Senhora da Conceição Sobral/CE**

Figura 39: Planta baixa da Igreja de Nossa Senhora da Conceição



Fonte: IPHAN/CE [s.d.] apud Duarte Júnior (2012)

5) Esta planta baixa mostra o projeto da igreja mais importante de Sobral/CE onde podemos identificar os compartimentos: circulação, banheiro, área livre, culto, secretaria, depósito, altar, sacristia e nave que é o lugar onde a assembleia participa das missas. Como podemos aproveitar a planta baixa dessa igreja para estudar Geometria plana e analítica? Quais conteúdos podemos ensinar a partir do uso dessa planta baixa?

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE ANÁLISE DAS ATIVIDADES ETNOMATEMÁTICAS



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E EDUCAÇÃO DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA, ESTATÍSTICA E INFORMÁTICA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DA MATEMÁTICA

Saudações professor (a) de Matemática.

Anteriormente, solicitamos sua colaboração no intuito de nos ajudar na construção de uma abordagem Etnomatemática explorando o contexto cultural do patrimônio histórico e arquitetônico de Sobral/CE para o ensino de geometria. Elaboramos as atividades observando as sugestões docentes, convergindo para o nosso objeto de pesquisa, os arcos e ângulos, e agora gostaríamos que nos auxiliassem, mais uma vez, em nossa pesquisa de mestrado, nas análises das atividades elaboradas. Ressaltamos que sua identificação será preservada e que as informações coletadas serão utilizadas para fins acadêmicos. Desde já, muito obrigada.

1) Ao analisar a atividade, em sua opinião qual a importância de usar o contexto do patrimônio histórico e arquitetônico de Sobral (Etnomatemática) para estudar os assuntos de matemática, nela abordado?

2) Como você avalia a metodologia de ensino na atividade?

() Excelente () Boa () Regular () Ruim () Péssimo

Por quê?

3) Em sua opinião essa abordagem Etnomatemática favorece a aprendizagem dos assuntos matemáticos trabalhados? Por quê?

4) Há a possibilidade de usar em suas práticas de ensino de matemática? Por quê?

