



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA**

MARIA LUÍSA SANTOS SILVA

**MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: RELAÇÕES
ENTRE GEOMETRIA E ARQUITETURA**

**Ilhéus – Bahia
2022**

MARIA LUÍSA SANTOS SILVA

**MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: RELAÇÕES
ENTRE GEOMETRIA E ARQUITETURA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática – PPGECM, da Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof^a Dr^a. Zulma Elizabete de Freitas Madruga

Área de Concentração: Educação Matemática

Linha de Pesquisa: Aprendizagem e Ensino de Matemática.

**Ilhéus – Bahia
2022**

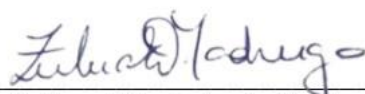
MARIA LUÍSA SANTOS SILVA

MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: RELAÇÕES ENTRE
GEOMETRIA E ARQUITETURA.

Dissertação submetida ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática – PPGECM, em cumprimento parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA

EM 29/03/2022



Profa. Dra. Zulma Elizabeth de Freitas Madruga

Orientadora/Presidente da banca – PPGECM/UESC



Profa. Dra. Luana Oliveira Sampaio

Examinadora – UFSB



Profa. Dra. Maria Elizabeth de Souza Couto

Examinadora – PPGECM/UESC

Ilhéus, Bahia, 29 de março de 2022.

S586

Silva, Maria Luísa Santos.

Modelagem matemática na educação básica: relações entre geometria e arquitetura / Maria Luísa Santos Silva. – Ilhéus, BA: UESC, 2022.

139 f. : il. ; anexos.

Orientadora: Zulma Elizabete de Freitas Madruga.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática.

Inclui referências.

1. Matemática – Estudo e ensino. 2. Simulação (Aprendizagem) – Construção. 3. Modelos matemáticos - Aplicações. 4. Criatividade na ciência. I. Título.

CDD 510.7

DEDICATÓRIA

Dedico esta pesquisa aos professores da Educação Básica, que por meio do seu trabalho buscam tornar a escola e a sala de aula uma experiência leve, humanista e prazerosa aos seus alunos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente a Deus por me fornecer saúde para percorrer este caminho e me proporcionar uma família maravilhosa, que sempre incentivou meus sonhos por meio dos meus pais, minha irmã e meu querido tio. Deus me impulsionou a não desistir dos meus objetivos.

Também agradeço a minha professora da graduação, Luana Cerqueira, por seus incentivos e conhecimentos para ingressar na pós-graduação. Sou grata a minha orientadora pelos ensinamentos, calma, paciência e principalmente carinho dados a mim ao longo de todo o processo.

Estendo também a minha gratidão aos professores e colegas do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM), que em um período pandêmico, complexo e doloroso conseguiram tornar as aulas remotas dinâmicas e divertidas.

Da mesma forma agradeço aos colegas do Grupo de Estudos e Pesquisa sobre Tendências da Educação Matemática e Cultura (GEPTeMaC), grupo de pesquisa do qual faço parte, pelas contribuições teóricas desenvolvidas acerca do tema desta pesquisa; e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro concedido por meio de bolsa de estudo.

Deus disse: eu irei com você e lhe darei a vitória.

Êxodo 33:14

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo compreender os procedimentos de trabalho do arquiteto para possibilitar a indicação de alternativas, por meio da Modelagem Matemática, que estimulem a aprendizagem de geometria na Educação Básica. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, na qual se utilizou o Mapeamento na Pesquisa Educacional como princípio metodológico para organização e análise de dados. A produção de dados ocorreu a partir de entrevistas semiestruturadas, utilizando a plataforma de videoconferência *Google Meet*, em três encontros com três colaboradores, um estudante do 1º semestre e um estudante do último semestre do curso de Arquitetura e Urbanismo e um arquiteto com mais de 14 anos de experiência no mercado de trabalho. Tais entrevistas tiveram como foco identificar quando, onde e como os conteúdos geométricos estudados na Educação Básica são explorados, tanto nos cursos de arquitetura quanto na prática profissional. Realizou-se também um mapeamento de pesquisas recentes dos últimos anos para compreender os resultados de pesquisas relacionadas ao tema, com foco na Modelagem Matemática e nos Processos de Criação. Assim, os dados produzidos, bem como a base teórica estudada, foram comparadas às fases intenção, projeção, criação e produto do Aprender com Modelagem, sendo analisados e comparados às criações realizadas nos fazeres do arquiteto, permitindo identificar semelhanças presentes entre estes. Com base nessa análise, foi elaborada uma proposta pedagógica para a Educação Básica, a ser desenvolvida com o 3º ano do Ensino Médio com vistas à contextualização dos conteúdos previstos para o ensino de geometria à luz da Modelagem, utilizando conceitos e cálculos para a construção de plantas baixas e maquetes.

Palavras-chave: Modelagem na Educação. Processos Criativos. Aprender com Modelagem.

ABSTRACT

This research aims to understand the architect's work procedures, to enable the indication of alternatives, through Mathematical Modeling, that stimulate the learning of geometry in Basic Education. This is qualitative research in which Mapping in Educational Research was used as a methodological principle for data organization and analysis. The data production took place from semi-structured interviews, using the videoconferencing platform Google Meet, in three meetings with three collaborators, a student in the 1st semester and a student in the last semester of the Architecture and Urbanism course and an architect with more than 14 years of experience in the job market. These interviews focused on identifying when, where and how the geometric contents studied in Basic Education are explored both in architecture courses and in professional practice. A mapping of recent research from recent years was also carried out in order to understand the results of research related to the theme, focusing on Mathematical Modeling and Creation Processes. Thus, the data produced as well as the theoretical basis studied were compared to the intention, projection, creation and product phases of Learning with Modeling, which was analyzed and compared to the creations carried out in the architect's work, allowing to identify similarities between them. Based on this analysis, a pedagogical proposal for Basic Education was elaborated, to be developed with the 3rd Year of High School with a view to contextualizing the contents provided for the teaching of Geometry in the light of Modeling using concepts and calculations for the construction of floor plans and scale models.

Keywords: Modeling in Education. Creative Processes. Learning with Modeling.

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 - Ilustração do Capítulo I.....	16
Mapa 2 - Dados do PISA referentes aos conteúdos matemáticos e distribuição desejada de itens no teste	23
Mapa 3 - Percentual de média de proficiência de diferentes países	24
Mapa 4 - Escore médias de proficiência das regiões brasileiras	25
Mapa 5 - Universidades mapeadas e regiões brasileiras	27
Mapa 6 - Disciplinas selecionadas dos cursos de Arquitetura e Urbanismo	27
Mapa 7 - Ilustração do Capítulo II	38
Mapa 8 - Representação das abordagens múltiplas da criatividade	42
Mapa 9 - Esquema etapas de Modelagem na Educação	48
Mapa 10 - Esquema processo Modelagem na Educação	52
Mapa 11 - Síntese das observações realizadas em diferentes espaços	54
Mapa 12 - Entrelaçamento do Aprender com Modelagem	55
Mapa 13 - Relação entre as etapas de Modelagem e o Aprender com Modelagem.....	56
Mapa 14 - Esquema das relações de etapas dos Processos Criativos e Modelagem Matemática	56
Mapa 15 - Pesquisas selecionadas banco de teses e dissertações da CAPES..	60
Mapa 16 - Ilustração do Capítulo III	67
Mapa 17 - Questão de geometria relacionada à arquitetura – I.....	74
Mapa 18 - Questão de geometria relacionada à arquitetura – II.....	75
Mapa 19 - Questão de geometria do ENEM	76
Mapa 20 - Ilustração do Capítulo IV	81
Mapa 21 - Roteiro de coleta de informações em projeto arquitetônico	90
Mapa 22 - Esboço de projeto arquitetônico desenhado pelo Arquiteto entrevistado.....	95
Mapa 23 - Recorte do Mapa 22.....	96
Mapa 24 - Planta baixa de área gourmet	99
Mapa 25 - Planta humaniza de área gourmet.....	101
Mapa 26 - Modelagem em 3D – ponto de vista 1.....	102
Mapa 27 - Modelagem em 3D – ponto de vista 2.....	103
Mapa 28 - Modelagem em 3D – ponto de vista 3	103

Mapa 29 - Modelagem em 3D – ponto de vista 4.....	104
Mapa 30 - Ilustração do “Aprender com Modelagem” e do desenvolvimento de projeto arquitetônico	107
Mapa 31 - Objetivos e Habilidades a serem desenvolvidas e organização das atividades a serem realizadas	109
Mapa 32 - Vídeo sobre o trabalho do arquiteto	111
Mapa 33 - Figuras Geométricas planas	112
Mapa 34 - Sólidos geométricos	112
Mapa 35 - Objetos e suas formas geométricas	114
Mapa 36 - Ilustração dos conteúdos de geometria plana contidos em uma planta baixa.....	115
Mapa 37 – 1º Momento - Apresentação da interface do Geogebra aos alunos.	116
Mapa 38 - 2º Momento - Seleção da função polígono para definição da forma da construção (no caso de uma praça pode ser um formato circular, por exemplo)	117
Mapa 39 - 3º Momento - Definição do tamanho da forma da construção	117
Mapa 40 - 4º Momento - Identificação do comando reta e segmento de reta para criar os cômodos da casa	117
Mapa 41 - 5º Momento - Divisão dos cômodos com segmentos de reta.....	118
Mapa 42 - 6º Momento - Uso da função texto para denominar os cômodos da construção.....	118
Mapa 43 - Tipos de maquete.....	120
Mapa 44 - Questão ENEM (2020).....	121

LISTA DE SIGLAS

BNCC - Base Nacional Comum Curricular.

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa.

CNMEM - Conferência Nacional sobre Modelagem Matemática na Educação Matemática.

ENEM - Exame Nacional do Ensino Médio.

GEPTeMaC - Grupo de Estudos e Pesquisas sobre Tendências da Educação Matemática e Cultura.

GT – Grupo de Trabalho

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.

LDB - Diretrizes e Bases da Educação Nacional.

MEC – Ministério da Educação

MM - Modelagem Matemática.

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico.

OMS -Organização Mundial da Saúde.

PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais.

PISA - Programme for International Student Assessment.

PPGECM - Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática.

ProUni - Programa Universidade para Todos.

PUCRS - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

SBEM - Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM).

SEB - A Secretaria de Educação Básica.

Sisu - Sistema de Seleção Unificada.

TCC- Trabalho de Conclusão de Curso.

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

UEG - Universidade Estadual de Goiás (UEG).

UESC - Universidade Estadual de Santa Cruz

UFBA - Universidade Federal da Bahia.

UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais.

UFPel - Universidade Federal de Pelotas (UFPel).

UFRR - Universidade Federal de Roraima.

UFS - Universidade Federal de Sergipe.

UFT - Universidade Federal de Tocantins.

UFF - Universidade Federal Fluminense.

UNIGRAN - Centro Universitário da Grande Dourados.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	15
APRESENTAÇÃO DO CAPÍTULO.....	16
1.1 MOTIVAÇÃO PARA O ESTUDO	17
1.2 ENSINO DE GEOMETRIA	19
1.2.1 NA EDUCAÇÃO BÁSICA.....	20
1.2.2 NOS CURSOS DE ARQUITETURA E URBANISMO.....	26
1.3 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO	31
1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	33
1.4.1 MAPA DE IDENTIFICAÇÃO.....	34
1.4.2 MAPA TEÓRICO.....	34
1.4.3 MAPA DE CAMPO	35
1.4.4 MAPA DE ANÁLISE	36
CAPÍTULO II	38
APRESENTAÇÃO DO CAPÍTULO.....	39
2.1 PROCESSOS CRIATIVOS	40
2.2 MODELAGEM NA EDUCAÇÃO	44
2.2.1 APRENDER COM MODELAGEM.....	55
2.3 MAPEAMENTO DE PESQUISAS RECENTES.....	59
CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO.....	67
CAPÍTULO III	68
APRESENTAÇÃO DO CAPÍTULO.....	69
3.1 O TRABALHO DO ARQUITETO URBANISTA.....	70
3.2 A PRODUÇÃO DOS DADOS – ENTREVISTAS	71
3.3 CONTEXTUALIZAÇÃO DOS COLABORADORES.....	73
3.4 A GEOMETRIA E OS PROCESSOS DE CRIAÇÃO NA FORMAÇÃO DOS COLABORADORES.....	74
CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO.....	81
CAPÍTULO IV	82
APRESENTAÇÃO DO CAPÍTULO.....	83
4.1 ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS.....	84
4.2 O TRABALHO DO ARQUITETO: DAS IDEIAS ÀS PRÁTICAS.....	86
4.2.1 INTENÇÃO.....	89
4.2.2 PROJEÇÃO.....	94

4.2.3 CRIAÇÃO	99
4.2.4 PRODUTO	107
4.3 PROPOSTA PEDAGÓGICA	110
4.3.1 INTENÇÃO.....	112
4.3.2 PROJEÇÃO.....	114
4.3.2 CRIAÇÃO	116
4.3.4 PRODUTO	123
4.4 PONTOS A SUBLINHAR	124
4.5 PERSPECTIVA DE CONTINUIDADE	125
CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO.....	127
ALGUMAS CONSIDERAÇÕES	128
REFERÊNCIAS.....	131
APÊNDICE A.....	137
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	137
APÊNDICE B.....	139
ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA	139

CAPÍTULO I

MAPA DE IDENTIFICAÇÃO

APRESENTAÇÃO DO CAPÍTULO

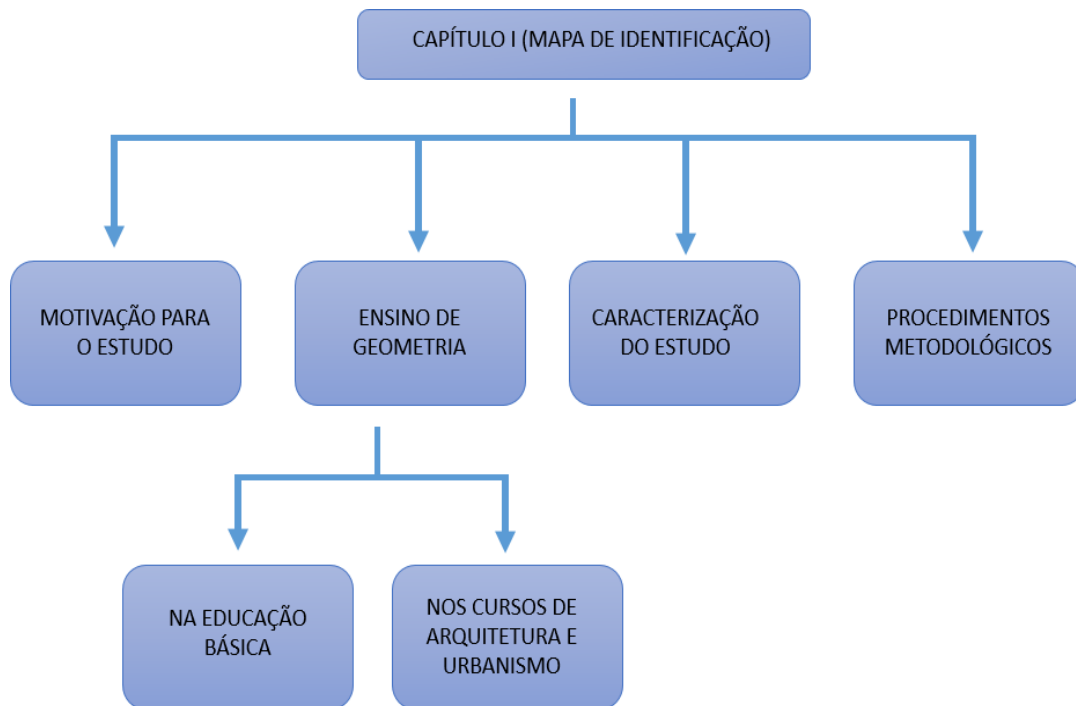
Neste capítulo, a temática é apresentada a partir de motivações pessoais da autora, respaldadas nas indicações dos documentos oficiais para a Educação Básica, com ênfase no ensino de geometria. Estas indicações são abordadas em consonância com a identificação dos conteúdos de geometria estudados nos cursos de Arquitetura e Urbanismo de universidades das diferentes regiões brasileiras.

Além disso, são apresentados os procedimentos metodológicos, os quais auxiliaram na resposta ao problema de pesquisa, que consiste em *“Como a compreensão dos procedimentos de trabalho do arquiteto urbanista pode possibilitar a indicação de alternativas que visem estimular a aprendizagem de geometria na Educação Básica, por meio da Modelagem Matemática?”*, seguido do contexto ao qual os entes da pesquisa estão inseridos.

De acordo com Biembengut (2008), a utilização de mapas (guia para chegar a alguma informação) para orientar uma pesquisa permite observar e compreender contextos e caminhos de modo representativo, graças à percepção visual que é explorada em formas, cores e texturas. “As questões gerais a serem pesquisadas ou o esboço pormenorizado a ser seguido podem ser expressos na forma de mapa (desenhos, fluxograma, esquemas) que são essenciais para organizar e planejar a pesquisa” (BIEMBENGUT, 2008, p. 79-80).

Dessa forma, a partir da percepção de Biembengut (2008), a estrutura deste capítulo é ilustrada conforme o Mapa¹ 1.

¹ Ao longo do texto seguem-se as orientações de Biembengut (2008), a qual indica que qualquer figura, quadro, fotografia, imagem e tabela pode ser denominada como mapa. Portanto, nesta pesquisa, qualquer ilustração será denominada “Mapa”.

Mapa 1 - Ilustração do Capítulo I.

Fonte: Elaborado pela autora.

- *Motivação para o estudo*: apresentam-se os caminhos pessoais e acadêmicos da autora que nortearam a escolha do tema.

- *Ensino de geometria*: diante do tema explorado, foi realizada a identificação dos conteúdos de geometria plana e espacial estudados, tanto na Educação Básica quanto nos cursos de Arquitetura e Urbanismo, a partir de documentos, permitindo embasamento para as demais etapas da pesquisa.

- *Caracterização do estudo*: indica-se a abordagem metodológica e o delineamento da pesquisa.

- *Procedimentos metodológicos*: detalha-se a metodologia adotada para o desenvolvimento da pesquisa.

1.1 MOTIVAÇÃO PARA O ESTUDO

Com oito anos de idade ganhei² de presente uma cozinha de brinquedo para a boneca *Barbie*, mas eu queria ter todas as partes da casa. Então comecei a fazer

² A primeira pessoa do singular é utilizada nesta seção, a qual se destina à motivação pessoal da autora. Nas demais seções do texto, a linguagem impessoal é utilizada.

artesanalmente os móveis dos outros cômodos. Eu improvisava cama, guarda-roupa, sofá com caixas e materiais de papelaria que tinha em casa, e todas as vezes que eu iria fazer algo, utilizava uma régua e media a boneca para que o objeto fosse proporcional ao seu tamanho.

No período de transição da infância para a adolescência comecei a desenhar casas e móveis. Alguns dos móveis “saíram do papel”. Eu entregava os croquis³ para um marceneiro, que concretizava os meus modelos. A partir de então comecei a ter interesse pela Arquitetura e Urbanismo e *Design* de móveis. Como motivação, minha família sempre me presenteava com revistas de arquitetura e materiais para desenhar.

Nos meus desenhos eu buscava explorar formas geométricas e manter proporcionalidade em relação à escala do que eu desenhava, mesmo não tendo noção do que estava praticando. Posteriormente, no final do Ensino Médio nas aulas de matemática, os conteúdos de geometria me despertaram bastante interesse. Eu percebia aplicabilidade dos cálculos de área e volume com o que eu planejava quando fazia um desenho de uma casa ou de um móvel. Assim, surgiu a curiosidade de cursar Arquitetura e Urbanismo.

No entanto, no período de decidir em qual curso ingressar na universidade, acabei deixando de cursar arquitetura e optando pela matemática, pois, além de gostar muito de cálculo, principalmente geométrico, tive a inspiração de um primo, que é professor de matemática na Educação Básica, e eu sempre via como o trabalho dele impulsionava os estudantes a gostarem da disciplina. Aquilo me despertava a vontade de, também, ser professora!

Na graduação, cursei a disciplina “Modelagem: Interpretações de sistemas reais”, na qual tive os primeiros contatos e curiosidade sobre Modelagem Matemática na Educação. Por meio desta disciplina comecei a ter interesse em ensinar a matemática contextualizando os conteúdos do currículo.

Ao ingressar no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM), tive o estímulo de validar minhas hipóteses sobre as relações dos assuntos de geometria com os processos criativos na elaboração de um projeto na arquitetura, levando isto para a Educação Básica, por meio da Modelagem Matemática.

³ Desenho feito com lápis ou pincel, de modo que mostre o essencial do modelo.

1.2 ENSINO DE GEOMETRIA

A geometria – *geo* (terra) e *metria* (medida), do grego ‘medida da terra’ –, é a área da matemática que estuda o espaço e as formas. Boyer (2019) considera que não há registros concretos acerca da origem da geometria por meio da escrita. No entanto, foram observadas em pinturas rupestres do período pré-histórico os primeiros esboços de figuras geométricas.

Esta ciência teve origem no Egito, advinda da necessidade dos povos em medir os terrenos, pois as inundações causadas pelo Rio Nilo destruíam as marcas de delimitação entre as propriedades, dificultando o cultivo e pagamento de impostos. Cada vez que isso ocorria tinham que medir e demarcar as terras novamente. Na Grécia, foram dados os primeiros passos para o desenvolvimento da Geometria, por meio da contribuição de diversos sábios (NOGUEIRA, 2008, p. 6).

A representação de figuras geométricas advém da observação de formas da natureza, que são utilizadas posteriormente a partir de necessidades do cotidiano, dentre elas, medir superfícies e ter noções de proporção (BOYER, 2019). As noções de geometria são apresentadas e exploradas a estudantes inicialmente na Educação Básica, com diferentes finalidades.

Estas propostas do ensino de geometria na Educação Básica, em suma, estão relacionadas à resolução de situações-problema, interpretação e compreensão de fatos do cotidiano. Posteriormente, em alguns cursos do Ensino Superior, os conteúdos geométricos e as percepções adquiridas na Educação Básica são relacionados e empregados ao campo profissional (NOGUEIRA, 2008).

Na perspectiva de correlatar estes conteúdos estudados na Educação Básica ao campo profissional, Pires, Pereira e Gonçalves (2017) apontam que no trabalho do arquiteto⁴ há exploração de conceitos de figuras, cálculos de área e volume de figuras espaciais, que são previstos pelos currículos da Educação Básica, e muitos destes entes geométricos são aplicados em projetos e construções.

Além disso, sob a ótica de identificar a matemática em diferentes ambientes, Madruga (2016) constata que os processos criativos utilizados no trabalho do

⁴ Este profissional pode ser denominado arquiteto urbanista ou apenas arquiteto. Usualmente são chamados apenas como arquiteto, mas entende-se que também são urbanistas. Portanto, pode-se utilizar apenas o termo arquiteto.

arquiteto, entre outros profissionais, são similares às etapas da concepção de Modelagem Matemática para a Educação, indicadas por Biembengut (2016).

Dessa forma, no intuito de encontrar subsídios que reforcem a relevância desta pesquisa, são identificados a seguir quais os conteúdos de geometria que são abordados, tanto na Educação Básica quanto nos cursos de Arquitetura e Urbanismo.

1.2.1 NA EDUCAÇÃO BÁSICA

A Secretaria de Educação Básica (SEB) que elabora documentos, por vezes, considerando a participação popular, com a finalidade de nortear práticas pedagógicas para melhoria dos processos de ensino e de aprendizagem, além da qualificação docente.

Estes documentos consistem na Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996, estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB (BRASIL, 1996), nos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (BRASIL, 1997) e na Base Nacional Comum Curricular – BNCC, destinada ao Ensino Fundamental e ao Ensino Médio (BRASIL, 2017; 2018).

O Art. 2º da Lei nº 9394 de 20 de dezembro de 1996 (BRASIL, 1996) – LDB indica que a educação tem como princípios e fins preparar estudantes, qualificando-os para o trabalho; propiciar o exercício da cidadania, além de promover o direito de acesso e manter a organização da educação nacional (BRASIL, 1996).

Quanto ao ensino de matemática, a LDB direciona que este deve ser vinculado ao conhecimento do mundo físico e natural, com base na realidade social e política dos estudantes, por meio de experiências que possam priorizar, em contextos e situações significativas, a exploração e uso de conhecimentos matemáticos na apreciação das características básicas do conceito de números, medidas e formas, gerando compreensão da realidade que os cercam.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (BRASIL, 1997) já visavam um ensino de geometria a partir de situações-problema que despertassem interesse nos estudantes. Quanto à BNCC, este documento do princípio de que a aprendizagem em matemática está intrinsecamente relacionada à apropriação dos conceitos e cálculos matemáticos. Com isso, tem-se que o processo de aprendizagem da matemática escolar decorre no desenvolver de diversas competências e habilidades (BRASIL, 2018).

Estas competências e habilidades indicadas pela BNCC, estão relacionadas, ao desenvolvimento do raciocínio lógico; compreensão de conceitos; construção de situações-problema; interação entre pares; utilização de ferramentas e *softwares*; raciocínio e representação por meio da linguagem matemática, além de investigação sobre os desafios para o mundo contemporâneo.

De modo geral, “na área de Matemática e suas Tecnologias, os estudantes devem utilizar conceitos, procedimentos e estratégias não apenas para resolver problemas, mas também para formulá-los, descrever dados, selecionar modelos matemáticos” (BRASIL, 2018, p. 46).

A geometria aparece na BNCC em duas das cinco unidades temáticas para a matemática: a específica para *Geometria*⁵ e a referente a *Grandezas e Medidas*. Quanto à *Geometria*, “essa unidade temática contribui ainda para a consolidação e ampliação da noção de número, a aplicação de noções geométricas e a construção do pensamento algébrico” (BRASIL, 2018, p. 273).

As ideias matemáticas fundamentais relacionadas ao estudo geométrico são: a construção, representação e interdependência envolvendo conceitos e procedimentos necessários para a resolução de problemas do mundo físico e de outras áreas do conhecimento. Em suma, esta unidade temática estuda a posição e deslocamento no espaço, as relações e formas de figuras planas e espaciais, transformações geométricas e simetria (BRASIL, 2017).

O pensamento geométrico desenvolve habilidades para formular e solucionar problemas em diferentes contextos.

No que se refere a *Grandezas e Medidas*, os estudantes constroem e ampliam a noção de medida, pelo estudo de diferentes grandezas, e obtêm expressões para o cálculo da medida da área de superfícies planas e da medida do volume de alguns sólidos geométricos (BRASIL, 2018, p. 517).

Portanto, os conteúdos geométricos relacionados a *Grandezas e Medidas* são: comparação de áreas de figuras geométricas por superposição, áreas de figuras utilizando malhas quadriculadas, noções de volume de figuras espaciais, cálculos de áreas, cálculos de volumes (medidas de capacidade), cálculos de perímetro de figuras poligonais, noções de uso de medidas de ângulos e decomposição de figuras planas.

Em suma, por meio da BNCC foi possível identificar que os conteúdos geométricos abordados na Educação Básica são as áreas e conceitos de figuras

⁵ Quando se trata de conteúdo, é utilizado o termo “geometria”; quando se destina à unidade temática é utilizado “Geometria”.

planas, como triângulos, retângulos, polígonos, losango, trapézio, círculo e circunferência. Quanto à geometria espacial, são explorados a área e o volume do cubo, prisma, cilindro, paralelepípedo, pirâmide, esfera, dentre outros sólidos.

Os conteúdos de *Geometria* estudados na Educação Básica são divididos em: geometria plana, geometria espacial, geometria analítica e geometria não-euclidiana. A plana se destina ao estudo de figuras de duas dimensões; a espacial de figuras em três dimensões. Já a geometria analítica se destina ao estudo de coordenadas no plano cartesiano; e a geometria não-euclidiana à exploração na geometria na perspectiva hiperbólica e esférica.

Quanto aos conteúdos abordados na Educação Básica, o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) objetiva avaliar o desempenho escolar dos estudantes ao final do Ensino Médio. Em 2009, o exame passou a ser utilizado como mecanismo de acesso à Educação Superior por meio do Sistema de Seleção Unificada (Sisu) do Programa Universidade para Todos (ProUni) e de convênios com instituições portuguesas, sendo aplicado anualmente (BRASIL, 2010).

O ENEM é organizado em uma redação e 180 questões de quatro grandes áreas: Linguagens, Códigos e Suas Tecnologias; Ciências da Natureza e suas tecnologias; Ciências Humanas e suas tecnologias; Matemática e suas Tecnologias, sendo 45 questões de cada área.

Cabral (2019) realizou um levantamento de questões direcionadas aos conteúdos e pensamentos geométricos e métricos em provas do ENEM, entre 2015 e 2018, identificando que usualmente são aplicadas 12 a 15 questões que necessitam deste conhecimento para resolução. Além disso, Rodrigues (2013) identificou que das 180 questões de matemática elaboradas entre 2009 e 2012, para a resolução de 40 delas, há necessidade de domínio de conteúdos de geometria.

As questões do ENEM são formuladas a partir de competências. A geometria aparece no ENEM a partir da competência 2, que consiste em utilizar o conhecimento geométrico para realizar a leitura e a representação da realidade e agir sobre ela (INEP, 2015), com a perspectiva de avaliar as seguintes habilidades (H):

H6 - Interpretar a localização e a movimentação de pessoas/objetos no espaço tridimensional e sua representação no espaço bidimensional. H7 - Identificar características de figuras planas ou espaciais. H8 - Resolver situação-problema que envolva conhecimentos geométricos de espaço e forma. H9 - Utilizar conhecimentos geométricos de espaço e forma na seleção de argumentos propostos como solução de problemas do cotidiano (INEP, 2015, p. 154).

A partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), foi possível constatar que, de modo geral, quanto ao desempenho de estudantes na área de matemática na prova do ENEM, as escolas brasileiras apresentam baixos índices, principalmente nas escolas da rede pública.

Ainda se tratando de exames de proficiência, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE)⁶ apresenta trienalmente dados com base em estudos comparativos acerca do desempenho estudantil do Brasil em relação a outros países, por meio do *Programme for International Student Assessment* (PISA), que avalia estudantes a partir do 7º ano do Ensino Fundamental.

O PISA consiste em um exame aplicado a fim de avaliar habilidades cognitivas referentes à utilização de conhecimentos adquiridos em sala de aula, sendo direcionado a área da matemática, ciências e leitura por meio de resolução de problemas. Por ser elaborado por especialistas da área de educação de diferentes países, o PISA tem como espaço amostral instituições de ensino colaboradoras, tanto da rede pública quanto da rede privada.

As instituições de ensino participantes são selecionadas conforme critérios estabelecidos pelo OCDE. Dentre os aspectos avaliados pelo PISA no âmbito da matemática, abrange-se o letramento matemático.

Letramento matemático é a capacidade de formular, empregar e interpretar a Matemática em uma série de contextos, o que inclui raciocinar matematicamente e utilizar conceitos, procedimentos, fatos e ferramentas matemáticos para descrever, explicar e prever fenômenos. Isso ajuda os indivíduos a reconhecer o papel que a Matemática desempenha no mundo e faz com que cidadãos construtivos, engajados e reflexivos possam fazer julgamentos bem fundamentados e tomar as decisões necessárias. (PISA, 2019, p. 20).

Quanto à avaliação referente ao letramento matemático, os conteúdos matemáticos são aplicados por meio do PISA, em proporções estatísticas, conforme o Mapa 2.

⁶ Organização que consiste na integração de 37 países com a finalidade de promover a democracia e a economia. Disponível em: <https://www.oecd.org/latin-america/countries/brazil/brasil.htm>. Acesso em: 05 dez. de 2020.

Mapa 2 - Dados do PISA referentes aos conteúdos matemáticos e distribuição desejada de itens no teste.

CONTEÚDOS MATEMÁTICOS		DISTRIBUIÇÃO DESEJADA DE ITENS NO TESTE
Variações e relações	Envolve compreender os diversos tipos de variação que podem ocorrer num objeto matemático (estando este isolado ou fazendo parte de um sistema em que os objetos se influenciam) e reconhecer quando essas variações podem ocorrer, a fim de utilizar modelos matemáticos que permitam descrever e prever essas variações. Funções e álgebra, incluindo expressões algébricas, equações e inequações, representação de dados em gráficos ou em tabelas são fundamentais para a descrição, modelagem e interpretação de variações e relações.	25%
Espaço e forma	Envolve compreender a noção de perspectiva, a criação e a leitura de mapas, a transformação de formas (com e sem uso de tecnologias), a interpretação de vistas de cenas tridimensionais a partir de diferentes perspectivas, e a construção de representações de formas.	25%
Quantidade	Envolve a quantificação de atributos de objetos, relações, situações e entidades no mundo, a compreensão de várias representações de quantificações e o julgamento de interpretações e argumentos baseados em quantidades. O conhecimento dos números e das operações com números são a base desta categoria.	25%
Incerteza e dados	Envolve compreender o papel da incerteza num dado processo, a noção da variação que a incerteza provoca e reconhecer a incerteza e o erro em processos de medição. Probabilidades e estatística, conhecimento de números e de aspectos da álgebra, como gráficos e representações simbólicas, são conteúdos essenciais desta categoria.	25%

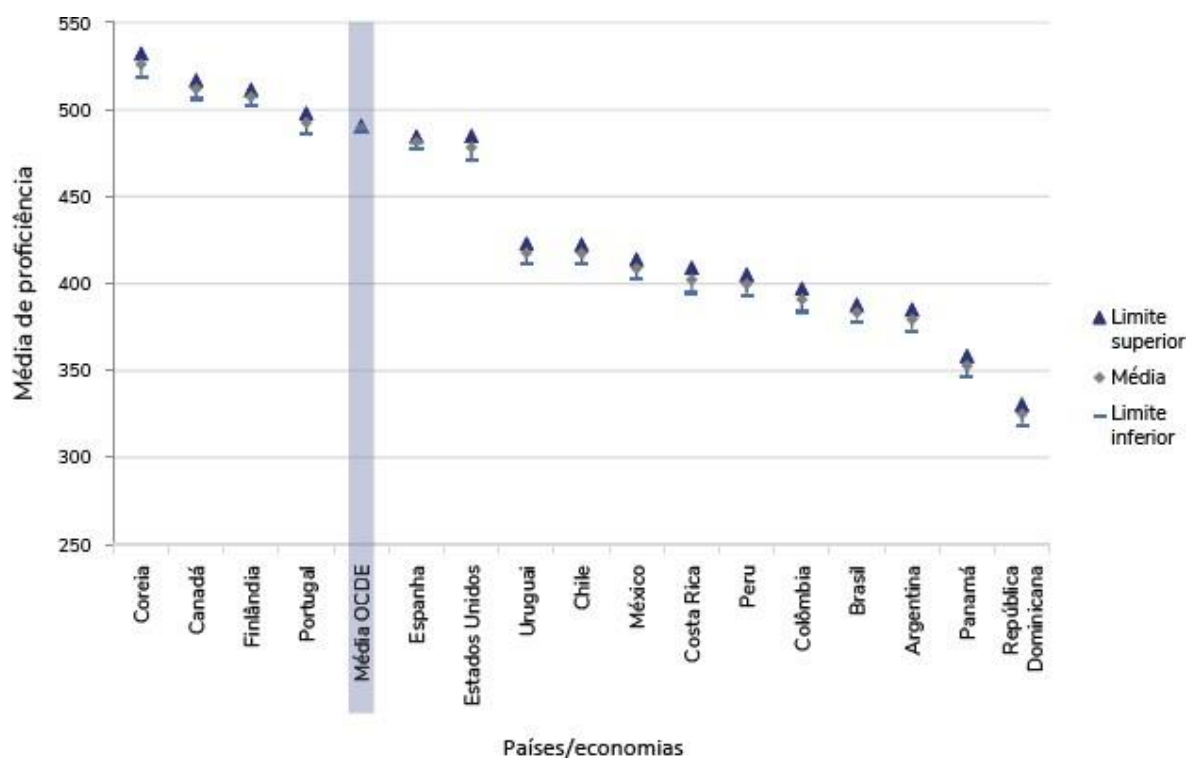
Fonte⁷: PISA (2018).

Quanto aos conteúdos matemáticos previstos pelos currículos, na elaboração de testes, são avaliados em categorias que consistem em: variação e relação, espaço e forma, quantidade, incerteza e dados. Com um olhar voltado para o ensino de geometria, este se integra aos conteúdos matemáticos direcionados ao espaço e forma, onde são avaliadas a representação, construção, transformação e interpretação de formas e objetos tridimensionais em diferentes perspectivas.

⁷ Disponível em: portal.inep.gov.br. Acesso em: 20 dez. de 2020.

Tratando-se de um exame com fins comparativos em nível internacional, a partir dos dados do PISA, foi possível observar a desigualdade em relação ao domínio do conteúdo matemático por estudantes brasileiros em relação a outros países, uma vez que a média de proficiência da OCDE é de 492 e o Brasil obteve 384. No Mapa 3 é possível observar a média do Brasil em paralelo a outros países.

Mapa 3 - Percentual de média de proficiência de diferentes países.



Fonte: PISA (2018).

Além dos resultados comparativos apresentados pelo PISA entre os países apresentados no Mapa 3, são demonstrados o desempenho de estudantes de diferentes regiões brasileiras, ao qual o EP corresponde à estimativa de erro-padrão da média e IC ao intervalo de confiança da média, conforme o Mapa 4.

Mapa 4 - Escore médias de proficiência das regiões brasileiras

REGIÃO	N	%	MÉDIA	EP ¹	IC ²
Brasil	10.691	100,0	384	2,0	380-388
Sul	1.523	14,9	401	5,3	391-412
Centro-Oeste	813	6,7	396	8,4	379-412
Sudeste	4.060	42,6	392	3,1	386-398
Norte	982	8,5	366	7,1	352-380
Nordeste	3.313	27,3	363	3,7	356-371

Fonte: PISA (2018).

A partir dos dados do PISA, foi possível constatar que não só o desempenho de estudantes ao que se refere aos conteúdos geométricos, mas as distintas unidades temáticas da matemática, estão abaixo da média nos diferentes parâmetros estabelecidos.

Tanto as habilidades abordadas no ENEM quanto os conteúdos avaliados no PISA têm como “objetivo identificar as percepções e competências dos estudantes quanto ao domínio e interpretação da matemática em situações-problemas, ou seja, aos conteúdos matemáticos utilizados no cotidiano” (OCDE, 2019, p. 20).

Na seção seguinte, volta-se o olhar para o Ensino Superior, mais especificamente os cursos de Arquitetura e Urbanismo, ainda para verificar como se apresenta o ensino de geometria.

1.2.2 NOS CURSOS DE ARQUITETURA E URBANISMO

Em vários cursos de graduação, o ensino de geometria está presente, como na Arquitetura e Urbanismo, nas engenharias, nas licenciaturas em matemática, em administração, economia e ciências contábeis. No entanto, como o foco desta pesquisa volta-se para o arquiteto, foi feita uma busca mais específica nos cursos de Arquitetura e Urbanismo.

Pode-se definir a arquitetura como a representação por meio da construção de objetos físicos a partir de formas extraídas da natureza, que vão desde móveis e grandes construções ao paisagismo, possibilitando o elo entre conhecimento científico e expressões artísticas (LEMOS, 2017). Valcarce (2016) identifica que a geometria

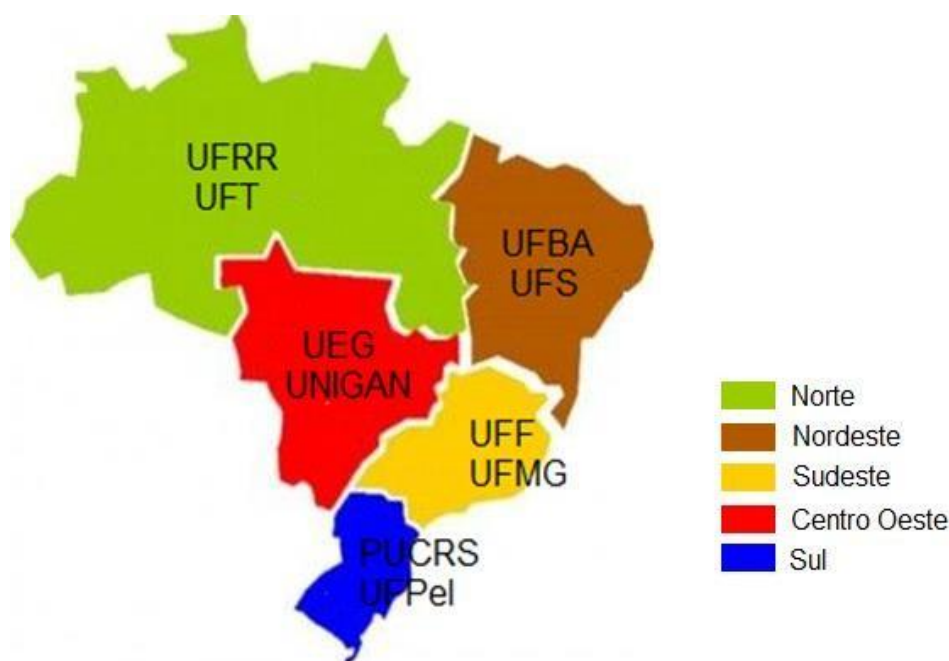
estudada na Educação Básica tem sido demonstrada na criação e manipulação de formas na Arquitetura, sendo explorada em diversos momentos na formação do arquiteto.

Para tanto, foi realizado um levantamento das ementas utilizando os ambientes virtuais de 10 Universidades, dentre elas, federais, estaduais e privadas, para se ter um parâmetro geral das estruturas curriculares dos cursos de Arquitetura e Urbanismo, direcionadas ao ensino de geometria.

Portanto, foi realizada uma busca no *Google* para identificação das universidades de diferentes regiões brasileiras que oferecem o curso de Arquitetura e Urbanismo e, em seguida, realizar a leitura na íntegra das ementas disponíveis relacionadas às disciplinas ofertadas.

As Universidades selecionadas foram as que apresentaram em suas ementas os maiores detalhes de informações sobre suas disciplinas. Na região Nordeste foram selecionadas a Universidade Federal de Sergipe (UFS) e a Universidade Federal da Bahia (UFBA). No Norte, a Universidade Federal de Roraima (UFRR) e a Universidade Federal de Tocantins (UFT). No Sul, a Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) e a Universidade Federal de Pelotas (UFPEL). No Centro-Oeste, a Universidade Estadual de Goiás (UEG) e o Centro Universitário da Grande Dourados (UNIGAN). No Sudeste, a Universidade Federal Fluminense (UFF) e a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

O Mapa 5, a seguir, ilustra e situa as universidades selecionadas por região.

Mapa 5 - Universidades mapeadas e regiões brasileiras.

Fonte: Adaptado de Toda Matéria⁸.

Em seguida, foram analisadas e selecionadas nos currículos dos cursos as disciplinas referentes a Desenho e Geometria e, então, identificados os conteúdos programáticos de geometria plana e espacial. As disciplinas referentes a desenho são: Desenho Geométrico I, Desenho Geométrico Aplicado, Desenho Geométrico, Desenho Livre I e Desenho Tridimensional.

As disciplinas referentes à geometria são: Geometria Descritiva, Geometria Descritiva I, Geometria Descritiva II, Geometria Descritiva e Perspectiva e Desenho Geométrico Aplicado. Dentre as disciplinas dos cursos de Arquitetura e Urbanismo foram selecionadas, em cada instituição, as seguintes disciplinas, conforme o Mapa 6.

Mapa 6 – Disciplinas selecionadas dos cursos de Arquitetura e Urbanismo.

UNIVERSIDADE	DISCIPLINA	SEMESTRE OFERTADO
UFS	Geometria Descritiva I e Geometria Descritiva II	1º e 2º Semestre
UFBA	Desenho Geométrico I	3º Semestre
UFRR	Geometria Descritiva e Perspectiva	1º Semestre
UFT	Desenho Geométrico Aplicado	4º Semestre
PUCRS	Geometria Descritiva I, Geometria Descritiva II e Desenho Geométrico	1º e 2º Semestre
UFPel	Geometria Descritiva	1º Semestre

⁸ Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/regioes-brasileiras/>. Acesso em: 3 nov de 2020.

UEG	Desenho Livre I	3º Semestre
UNIGRAN	Geometria Descritiva	7º Semestre
UFF	Desenho Tridimensional	5º Semestre
UFMG	Maquete	Optativa

Fonte: Elaborado pela autora.

É importante salientar que a geometria plana corresponde à geometria euclidiana e a geometria descritiva corresponde à geometria espacial. Na UFS, a disciplina “Geometria Descritiva I” aborda conhecimentos fundamentais de representações de formas, voltadas para técnicas de ilustrações bidimensionais e tridimensionais. Na Geometria Descritiva II, as representações são identificadas e comparadas a objetos sólidos, utilizando e explorando aspectos artísticos e tecnológicos de figuras geométricas.

A disciplina “Geometria Descritiva I”, na UFBA, propõe o estudo do ponto, de retas (representação, trajetória, traços, visibilidade, posição relativa, aplicação e projeção no espaço) e dos sólidos, tendo como objetivo aprimorar o raciocínio lógico por meio da identificação de conhecimentos básicos da geometria descritiva.

Dentre os objetivos e conteúdos abordados na disciplina “Geometria Descritiva e Representações”, os sistemas de representações do ponto, reta e plano são explorados em vistas ortográficas (representação de um objeto de forma perpendicular, com desenhos que projetam sombras), por meio de objetos concretos como rampas, escadas e telhados.

Na UFT, na proposta da disciplina “Desenho Geométrico Aplicado”, os conceitos e cálculos de figuras geométricas são “postos em prática”, no desenvolvimento de desenhos técnicos, modelagens plásticas, modelos e maquetes, no intuito de explorar habilidades dos estudantes.