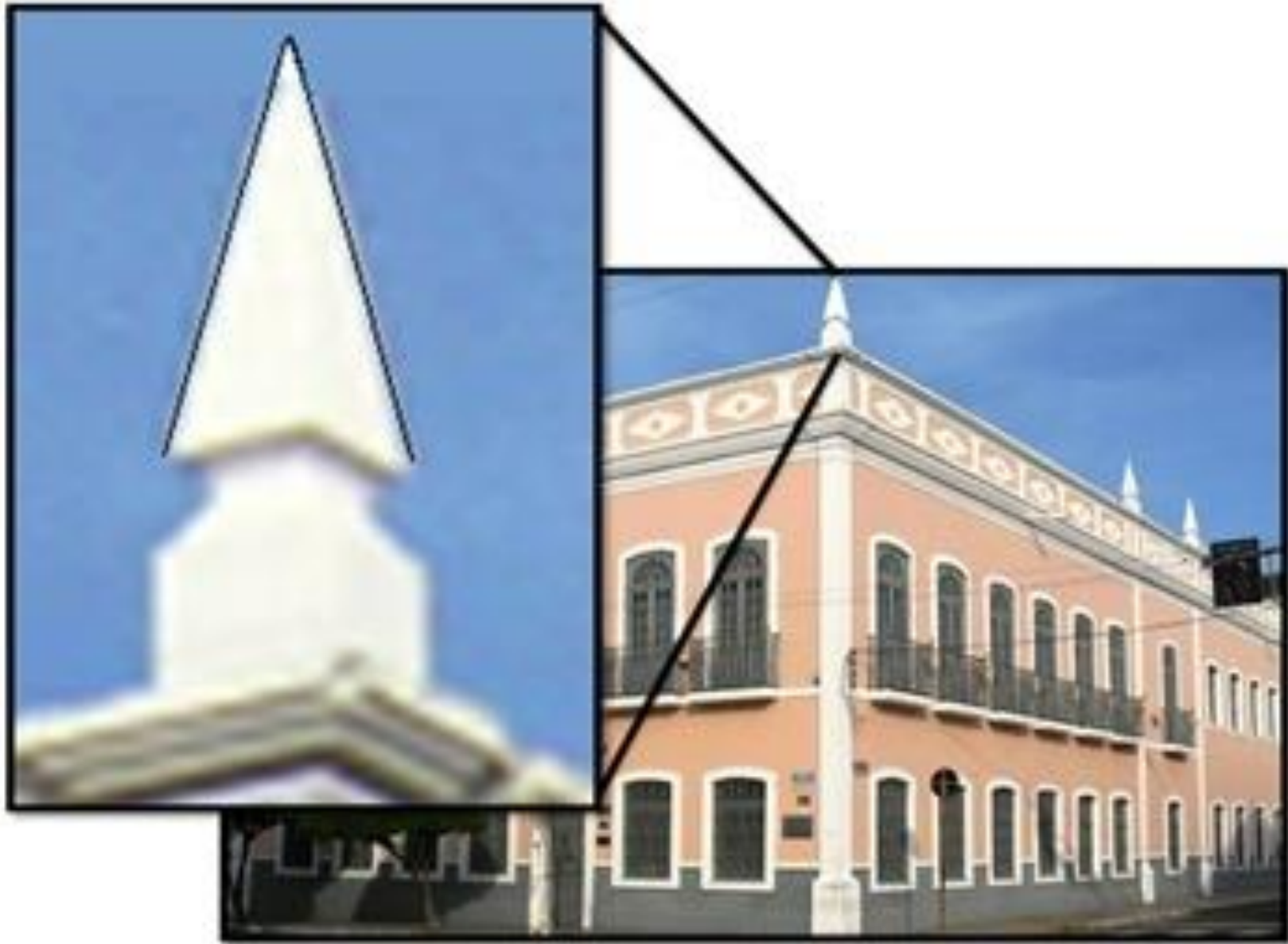
APÊNDICE D – IMAGENS PARA AS ATIVIDADES











APÊNDICE E – ALGUMAS RESOLUÇÕES PARA AS ATIVIDADES EM ETNOMATEMÁTICA

ATIVIDADE 1

Imagem do Patrimônio	Elementos da arquitetura.	Formas geométrica plana ou espacial relacionada	Perímetros/ áreas/ volumes
Igreja Nossa Senhora da Conceição	Torre	Poliedro de base quadrada	Aresta _{base} =2,5 cm h = 6,5 cm $V = (2,5)^2 \cdot 6,5 = 40,625 \text{ cm}^3$
	Arremate bulbosos	Cone	Diâmetro _{base} = 2 cm Raio = 1 cm h = 2,3 cm $V = (3,14) \cdot 1^2 \cdot 2,3 = 7,22 \text{ cm}^3$
	óculo	Circunferência	$C = 2 \cdot (3,14) \cdot 0,4 = 2,51 \text{ cm}$ $A = (3,14) \cdot (0,4)^2 = 0,50 \text{ cm}^2$
	Porta (Sem a bandeira)	Retângulo	Comp.= 1,1 cm h= 2 cm $P = 2,2 + 2 \cdot 1,1 = 4 + 2,2 = 6,2 \text{ cm}$ $A = 1,1 \cdot 2 = 2,2 \text{ cm}^2$
	Arco Pleno (Sineiro)	Semicircunferência	Diametro= 0,6 cm Raio= 0,3 cm $C = 2 \cdot 3,14 \cdot (0,3)^2 / 2 = 0,2826 \text{ cm}$
	Janela (Sem a bandeira)	Retângulo	Comp.= 0,7 cm h= 1,8 cm $P = 2 \cdot 0,7 + 2 \cdot 1,8 = 1,4 + 3,6 = 5 \text{ cm}$ $A = 0,7 \cdot 1,8 = 1,26 \text{ cm}^2$
Museu Dom José	Platibanda	Losango	– Para posterior resolução
	Pilastra	Poliendro de base quadrada	– Para posterior resolução
	Janela	Retângulo	– Para posterior resolução
	Formato do Museu	Paralelepípedo	– Para posterior resolução