Em “Geometria Descritiva I”, “Geometria Descritiva II” e “Desenho Geométrico”, na PUCRS, são feitos estudos de geometria plana e método descritivo do Monge (representação de uma figura plana) com ênfase em objetos com superfícies topográficas, cilíndricas, retilíneas e hiperbólicas, além da interpretação do espaço para possibilitar habilidades para aplicação em projetos arquitetônicos.

Na UFPel, a disciplina “Geometria Descritiva” explora, por meio de desenhos técnicos, representações de modelos geométricos em duas e três dimensões. Na UEG, a disciplina “Desenho Livre I” aborda conceitos básicos de figuras geométricas com a finalidade de representar elementos arquitetônicos utilizando diferentes

ferramentas e materiais, principalmente alguns recursos tecnológicos, como *softwares*, por exemplo o AutoCAD.

Na UNIGRAN foi destacada a disciplina “Geometria Descritiva”, na qual são estudados conceitos e cálculos referentes a figuras geométricas em três dimensões. A UFF oferta a disciplina “Desenho Tridimensional”, que tem como objetivo representar formas geométricas e suas relações com a criação projetual.

No entanto, no currículo da UFMG não foram encontradas, mesmo nas optativas, disciplinas exclusivamente voltadas ao ensino de geometria, mas a disciplina “Maquete” explora a aplicabilidade de conceitos na construção de maquetes físicas, na qual são representados e/ou criados espaços arquitetônicos em três dimensões, por meio de etapas para desenvolvimento que englobam cálculos, escolha de materiais e ferramentas.

Foi possível observar que as disciplinas com mesma nomenclatura não abordam necessariamente o mesmo conteúdo, no qual os entes geométricos são explorados em diferentes finalidades. De forma geral, os cursos de Arquitetura e Urbanismo das Universidades selecionadas apresentam em seus currículos disciplinas que abordam conteúdos tanto de geometria plana quanto de geometria espacial, em diferentes semestres e perspectivas, apresentando disciplinas com diferentes objetivos, de modo que alguns exploram a geometria com enfoque para expressões artísticas e outros em uma perspectiva direcionada a cálculos.

Além disso, constatou-se que disciplinas com ênfase na geometria são ofertadas em distintos momentos dos cursos e em diferentes óticas, com base na necessidade e direcionamento de cada instituição, uma vez que as diferentes instituições de ensino têm autonomia para elaborar e organizar suas matrizes curriculares com base nos parâmetros do Ministério da Educação (MEC).

Nesse sentido, foi possível analisar que no trabalho do arquiteto os entes geométricos, triângulos, retângulos, polígonos, losango, trapézio, círculo e circunferência, bem como cálculos de área e volume, são utilizados como base para desenvolver projetos que são concebidos tanto por desenhos feitos à mão quanto com a utilização de *softwares*⁹ para representação de construções.

Esta representação é de suma importância, uma vez que permite que o arquiteto demonstre a seus clientes a percepção do espaço ao apresentar um projeto,

⁹ A exemplo: AUTOCAD, ArchiCAD, Revit, SketchUp, entre outros.

estabelecendo uma comunicação acerca da obra que será desenvolvida posteriormente, permitindo as primeiras noções de equilíbrio e harmonia, o que possibilitou identificar a importância de disciplinas de geometria com enfoque em projetos nos cursos de arquitetura.

Nesse sentido, os conteúdos geométricos são explorados nos cursos de Arquitetura e Urbanismo para resolução de problemas do mundo físico, além de relacionar formas de figuras planas e espaciais. Esta aproximação com o mundo físico é indicada pela BNCC para a contextualização dos conteúdos na Educação Básica, o que propicia a necessidade de investigação das possibilidades de ensino de geometria, a partir do trabalho do arquiteto.

Dessa forma, foi possível observar que os conteúdos de geometria estudados ainda na Educação Básica dão base para a exploração e aplicabilidade ao profissional de arquitetura, posteriormente. Ao que se refere principalmente à resolução de problemas e aos modelos matemáticos indicados pela BNCC, é possível relacionar esta perspectiva à Modelagem Matemática, na qual é atribuída a elaboração de um modelo matemático englobando distintas áreas do conhecimento, aplicada à realidade para resolução de um problema.

Esta identificação propicia interesse para investigação de possibilidades de contextualização do ensino de geometria na Educação Básica, a partir do trabalho do arquiteto, haja vista que tanto as habilidades e competências abordados no ENEM quanto no PISA avaliam o domínio e interpretação da matemática em situações-problema e no cotidiano de diferentes sociedades. Então, mesmo que o estudante não tenha interesse em estudar arquitetura academicamente, a contextualização permite a compreensão de aspectos relacionados ao entendimento de construções e espaços físicos que os cercam.

1.3 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

Esta pesquisa apresenta abordagem qualitativa (BOGDAN; BIKLEN, 2010), com caráter subjetivo, não sendo focada em resultados numéricos, mas na qualidade dos dados que são descritos e nas ideias e concepções, tanto do pesquisador quanto dos colaboradores, cujas perspectivas têm influência nos resultados. Bogdan e Biklen (2010) atribuem cinco características para a pesquisa qualitativa, são elas:

- Na investigação qualitativa, *a fonte direta de dados é o ambiente natural, sendo o investigador o instrumento principal*: o pesquisador é considerado como instrumento-chave, o que ocorre nesta pesquisa.

- *Caráter descritivo*: os dados produzidos são transcritos ou traduzidos em imagens ou números, todas as informações são levadas em consideração, possibilitando riqueza de detalhes – o que ocorre nessa pesquisa, na produção de dados.

A abordagem da pesquisa qualitativa exige que o mundo seja examinado com a suposição de que nada é trivial, que tudo tem o potencial de ser uma pista que pode desbloquear uma compreensão mais abrangente do que está sendo estudado. O pesquisador continuamente faz perguntas como: Por que essas carteiras estão dispostas da maneira que estão? Por que são alguns quartos decorados com fotos e outros não? Por que certos professores se vestem de maneira diferente de outros? Há um motivo para certas atividades serem realizadas onde estão? Por que há uma televisão na sala se ela nunca é usada? Por que comportamentos semelhantes na parte de diferentes alunos obtêm respostas tão diferentes do professor? Nada foi levado como garantido, e nenhuma declaração escapa ao escrutínio. A descrição é bem-sucedida como um método de dados reunindo quando cada detalhe é considerado (BOGDAN; BIKLEN, 2010, p. 6).

- *Interesse pelo processo e não apenas pelo resultado*: todas as etapas da pesquisa são levadas em consideração, não apenas os resultados, dando ênfase ao processo. Em pesquisas qualitativas na área da Educação, essa característica se torna fundamental, uma vez que permite explicitar pré e pós-testes, validando ou não uma prática ou hipótese. Essa característica ocorre nesta pesquisa, tendo em vista que são delimitadas etapas (mapas), em um processo construtivo, até obter um produto final.

- *Análise indutiva*: o caráter indutivo que algumas pesquisas qualitativas apresentam permite validar ou não hipóteses por meio de evidências e conexões entre os dados produzidos, que o pesquisador obtém ao longo do processo, desenvolvendo uma teoria. Essa característica é identificada nesta pesquisa a partir das conexões realizadas por meio de análises documentais, fundamentação teórica e produção de dados.

- *Importância fundamental do significado*: é levada em consideração a percepção de diferentes indivíduos acerca do objeto pesquisado. Por exemplo, em pesquisas educacionais, são levados em consideração os significados atribuídos tanto pelos professores quanto pelos estudantes, assemelhando-se a esta pesquisa, que leva em conta a percepção de diferentes colaboradores/participantes entrevistados.

1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Optou-se por utilizar como procedimento metodológico o mapeamento na pesquisa educacional, elaborado por Biembengut (2008), como princípio metodológico que auxilia a organização dos dados para filtrar o que for significativo e relevante, permitindo a identificação dos entes envolvidos com o problema a ser pesquisado, tornando mais aparente as questões a serem avaliadas.

Dentre os aspectos do mapeamento, para Biembengut (2008), é necessário organização e delineamento das informações obtidas por meio da identidade visual que os mapas possibilitam, de modo que elaborar e desenhar um contexto faz parte do mapeamento na pesquisa.

O mapeamento proposto por Biembengut (2008) apresenta quatro mapas: Mapa de Identificação, Mapa Teórico, Mapa de Campo e Mapa de Análise. “Assim, apresento um princípio metodológico de pesquisa ou estrutura de princípios para guiar e não limitar o pesquisador iniciante” (BIEMBENGUT, 2008, p. 74).

No primeiro capítulo, Mapa de Identificação, é abordado o planejamento da pesquisa “para termos noção do contexto em que os entes da pesquisa estão inseridos e dos caminhos a serem pesquisados, antes de passar a levantar dados ou procurar por bibliografia” (BIEMBENGUT, 2008, p. 79).

No segundo capítulo, Mapa Teórico, são apresentadas as bases teóricas e a identificação de estudos similares e recentes do tema abordado para sustentar e justificar a pesquisa. “Sem dúvida, trata-se de um exercício: compreender os fatos, ponderá-los, compará-los, rejeitar alguns, conservar outros, reunir elementos que possam vir a ser constituir em excepcional embasamento do pesquisador” (BIEMBENGUT, 2008, p. 95).

No terceiro capítulo, Mapa de Campo, são apresentados os instrumentos para produção de dados, bem como os sujeitos da pesquisa, o levantamento, organização e classificação das informações obtidas. No quarto capítulo, Mapa de Análise, os dados são analisados, o “que requer; percepção e compreensão da estrutura e dos traços dos entes ou fenômeno da pesquisa, interpretação e avaliação criteriosa e representação – mapa dos resultados” (BIEMBENGUT, 2008, p. 75).

1.4.1 MAPA DE IDENTIFICAÇÃO

No Mapa de Identificação, o contexto da pesquisa e as informações necessárias são reconhecidas. Nessa etapa é possível delimitar o que pode ser produzido e o que é inviável, evitando dados desnecessários, tendo influência de diversas variáveis que incluem, por exemplo, espaço físico, geográfico e de tempo.

Este mapa situa em que circunstâncias os dados serão produzidos e a partir de qual metodologia, assim, têm-se os caminhos percorridos e a sequência sobre o que deve ser realizado em seguida. Mostra uma direção para o que inclui base teórica a ser utilizada, instrumentos para coleta ou produção de dados e ferramenta para análise de informações.

Os mapas de identificação e reconhecimento das pesquisas aparecem depois da explicitação escrita. Contudo, na prática, ocorre ao contrário: das primeiras ideias faz-se um esboço e, a partir de questões emitidas verbalmente, delinea-se um mapa. Na medida em que este mapa vai se tornando mais completo e propiciando uma noção da dimensão da pesquisa é que se passa a expressar por escrito os primeiros conceitos e, a seguir, as questões, os pressupostos e os objetivos específicos (BIEMBENGUT, 2008, p. 81).

O mapa de identificação permite compreender as inter-relações das informações apresentadas. “Cada identificação influencia uma outra, que possivelmente não se encontra aparente; e cada reconhecimento envolve uma associação de entes ou fenômenos” (BIEMBENGUT, 2008, p. 80).

Dessa forma, o Mapa de Identificação, referente ao Capítulo I desta pesquisa, situa o desenvolvimento da investigação, introduz o tema, a questão de pesquisa, os objetivos (geral e específicos), assim como os procedimentos metodológicos.

1.4.2 MAPA TEÓRICO

No Mapa Teórico a pesquisa é fundamentada a partir de uma base teórica e uma revisão de literatura sobre o tema. Publicações em periódicos, livros e trabalhos acadêmicos são explorados em alguns bancos de dados, como o *Google Acadêmico* e o Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), para situar cronologicamente o que já foi pesquisado sobre o tema.

Nesse momento, é essencial organizar os conceitos e as definições em uma espécie de mapa, agrupando-os por similaridades e diferenças. O objetivo desse mapa é nos permitir o reconhecimento de conceitos e definições do

tema ou questão da pesquisa que se encontrem à disposição para, posteriormente, aproveitarmos-nos das experiências próprias ou de outrem a fim de alimentar os resultados, comparar e decidir o que vamos adotar. Um diligente estudo para que tornemos o tema ou a questão mais inteligível (BIEMBENGUT, 2008, p. 91).

Quanto à base teórica, Capítulo II desta pesquisa, serão exploradas as teorias de autores referentes à Modelagem Matemática na Educação, Processos Criativos e Aprender com Modelagem. No que tange à revisão de literatura, são apresentadas pesquisas dos últimos 10 anos, sendo que “esta fase é um singular exercício: identificar, conhecer e reconhecer as pesquisas recentes sobre temas similares aos que pretendemos tratar” (BIEMBENGUT, 2008, p. 92).

Biembengut (2008) considera que no Mapa Teórico a triagem de produções já desenvolvidas permite evitar acúmulo de reproduções do conhecimento, sem relevância para propiciar avanços sobre a temática. Assim, se durante esse processo for encontrada uma solução para o problema delimitado, se faz necessária a formulação de outro para ser solucionado.

1.4.3 MAPA DE CAMPO

No Mapa de Campo, segundo Biembengut (2008), é realizada a produção de dados e, conseqüentemente, definido os instrumentos utilizados. Em seguida, esses dados são organizados e classificados por meio de fluxogramas e/ou esquemas, integrando o entendimento dos processos da pesquisa.

As informações necessárias foram obtidas, por exemplo, por meio de documentos e/ou pessoas, a depender do contexto da pesquisa, que devem estar em conformidade com as demais etapas, e principalmente com os objetivos.

Não podemos compreender verdadeiramente o significado dos dados ou das informações levantadas caso nos limitemos a fazer a exposição deles sem procurar expressar como os diversos entes ou traços se integram e se relacionam (BIEMBENGUT, 2008, p.112).

No contexto, os dados para esta pesquisa, que constituem o Mapa de Campo, são as entrevistas e documentos sobre a formação e atuação do arquiteto e a colaboração de participantes que compartilham experiências de vida e no mercado de trabalho.

A entrevista, seja diretamente com o respondente, ou indireta, por meio de questionário, pode nos valer para coletar vários tipos de informação. O questionário, por exemplo, não deixa de ser uma forma de se efetuarem os primeiros contatos com a pessoa que colabora com a pesquisa e, ao mesmo

tempo, com implementar dados colhidos em outras fontes e com outras técnicas. Qualquer que seja o meio, precisamos contatar a pessoa, com antecedência, para solicitar seu apoio e verificar se ela pode e aceita contribuir com a pesquisa dentro de um prazo previamente estabelecido (BIEMBENGUT, 2008, p.107).

Nesse sentido, a entrevista se destina a arquitetos em formação, em diferentes períodos do curso de Arquitetura e Urbanismo, sendo um entrevistado do 1º semestre do curso e um do último semestre, além de um profissional com mais de 14 anos de atuação no mercado de trabalho, com o intuito de possibilitar diferentes perspectivas do uso da geometria na arquitetura.

Essas entrevistas foram realizadas na plataforma *Google Meet*, com gravação de áudio e vídeo, para que se possa retomar as informações quando necessário, pois, segundo Biembengut (2008), a gravação permite retomada ao que foi dito e, conseqüentemente, extração do máximo de detalhes possíveis.

Sobre os documentos, esses consistem em cadernos com cálculos de geometria plana e espacial desenvolvidos no Ensino Médio, rascunhos de projetos de ideias de projetos de espaços feitos à mão e em *softwares* e projetos concluídos construídos em 3D, também realizados em *softwares*.

1.4.4 MAPA DE ANÁLISE

O Mapa de Análise é a fase que se faz interpretação e associação dos processos percorridos, com retomadas constantes ao Mapa Teórico e ao Mapa de Campo. O objetivo proposto é alcançado e a questão de pesquisa respondida.

Interpretar significa explicar, explanar ou aclarar pontos relevantes sobre ente ou fenômeno pesquisado. Requer que se formule pressupostos ou hipóteses verificáveis, varie as observações e as medidas e decida em que medida este ente ou fenômeno sofre ou sofreu transformação. Ou seja, significa saber discernir os elementos essenciais da situação ou do fato observado, transformar dados e informações em conhecimentos e saberes. (BIEMBENGUT, 2008, p. 120).

Biembengut (2008) compreende que cada pesquisador tem sua própria percepção do que dispõe, conhece, vê e interage. Assim, para a análise dos dados, a autora indica que seja realizada um sistema de interpretações e explicações da interação entre o Mapa Teórico e o Mapa de Campo.

Os mapas elaborados nesta pesquisa auxiliam para tornar possível responder à seguinte questão de pesquisa: **“Como a compreensão dos procedimentos de trabalho do arquiteto urbanista pode possibilitar a indicação de alternativas que visem estimular a aprendizagem de geometria na Educação Básica, por meio da Modelagem Matemática?”**

Para isso, tem-se como objetivo geral: **Compreender os procedimentos de trabalho do arquiteto para possibilitar a indicação de alternativas, por meio da Modelagem Matemática, que estimulem a aprendizagem de geometria na Educação Básica.**

E como objetivos específicos:

- Identificar os procedimentos utilizados por arquitetos em seu ofício;
- Relacionar o uso da geometria no trabalho do arquiteto com os conteúdos de geometria plana e espacial previstos pela BNCC;
- Indicar alternativas pedagógicas para ensino de geometria plana e espacial na Educação Básica em situações-problema que envolvam o trabalho do arquiteto em procedimentos de Modelagem Matemática.

CAPÍTULO II

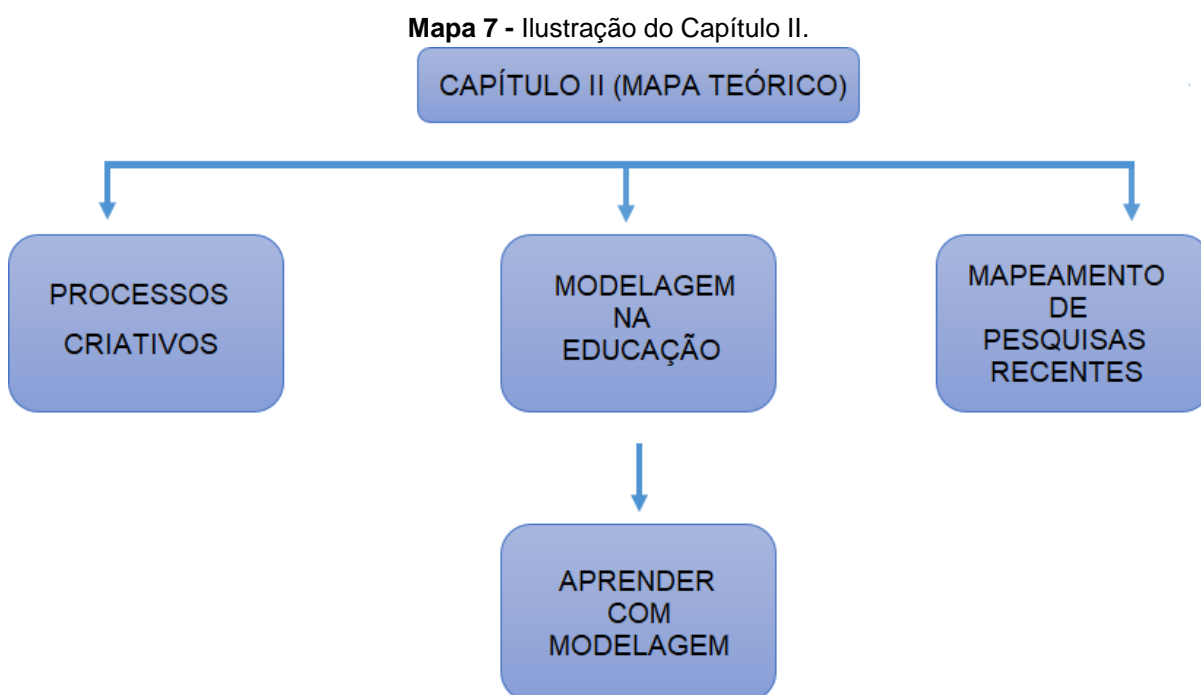
MAPA TEÓRICO

APRESENTAÇÃO DO CAPÍTULO

Nesse capítulo são apresentadas as bases teóricas que norteiam a análise de dados e fundamentam a pesquisa, bem como uma revisão de literatura que explicita algumas investigações correlatas a esta pesquisa. As bases teóricas consistem nos Processos Criativos, na Modelagem na Educação e no Aprender com Modelagem.

De acordo com Biembengut (2008), o Mapa Teórico permite sustentação da pesquisa, sendo realizado um reconhecimento de conceitos, dados e resultados para orientar a solução da problemática, possibilitando a compreensão dos elementos pesquisados. Nesse sentido, esta fase se caracteriza como uma pesquisa teórica para embasamento das especificidades da investigação em questão.

Dessa forma, o Mapa 7 ilustra a organização deste capítulo.



Fonte: Elaborado pela autora.

- *Processos Criativos*: Foi realizada uma investigação da definição de diferentes teóricos sobre o conceito de criatividade e etapas dos processos de criação. São apresentadas as perspectivas dos teóricos Todd Lubart, Howard Gardner e Fayga Ostrower.

- *Modelagem na Educação*: Nesta seção são identificadas as diferentes concepções de Modelagem Matemática para a educação, com ênfase na perspectiva de Rodney Carlos Bassanezi e Maria Salett Biembengut.

- *Aprender com modelagem*: São apresentadas as identificações do Aprender com Modelagem, método proposto por Zulma Elizabete de Freitas Madruga, que relaciona os processos de criação de diferentes campos profissionais com as etapas de Modelagem Matemática prescritas por Rodney Carlos Bassanezi e Maria Salett Biembengut, indicando possibilidades de aplicação de ambas bases teóricas na Educação Básica.

- *Mapeamento de pesquisas recentes*: Foi realizado um mapeamento de teses e dissertações direcionadas aos Processos Criativos e à Modelagem na Educação, publicadas nos últimos 10 anos, no Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), sendo observados os interesses de pesquisa e referenciais teóricos. Esse mapeamento possibilitou compreender como essas temáticas apresentam-se nas pesquisas acadêmicas.

2.1 PROCESSOS CRIATIVOS

Pode-se dizer que o ato de criar está relacionado a formar algo, independente de qual meio ou modo. Em todos os tipos de idealização são utilizados modelos como base para fundamentação e concepção de um processo criativo (OSTROWER, 2014). “O ato criador abrange, portanto, a capacidade de compreender; e esta, por sua vez, a de relacionar, ordenar, configurar, significar” (OSTROWER, 2014, p. 2).

Nesse sentido, é possível assimilar, a partir das compreensões que os processos de criação abrangem, que estas práticas são influenciadas por particularidades, uma vez que estas significações são variáveis em diferentes indivíduos.

Ostrower (2014) considera que o estado natural humano que emerge a criatividade advém da cultura e do contexto no qual o indivíduo está inserido. Os processos criativos realizados para diversas finalidades são concebidos a partir de significados adquiridos em eventos e experiências vividas.

Pequenos estímulos do cotidiano, como sons, cores, pessoas, temperaturas, comunicações verbais e não verbais, configuram os significados que em diversos momentos são possibilidades a serem utilizadas nos processos de criação, no âmbito

de intuição. Além desses estímulos, a percepção de si mesmo e o autoconhecimento também são utilizados no ato de criar (OSTROWER, 2014).