ATIVIDADE 2

Analisando a imagem do Arco de Nossa Senhora de Fátima:

a) Comprimento: 16,7 cm e altura: 17,5 cm

b)

ARCO DE NOSSA SENHORA DE FÁTIMA REDUZIDO	
COMPRIMENTO	Altura
8,25 cm	8,75 cm

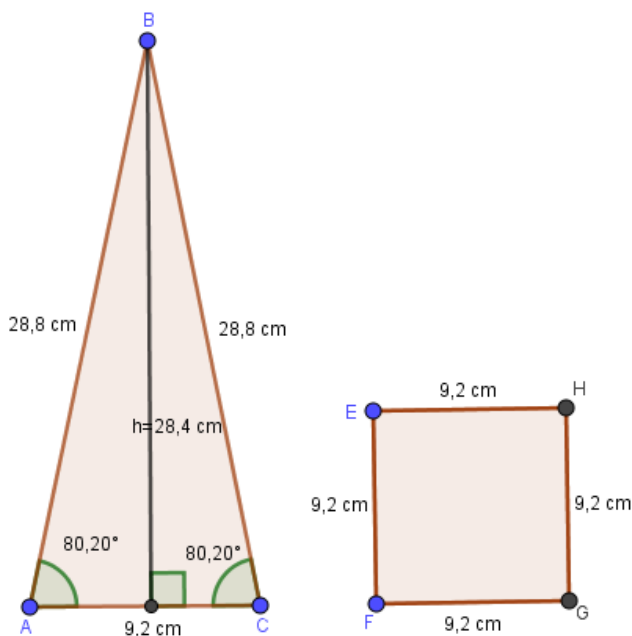
Utilizando a imagem do pináculo do Museu Dom José realize os procedimentos indicados na atividade.

a) Uma pirâmide de base quadrada. Base de um quadrado

b) Aresta da base: 2,3 cm, Aresta Lateral: 7,2 cm e Altura: 7 cm

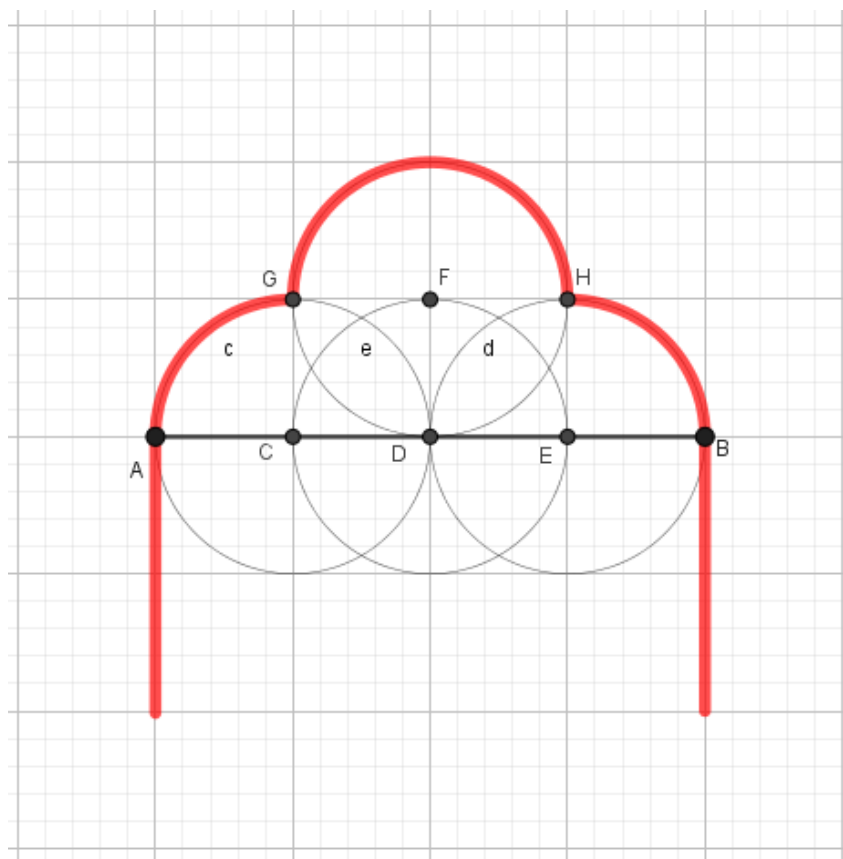
d)

PINÁCULO PIRAMIDAL AMPLIADO		
Aresta da base	Aresta Lateral	Altura
9,2 cm	28,8 cm	28 cm



g) As imagens e suas respectivas construções não são iguais, entretanto, apresentam ângulos correspondentes de mesma medida e a razão entre os lados correspondente são constantes. Em Matemática essas são as características das figuras semelhantes.

Arco Tribolado



a) Sim, os formatos dos arcos arquitetônicos construídos são formados a partir de circunferências ou também por “pedaços” dela.

b) Cada estudante pode dar o nome que desejar a essa característica. Em seguida, o professor pode apresentar o nome matemático que é Arco de Circunferência e apresentar a definição desse objeto matemático.

c) Sim. Na fachada da Casa da Cultura percebemos que as janelas e portas são formadas por arcos rebaixados, em diversas igrejas também percebemos esses tipos de arcos, Igreja do Menino Deus, Igreja do Rosário, Igreja das Dores, além de outras construções históricas como a Casa do Capitão-Mor, Casa de Música, Teatro São João e também o Arco de Nossa Senhora de Fátima em que podemos notar um arco pleno.

d) Arco do Triunfo na França, Coliseu de Roma, basílica de São Pedro no Vaticano, entre outros.

ATIVIDADE 4

a) Todos os pontos que formam o arco devem estar a uma mesma distância r de um ponto O , o centro da circunferência.

b)



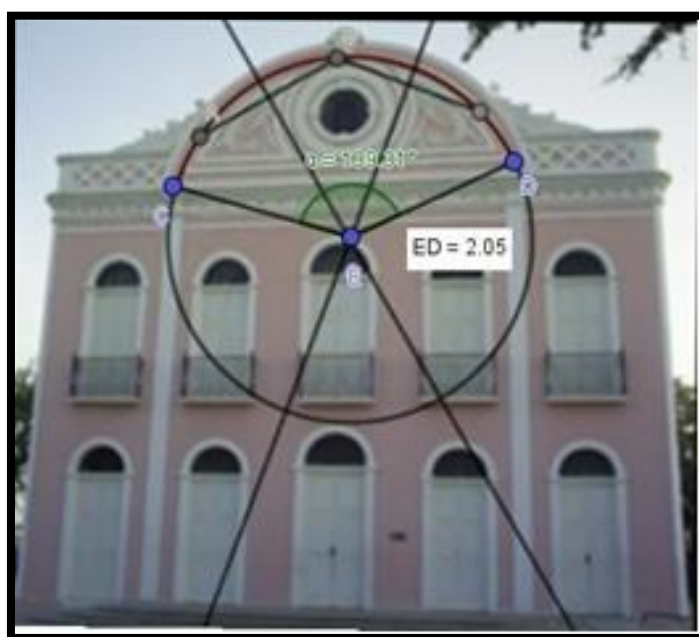
c) Em cada caso, traçamos a circunferência que passa por três pontos distintos e não-colineares dos arcos. Esse procedimento gera a circunferência que circunscreve o triângulo ABC , a partir das mediatrizes, uma vez que as mediatrizes de um triângulo qualquer se encontram sempre no circuncentro.