Ainda, conforme Ostrower (2014), historicamente o ser humano tende a ser influenciado em suas práticas pela cultura e questões sociais relacionadas à comunicação, convívio e experiência coletiva, tendo reflexos individuais. Portanto, é possível interpretar que estas questões individuais tangem à personalidade que direciona a forma como são realizados diferentes processos de criação em variados gêneros.

Além disso, para Ostrower (2014), as ideias e o ato de criar correspondem a formar, a dar forma a algo, a partir de diferentes modos e meios. “Ao se criar algo, sempre se o ordena e se o configura. Em qualquer tipo de realização são envolvidos princípios de forma, no sentido amplo em que aqui é compreendida a forma, isto é, como uma estruturação, não restrita à imagem visual” (OSTROWER, 1978, p. 1).

Nessa busca de ordenações e de significados reside a profunda motivação humana de criar. Impelido como ser consciente, a compreender a vida, o homem é impelido a formar. Ele precisa orientar-se, ordenando os fenômenos e avaliando o sentido das formas ordenadas; precisa comunicar-se com outros seres humanos, através de formas ordenadas. Trata-se, pois, de possibilidades, potencialidades do homem que se convertem em necessidades existenciais. O homem cria, não apenas porque quer, ou porque gosta, e sim porque precisa; e ele só pode crescer, enquanto ser humano, coerentemente, ordenando, dando forma, criando (OSTROWER, 2014, p. 2).

Segundo o Dicionário Online de Português (2020), a palavra “criar”¹⁰ consiste em “Provocar a existência de fazer com que alguma coisa seja construída a partir do nada” e a palavra “criatividade”¹¹ refere-se à “Qualidade da pessoa criativa, quem tem capacidade, inteligência e talento para criar, inventar ou fazer inovações na área em que atua; originalidade”.

Para Gardner (1999), nos processos de criação são transpostos as preferências e gostos pessoais do indivíduo, além de conceitos pré-estabelecidos, adquiridos por meio de experiências. A criação de algo é desenvolvida a partir de um processo de compreensão de modelos e resolução de problemas.

Nesse sentido, a partir de sua criatividade um indivíduo molda produtos, soluciona problemas, identifica diferentes possibilidades em um campo aparentemente esgotado e cria produtos. Para compreensão dos processos em torno

¹⁰ Disponível em: <https://www.dicio.com.br/criar/> Acesso em: 10 janeiro de 2020

¹¹ Disponível em: <https://www.dicio.com.br/criatividade/> Acesso em: 10 janeiro de 2020

da criatividade, Gardner (1999) considera que os indivíduos possuem energias intelectuais que se diferenciam em cada pessoa por meio da intensidade e força destas energias, e também uma tensão que se expressa em símbolos, signos e habilidades.

Para Gardner (1999), a criatividade, ou ato de criar, que é expressa por pessoas criativas, emerge em cinco tipos de atividades, são elas: criação de um produto, solução de um problema concreto, tipo estilizado de atuação, proposta de um esquema conceitual geral e atuação de alto risco.

A criação de um produto advém do objetivo de criar algo novo em determinado segmento. Esta criação é desenvolvida por meio da compreensão de conceitos, elaboração de esquemas que concretizam uma ideia, explicitando tais ideias e emoções. Na solução de um problema concreto, são realizados processos que podem ser de diferentes naturezas, geralmente de caráter científico.

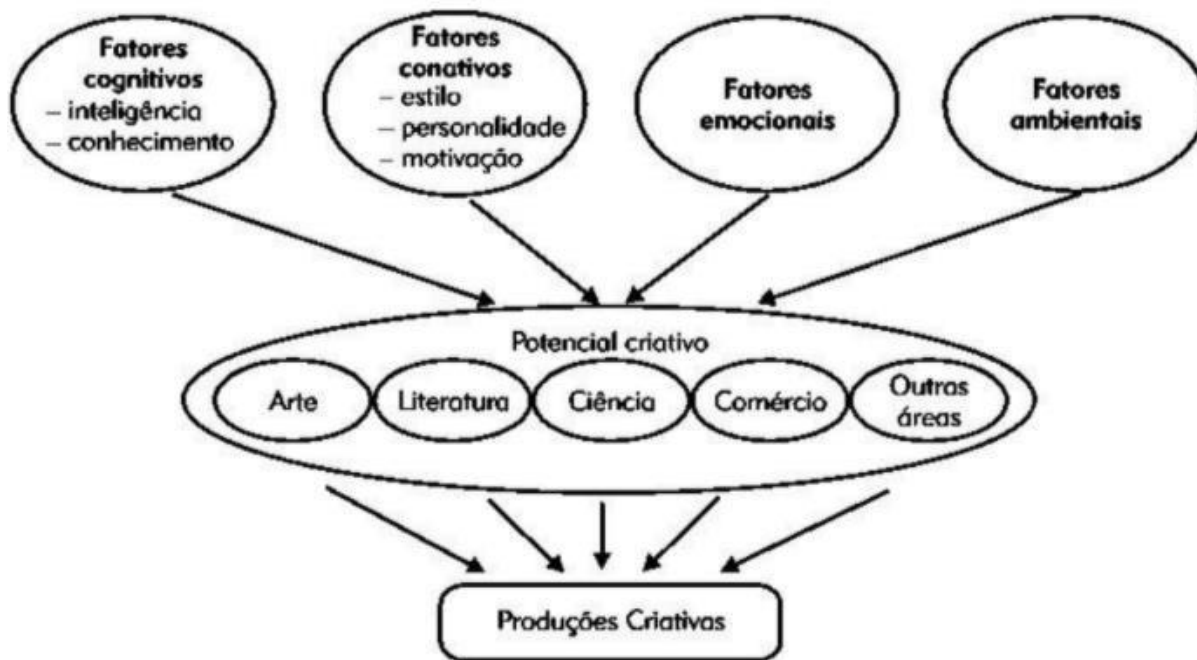
No tipo estilizado de atuação são levadas em consideração preferências individuais e questões culturais para a realização de atividades consideradas artísticas, a exemplo da música. Na proposta de um esquema conceitual geral são criadas ou exploradas teorias com o direcionamento de um olhar criativo. Na atuação de risco, os processos de criação são influenciados por questões políticas e espirituais.

Na percepção de Lubart (2007), a criatividade e a construção crítica do produto desenvolvido estão inseridas no contexto de quem cria e na cultura do indivíduo, considerando que esses fatores podem impulsionar o ato de criar. Além disso, Lubart (2007) identifica que os processos criativos podem ser definidos em etapas, que consistem em: *preparação*, *incubação*, *iluminação* e *verificação*. Esta identificação é estabelecida com o intuito de direcionar pesquisas e investigações que explorem os processos criativos.

Em síntese, na *preparação* o problema é investigado e analisado, a fim de identificar e produzir todas informações acerca da problemática. Na *incubação* o sujeito que cria se desliga momentaneamente da problemática, permitindo que o inconsciente gere uma série de ideias e associações. Na *iluminação* as ideias surgem de forma instantânea, e na *verificação* ocorre o processo avaliativo das ideias que emergiram nas etapas anteriores.

Além disso, ainda, Lubart (2007) identifica uma abordagem sistêmica nos processos de criação, que envolvem fatores cognitivos, conativos, emocionais e ambientais, conforme o esquema no Mapa 8:

Mapa 8 - Representação das abordagens múltiplas da criatividade



Fonte: Lubart (2007, p.17).

Os fatores cognitivos referem-se à competência da inteligência que advém das habilidades singulares de cada indivíduo e do conhecimento adquirido ao longo do tempo, sendo fatores distintos que influenciam o ato de criar. Os fatores conativos estão relacionados à influência dos impulsos e motivações que levam às criações e ao perfil individual de quem cria.

Os fatores emocionais referem-se às emoções internalizadas no momento de criar. Como o criador se sente no ato de criar tem influência no processo de criação, bem como fatores ambientais relacionados ao meio que o indivíduo está inserido, a exemplo questões culturais. Estes quatro fatores concretizam o potencial criativo direcionados a arte, literatura, ciência, comércio e outras áreas na produção de criações de diferentes gêneros.

A partir das indicações destes autores em relação aos processos de criação, entende-se que a motivação humana de criar é decorrente de diferentes fatores e que, primordialmente, são relacionados e realizados a partir da necessidade de solucionar problemas do cotidiano e de realizar algo novo ou aprimorar algo já existente.

2.2 MODELAGEM NA EDUCAÇÃO

Os movimentos da Modelagem Matemática (MM), com a perspectiva de formular, modelar e resolver problemas, teve início em distintos momentos no mundo (BIEMBENGUT, 2012). Em uma análise literária, Pollack (2001) identificou que o termo Modelagem Matemática começou a ser difundido em meados dos anos 1950 nos Estados Unidos.

A MM como tendência da Educação Matemática no Brasil tem trajetória datada entre o final dos anos 1970 e início dos anos 1980, tendo como principais percursores Aristides Barreto, Ubiratan D' Ambrosio e Rodney Bassanezi (BIEMBENGUT, 2012). Aristides Barreto foi o primeiro a realizar experiências de MM na educação brasileira, além de representar o Brasil em congressos internacionais, por meio de divulgação de trabalhos desenvolvidos em cursos de pós-graduação.

Os trabalhos com MM, voltados à educação, se iniciaram em programas de pós-graduação, com divulgação de resultados em eventos como a Conferência Nacional sobre Modelagem Matemática na Educação Matemática (CNMEM), além da instauração de grupos de trabalho ligados à Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM), como é o caso do GT10 – Modelagem Matemática, que tem como objetivo reunir profissionais do campo da Educação Matemática e favorecer o debate e a colaboração dos pesquisadores brasileiros que realizam investigações sobre MM na Educação Matemática, contribuindo para divulgar resultados de pesquisas.

De acordo com Tambarussi e Klüber (2015), a MM tem sido incorporada, nos últimos anos, progressivamente na Educação Básica e na formação de professores. Essa adesão é recorrente, uma vez que a MM permitir significação dos conteúdos, proporcionando um olhar crítico dos estudantes, além da preocupação com aspectos filosóficos e epistemológicos que esta tendência abrange (MOREIRA, 2014).

Como precursor das primeiras ideias de modelagem no Brasil, para Bassanezi (2010), a MM constitui-se tanto em um método científico quanto em uma estratégia de ensino-aprendizagem, na qual se observa um problema da realidade, se formula um modelo matemático e o devolve à realidade para resolução do problema inicial.

Além disso, Bassanezi (2015), interpreta a MM como a habilidade de empregar a matemática em situações concretas, consistindo em transformar um problema prático em um modelo matemático, ou seja, traduzir o problema para a linguagem matemática por meio de números, gráficos, tabelas e equações, e em seguida procurar uma solução que possa ser reinterpretada em termos da situação concreta original.

O autor ainda considera que trabalhar com MM em diferentes cursos visa, sobretudo, o desenvolvimento da forma de pensar e agir (BASSANEZI, 2015). Nesse sentido, para o desenvolvimento de atividades com MM em sala de aula, Bassanezi (2015) direciona a caminhos, pelos quais, inicialmente, é realizada a *escolha do tema*, ou seja, “faz-se um levantamento de possíveis situações de estudo as quais devem ser, preferencialmente, abrangentes para que possam propiciar questionamentos em várias direções” (BASSANEZI, 2015, p. 16).

Após a escolha do tema, deve-se realizar uma *coleta de dados*, utilizando pesquisas já realizadas, entrevistas, revisões bibliográficas e experiências de estudantes, por exemplo, como espaço amostral. Tanto a escolha do tema quanto a coleta de dados caracterizam o *reconhecimento e familiarização* com a temática, possibilitando a formulação de um modelo.

Em seguida é realizada, por meio da análise dos dados coletados, a *formulação de modelos*, que se configura em “buscar um modelo matemático que expresse a relação entre as variáveis”, sendo “efetivamente, o que se convencionou chamar de MM. Muitas vezes, esses modelos são dados pela solução de sistemas variacionais” (BASSANEZI, 2015, p. 21).

Com o modelo formulado, realiza-se sua *resolução*, em paralelo a interpretações da solução ou soluções atingidas, para em seguida *validar o modelo formulado*. Neste sentido, “a validação de um modelo é um processo de aceitação ou rejeição deste, análise que é condicionada a vários fatores, sendo preponderante o conforto dos dados reais, com os valores do modelo (BASSANEZI, 2015, p. 22).

A partir da instituição das ideias de MM proferidas por Bassanezi para aplicação em sala de aula, em diversos níveis de ensino, alguns autores, a exemplo, Almeida e Dias (2004), Barbosa (2004), Biembengut (2014), Burak (2004) e Caldeira (2009), indicam diferentes concepções de MM aplicadas à Educação, visto que, diante do caráter analítico e reflexivo a MM, pode ser desenvolvida de diversas formas, sugerindo ou não etapas.

Diferentes concepções de ensino de Matemática são consequência de diferentes concepções sobre a própria Matemática. Quando se assume a visão da Matemática, como algo presente na realidade, sendo uma estratégia de ação ou de interpretação desta realidade, se está adotando o que caracterizamos como uma postura de etno/modelagem (BASSANEZI, 2015, p.15).

Dentre as diferentes concepções de MM na Educação, todas têm objetivos correspondentes, o de subsidiar a aprendizagem dos estudantes potencializando o senso crítico e criativo, que pode ser norteado por diversos caminhos, definidos conforme o contexto, condições de ensino e necessidade dos estudantes. Algumas destas concepções definem etapas e em outras o desenvolvimento das atividades emerge a partir da necessidade dos estudantes e demais circunstâncias relacionadas à situação-problema trabalhada.

Por exemplo, na óptica de Barbosa (2003), os trabalhos com MM permitem que os estudantes possam identificar a matemática em diferentes situações de seus cotidianos, afirmando que a:

Modelagem pode potencializar a intervenção das pessoas nos debates e nas tomadas de decisões sociais que envolvem aplicações da matemática, o que me parece ser uma contribuição para alargar as possibilidades de construção e consolidação de sociedades democráticas (BARBOSA, 2003, p. 3).

Nesse sentido, Barbosa (2004) compreende a MM como um ambiente para apresentar a matemática em uma perspectiva crítica, definindo-a como um ambiente de aprendizagem no qual os estudantes são convidados a investigar. Dessa forma, os problemas investigados devem ser do interesse dos estudantes e a situação-problema é definida a partir das necessidades deste público.

Almeida e Dias (2004) consideram a Modelagem como estratégia de ensino e aprendizagem, que envolve formulações de hipóteses para solucionar problemas, os quais não necessariamente precisam ser matemáticos. Para aplicação da MM em sala de aula, basicamente, deve-se ter uma problemática inicial e uma situação final. Esta situação consiste na resolução da problemática inicial. Dessa forma, os processos percorridos para o desenvolvimento da situação final são decorrentes de um conjunto de conceitos de diversas áreas do conhecimento (ALMEIDA; VERTUAN, 2011).

Para Burak (2004), a MM é uma estratégia que consiste em um processo de ensino e aprendizagem com finalidade de explicar os fenômenos da realidade por meio da matemática, a partir da elaboração de um modelo que é definindo nas seguintes etapas: 1. Identificação dos interesses e do contexto dos estudantes; 2.

Escolha do tema; 3. Coleta dos dados necessários; 4. Levantamento do problema; 5. Resolução do problema a partir de um conteúdo matemático; 6. Análise crítica da solução.

Para identificação do interesse dos estudantes, realizam-se diálogos com a turma, concretizando a fase de escolha do tema, na qual essa escolha é definida pelo professor ou pelos próprios estudantes. Quando o tema é escolhido pelos estudantes, a classe é convidada a indicar este tema partir de seus interesses. Nesta fase não há necessidade de interligações imediatas com a matemática.

A partir de então, a coleta dos dados necessária é realizada de forma exploratória. Esta etapa é direcionada pela escolha do tema, sendo explorados dados bibliográficos e/ou pesquisa de campo. Em seguida, no levantamento do problema, é apresentada a relação do tema com os conteúdos matemáticos. Nesta fase o professor exerce a função de mediador do conhecimento (BURAK, 2004).

Na resolução do problema, Burak (2004) direciona que o conteúdo matemático deve ser apresentado especificamente para solução da problemática em questão. Por fim, na análise crítica, tanto os estudantes quanto o professor refletem se as atividades realizadas e os caminhos percorridos contribuíram para a compreensão dos conteúdos matemáticos utilizados.

Caldeira (2009) considera a MM um sistema de aprendizagem que pode se iniciar por diversos caminhos, definido a partir da necessidade dos estudantes, de forma que primeiro uma situação-problema é identificada para somente depois ser definido um conteúdo matemático que delimite uma solução.

Nessa perspectiva, Caldeira (2009) entende que a MM se constitui por meio de projetos, sem preocupações ou obrigações em relação ao cumprimento do currículo, uma vez que os conteúdos emergem ao longo da aplicação de projetos.

A concepção de Biembengut (2016) se constitui da percepção de que muitos professores são instruídos a explicar conteúdos curriculares utilizando livros didáticos para orientá-los, e não direcionando os estudantes a pesquisar, criar ou propor algo no processo de aprendizagem.

Por consequência, o estudante, muitas vezes, entende que é esse o caminho: *perceber e compreender* aqueles conteúdos e memorizar a forma que deve expressá-los em uma avaliação. Estes conteúdos e “níveis de compreensão e não de conhecimento são esquecidos tão logo avançam para o próximo tópico de estudo ou, ainda, logo que se realiza uma “avaliação”. Contribui para este esquecimento se o estudante não tem interesse ou não percebe

qualquer valor desse conteúdo curricular para a área de que gosta ou possa se interessar (BIEMBENGUT, 2016, p. 174).

Dessa forma, ao que se refere ao desenvolvimento de pesquisa, estimulando o estudante a explorar, investigar e indagar os fenômenos que os norteiam, a MM pode ser desenvolvida com estudantes em qualquer fase de escolaridade, tanto da Educação Básica quanto do Ensino Superior, perfazendo o caminho da pesquisa científica em atividades que integrem outras áreas do conhecimento.

A realização de atividades que convidam o aluno a realizar pesquisas se constitui no que Biembengut (2016) denomina modelação. “Defino **Modelação** como método de ensino com pesquisa, expresso e “essência” no ensino e na pesquisa e o “essencial” da modelação, indicando alguns pontos requeridos” (BIEMBENGUT, 2016, p. 175).

“A *Modelação – Modelagem na Educação* é um método em que se utiliza a essência do processo da Modelagem no ensino e na aprendizagem da Educação formal” (BIEMBENGUT, 2016, p. 176). A modelação é orientada pelo programa curricular de disciplinas (e não curricular), levando estudantes a pesquisar em paralelo a obtenção do conhecimento previsto em seus currículos, a partir de temas de seus interesses.

Na Modelação, também denominada Modelagem na Educação, são desenvolvidas atividades que propiciam o estudante a entender contextos, identificando situações-problema. A partir desse entendimento, são interpretadas e validadas hipóteses para se descrever, representar e resolver o problema identificado, caracterizando a consolidação de um modelo e o desenvolvimento de pesquisas.

Para aplicação da Modelagem na Educação em sala de aula, em diferentes fases escolares e disciplinas, Biembengut (2016) aponta que é necessário realizar:

- Escolha do tema;
- Revisão bibliográfica para embasamento das atividades a serem realizadas, por meio de modelos e propostas de Modelagem que possam despertar o interesse dos estudantes;
- Planejamento das atividades a serem desenvolvidas por meio de apresentação do tema, formulação de questões, método de avaliação, além da definição de quando, como e onde as atividades serão aplicadas;
- Adaptação da proposta aos conteúdos curriculares para que este seja desenvolvido em paralelo ao processo de pesquisa.

Mesmo com a realização de um planejamento prévio, no desenvolvimento da Modelagem na Educação podem emergir questões que não foram planejadas previamente. Essas questões surgem por meio das ações desenvolvidas ao longo das atividades. Para tanto, nesses processos, o professor deve ter domínio de diferentes linguagens e conhecimentos de várias áreas para aplicá-los em diferentes contextos, a fim de explicar e ensinar tanto o conteúdo quanto a pesquisar e a fazer modelagem na educação.

A Modelagem na Educação, na visão de Biembengut (2016), é um método que envolve a obtenção de um modelo para resolução de um problema para aplicação na Educação Básica ou no Ensino Superior, podendo haver interações com outras áreas do conhecimento. Biembengut (2014, 2016) sugere etapas para orientar o desenvolvimento em sala de aula, que consistem em: *Percepção e Apreensão; Compreensão e Explicitação; e Significação e Expressão.*

Como para resolver uma situação-problema requer construir adequada interação entre o contexto e alguns específicos conceitos, por exemplo de Matemática e Ciências (Humanas e/ou da Natureza), e para evitar que o senso imaginativo do estudante não se iniba ou obscureça ao longo de sua trajetória escolar, façamos uso das três fases envolvidas na Modelagem para a **Modelação** [...]. Apenas para diferenciar da Modelagem estrita à pesquisa, na Modelagem utilizo o termo “etapa” no lugar de “fase” (BIEMBENGUT, 2016, p. 191).

No Mapa 9, a seguir, apresenta-se um esquema das inter-relações das etapas de Modelagem na Educação, prescritas por Biembengut (2016).

Mapa 9 - Esquema etapas de Modelagem na Educação.



Fonte: Adaptado de Biembengut (2016, p. 191).

Percepção e apreensão: A percepção está relacionada à capacidade de captar eventos ou ideias, misturar, selecionar e relacionar com o que é disposto. A captação destes eventos é realizada pelos sistemas visual, auditivo, olfativo, gustativo e tátil, e os sentidos que permitem a noção de profundidade, de equilíbrio, dentre outros. Isto é, sistemas que propiciam a percepção de experiências (BIEMBENGUT, 2014).

Para que os estudantes *percebam e apreendam* melhor os diversos dados e informações a respeito do *tema/assunto*, captem destes dados eventos ou ideias e os misturem e relacionem com o que já conhecem, esta etapa nos requererá ao menos quatro momentos (subetapas): *explorar* sobre o *tema/assunto*, *levantar* questões e/ou sugestões, *selecionar* questões que favoreçam *desenvolver* o conteúdo curricular e *levantar ou apresentar* dados sobre o *tema/assunto* (BIEMBENGUT, 2016, p. 192-193).

Ao explicar sobre o *tema/assunto*, são utilizados como recursos esquemas, quadros, pictogramas, gráficos e mapas para melhor compreensão. Caso haja espaço e tempo, indica-se que sejam realizadas atividades experimentais. Ao *levantar* questões e/ou sugestões acerca do tema abordado, os estudantes são instigados a contribuir com experiências e pontos de vistas, de modo que aguace seus sentidos perceptivos (BIEMBENGUT, 2016).

Na subetapa, que consiste na *seleção* de questões para desenvolver o conteúdo, o objetivo é proporcionar conhecimentos que serão utilizados

posteriormente no cotidiano dos estudantes, “o que implica levar os estudantes a reconhecer configurações, símbolos, relações entre um assunto e outro” (BIEMBENGUT, 2016, p. 195).

Por fim, ao *levantar dados*, espera-se que o estudante não adquira e apresente uma série de informações, mas que percebam e aprendam o que foi coletado. Esta coleta pode ser realizada por meio de entrevistas, em laboratório, livros, biblioteca e/ou na *internet*.

Compreensão e explicitação: Após a percepção e apreensão, as informações necessárias devem ser compreendidas para, então, a experiência se tornar conhecimento. Este elo entre a percepção e o conhecimento é gerado pela compreensão. Compreender é expressar de forma intuitiva uma sensação, à medida que os estímulos e informações vão sendo compreendidos, em um processo cognitivo. Esta etapa procura explicar delineando símbolos que são traduzidos a partir da comunicação (BIEMBENGUT, 2014).

Baseado na concepção sobre o processo cognitivo, esta etapa consiste em levarmos os estudantes a identificar alguns elementos de *tema/assunto* no sentido quantitativo e qualitativo e, com base nas ideias as quais eles já possuem, ensinamo-los a inteirarem-se do que ainda desconhecem. Conhecimento que fazem parte do conteúdo curricular e também não curricular, mas que estão presentes, se julgarmos relevante e se os estudantes se mostrarem interessados (BIEMBENGUT, 2016, p. 197).

Esta compreensão e explicitação emerge a partir de cinco subetapas, que são: *levantar hipóteses ou pressupostos, expressar os dados, desenvolver o conteúdo, exemplificar e formular*. Ao *levantar hipóteses ou pressupostos*, o estudante expõe suas suposições e também indagações, sendo que “este é um exercício importante se esperarmos que os estudantes não ‘veem o ensino’ como um conjunto de regras sem sentido além de cumprir ‘etapas escolares’” (BIEMBENGUT, 2016, p. 198, grifo da autora).

Por meio da *expressão dos dados*, os dados utilizados no processo de Modelagem na Educação são expressos por meio de quadros, figuras geométricas e equações, por exemplo. Esta expressão pode ocorrer com o auxílio de *softwares*. “Os contextos *matemático* e *tecnológico* se expõem nesta subetapa, não importa em qual disciplina estamos fazendo uso da Modelação, como método de ensino e pesquisa” (BIEMBENGUT, 2016, p. 199).

Ao *desenvolver o conteúdo* programático são apresentados os conceitos, definições e propriedades necessários, sendo desenvolvidos de modo informal, para

que os estudantes compreendam as inter-relações de diferentes elementos. “É possível levar os estudantes a se interessarem a saber e compreender algo do meio que os cerca e, ainda, a fazer uso da linguagem matemática para expressar saberes” (BIEMBENGUT, 2016, p. 201).

Exemplificar consiste em um processo de ensino e aprendizagem por meio de exemplos análogos.

Utilizamos das situações cotidianas e/ou do contexto dos estudantes lhes propondo a: identificar, descrever, comparar e classificar os objetos e coisas ao redor; visualizar e representar os mais diversos entes nas linguagens possíveis; representar e resolver situações-problema; e/ou ainda melhor compreender os entes que rodeiam. Exemplos não necessariamente aplicados a alguma área também são válidos (BIEMBENGUT, 2016, p. 201).

Ao *formular*, os estudantes são convidados a desenvolver um modelo, em linguagem matemática, traduzindo os conhecimentos adquiridos nas etapas anteriores. Espera-se que ao fim desta etapa os estudantes tenham compreendido o conteúdo curricular desenvolvido, além da habilidade de explicitar este conhecimento, tanto na situação-problema estudada quanto em outras que possam emergir em seus cotidianos.

Instigamos seus sentidos compreensivos e explicativos para que os estudantes possam saber fazer a representação (o modelo) para dispor desse conhecimento. Ao conduzir os estudantes a modelar, nesta configuração aprender-compreender-explicitar nas etapas relacionadas, podemos alcançar que eles aprendam a explicitar e, assim, modelar. Saber que deles se requer ainda mais inteirar-se da linguagem ‘científica’ do contexto das teorias: como ‘ideias’ chegam às teorias (BIEMBENGUT, 2016, p. 201-202, grifo da autora).

Significação e expressão: Nesta terceira etapa, ocorre a tradução do conhecimento. A mente tende a representar as informações. Essas representações mentais – símbolos e/ou modelos – podem ser internas e externas. As representações internas ou modelos mentais são constituídos no sistema cognitivo para a compreensão do meio em que se vive, sendo uma forma de sobrevivência. As representações externas são aquelas que se consegue expressar ou produzir internamente, como pinturas, desenhos, fotografias, objetos, maquetes, projetos, teorias (BIEMBENGUT, 2014).

Além disso, este é o momento de avaliar e validar o modelo, uma vez que “elaborar um modelo não é o suficiente para dizer que é válido. Uma interpretação empírica pode permitir avaliar o quão válido é o modelo proposto e em qual circunstância” (BIEMBENGUT, 2016, p. 203). Assim como as etapas anteriores, a

significação e expressão também apresenta subetapas, são elas: *Resolver a(s) questão(ões)*, *Interpretar e avaliar*, *validar e expressar*.

Resolver a(s) questão(ões) “trata-se de aguçarmos o senso criativo dos estudantes para resolver questões levantadas, a partir do modelo formulado na etapa anterior, utilizando-se de conceitos da(s) disciplina(s) de Modelação que está(ão) sendo adotada(s)” (BIEMBENGUT, 2016, p. 204).

Interpretar e avaliar consiste em retomar os dados iniciais para interpretar, avaliar e validar o resultado matemático obtido (BIEMBENGUT, 2016). “Significa construir relações entre os conteúdos curriculares (e não curriculares) e o modelo formulado a partir de uma subjacente concepção de matemática e ciências com a qual provém a integração deste conhecimento” (BIEMBENGUT, 2016, p. 205).

Validar e expressar corresponde a instigar os estudantes à percepção de que o modelo formulado seja válido dentro e fora do seu contexto escolar. “Os resultados e as expressões realizadas pelos estudantes não deixam de ser uma simplificação do que perceberam e compreenderam. Quer dizer que o modelo – expressão de cada grupo de estudantes assegure seus entendimentos” (BIEMBENGUT, 2016, p. 207).

No Mapa 10, a seguir, apresenta-se um esquema do processo de ensino das etapas de MM prescritos por Biembengut (2016).

Mapa 10 - Esquema processo Modelagem na Educação.



Fonte: Adaptado de Biembengut (2016, p. 208).

Biembengut (2016) considera alguns pontos em relação a aplicação da Modelagem na Educação em sala de aula, como o tempo destinado às atividades realizadas. As etapas requerem diferentes espaços de tempo, que são definidos a partir de como e quando os estudantes precisarão, para que o professor desenvolva o conteúdo. O ensinar por meio da MM propicia ao estudante uma compreensão do meio no qual vive, no entanto, para este desenvolvimento surgem algumas dificuldades.

Dentre estas dificuldades estão a insuficiência de tempo para orientar os estudantes em sala de aula, limitação dos professores em auxiliar em atividades extraclasse e dificuldades em se inteirar dos temas. Por exemplo, em turmas com mais de 20 estudantes, diversos temas irão ser indicados e o professor pode ter dificuldade em organizar tantas demandas.

Portanto, para ultrapassar essas dificuldades, é necessário levar as atividades de modelação para a sala de aula de forma gradual, por meio de experiências e observações que posteriormente possam caracterizar uma atividade de Modelagem Matemática.

2.2.1 APRENDER COM MODELAGEM

A partir da compreensão das indicações dos processos criativos de Ostrower (2014), Gardner (1995;1999) e Lubart (2007), e das etapas de modelagem para a educação prescritas por Bassanezi (2010) e Biembengut (2016), Madruga (2016) investigou como diferentes profissionais se expressam em seus processos criativos, analisando suas relações e comparando-as com as fases de MM.

Madruga (2016) e Madruga e Lima (2019) comparam os processos criativos desenvolvidos no trabalho de diferentes profissionais, entre eles o carnavalesco, figurinista, escultor, coreógrafo, compositor, *designer* de unhas artísticas, arquiteta, modista, pesquisador da área de ciências humanas e pesquisador da área de ciências exatas, com as etapas de modelagem.

Para tanto, esta comparação é desenvolvida a partir quatro categorias de análise, são elas: *intenção*, *projeção*, *criação* e *produto*. Esta comparação é realizada utilizando documentos e entrevistas narrativas como fonte de dados, na perspectiva de indicar sugestões possíveis para serem aplicadas na Educação Básica – o Aprender com Modelagem. O Mapa 11 sintetiza os referidos profissionais, os locais onde foram realizadas as coletas de dados, bem como os focos de observação para os diferentes processos de criação.

Mapa 11 - Síntese das observações realizadas em diferentes espaços.

	PROFISSIONAL	LOCAL	OBSERVAÇÕES
1	Carnavalesco	Barracão de escola de samba	Criação de alegorias de carnaval e demais adereços que iriam compor os desfiles.
2	Figurinista	<i>Atelier</i> de costura	Criação e acompanhamento de seus modelos.
3	Escultor	Barracão de escola de samba	Criação de escultura em espaço reservado para produção do profissional.
4	Coreógrafo	Quadra de ensaios de escola de samba	Apresentação ao público e ensaios em demais espaços (incluindo a avenida de desfile).
5	Compositor	Quadra de ensaios de escola de samba	Apresentação ao público durante os festivais de samba enredo.
6	<i>Designer</i> de unhas artísticas	Casa de cliente e espaço onde trabalha (salão)	Criação de desenhos em unhas postiças e de clientes.
7	Arquiteta	Espaço de trabalho (escritório)	Criação e desenvolvimento de projetos de edificações.
8	Modista	<i>Atelier</i>	Criação de moldes e confecção de roupas para cliente específico e/ou produção.
9	Pesquisador área ciências humanas	Universidade	Criação de produtos como artigos e livros na área das ciências humanas.
10	Pesquisador área ciência exatas	Universidade	Criação de produtos como artigos e livros na área das ciências exatas.

Fonte: Madruga (2016, p. 29).

Madruga e Lima (2019) identificam que os processos de criação de todos os profissionais:

Partem da escolha de determinada temática, ou problema e passa: pela busca por subsídios ou levantamento de dados; pela construção (na maioria dos casos) de modelos mentais; por esboços, rascunhos e/ou protótipos; por modelos físicos expressos por meio de desenhos e/ou esquemas; e pela construção (quando necessário) do material que será apresentado às pessoas para avaliação e validação. A avaliação é feita não apenas no momento final, mas no decorrer de todo processo, e, caso haja necessidade, volta-se a(s) fase(s) anterior(es) para reformulações e/ou adaptações (MADRUGA; LIMA, 2019, p. 249).

Quanto às categorias de análise referentes ao trabalho de Madruga (2016), os diferentes profissionais, em seus campos de atuação, perpassam essas etapas, onde a *intenção* se remete ao que será produzido, ao que se intenciona realizar, sendo:

Um propósito, sentido, direção, finalidade ou objetivo que determina certa ação. Dessa forma, não há ação, ou criação, sem intenção. Para que a produção de algo ocorra, em qualquer setor profissional, deve-se ter a intenção, o propósito de que aquilo ocorra (MADRUGA; LIMA, 2021, p. 7).

A *projeção* constitui-se da etapa direcionada a concretizar um produto que posteriormente será validado e avaliado, e “é considerada a etapa anterior à execução, é uma fase de planejamento, de apropriação e ‘imaginação’ do produto que será exposto e validado pela própria pessoa que cria, bem como pelas demais envolvidas ou não no processo” (MADRUGA; LIMA, 2021, p. 9, grifo da autora).

Na *criação*, o que foi planejado toma forma, é concretizado, sendo dividida em dois momentos, o esboço de um modelo e a construção efetiva da idealização. “É o momento em que as ideias dos profissionais, seus modelos mentais, se externaram por meio de desenhos, processos e esquemas, elaborados a partir da compreensão e do entendimento” (MADRUGA, 2016, p. 205).

Referente ao *produto*, esta etapa é caracterizada pela interpretação, avaliação e validação do que foi criado. É necessário que esta criação faça sentido e atenda aos objetivos necessários. “Se o produto for satisfatório, esta etapa é considerada a final. Se for insatisfatório, retorna-se à etapa anterior – ‘criação’ – ou até mesmo às etapas anteriores, conforme necessidade” (MADRUGA; LIMA, 2021, p. 15).

Madruga (2016) indica que essas etapas representam um movimento que define como *Aprender com Modelagem*, onde essas etapas se integram, de modo que não há obrigatoriedade em seguir um processo linear. “Trata-se de um processo

análogo a uma engrenagem, no qual as “correias” se juntam e trabalham em sintonia. Isso quer dizer que há um entrelaçamento entre as etapas que possibilita um “ir e vir”, de acordo com a necessidade (MADRUGA; LIMA, 2019, p. 250, grifos das autoras). Esse entrelaçamento pode ser ilustrado no Mapa 12:

Mapa 12 - Entrelaçamento do Aprender com Modelagem.



Fonte: Madruga (2016, p. 271).

A comparação para identificação das similaridades dessas etapas de criação com as etapas de Modelagem na Educação prescritas por Bassanezi (2010) e Biembengut (2014) é ilustrada no Mapa 13, a seguir.

Mapa 13 - Relação entre as etapas de Modelagem e o Aprender com Modelagem.

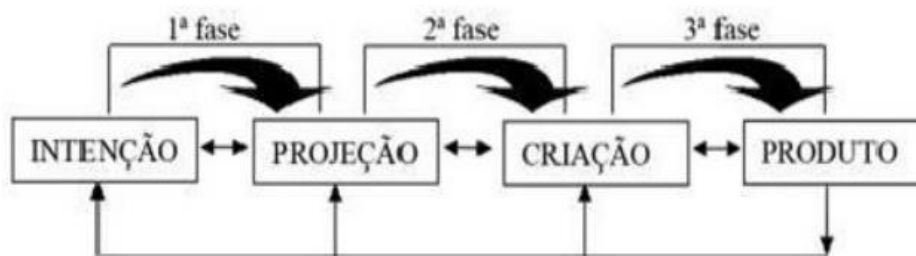
	MODELAGEM	
INTENÇÃO	Reconhecimento	Percepção
PROJEÇÃO	Familiarização	Apreensão
	Formulação do problema	Compreensão
CRIAÇÃO	Formulação do modelo	Explicitação
	Resolução do modelo	Significação
PRODUTO	Interpretação da solução	Expressão
	Validação e Avaliação	

Fonte: Madruga e Lima (2021, p. 249).

Madruga (2016) ilustra e sintetiza as relações do Aprender com Modelagem com as fases (etapas) de Modelagem prescritas por Biembengut (2014), que “sugere um ir e vir em relação às etapas, um processo que pode assumir diversas

configurações dependendo do resultado, incluindo uma forma cíclica se necessário” (MADRUGA; LIMA, 2021, p. 7), conforme mostra o Mapa 14.

Mapa 14 - Esquema das relações de etapas dos Processos Criativos e Modelagem Matemática.



Fonte: Madruga (2016, p.161).

Dentre as etapas de criação dos diferentes colaboradores da pesquisa de Madruga (2016), serão utilizados os processos criativos realizados no trabalho do arquiteto para exemplificação das similaridades da *intenção*, *projeção*, *criação* e *produto* com as etapas de MM prescritas por Biembengut (2014), uma vez que esta pesquisa tem como foco os processos de criação realizados no trabalho do arquiteto urbanista.

Na **intenção** é estabelecido o que será produzido, por meio de uma ideia induzida ou não por uma solicitação ou necessidade. O arquiteto, a partir de uma solicitação de um cliente, faz um reconhecimento de uma situação-problema (tema), o qual segue o que ocorre na *percepção*, uma vez que o arquiteto reconhece a necessidade do seu cliente (MADRUGA, 2016).

Na **projeção** são levantados dos dados necessários, ou seja, ocorre a *apreensão* de informações, a partir de indagações como: Quais as condições físicas do terreno? Qual o público será beneficiado com o projeto? A partir desse levantamento é percebido o que deve ser produzido. Esse processo se assemelha à *compreensão* indicada por Biembengut (2014), por ocasionar entendimento das informações que serão necessárias para criação do projeto (MADRUGA, 2016).

Na **criação**, por meio da *explicitação*, são desenvolvidos desenhos, esboços e moldes, concretizando um modelo. A partir desses símbolos o arquiteto expressa o que foi formulado “em sua mente”, concretizando a *significação*, processo em que o arquiteto traduz, por meio de uma representação, a solução do problema apresentado pelo cliente (MADRUGA, 2016).

Nesse sentido, o arquiteto cria modelos mentais a partir de percepções e apreensões, que são transformados posteriormente em projetos, “isto é, em um conjunto de modelos particulares representados em desenhos, propostas e esquemas que uma vez produzidos serão transformados em construções” (MADRUGA; BIEMBENGUT, 2015, p. 267). As autoras ainda consideram que:

O trabalho do arquiteto é um exemplo sobre o que ocorre em todas as áreas do conhecimento, nos trabalhos ou nas atividades da maioria das pessoas; em especial, aquelas que têm como foco a criação. Essas pessoas em seu trabalho de criação recebem vários tipos de informação de fontes diversas que uma vez selecionadas e reorganizadas podem gerar novos conhecimentos frente a novas necessidades impostas pelo meio, sejam econômica, social, histórica ou cultural (MADRUGA; BIEMBENGUT, 2015, p. 267).

Portanto, a partir da compreensão e associação das etapas de modelagem indicadas por Biembengut (2014), integradas às etapas de criação, percebe-se que “o trabalho do arquiteto é um exemplo sobre o que ocorre em todas as áreas do conhecimento, nos trabalhos ou nas atividades da maioria das pessoas; em especial, aquelas que têm como foco a criação” (MADRUGA; BIEMBENGUT, 2015, p. 268).

Se a arquiteta, assim como outros profissionais de diferentes ramos, utilizam etapas similares às de modelagem na perspectiva da Educação Matemática para realização de seus trabalhos, tal método pode ser eficaz também na Educação Básica, no ensino e aprendizagem de conteúdos de matemática, por exemplo (MADRUGA, 2021, p. 16).

Dessa forma, Madruga (2016) apresenta potencialidades do Aprender com Modelagem, como uma possibilidade da aplicação da MM como método de ensino, com base nas indicações de Bassanezi (2010) e Biembengut (2014), com ênfase na valorização da cultura e contextualização de diferentes campos profissionais para o Ensino na Educação Básica, em qualquer componente curricular destinado a trabalhar com diferentes públicos na construção de modelos, não necessariamente matemáticos.

2.3 MAPEAMENTO DE PESQUISAS RECENTES

A MM tem sido incorporada na Educação a partir da compreensão da viabilidade de um ensino contextualizado pressupondo diálogo, interação, colaboração, negociação, interesse, trabalho em grupo, e outras características, em distintas instituições de ensino, dentre as diferentes concepções sugeridas

(RIPARDO; OLIVEIRA; SILVA, 2009). Quanto aos processos criativos, estes emergem no âmbito profissional e são estimulados nos processos de ensino e aprendizagem, sendo definidos sob diversas ópticas (COSTA, 2012).

No intuito de compreender como se apresentam as pesquisas acadêmicas que tratam destas temáticas, foi realizado um mapeamento de pesquisas recentes, referente à Modelagem na Educação e aos Processos Criativos. Para tanto, foi utilizado como banco de dados o Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), uma vez que esta plataforma contempla teses e dissertações.

A delimitação de mapear apenas teses e dissertações se deu por estas pesquisas apresentarem estudos mais aprofundados que artigos, e conseqüentemente maiores detalhes de informações do objeto de estudo. Por este banco de dados apresentar uma quantidade relevante de pesquisas, não houve necessidade de utilizar outra plataforma.

O levantamento foi realizado em duas etapas. Na primeira etapa foi empregado para busca o termo “Modelagem na Educação e processos criativos”, sem as aspas, sendo encontrados 1209038 resultados. A partir de então, foram filtradas as pesquisas dos últimos 10 anos (2009-2019¹²), com 752960 resultados.

Posteriormente foi aplicado o filtro para a grande área do conhecimento, selecionando as pesquisas referentes às Ciências Humanas e Multidisciplinar, uma vez que a MM aplicada à Educação é uma tendência de Educação Matemática, a qual pode ser classificada como Ciências Humanas, sendo encontradas nessa etapa 54625 pesquisas. Em seguida foi aplicado o filtro Área do Conhecimento, selecionando-se os trabalhos referentes à Educação em Ciências e Matemática, com 645 resultados.

Para classificar as pesquisas a serem analisadas, foi realizada a leitura do título e palavras-chave dos 645 resultados, sendo selecionadas 40 pesquisas que possivelmente apresentavam as relações buscadas neste estudo. Em seguida foi realizada a leitura dos resumos, encontrando-se cinco pesquisas, sendo três dissertações e duas teses, que apresentavam relações entre a modelagem e os processos criativos, na Educação Básica e no Ensino Superior.

¹² Cabe destacar que até a realização deste mapeamento, no início de 2021, a plataforma não estava atualizada, sem pesquisas referentes a 2020.

Na segunda etapa do levantamento, foi utilizado o termo “Processos Criativos”, com as aspas, sendo encontrados 929 resultados. Em seguida foram filtradas as pesquisas disponíveis em 10 anos (2009-2019), sendo reduzidas para um total de 709 resultados. Posteriormente foi filtrada a grande área do conhecimento, para Ciências Humanas e Multidisciplinar, sendo encontrados 157 resultados. Feito isso, as teses e dissertações foram selecionadas a partir do título e palavras-chave, sendo selecionadas 30 pesquisas.

Para classificar as pesquisas a serem analisadas, foi realizada a leitura dos resumos, sendo selecionadas as que eram direcionadas para a área de ensino e/ou para a criação em diferentes campos profissionais, resultando em quatro pesquisas, sendo elas uma tese e três dissertações.

O título referente a “*Processos criativos e valorização da cultura: possibilidades de aprender com modelagem*”, de autoria de Madruga (2016), consta nessa pesquisa como base teórica, o “Aprender com Modelagem”. Esta foi encontrada em ambas as etapas de buscas, relacionada tanto à “Modelagem na Educação e processos criativos” quanto aos “Processos Criativos”.

Foram selecionadas oito pesquisas. Todas as informações relacionadas às teses e dissertações foram organizadas no Mapa 15, sendo dispostas numericamente para identificação posterior.

Mapa 15 - Pesquisas selecionadas banco de teses e dissertações da CAPES.

Dissertação/ Tese	Título da pesquisa	Autor (a)	Ano	Filtro de busca
Dissertação	A disciplina Modelagem na educação matemática na UFMG: percepções junto a estudantes e egressos do curso de licenciatura em Matemática	Danielle Alves Martins	2017	1 ¹³
Dissertação	Ensino de matemática no curso de arquitetura: uma proposta por meio de modelação matemática	Ana Paula Bertoldi Oberziner	2012	1
Tese	A modelagem matemática na escola básica: a mobilização do interesse do aluno e o privilegiamento da matemática escolar	Marli Teresinha Quartieri	2012	1
Dissertação	Modelagem matemática como ambiente de aprendizagem e as representações emergidas de um grupo de alunos do ensino médio sobre suas aulas de matemática	Andre Tessaro	2015	1

¹³ O filtro 1 refere-se à busca “Modelagem na Educação e Processos Criativos”.