d) Construimos a circunferência que coincide com o arco marcado em cada imagem do patrimônio arquitetônico de Sobral. Sim, pois a partir da construção percebemos que todos os pontos dos arcos coincidem com a circunferência e portanto estão a uma mesma distância r do centro O .

e) Aproximadamente 139°

Diâmetro= 4,10

Raio= 2,05



Agora, leia com atenção as perguntas, converse com colegas ou pesquise sobre o assunto, ao final da atividade discuta os resultados com os demais estudantes da turma.

a) Qual a fórmula para calcular o comprimento de uma circunferência? O comprimento da circunferência corresponde ao ângulo de quantos graus?

Comprimento da circunferência	$2\pi R$
Ângulo correspondente	360°

b) Suponha que no arco do casarão da Rua Lúcia Sabóia o comprimento do arco é l e que este arco tem ângulo central correspondente medindo α graus.

Comprimento do Arco (Casarão da Rua Lúcia Sabóia)	l
Ângulo correspondente	α

c) Sabendo que a medida do comprimento de uma circunferência qualquer é proporcional a 360° , assim com o comprimento do arco l do Casarão da Rua Lúcia Sabóia é proporcional ao ângulo central correspondente α . Monte as proporções:

$\frac{2\pi R}{360^\circ} = \frac{l}{\alpha}$

b) Desenvolva essa proporção, isole em um dos lados da igualdade o comprimento do arco l , faça a simplificação necessária e encontre a equação para calcular o comprimento de qualquer arco:

$l = \frac{2\pi R \alpha^\circ}{360^\circ} \Leftrightarrow l = \frac{\pi R \alpha^\circ}{180^\circ}$
--

ATIVIDADE 5

- a) A medida do comprimento L do arco e a medida do ângulo central.
- c) O ângulo central apresentou a medida de 1 rad.
- d) É a medida do ângulo central correspondente ao arco cujo comprimento tem a mesma medida do raio da circunferência.
- e) Qual a medida em radiano do ângulo central correspondente ao:

Arco no Casarão da Rua Lúcia Saboia	3,6 rad
Arco no Frontão da Igreja Menino Deus	1,3 rad
Arco no interior do Santuário São Francisco	2,8 rad

g) Todos os ângulos centrais apresentaram a medida 6,28 rad. Isso ocorre porque temos um “limite” de vezes em que a medida do comprimento do raio cabe na circunferência. Pela fórmula do comprimento da circunferência ($2\pi R$) podemos perceber que temos 2π vezes o raio na circunferência, considerando o valor de π aproximadamente 3,14, isso corresponde a 6,28 vezes do comprimento do π na circunferência, ou seja, o arco de uma volta têm ângulo central correspondente de 2π rad ou 6,28 radianos.

a) Complete os quadros:

Arco de uma volta (Circunferência)	
Medida do ângulo central correspondente em radianos	Medida do ângulo central correspondente em graus
2π rad	360°

Arco de meia volta (Semicircunferência)	
Medida do ângulo central correspondente em radianos	Medida do ângulo central correspondente em graus
π rad	180°

b) Sabendo que a medida do ângulo α (alfa) em radiano é proporcional a medida do ângulo x em graus, assim como a medida do ângulo de π radianos é proporcional a medida do ângulo de 180° . Monte as proporções:

$$\frac{\alpha}{x} = \frac{\pi}{180^\circ}$$

c) Desenvolva essa proporção, isole em um dos lados da igualdade a medida do ângulo α (alfa) em radiano e encontre a equação para converter medidas dos ângulos em graus para radianos e vice-versa:

$$\alpha = \frac{\pi x^\circ}{180^\circ}$$

d) Com as informações das medidas em radianos dos ângulos correspondentes aos arcos que compõem o patrimônio arquitetônico de Sobral, observados no applet, converta a medida em radianos para graus.