Tese	Processos criativos e valorização da cultura: possibilidades de aprender com modelagem	Zulma Elizabete de Freitas Madruga	2016	1 e 2 ¹⁴
Dissertação	Urbanografia e criatividade coletiva: espaço, tempo e memória na constituição de processos criativos	Thiago de Andrade Morandi	2019	2
Dissertação	Criatividade e processos criativos: diálogos e controvérsias na produção acadêmica fundamentada na perspectiva histórico-cultural (2006-2012)	Adriana Parada	2013	2
Dissertação	Processos criativos e seus casos e acasos: designers de interiores	Philippe Roberto Asevedo Costa	2012	2

Fonte: Elaborado pela autora.

O desenvolvimento de teses e dissertações usualmente é decorrente de curiosidades, tanto pessoais quanto acadêmicas, que são refletidas nos objetivos das pesquisas. Assim, Martins (2017) apresenta inquietações pessoais acerca do currículo e da sua formação no curso de licenciatura em matemática, tendo como objetivo identificar a compreensão de estudantes deste curso da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), em relação a MM, a partir de uma disciplina ofertada.

Oberziner (2012) teve como interesse propor um produto educacional para o ensino de matemática nos cursos de Arquitetura e Urbanismo, tendo a MM como estratégia. A inquietação da autora emergiu de sua percepção em relação à necessidade de um ensino contextualizado na formação do arquiteto. Quartieri (2012) teve como objetivo examinar os enunciados sobre a MM na(s) formas(s) de vida escolar, em especial no que tange à noção de interesse (QUARTIERI, 2012).

Tessaro (2015) apresenta pontos de vista distintos acerca das diferentes concepções de MM, com caráter reflexivo sobre a aplicação na educação. A partir dessas distinções, é definido o objetivo de identificar nas aulas de matemática que utilizam a Modelagem, como emergem as representações matemáticas em um grupo de alunos no processo de ensino e aprendizagem.

Madruga (2016) investiga similaridades nas etapas de MM prescritas por Biembengut (2014) com os processos criativos no campo profissional do carnavalesco, figurinista, escultor, coreógrafo, compositor, *designer* de unhas artísticas, arquiteta, modista, pesquisador da área de ciências humanas e pesquisador da área de ciências exatas com o intuito de subsidiar a modelagem na educação.

¹⁴ O filtro 2 refere-se à busca por "Processos Criativos".

Morandi (2019) investiga os elementos relacionados à influência do espaço, tempo e memória em relação aos processos criativos presentes no espaço urbano, a partir do entendimento da necessidade de compreensão da criatividade nas relações sociais e com o espaço. Parada (2013) apresenta interesse de pesquisa relacionado à compreensão dos processos criativos no campo da educação por meio da psicologia, levando em consideração a perspectiva histórico-cultural.

Nogueira (2020) identifica que os processos criativos realizados por profissionais de arquitetura são bastante explorados em pesquisas acadêmicas, gerando a inquietação de analisar como as ideias surgem na formulação de projetos. De modo geral, as pesquisas apresentam interesse e objetos de investigação relacionados à criação na atuação profissional e direcionados ao processo de ensino e aprendizagem, tanto no Ensino Superior quanto na Educação Básica.

A partir da leitura do marco teórico das pesquisas direcionadas à MM e aos processos criativos, dentre as diferentes concepções de MM, foi possível identificar que Martins (2017), Quartieri (2012), Tessaro (2015) e Madruga (2016) realizam uma descrição das concepções, apresentando o direcionamento indicado por diferentes autores, referente à abordagem dos conteúdos matemáticos.

Martins (2017) apresenta as indicações dos autores Almeida e Dias (2003), Burak (2004), Bassanezi (2002), Barbosa (2001) e Biembengut (2009) para aplicação da MM em sala de aula, uma vez que esta pesquisa tem o intuito de realizar investigações acerca das questões em torno da MM para a formação de professores. Esta trajetória de investigação é apresentada nas pesquisas e ancorada aos apontamentos de Gatti (2010) e Fiorentini (2002), que indicam a necessidade de alterações nas estruturas institucionais do currículo para a formação de professores, no Brasil, e a compreensão de percepção indicada por Poletini (1996), direcionada a reflexões de experiências vividas.

Oberziner (2012) utiliza como base as compreensões de Bassanezi (2006) sobre modelos matemáticos e a concepção de Biembengut e Hein (2007), com foco na interdisciplinaridade e estímulo à criatividade, voltados para a formação do arquiteto, sendo exploradas as etapas prescritas pela autora, que consistem em: Diagnóstico, Escolha do tema, Desenvolvimento do conteúdo programático e Orientações de modelo e avaliação do processo para o ensino de matemática nos cursos de Arquitetura e Urbanismo.

As diferentes concepções de MM são exploradas por Quartieri (2012), com destaque para os autores Bassanezi (2002), Biembengut (2009) e Burak (2004), em uma perspectiva histórica, identificando as primeiras ideias e aplicações de Modelagem no Brasil, dos movimentos na pós-graduação até a graduação e a Educação Básica, apresentando a importância dessa estratégia a partir do crescente número de dissertações e teses sobre o tema. São analisados modelos matemáticos e a MM em diferentes formas de vida, o surgimento e consolidação da Modelagem na vida escolar.

Tessaro (2015) explora a MM a partir da perspectiva de Bassanezi (2009); Biembengut e Hein (2010); Almeida, Silva e Vertuan (2011); Barbosa (2001); Meyer, Caldeira e Malheiros (2013); Burak (1992), filtrando as características dos processos de ensino, definidos pelos autores para alcançar o entendimento de diferentes pontos de vista no ambiente de aprendizagem.

Madruga (2016) discorre acerca da MM nas diferentes concepções, sendo exploradas as etapas prescritas por Biembengut (2014), que consistem em Percepção e Apreensão, Compreensão e Explicitação e Significação e Expressão, para compreender os processos criativos no campo profissional em consonância com a importância da cultura e expressões criativas, tendo como aporte teórico Gardner (2007), Lubart (2007) e Ostrower (2004).

Dentre as pesquisas com foco nos Processos Criativos, Morandi (2019) apresenta as etapas de criação dos diferentes profissionais que atuam no campo das artes, com base em Ostrower (2004), destacando características inovadoras e criativas, reconhecendo estes processos como métodos científicos, considerando que a criatividade deve ser atribuída a métodos de ensino contextualizados e a movimentos estéticos do espaço urbano direcionados às artes.

Parada (2013) realiza uma análise da criatividade e dos processos criativos no âmbito acadêmico. O referencial teórico da pesquisa constitui-se em Marx e Vygotsky, entendendo que a criatividade emerge da experiência humana. Costa (2012) investiga os processos criativos na arquitetura com base em Ostrower (2004) e Gomez (2005), no entrelace entre técnicas e ferramentas utilizadas na atuação profissional, indicado pelos teóricos.

Com base na análise foi possível identificar que, nas pesquisas com foco na MM, os autores enfatizam o entendimento das diferentes concepções, com distintas finalidades que são guiadas pelos objetivos elencados, apresentando o marco teórico

de forma descritiva e analítica. A escolha dos autores de realizar os percursos de identificação das diferentes concepções permite situar o leitor acerca das distintas possibilidades de abordagem da modelagem na educação.

As pesquisas com foco nos processos criativos de modo geral buscaram explorar a criatividade em diferentes campos profissionais, onde o marco teórico é utilizado para compreensão da gênese do percurso criativo. Os conceitos em torno dos processos criativos são apresentados sob a ótica de teóricos e, em seguida, são desencadeadas argumentações e pontos de vista pessoais dos autores sobre a aplicação desses conceitos nos enfoques das pesquisas, permitindo ao leitor o entendimento de diferentes vertentes do objeto analisado.

De modo geral, as pesquisas apresentam conceitos, variáveis, dimensões e aspectos em seus marcos teóricos, proporcionando às suas pesquisas caráter reflexivo, e não apenas indicativo, em diferentes partes. Percebeu-se que as pesquisas com foco na MM apresentam distintas abordagens em relação às concepções, sendo possível evidenciar que, para utilização da Modelagem como base teórica, a concepção a ser utilizada é definida a partir do objetivo elencado, de forma que, usualmente, os autores perpassam por um processo investigativo das indicações dos diferentes autores para, em seguida, delimitar qual será utilizada.

Quanto às pesquisas com foco nos Processos Criativos, são indicadas abordagens com base nas criações que emergem por meio de fatores como memória, cultura, tempo e espaço, utilizadas em diversas áreas do conhecimento para entendimento das etapas percorridas por um profissional e/ou contextualização do ensino, tanto para a Educação Básica quanto para o Ensino Superior.

A partir do mapeamento das referentes pesquisas, foi possível identificar que aquelas com foco nos processos criativos enfatizam a valorização da cultura nos fazeres dos profissionais que atuam na área da arquitetura e urbanografia¹⁵, não explorando questões técnicas ou conceitos e conteúdos específicos utilizados na formação e atuação profissional. Esses enfoques se distinguem dos objetivos dessa pesquisa, que estão direcionados a investigar as diferentes formas como os conceitos geométricos são utilizados por arquitetos em suas práticas.

Quanto às pesquisas com foco na MM, foi possível identificar exploração de diferentes concepções de modelagem, quando aplicadas à educação, sendo possível

¹⁵ Arte realizada em espaços públicos urbanos.

perceber que para trabalhar com modelagem inicialmente é necessário investigar qual concepção melhor se adequa com a proposta a ser desenvolvida, sendo que este ponto se assemelha a esta pesquisa.

Portanto, dentre as pesquisas mapeadas e seus pontos convergentes e divergentes com os objetivos e metodologia desta proposta metodológica, a intitulada “Processos criativos e valorização da cultura: possibilidades de aprender com modelagem”, da autora Zulma Elizabete de Freitas Madruga, apresentou contribuições significativas, constituindo-se marco teórico utilizado.

CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

Dentre as bases teóricas apresentadas neste mapa, foi possível identificar que os processos criativos realizados em diferentes campos profissionais, em destaque na área da Arquitetura e Urbanismo, perpassam as preferências individuais, tendo influência da cultura de quem cria, na qual o ato de criar se manifesta em diferentes cotidianos na perspectiva de solucionar problemas reais.

Dessa forma, o objetivo direcionado à solução de problemas nos processos de criação se assemelha à construção de modelos nas distintas concepções de MM, na qual ambas as teorias apresentam possibilidades de serem aplicadas à educação por meio do Aprender com Modelagem, com vistas a proporcionar um processo de ensino e de aprendizagem com significado e efetivo para os estudantes, vinculado às vivências do cotidiano e à valorização da cultura.

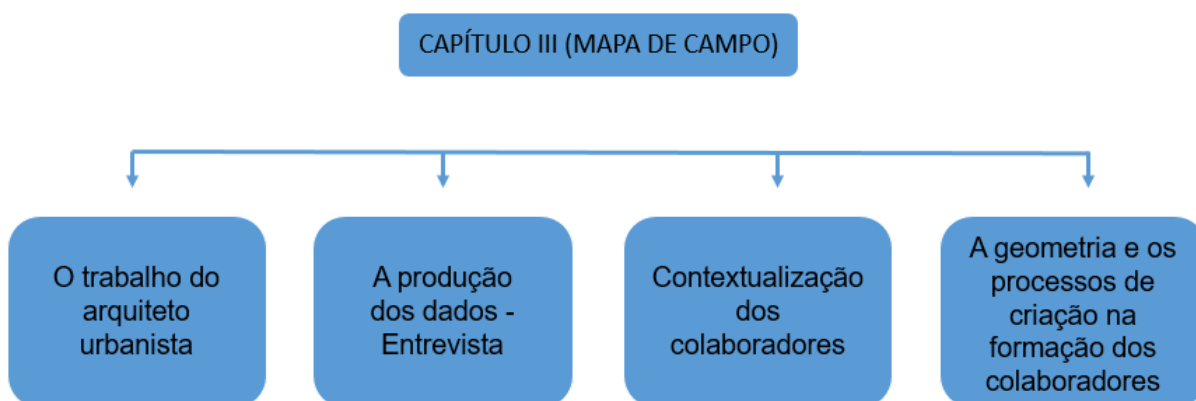
CAPÍTULO III

MAPA DE CAMPO

APRESENTAÇÃO DO CAPÍTULO

Neste capítulo, apresenta-se quais atividades que o arquiteto realiza em seu trabalho, os detalhes acerca da produção dos dados, o contexto no qual os colaboradores da pesquisa estão inseridos, além dos objetos do conhecimento geométricos que estes colaboradores estudaram na Educação Básica e nas suas formações acadêmicas, a serem utilizados posteriormente em suas práticas profissionais. A organização deste capítulo está ilustrada conforme o Mapa 16.

Mapa 16 - Ilustração do Capítulo III.



Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com Biembengut (2008), o Mapa de Campo apresenta os dados e as informações levantadas/coletadas/produzidas a partir de fonte bibliográfica e/ou de colaboradores – pessoas envolvidas na pesquisa. A credibilidade e a relevância da pesquisa têm influência nesta produção de dados, uma vez que possibilita sentido e consolidação das multiplicidades do objeto estudado, permitindo posteriormente perspectiva de análise.

Portanto, o mapa é organizado em:

- *O trabalho do arquiteto urbanista*: são apresentadas quais atividades o arquiteto realiza em seu ofício, indicando as diferentes áreas de atuação da profissão e principalmente o seu papel em uma construção, estando isso relacionados a como este trabalha em parceria com engenheiros, *design*, mestres de obras e pedreiros.

- *A produção dos dados – Entrevista:* a realização das entrevistas é descrita, sendo indicado como, onde e quais perguntas foram realizadas, bem como os aspectos em torno do Comitê de Ética na Pesquisa (CEP).

- *Contextualização dos colaboradores:* apresenta-se o contexto profissional e acadêmico no qual os participantes estão inseridos. Por exemplo: Em qual instituição estuda ou se formou? Em qual área ou instituição atua?

- *A geometria e os processos de criação na formação dos colaboradores:* são apresentadas as motivações pessoais dos colaboradores para cursar Arquitetura e Urbanismo e preferências pelos conteúdos de geometria, as descrições dos estudos de geometria e os diversos processos que envolvem a criação no cotidiano desses colaboradores, desde a Educação Básica até a formação do curso de Arquitetura e Urbanismo.

3.1 O TRABALHO DO ARQUITETO URBANISTA

Dentre os diferentes profissionais que atuam em construções, o Arquiteto tem como função realizar a projeção de espaços, a exemplo, residências (casa e prédios) e praças, tendo em vista a funcionalidade e estética em consonância com a identificação de quais materiais são mais adequados, além de posicionamento de instalações hidráulicas e elétricas. Para a concretização desses projetos, o profissional formado em Arquitetura e Urbanismo trabalha em conjunto com profissionais de outras áreas, como engenheiros civis, pedreiros e mestres de obras.

Dessa forma, no campo profissional, o projeto realizado pelo Arquiteto é executado pelo Engenheiro Civil responsável pelo desenvolvimento da obra de forma segura, no que envolve principalmente a realização de cálculos para a estrutura de uma construção. Assim, mestres de obras, pedreiros e serventes de pedreiros são responsáveis pela concretização do planejamento de forma técnica, cognitiva e social por meio de conhecimentos empíricos.

Além disso, algumas construções podem envolver *design* de interiores, sendo o profissional responsável pela estética interna e harmonização de ambientes, o que vai desde a escolha de cores a desenho de móveis. A elaboração de projetos é uma das principais funções do Arquiteto no mercado de trabalho, no entanto, pessoas formadas nesse curso também atuam com especializações, como paisagismo, *design*

de móveis, restauração de construções antigas e no planejamento urbano, qual se destina à organização de cidades e bairros em prol da qualidade de vida da população.

Também, considerando a urbanização nessa profissão, o arquiteto deve se ater às questões em torno do funcionamento urbano como um todo e principalmente ao seu planejamento, o que tange o desenvolvimento urbano, otimização do espaço físico, estudo das relações do espaço e como os indivíduos se integram àquele ambiente.

3.2 A PRODUÇÃO DOS DADOS – ENTREVISTAS

A produção de dados foi iniciada a partir da aprovação do projeto ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), por meio da Plataforma Brasil¹⁶, que tem como intuito defender os interesses dos colaboradores da pesquisa. Estes colaboradores foram identificados a partir do convívio social da pesquisadora, sendo realizado contato via *WhatsApp*, com breve apresentação dos objetivos da pesquisa e plataforma na qual a entrevista seria realizada.

Posteriormente, as entrevistas foram marcadas de acordo com a disponibilidade de cada colaborador, sendo realizadas por meio da plataforma *Google Meet*. Inicialmente foi realizada a leitura de um breve resumo sobre a pesquisa, apresentando a instituição e o programa ao qual está vinculada, o objetivo geral, objetivos específicos e leitura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)¹⁷, além da garantia aos colaboradores que seus nomes e demais informações que possam gerar possíveis identificações seriam omitidos.

Foi utilizada a plataforma *Google Meet*, em decorrência da declaração de 11 de março de 2021, na qual a Organização Mundial da Saúde (OMS) determinou uma pandemia¹⁸ de Covid-19, doença causada pelo vírus Sars-COV-2, por meio de restrições de contato físico.

De modo geral, devido ao período pandêmico, diversas atividades migraram para o formato on-line. Ao que se refere à educação e aos diferentes níveis de ensino,

¹⁶ Aprovado sob o número CAAE é 44530520.0.0000.5526.

¹⁷ Os termos foram enviados por e-mail, os colaboradores assinaram e retornaram para a pesquisadora.

¹⁸ Disseminação de uma doença que alcança o mundo todo. Isso ocorre quando há uma epidemia em uma região, mas que se espalha globalmente, atingindo todo o planeta. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/pandemia>. Acesso em: 15 ago. 2021.

esses se readaptaram a um formato remoto, no qual, em suma, os conteúdos que eram desenvolvidos em sala de aula presencial foram adaptados para serem apresentados de forma on-line.

Assim, neste contexto do uso da internet decorrente ao distanciamento social, foi realizada uma entrevista com caráter semiestruturado, na qual foi desenhado um roteiro prévio dos temas a serem abordados, relacionados ao objetivo da pesquisa. De acordo com Bodgan e Biklen (2010), a entrevista semiestruturada se caracteriza a partir de um desenho de um roteiro prévio, no qual o entrevistador pontua os principais aspectos que deseja que o entrevistado apresente, em uma dinâmica flexível e natural, na qual, ao logo do processo, curiosidades e indagações surgem.

Optou-se por realizar esse tipo de entrevista para que os colaboradores se sentissem à vontade em relação aos pontos a explicar, relacionados ao tema. Deduziu-se que, se realizadas perguntas específicas, haveria maior probabilidade de constrangimento, caso o mesmo não soubesse responder. Portanto, a entrevista foi direcionada da seguinte forma, por meio de etapas:

1ª Cumprimentos ao colaborador;

2ª Apresentação pessoal da pesquisadora e do Programa de Pós-Graduação no qual a pesquisa está inserida;

3ª Apresentação dos objetivos da pesquisa e um resumo da fundamentação teórica desenvolvida até então;

4ª Apresentação e leitura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), bem como da documentação que comprova que a pesquisa foi autorizada pelo Conselho de Ética (CEP);

5ª Tempo para o participante ler a documentação;

6ª Solicitação de assinatura e envio do TCLE assinado;

7ª Indagações acerca da escolha de cursar Arquitetura e Urbanismo;

8ª Solicitação de informações acerca dos conteúdos geométricos abordados na área da Arquitetura e Urbanismo (na Educação Básica e no Ensino Superior), que o participante estuda/estudou ou utiliza em sua prática;

9º Solicitação de informações acerca das etapas para a elaboração de um projeto;

10ª Finalização da entrevista com agradecimentos.

Dessa forma, foram entrevistados um estudante do 1º semestre do curso de Arquitetura e Urbanismo; um estudante do 10º semestre do mesmo curso; e de instituições de ensino diferentes, e um profissional que atua há mais de 14 anos na elaboração de projetos arquitetônicos (Arquiteto).

As entrevistas foram realizadas com os três colaboradores, de forma individual e em diferentes momentos. A primeira entrevista foi realizada com o estudante do 1º semestre, com duração de 27 minutos; a segunda com o estudante do 10º semestre, em um total de 36 minutos; e a última entrevista foi realizada com o arquiteto com duração de 45 minutos. A segunda entrevista foi realizada dois dias após a primeira, e a terceira realizada uma semana após a segunda.

Essas entrevistas foram gravadas no computador, com o programa *OBS studio*¹⁹, apenas com a captura do áudio, para que posteriormente fosse realizada a retomada e transcrição das informações obtidas, sendo todo o material restrito apenas à pesquisadora responsável.

3.3 CONTEXTUALIZAÇÃO DOS COLABORADORES

O estudante do 1º semestre (estudante 1)²⁰ ingressou no Ensino Superior logo após sua formação na Educação Básica, em 2020, estando, no momento da entrevista, no primeiro semestre de 2021 do curso de Arquitetura e Urbanismo em uma Universidade Federal do estado do Sergipe, na região Nordeste do Brasil. A escolha pela Arquitetura e Urbanismo se deu a partir de observações dos fazeres da mãe, que é formada e atuou por um tempo considerável na área.

O estudante do 10º semestre (estudante 2) ingressou no curso de Arquitetura e Urbanismo no segundo semestre de 2016, em uma universidade privada do estado

¹⁹ *Software* gratuito para computador, para gravação de tela e áudio.

²⁰ A pesquisa contou com dois estudantes, um do 1º semestre de Arquitetura e Urbanismo e um do 10º semestre. Portanto, o estudante do 1º semestre será identificado como estudante 1 e o estudante do 10º semestre será identificado como estudante 2.

da Bahia, também da região nordeste, na qual está no processo de desenvolvimento do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), com tema relacionado aos processos de urbanização do município de Salvador, Bahia.

De acordo com esse estudante, a escolha pelo curso de Arquitetura e Urbanismo se deu por influência de seu pai, que sempre gostou de explorar diversos estilos arquitetônicos, e que, ao perceber seu interesse pela área e considerá-lo uma pessoa criativa, acabou incentivando-o a prestar o vestibular para o curso de Arquitetura e Urbanismo.

O arquiteto colaborador iniciou seus estudos em Arquitetura e Urbanismo por influência de uma namorada que era aluna do curso, assim, o mesmo se formou na Universidade no estado de São Paulo, em 2007. Após sua formação, o arquiteto entrou no mercado de trabalho de forma autônoma em seu escritório particular, realizando projetos para clientes. Em 2018 foi aprovado em um concurso público estadual e atualmente desenvolve projetos no Departamento de Regularização Fundiária de um município no estado de São Paulo.

A Regularização Fundiária consiste em um conjunto de medidas legais, urbanísticas, ambientais e sociais destinadas a regular as propriedades, ou construções, de modo geral, na maioria das vezes residências, de assentamentos informais, para proteger os direitos sociais dos moradores em prol do desenvolvimento pleno das questões urbanísticas em torno da habitação, propriedade urbana, direitos ambientais e equilíbrio ecológico, sendo realizado a partir da padronização dos direitos de uso da terra, promovendo a cidadania que deve ser combinada com outras Políticas Públicas.

3.4 A GEOMETRIA E OS PROCESSOS DE CRIAÇÃO NA FORMAÇÃO DOS COLABORADORES

Além da influência familiar para o ingresso no curso de Arquitetura e Urbanismo, o estudante 1 considera que sua habilidade para desenhos, representações de modo geral, e o constante contato com diferentes tipos de artes ao longo da formação da sua personalidade contribuíram para curiosidades e admiração para o que é considerado belo e, muitas vezes, expressos em projetos arquitetônicos.

Quanto à sua formação na Educação Básica, considera que, ainda nos anos finais do Ensino Fundamental, as aulas da disciplina de artes o agradavam em diversos momentos, principalmente por possibilitar a expressão e manifestações culturais, além de fornecer espaço para criações dos desenhos que geralmente realizava em casa. Realata que tinha o sentimento que, por meio dessa disciplina, a escola lhe abria espaço para além de replicar conhecimentos passados pelos professores por meio da lousa e do piloto.

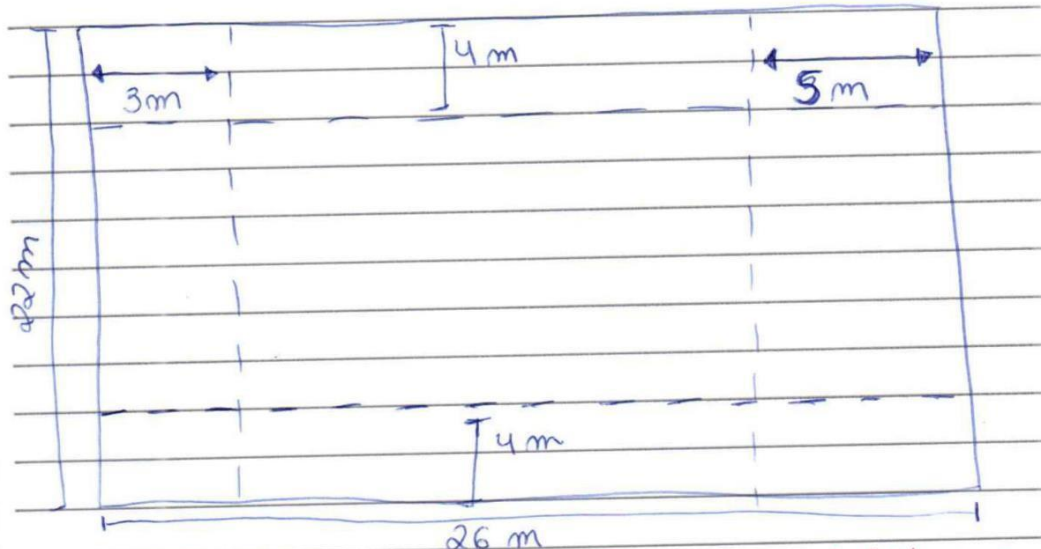
Referente às demais disciplinas, indica nunca ter tido dificuldades ou problemas relacionados a notas ou aprovação em qualquer uma delas, e que mesmo tendo preferências relacionadas a artes, tinha mais facilidade com as ciências exatas em relação às demais áreas, como as ciências humanas, por exemplo. Quanto à matemática, indica que sempre preferiu os conteúdos de função do 1º e 2º grau, mesmo sabendo que a geometria seria frequente ao ingressar no curso de Arquitetura.

Ainda quando minha mãe desenvolvia projetos para clientes em seu escritório de arquitetura, eu observava algumas formas geométricas em seus croquis. Mas nunca despertei curiosidade para perguntar ou pesquisar mais sobre aquilo. Nas aulas de geometria eu identificava algumas questões relacionadas à Arquitetura, umas para medir a quantidade de água que uma piscina com x m² comportaria, por exemplo. Ainda tenho no meu caderno do ano passado, umas questões de contextualização da geometria que considero que estejam interligadas ao trabalho que irei desenvolver futuramente como arquiteto. Também tem uma questão do ENEM que fiz no ano passado, que estava relacionada à urbanização (Entrevista Estudante 1).

Os Mapas 17 e 18 representam questões de geometria desenvolvidas pelo estudante no 3º ano do Ensino Médio, e o Mapa 19 representa a questão do ENEM direcionada à urbanização, a qual o mesmo considera que tem relação com o que é praticado nos cursos de Arquitetura e Urbanismo.

Mapa 17 - Questão de geometria relacionada à arquitetura - I.

→ Uma empresa deseja construir um edifício residencial de 12 apartamentos, num lote retangular de lados medindo 22 e 26 m. Em 3 dos lados do lote serão construídos muros. A frente do prédio será sobre o lado do lote de menor comprimento. Sabe-se que em cada apartamento 32 m^2 serão destinados à área comum (hall de entrada, elevadores e escada), e o restante da área será destinada às unidades habitacionais. A legislação vigente exige que prédios sejam construídos mantendo distâncias mínimas dos limites dos lotes onde se encontram. Em obediência à legislação, o prédio ficará 5 m afastado da rua onde terá sua entrada, 3 m de distância do muro no fundo do lote de 4 m de distância dos muros nos laterais do lote, como mostra a figura.



A área total em m^2 , destinada às unidades habitacionais desse edifício será de ?

Mapa 18 - Questão de geometria relacionada à arquitetura – II.

Questão 8

Uma pessoa possui um lote com área de 300 m^2 . Nela construiu sua casa utilizando 70% do lote para construção da residência e o restante para área de lazer. Posteriormente, adquiriu um novo lote ao lado de sua casa e, com isso, possui a dipar de um terreno formado pelos dois lotes, cuja área mede 420 m^2 . Decidiu então ampliar a casa, de tal forma que ela ocupe no mínimo 60% da área do terreno, sendo o restante destinado a área de lazer.

O acréscimo máximo que a região a ser destinada à área de lazer do terreno poderá ter, em relação à área que fora utilizada para lazer no lote original, em metros quadrados é:

a) 12

b) 48

c) 78

d) 138

e) 168

Mapa 19 - Questão de geometria do ENEM.

(ENEM 2020 Reaplicação) Um estudante, morador da cidade de Contagem, ouviu dizer que nessa cidade existem ruas que formam um hexágono regular. Ao pesquisar em um sítio de mapas, verificou que o fato é verídico, como mostra a figura.



Disponível em: www.google.com. Acesso em: 7 dez. 2017 (adaptado).

Ele observou que o mapa apresentado na tela do computador estava na escala 1 : 20 000. Nesse instante, mediu o comprimento de um dos segmentos que formam os lados desse hexágono, encontrando 5 cm.

Se esse estudante resolver dar uma volta completa pelas ruas que formam esse hexágono, ele percorrerá, em quilômetro,

- A 1.
- B 4.
- C 6.
- D 20.
- E 24.

Fonte: Exercícios resolvidos (2021)²¹.

²¹ Disponível em: <https://www.exercicios-resolvidos.com/2021/03/enem-2020-r-um-estudante-morador-da.html>. Acesso em: 26 de fev. 2021.

Ainda sobre o ensino de geometria na Educação Básica, o estudante 2 relata que no 8º ano do Ensino Fundamental teve uma professora de matemática que ensinou geometria e que a forma como a mesma passava o conteúdo era fascinante. Em seguida, no 2º e 3º anos do Ensino Médio, teve um professor que ensinava todos os conteúdos de matemática de forma muito leve e interessante.

Eu acabei fazendo curso particular com esse professor do Ensino Médio, eu já achava a arquitetura interessante e independente de qualquer coisa iria cursar. Mas as aulas desse professor me impulsionaram bastante por eu saber que a matemática estaria presente em vários momentos no curso de arquitetura (Entrevista, Estudante 2).

Além da formação na escola, o estudante indica que suas curiosidades pela arquitetura foram impulsionadas pelo seu pai que, apesar de ter formação como contador, sempre gostou de decorar e reformar espaços, sendo uma atividade que geralmente realizavam juntos. Isso impulsionava a sua criatividade em diferentes aspectos da vida.

Quanto à geometria no curso de Arquitetura e Urbanismo, o estudante 2 diz ter cursado uma disciplina de Geometria Descritiva, na qual construiu maquetes explorando formas paraboloides (forma oval) e hiperboloide (superfície que pode gerar uma hipérbole): *“A primeira metade do curso, as disciplinas basicamente eram para construir maquetes e na outra metade as atividades eram relacionadas a construir projetos em softwares” (Entrevista, Estudante 2).*

De acordo com o terceiro colaborador, o arquiteto, na Educação Básica, especificamente no Ensino Médio, nenhuma disciplina ou conteúdo o levaram a cursar arquitetura. O profissional destaca que *“muito pelo contrário, as disciplinas do Ensino Médio, a forma como eram ensinadas/passadas, me desestimularam muitas vezes a seguir no Ensino Superior” (Entrevista, Arquiteto).*

Inicialmente, o arquiteto iniciou o curso de Engenharia Elétrica em uma universidade do estado de São Paulo. Durante sua formação como engenheiro, começou um relacionamento com uma aluna do curso de arquitetura. Nesse relacionamento costumava frequentar as aulas de arquitetura com a namorada, na qual as aulas, principalmente as relacionadas à elaboração de projetos, começaram a despertar interesse. *“Eu achei muito interesse as discussões acerca da funcionalidade de uma cidade – o que está mais interligado ao urbanismo do que à arquitetura em si” (Entrevista, Arquiteto).*

A partir da experiência com as aulas de arquitetura, no ano seguinte, o profissional prestou vestibular para o curso de Arquitetura e Urbanismo, no qual foi aprovado. Quanto ao Ensino de Geometria, no currículo e o uso de figuras geométricos na sua formação, o mesmo destaca que:

A geometria é fundamental para resolver diversos quebra-cabeças na arquitetura, principalmente problemas arquitetônicos de espaço. Eu não tive matérias/disciplinas especificamente para o ensino de geometria. Mas o desenho geométrico é utilizado basicamente em todas as disciplinas que são mais projetuais. Por exemplo, não tive matéria de maquete, mas eu tive matérias que precisavam fazer maquete e conseqüentemente precisa usar a geometria, mas uma aula ou uma matéria de geometria mesmo eu não tive” (Entrevista, Arquiteto).

Ainda, o arquiteto considera que o uso da geometria, na arquitetura, está relacionado à representação de espaços no processo de criação de desenhos e de maquetes, sendo que nesse processo o arquiteto, ou o estudante de arquitetura, pensa as diferentes possibilidades de construção de um terreno em questão e precisa esboçar/representar o que será concretizado.

A habilidade para desenho é uma das grandes preocupações de quem quer ingressar na Arquitetura. Claro que aptidão para desenho é uma ferramenta que facilita na demonstração das suas ideias, mas o nosso produto, não é o desenho. Nosso produto, o que a gente faz é pensar o espaço. Então a gente treina para desenvolver representações que passem nossas ideias. E hoje a gente tem muitas ferramentas, muitos softwares para realizar modelagem em 3D, que facilita muito. Eu não acho que ter aptidão para desenho seja fundamental para ser um bom arquiteto. Por exemplo, a Lina Bo Bardi, que é uma das nossas melhores arquitetas do Brasil – que o Brasil já teve –, ela não tinha aptidão para desenho, os desenhos delas não são “super bonitos” ou espetaculares como o do Oscar Niemeyer. Por outro lado, ela tinha uma capacidade de passar a ideia dela, que era o fundamental. E ela fez coisas maravilhosas” (Entrevista, Arquiteto).

Assim, a partir das indicações dos colaboradores acerca do uso da geometria no curso de Arquitetura e Urbanismo, bem como as questões em torno dos processos de criação desenvolvidos na profissão, foi possível identificar que, na formação do curso de Arquitetura e Urbanismo, os conteúdos geométricos estudados na Educação Básica são explorados constantemente na projeção de ambiente físicos.

CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

As entrevistas realizadas com os colaboradores permitiram compreensão das atividades que envolvem o trabalho do arquiteto na construção civil, em parceria com outros profissionais. Se tratando dos três entrevistados, dois estudantes (um do 1º e outro do último semestre do curso de Arquitetura e Urbanismo) e um profissional com mais de 14 anos de atuação no mercado de trabalho, foi possível perceber a arquitetura por diferentes óticas, por se tratar de pessoas em contato com a profissão em diferentes etapas.

Em relação ao estudante 1, do 1º semestre, este apresentou suas percepções em relação aos conteúdos geométricos estudados na Educação Básica com os primeiros contatos com o Ensino Superior, por meio de indicações e comparações com atividades de cálculos geométricos desenvolvidos no ENEM.

Quanto ao estudante 2, do último semestre, suas indicações sobre as disciplinas cursadas ao longo da sua formação foram descritas na entrevista de modo a indicar o que é estudado e desenvolvido em relação à geometria no curso. Além disso, a partir da entrevista realizada com o profissional de arquitetura, foi possível pontuar como, quando e onde a geometria é explorada na arquitetura, por meio de cálculos e exploração de diferentes formas para projeção de espaço.

Assim, considerando o foco desta pesquisa, de compreender os processos em torno do trabalho do arquiteto direcionado à exploração da geometria a partir das entrevistas realizadas com os colaboradores, foi possível compreender que tanto no processo de formação quanto na atuação no campo profissional o pensamento matemático e a exploração de entes geométricos estudados na Educação Básica são retomados em diferentes etapas da elaboração de projetos arquitetônicos, seja na percepção de representações gráficas em 3D, por meio de *softwares*, ou na construção de maquetes e desenhos feitos à mão, que posteriormente são concretizados em móveis ou construções.

CAPÍTULO

IV

MAPA DE ANÁLISE

APRESENTAÇÃO DO CAPÍTULO

Neste capítulo, apresenta-se a análise dos dados produzidos no capítulo III (Mapa de Campo), em consonância com as identificações feitas no capítulo I (Mapa de Identificação), fundamentados a partir das bases teóricas exploradas no capítulo II (Mapa Teórico), bem como são apresentados os resultados da pesquisa, que teve como objetivo “*Compreender os procedimentos de trabalho do arquiteto urbanista para possibilitar a indicação de alternativas, por meio da Modelagem Matemática, que estimulem a aprendizagem de geometria na Educação Básica*”.

De acordo com Biembengut (2008), no Mapa Teórico, os diversos entes envolvidos na pesquisa são percebidos e acurados, julgando o que é relevante para satisfazer as exigências/objetivos propostos. Dessa forma, a organização/divisão do Mapa de Análise é ilustrada conforme o Mapa 20.

Mapa 20 - Ilustração do Capítulo IV.



Fonte: Elaborado pela autora.

- *Análise dos dados obtidos*: são apresentadas as indicações de Biembengut (2008) acerca da realização de um sistema de interpretações e explicações no processo de análise de dados, e como foi realizada nesta pesquisa.

- *O trabalho do arquiteto: das ideias às práticas*: são apresentadas as etapas dos processos de criação direcionados ao desenvolvimento de um projeto arquitetônico. Esses processos são comparados às fases do “Aprender com Modelagem”, considerando a teoria relacionada à MM com base em Biembengut (2016) e Bassanezi (2015) e aos processos criativos, sendo apresentadas as subseções: *Intenção, projeção, criação e produto*.

- *Proposta Pedagógica*: é apresentada uma proposta para o ensino e aprendizagem dos conteúdos de geometria plana e geometria espacial, com base nas indicações dos documentos oficiais para a educação e no “Aprender com Modelagem”, para a educação, destinado a estudantes do 3º ano do Ensino Médio, que leve em consideração os processos de criação dos fazeres do arquiteto. São apresentadas as subseções: *Intenção, projeção, criação e produto*.

- *Pontos a sublinhar*: são apontadas as limitações em torno da pesquisa, sendo identificado o que foi possível alcançar e as lacunas deixadas pela pesquisa.

- *Perspectiva de continuidade*: apresenta-se o que ainda pode ser realizado relacionado ao tema explorado, com base nos resultados obtidos.

4.1 ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS

O intuito de uma pesquisa gira em torno da necessidade de compreensão ou exploração de um objeto, um fato ou fenômeno. Para Biembengut (2008), a fase da análise da pesquisa se caracteriza pela associação entre os dados produzidos e as teorias exploradas, permitindo compreensão de uma questão dentro de um cenário. Essa compreensão tem influência direta do contexto no qual o pesquisador está inserido, uma vez que cada lugar, cada momento, cada ser humano tem diferentes compreensões de um mesmo objeto.

Portanto, cada pesquisador tem sua visão acerca do que propõe, a percepção e a compreensão de como os entes, tanto da fundamentação teórica quanto dos dados que foram produzidos, se expressam, se expõem, se integram e interagem, o que permite a definição de parâmetros, segundo os quais os fenômenos detectados serão classificados como elementos de um sistema de explicação ou de um sistema de interpretação (BIEMBENGUT, 2008).

Para tanto, Biembengut (2008) descreve algumas orientações a serem seguidas nesta análise, são elas: retomar os conceitos e definições adotadas; reconhecer quais fenômenos serão classificados como elementos de um sistema de explicação; salientar os processos básicos envolvidos; discriminar de forma minuciosa traços dos diversos entes envolvidos na pesquisa; assimilar diferenças e convergências nos dados produzidos; definir um parâmetro para organizar os dados; e tecer avaliações durante e ao final do processo de análise.

A partir de então, nesta pesquisa, com o olhar e os parâmetros estabelecidos pela pesquisadora para análise dos dados obtidos nas entrevistas, os fazeres do arquiteto urbanista, com foco nos processos de criação, são associados às etapas de MM prescritas por Bassanezi (2015) e por Biembengut (2016), bem como com as fases do Aprender com Modelagem (MADRUGA, 2016).

Quanto à concepção de MM prescrita por Bassanezi (2015), o autor considera que o método se caracteriza a partir da tradução de um problema para a linguagem matemática, escolha e familiarização com um tema, identificação de uma situação-problema, desenvolvimento de um modelo, resolução e validação desse modelo. Na mesma percepção de apresentar a Matemática de forma contextualizada, Biembengut (2016) indica para trabalhos com MM as etapas Percepção e Apreensão; Compreensão e Explicação; e Significação e Expressão.

Ao analisar as etapas de MM indicadas por Bassanezi (2015 e Biembengut (2016) e ao observar os processos de criação em diferentes campos profissionais, Madruga (2016) identifica que os processos de criação realizados em diversas profissões, dentre elas, a do arquiteto urbanista, são similares às etapas de MM prescritas por Bassanezi (2015) e Biembengut (2016).

Por meio dessa identificação, Madruga (2016) propõe o “Aprender com Modelagem”, uma possibilidade de aplicação da MM, com ênfase na valorização da cultura e contextualização de diferentes campos profissionais para o ensino na Educação Básica, em qualquer componente curricular, destinado a trabalhar com diferentes públicos na construção de modelos, não necessariamente matemáticos.

Uma vez que o Aprender com Modelagem está associado às bases teóricas desta pesquisa, as etapas que consistem em *intenção*, *projeção*, *criação* e *produto* são utilizadas aqui como categorias *a priori*, utilizadas para a análise dos dados obtidos. De acordo com Moraes (2003), elenca-se categorias *a priori* quando o

pesquisador pretende analisar os dados a partir de fases, sendo planejado e projetado anteriormente qual o foco/olhar que será dado para os dados obtidos.

De acordo com as indicações de Biembengut (2008) para o Mapa de Análise e por meio da compreensão da associação com os Mapas de Campo e Teórico, as etapas do desenvolvimento de um projeto arquitetônico são comparadas com as fases de MM e com as etapas do Aprender com Modelagem. Também, a partir dessa comparação, é apresentada uma proposta metodológica para o desenvolvimento do conteúdo de geometria plana e espacial na Educação Básica.

4.2 O TRABALHO DO ARQUITETO: DAS IDEIAS ÀS PRÁTICAS

Na perspectiva de Biembengut (2008), deve-se organizar os dados e reconhecer quais fenômenos ou fatos detectados serão classificados como elementos de um sistema de explicação, salientar circunstâncias, temporalidades, símbolos, culturas e ideologias envolvidas, assinalar diferenças e fatores comuns, bem como tecer avaliações durante e no final do processo. Com base nessas orientações, a partir de então, são detalhados os fazeres desses colaboradores, com o olhar analítico da pesquisadora, e sob a ótica da teoria que sustenta essa pesquisa.

Quanto ao desenvolvimento de projetos arquitetônicos, o estudante 1 considera que, após sua formação, o ingresso no mercado de trabalho e o desenvolvimento de projetos na arquitetura para clientes serão baseados nas necessidades e preferências estéticas do contratante, questões geográficas do terreno e disponibilidade orçamental para a obra.

Por meio dos cursos das disciplinas de 10 semestres de Arquitetura e Urbanismo, o estudante 2 conclui que o desenvolvimento de projetos e suas etapas é muito particular e pode ser variável entre diferentes arquitetos, considerando que eles trabalham em diferentes contextos e condições; no entanto, algumas metodologias podem ser adotadas.

Para a construção de projetos de clientes existem várias metodologias. Por exemplo, eu estava lendo sobre essa parte de atuação no mercado de trabalho e achei muito interessante uma metodologia na qual a arquiteta criava uma pasta no

Pinterest²², que é um site cheio ideias de fotos organizada por galeria, com a intenção de criar um mural. Nesse mural, tanto a parte contratada quanto a contratante vão adicionando fotos encontradas na internet de espaços que podem ser usados como inspiração para posteriormente, em um momento oportuno, reunir aquelas imagens e ver o que pode ser interessante e viável (Entrevista, Estudante 2).

A partir da metodologia identificada pelo estudante, o mesmo considera que, quando ingressar no mercado de trabalho, pretende seguir as seguintes etapas para o desenvolvimento de projeto.

- Criação de um roteiro – é o projeto de uma casa? Um cômodo? Um móvel? O roteiro consiste em perguntas feitas ao cliente, como se fosse uma entrevista, com o intuito de compreender suas necessidades;
- Compreensão das necessidades do cliente;
- Exploração do terreno e ideias para projeção;

Eu preciso saber quais as condições geográficas do terreno e o que ele me permite, no caso de uma construção. Ou as condições e formas do espaço. Por exemplo, se eu for contratado para planejar o quarto de uma criança, eu preciso saber se ela estuda e brinca naquele espaço, quais seus desenhos preferidos para seguir uma temática. A partir disso, realizo pesquisas e começo a projetar mentalmente o que seria interessante ter ali e se realmente é possível inserir estas ideias. (Entrevista, Estudante 2).

- Construção de uma planta baixa;
- Representação do projeto em 3D;
- Apresentação da planta baixa e do modelo em 3D ao cliente e conversa para identificar as necessidades de alterações.

As etapas descritas pelo estudante se sintetizam na identificação sobre qual espaço é necessário projetar. Em seguida são desenvolvidos os primeiros modelos mentais e esboços que, posteriormente, são concretizados por meio de plantas baixas e modelos em 3D e, por fim, este projeto é avaliado pelo cliente.