Arco no Casarão da Rua Lúcia Sabóia

$$3,6 \text{ rad} = \frac{\pi x^\circ}{180^\circ} \Leftrightarrow x = \frac{648}{\pi} \Leftrightarrow x = \frac{648}{3,14} = 206,36^\circ$$

ATIVIDADE 6

c) Que os elementos da arquitetura que estão à direita da mediatriz se repetem à esquerda dela.

d) Planta baixa: Nave, área e altar.

Piso da igreja: ornamento externo (verde) e ornamento interno (preto)

Igreja de N.S. da Conceição: sineiras, torres, arremates bulbosos, óculo etc.

Arco de Nossa Senhora de Fátima: pilares, imposta, arco e contraforte.

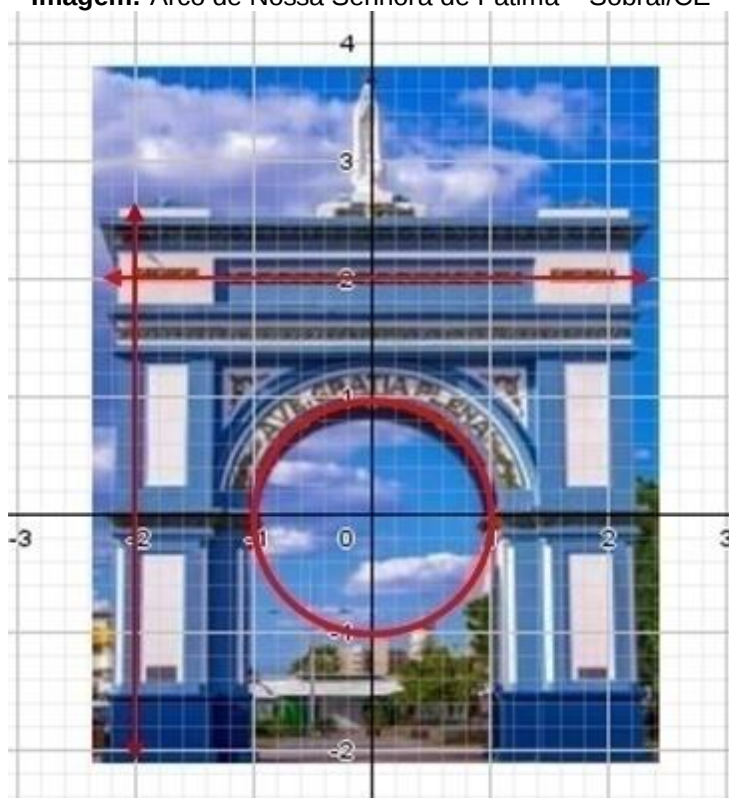
e) Os elementos correspondentes estão a uma mesma distância da mediatriz.

f) Em todos os casos a mediatriz dividiu as imagens em partes que são o reflexo uma da outra. O nome da característica fica a critério do aluno.

g) Sim, pois a figura se apresenta mais harmônica, o que influencia nas características estéticas. Nas platibandas do Casarão do Museu Dom José e na platibanda do Casarão da Casa da Cultura percebemos elementos simétricos.

As imagens dos artefatos socioculturais foram colocadas em um sistema de coordenadas x e y . Observe as imagens e responda fazendo marcações nas figuras com instrumentos de medições geométricas ou responda as perguntas na linha indicada.

Imagem: Arco de Nossa Senhora de Fátima – Sobral/CE



a) $x = -2$ ou $x+2=0$;

Ângulo com o eixo x , 90° ;

Ângulo com o eixo y , 0° .

b) $y = -2$ ou $y+2 = 0$

Ângulo com o eixo x , 0° ;

Ângulo com o eixo y , 90° .

c) Como as retas são perpendiculares o ângulo formado entre elas é 90° .

d) $x^2+y^2= 1$



Universidade do Estado do Pará
Centro de Ciências Sociais e Educação
Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Matemática
Travessa Djalma Dutra, s/n – Telégrafo
66113-200 Belém-PA
www.uepa.br/pmpem