²² Rede social de compartilhamento de fotos.

Já o Arquiteto entrevistado, com sua experiência de mais de 14 anos no mercado de trabalho, afirma já ter adotado diferentes métodos e metodologias para o desenvolvimento de projetos, dentre esses, testes e experiências. Atualmente utiliza passos em seus trabalhos, que consistem em:

- Identificação do pedido do cliente;
- Exploração da legislação, antes de qualquer coisa. Por exemplo, a construção de uma casa segue parâmetros distintos de uma escola ou de um hospital;
- Compreensão dos objetivos o cliente;
- Compreensão das necessidades do cliente;

Talvez seja o passo mais difícil, porque as pessoas estão acostumadas a contratar um arquiteto, muitas vezes ela, ela leva uma revista, alguma coisa assim, ou já tem um desenho mais ou menos pronto e, geralmente, esses desenhos não atendem a aquilo que ela realmente precisa. Por exemplo, uma vez uma pessoa me contratou, ela queria que eu fizesse uma casa, numa colina, num lugar super bonito. Ela queria uma casa que fosse toda aberta, com salas, quarto, cozinha. Mas o jeito de viver dela, era muito privada, muito particular. Ela ia viver muito mal nessa casa. Ela gosta de ficar sozinha, ela tem um marido que tem filhos, ela não gostava de ficar junto com os filhos todo o tempo, preferia o “canto” dela. Então, a maior dificuldade sempre é entender qual é o propósito daquela construção que você está se propondo a inventar (Entrevista, Arquiteto).

- Exploração do terreno e das possibilidades de construção naquele espaço;
- Identificação do orçamento esperado para a obra;
- Esboço à mão – explanação das primeiras ideias do projeto (imaginar mentalmente e posteriormente reproduzir como aquele espaço será resolvido);
- Identificar se esse primeiro esboço é viável (essa representação atende o que quero propor ao cliente);
- Desenho da planta e Modelagem 3D (perspectiva) no computador (onde são representadas a partir das medidas exatas do terreno). Ou até mesmo construção de uma maquete;

Às vezes a gente imagina e desenha o espaço, acha que vai dar certo e quando se coloca as medidas, algumas coisas precisam ser ajustadas (Entrevista, Arquiteto).

- Retomada às questões geográficas do terreno em relação ao projeto e ao que foi solicitado pelo cliente. Por exemplo: “As inclinações do terreno e a perspectiva do projeto se adequam?”

- Apresentação do projeto ao cliente. Após essa apresentação, o solicitante avalia o projeto, indicando a necessidade (ou não) de fazer alterações. Nesse momento, entende-se se o que foi solicitado agrada o cliente. Caso não seja satisfatório, refaço o projeto, retomando as etapas anteriores.

Por meio das indicações do estudante e do arquiteto é possível perceber que, embora a elaboração de projetos tenha a mesma finalidade, os caminhos percorridos para o desenvolvimento da projeção seguem as preferências do profissional. Assim, de acordo com Ostrower (2014), a natureza criativa do homem se elabora a partir do seu contexto cultural e sua criatividade segue potencialidades de ser única, por isso os processos, as etapas de criação tendem a ser singulares.

A seguir são explicitadas as categorias *a priori*, a partir das etapas intenção, projeção, criação e produto, do “Aprender com Modelagem” e das etapas dos processos de criação para o desenvolvimento de um projeto arquitetônico, descritos pelos colaboradores entrevistados.

4.2.1 INTENÇÃO

A intenção refere-se à primeira etapa do “Aprender com Modelagem”, que consiste no que se pretende fazer, no objetivo/propósito. Na intenção, o tema a ser explorado é definido. Nesse momento, são estabelecidas as direções e sentidos de determinadas ações. “Para que a produção de algo ocorra, em qualquer setor profissional, deve-se ter a intenção, o propósito” (MADRUGA, 2016, p. 162).

De acordo com Madruga (2016), esta fase se assemelha às etapas voltadas a atividades no campo educacional de MM, referente à Percepção e Apreensão indicada por Biembengut (2016) e ao Reconhecimento do tema indicado por Bassanezi (2015).

No que se refere ao primeiro estágio de modelagem, conforme Biembengut (2014), percepção e apreensão, o intuito é identificar, entender o que deve ser feito no processo de modelação/criação. Nesta primeira categoria, considera-se a priori que para realização de um trabalho, em qualquer ramo profissional, há intenção, ou seja, é necessária uma identificação do que será feito: primeira ação da pessoa (MADRUGA, 2016, p. 163).

Biembengut (2016) considera que as atividades de Modelagem se iniciam pela escolha de um tema ou assunto, tendo a definição de qual objeto será estudado para que, posteriormente, haja a criação de um modelo. As atividades propostas nessa primeira etapa de *Percepção e Apreensão* permitem envolver o estudante com a natureza do que está sendo explorado. Esta natureza inclui fatores como beleza e harmonia, símbolos que lhe sejam familiares, observação e atenção às coisas que ainda não foram percebidas.

Quanto ao processo de ensino e de aprendizagem, do ponto de vista de Bassanezi (2015), a MM se inicia pela escolha do tema, fazendo o levantamento de possibilidades de assuntos a serem estudados e de situações-problema, para que seja possível propiciar questionamentos em várias direções. Na escolha desse tema, é interessante que não exista medo de pesquisar e que se opte por algo que os estudantes gostariam de entender melhor.

Ao que se refere à atuação do arquiteto, estes profissionais têm como objeto de trabalho o espaço, sendo necessário desenvolver projetos para solucionar problemáticas em torno do mesmo. Foi possível compreender, a partir das entrevistas realizadas com o estudante 2 e com o Arquiteto, que o primeiro passo para realizar um projeto é a definição sobre o que será projetado.

A partir do problema apresentado, ou seja, da dificuldade em atingir determinado objetivo, da intenção do cliente, a arquiteta cria um modelo de edificação, seja construção nova ou reforma que satisfaça o cliente: "sempre uma solicitação vinda de algum problema que alguém me passa" (MADRUGA, 2016, p. 176).

De acordo com esses colaboradores, é necessário que um cliente faça uma solicitação, podendo ser ela o projeto de uma escola, uma igreja, uma casa, um cômodo, uma residência ou até mesmo um móvel. "*O cliente chega até o escritório informando que comprou um terreno e solicita o planejamento da sua casa, por exemplo*" (Entrevista, Arquiteto). Nesse momento, tem-se a intenção – o que se pretende fazer é definido pelo cliente; conseqüentemente este solicitante define qual o tema a ser explorado.

Com um olhar para as indicações de Biembengut (2016) e Bassanezi (2015) quanto à aplicação do método da MM em sala de aula, é possível perceber que ambos os autores direcionam que o professor investigue e indague os estudantes em relação ao tema que será explorado; ou até mesmo que defina isso anteriormente, sem consultar a classe. Por outro lado, o trabalho do arquiteto não apresenta a mesma flexibilidade quanto à escolha de uma temática, uma vez que o cliente já chega ao escritório com a definição de qual espaço será planejado.

Tendo a solicitação do cliente como temática, a projeção do mesmo pode seguir diferentes caminhos, que são guiados pelas preferências do arquiteto e do cliente. Cada arquiteto cria de uma forma diferente, no entanto, o objetivo sempre é o mesmo – a intenção do cliente. Dessa forma, em um processo de criação em torno de um projeto arquitetônico, não há uma ordem pré-estabelecida. O profissional direciona suas atividades conforme ache mais interessante ou sinta-se mais à vontade, sendo o importante alcançar o intuito proposto inicialmente pelo cliente.

Quanto aos diferentes processos de criação que os profissionais da arquitetura seguem para desenhar um projeto, para Ostrower (2014), as atividades que envolvem processos de criação são influenciadas pelos aspectos culturais e relacionadas ao contexto no qual quem cria está inserido. O indivíduo cria a partir da inspiração e influência de uma série de fatores apreendidos ao longo da vida e da experiência.

A natureza criativa do homem se elabora no contexto cultural. Todo indivíduo se desenvolve em uma realidade social, em cujas necessidades e valorizações culturais se moldam os próprios valores de vida. No indivíduo confrontam-se, por assim dizer, dois polos de uma mesma relação: a sua criatividade que representa as potencialidades de um ser único, e sua criação que será a realização dessas potencialidades já dentro do quadro de determinada cultura. Assim, uma das ideias básicas do presente livro é considerar os processos criativos na interligação dos dois níveis de existência humana: o nível individual e o nível cultural (OSTROWER, 2014, p. 85).

As diversas formas de planejamento são exemplificadas pelas sequências que os colaboradores da pesquisa narram. Por exemplo, o estudante 2 inicia os seus trabalhos de projeção, na universidade, pela criação de um roteiro:

Eu sempre inicio meu dia com uma lista de coisas que tenho que fazer pela manhã até a noite, isso faz com que eu me organize melhor. Então quando fiz estágio, percebi que meu orientador organizava as solicitações dos clientes por um roteiro, logo percebi que essa organização se assemelhava com o que eu fazia na minha rotina, e passei a adotar essa metodologia. Eu me enquadrando melhor nessa forma de projetar”. Então, quando

um professor solicita um projeto de arquitetura, eu faço um roteiro (Entrevista, Estudante 2).

O estudante 2 também informa qual a finalidade desse roteiro:

Eu preciso ter roteiros de perguntas para entender a necessidade do(s) cliente(s). Eu entendo essas necessidades fazendo uma entrevista. Nessa entrevista eu consigo colher informações e por meio dessa série de dados, compreendo quais as necessidades do solicitante para desenvolver ideias do que preciso realizar nesse projeto.

Além disso, o estudante 2 aponta que para cada tipo de espaço ele constrói um roteiro diferente. No Mapa 21, há um exemplo de quais perguntas são roteirizadas na entrevista com um cliente para o projeto de um quarto infantil.

Mapa 21 - Roteiro de coleta de informações em projeto arquitetônico

QUARTO INFANTIL	
SEXO DA CRIANÇA	
IDADE	
CORES	
NECESSIDADES - Muitas roupas? - Muitos sapatos? - Muitos brinquedos? Brinca no quarto? - Estuda no quarto?	
DEMAIS QUESTÕES	

Fonte: Acervo pessoal do estudante 2 (2021).

Estes roteiros são utilizados para colher uma série de informações com riqueza de elementos, que posteriormente são utilizados para compreender os anseios, necessidades e expectativas do cliente em relação ao espaço solicitado, tendo uma familiarização com o assunto.

Tomando como exemplo o quarto infantil, é dessa forma que faço os roteiros. Eu preciso saber se a criança estuda no quarto, caso estude, eu preciso reservar um espaço para mesa, cadeira e livros. Se brinca no quarto eu preciso reservar um espaço para espalhar os brinquedos. Eu preciso de muitos detalhes. Preciso entrar no estilo de vida do cliente. É necessário saber se é uma pessoa que tem muitas roupas, muitos sapatos, se guarda

muitas coisas para fazer um guarda roupa que caiba tudo que ele guarda. Que o quarto atenda a todas as suas necessidades e suas preferências estéticas (Entrevista, Estudante 2).

Ostrower (2014) indica que cada indivíduo tem uma forma particular em seus processos de criação. Quanto a essa organização no ato de criar, este primeiro momento é desenvolvido pelo Arquiteto entrevistado, conforme suas preferências. Esse profissional inicia o seu trabalho a partir da identificação do pedido do cliente, e em seguida faz a exploração da legislação para que sejam seguidos desde o início os parâmetros legais na construção desejada.

Para começar um projeto primeiro eu vou para a legislação. Por exemplo, se for projetar uma escola. Escola tem uma legislação específica que é bem rígida. Se for um hospital é outro tipo de legislação. Cada tipo de construção tem suas especificidades. Então antes de iniciar o projeto em si, eu sempre prefiro olhar a legislação para enquadrar o que será desenvolvido desde o início. (Entrevista, Arquiteto)

O Arquiteto considera que seja interessante compreender “o que pode e o que não pode” no início da projeção. Assim, posteriormente, não surgem surpresas relacionadas à lei, tendo que refazer o projeto em seguida. Por exemplo: “*Em uma escola é necessário ter rampas para cadeirantes, então, eu preciso me ater a isso no início do processo, não tendo que depois voltar no projeto e readaptá-lo*” (Entrevista, Arquiteto).

Após explorar a legislação, o profissional busca entender o que o cliente deseja:

Talvez seja o passo mais difícil, porque as pessoas estão acostumadas a quando contrata um arquiteto, muitas vezes, levar uma revista, alguma coisa assim, ou já tem um desenho mais ou menos pronto e, geralmente, esses desenhos não atendem aquilo que ela realmente precisa, entende? Então nesse momento eu olho as referências que o cliente traz e questiono a ele quando e como ele utilizará aquele espaço que ele está me mostrando, assim consigo compreender o que ele quer e o que ele precisa. (Entrevista, Arquiteto).

De acordo com Madruga (2016), de posse das solicitações, o arquiteto começa a ouvir os clientes e identificar qual o problema apresentado para, em seguida, realizar um levantamento de dados que auxiliará na construção de um modelo que resolverá

a problemática, conforme os anseios do cliente. Este momento inicial de identificação se caracteriza como a intenção em seu trabalho.

Dessa forma, nesse primeiro momento, tanto o estudante 2 quanto o Arquiteto identificam o que o cliente quer e o que ele precisa, levantando as mesmas informações, de formas diferentes. Essas primeiras impressões são essenciais para que, posteriormente, sejam formuladas hipóteses sobre o que pode/deve ou não ser planejado.

A partir do problema apresentado, ou seja, da dificuldade em atingir determinado objetivo, da intenção do cliente, a arquiteta cria um modelo de edificação, seja construção nova ou reforma que satisfaça o cliente: “sempre uma solicitação vinda de algum problema que alguém me passa” (MADRUGA, 2021, p. 9-10).

Portanto, a solicitação de um projeto por parte de um cliente seguida da exploração das suas expectativas e necessidades caracterizam a fase da intenção do “Aprender com modelagem”, na qual a exploração do tema é delimitada por meio de parâmetros individuais de quem cria.

4.2.2 PROJEÇÃO

Na segunda etapa do “Aprender com modelagem”, iniciam-se as projeções do que será realizado. Nesse momento, as primeiras ideias e possibilidades surgem. “A projeção é um processo de criação que faz a intenção gerar um produto, algo real que possa ser posteriormente validado e avaliado” (MADRUGA, 2016, p. 181).

Uma outra capacidade considerada importante para a criatividade é a capacidade de avaliar as ideias e escolher aquelas que deverão ser seguidas e aquelas que deverão ser descartadas. Henri Poincaré, o matemático francês, refletindo sobre sua própria criatividade, afirmou que a capacidade de discernimento entre várias ideias parecia-lhe a mais importante: de acordo com ele, utiliza-se inconscientemente, para esse procedimento intelectual, critérios estéticos como uma espécie de peneira que serve para separar as ideias criativas da massa de possibilidades, só as ideias consideradas como “harmoniosas” receberiam uma atenção particular (LUBART, 2007, p. 23).

Dessa forma, na projeção, as ideias começam a surgir e serem analisadas. Esta “é considerada a etapa anterior à execução, é uma fase de planejamento, de apropriação e, *‘imaginação’* do produto que será exposto e validado pela própria pessoa que cria, bem como pelas demais envolvidas ou não no processo” (MADRUGA, 2016, p. 182).

O surgimento e seleção dessas primeiras ideias dialogam com as fases *Percepção e Apreensão* e *Compreensão e Explicitação* da concepção de MM indicadas por Biembengut (2016). Nesse momento de projeção ocorre a *percepção* e *compreensão* de dados diversos e informações que estão em torno da situação-problema.

A *Percepção e Apreensão* de diferentes fatores da natureza que envolvem beleza e harmonia permitem a *Compreensão e Explicitação* de diferentes signos e linguagens que levam o imaginário a moldar e planejar diferentes aspectos para aperfeiçoamento ou resolução de uma problemática. Nesse momento, a criatividade é aflorada (BIEMBENGUT, 2016).

Essa *percepção e compreensão* é sugerida por Bassanezi (2015) nas etapas de familiarização com a temática, para a formulação do problema que deverá ser resolvido. Nesse momento, buscam-se informações sobre o problema para se formular as primeiras hipóteses e possíveis caminhos para uma solução.

A familiarização com a temática leva à investigação das questões em torno do que está sendo investigado. Dessa forma, cada indivíduo, ao analisar tais questões, tem diferentes percepções sobre o mesmo objeto, e conseqüentemente diferentes pensamentos e modos de solucionar os problemas em torno daquele tema, quando estes vão surgindo (BASSANEZI, 2015).

Analisando as etapas de desenvolvimento de um projeto arquitetônico descritos pelo estudante 2 e pelo Arquiteto, foi possível perceber que as projeções, e conseqüentemente a *Percepção e Apreensão* e a *Compreensão e Explicitação* indicadas por Biembengut (2016) e a familiarização com o tema e formulação do problema descritos por Bassanezi (2015), são desenvolvidas na etapa “Exploração do terreno e ideias para projeção” nos métodos do estudante 2.

O estudante 2 considera que a profissão do arquiteto exige criatividade, de modo geral, e quando se tem uma problemática, um espaço para ser resolvido, para ser projetado, inicialmente ele analisa quais são as necessidades e quais as implicações em torno do terreno.

As necessidades se caracterizam quanto ao que precisa conter naquele espaço. Se é uma casa, qual a quantidade de cômodos? E se é um cômodo específico, o que precisa conter? Por exemplo, se é uma cozinha, ela precisa de uma sala de jantar inclusa? Se é um quarto, precisa de um suíte inclusa? E assim sucessivamente.

Dentre as implicações, estão as limitações que se tem naquele espaço, por exemplo: se o terreno para construção da casa é declive; se a área do quarto é pequena e deve compor uma suíte. Dessa forma, as necessidades indicadas pelo cliente, em paralelo às limitações do terreno, direcionam as primeiras ideias de projeção. Quanto a esses processos de projeção de um espaço, o mesmo afirma:

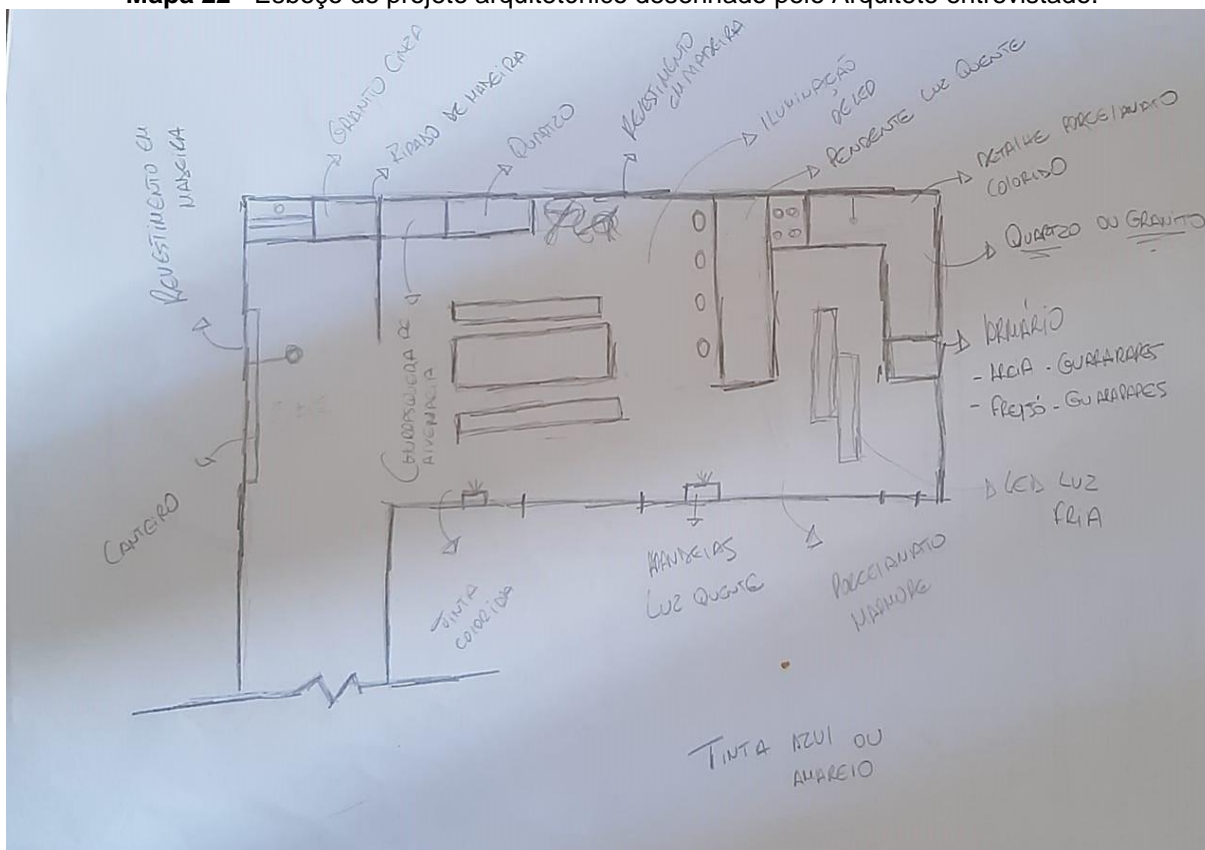
Eu me considero uma pessoa criativa, mas tem momentos que não rola. Às vezes eu sento na frente do computador e tento desenvolver um projeto, mas nada sai, nada fica bom, nada dá certo. Mas em outros momentos, rapidamente surgem ideias incríveis, e o que eu passei uma semana tentando fazer é resolvido em questão de minutos. Eu consigo ver, consigo desenhar mentalmente bonitinho um projeto (Entrevista, Estudante 2).

Da mesma forma, nas etapas descritas pelo Arquiteto, a projeção ocorre no momento de exploração do terreno e das possibilidades de construção naquele espaço, além da identificação do orçamento esperado para a obra.

Geralmente eu não tenho um horário ordenado de trabalho, pois muitas vezes eu saio do escritório e estou em casa, no banco, ou fazendo atividade física e me vem do nada possibilidades na cabeça. Possibilidades de resolver um problema, de resolver aquele espaço que eu estava trabalhando anteriormente. Então, eu sempre tenho papel e caneta comigo, são sempre nos momentos mais inesperados que surge uma possibilidade na minha mente (Entrevista, Arquiteto).

O esquema de esboço das primeiras ideias que surgem no momento de projeção pode ser ilustrado por meio do Mapa 22, onde o Arquiteto entrevistado desenha as possibilidades para a projeção de um espaço.

Mapa 22 - Esboço de projeto arquitetônico desenhado pelo Arquiteto entrevistado.



Fonte: Acervo pessoal do Arquiteto (2021).

O Arquiteto indica que esse é um esboço de uma área *gourmet*²³ solicitada por um cliente. “*Eu estava com essa solicitação de um cliente já tinha alguns dias, e durante a espera para uma consulta médica me surgiu algumas possibilidades para integrar tudo o que ele queria naquele espaço, então automaticamente fiz esse esboço*” (Entrevista, Arquiteto).

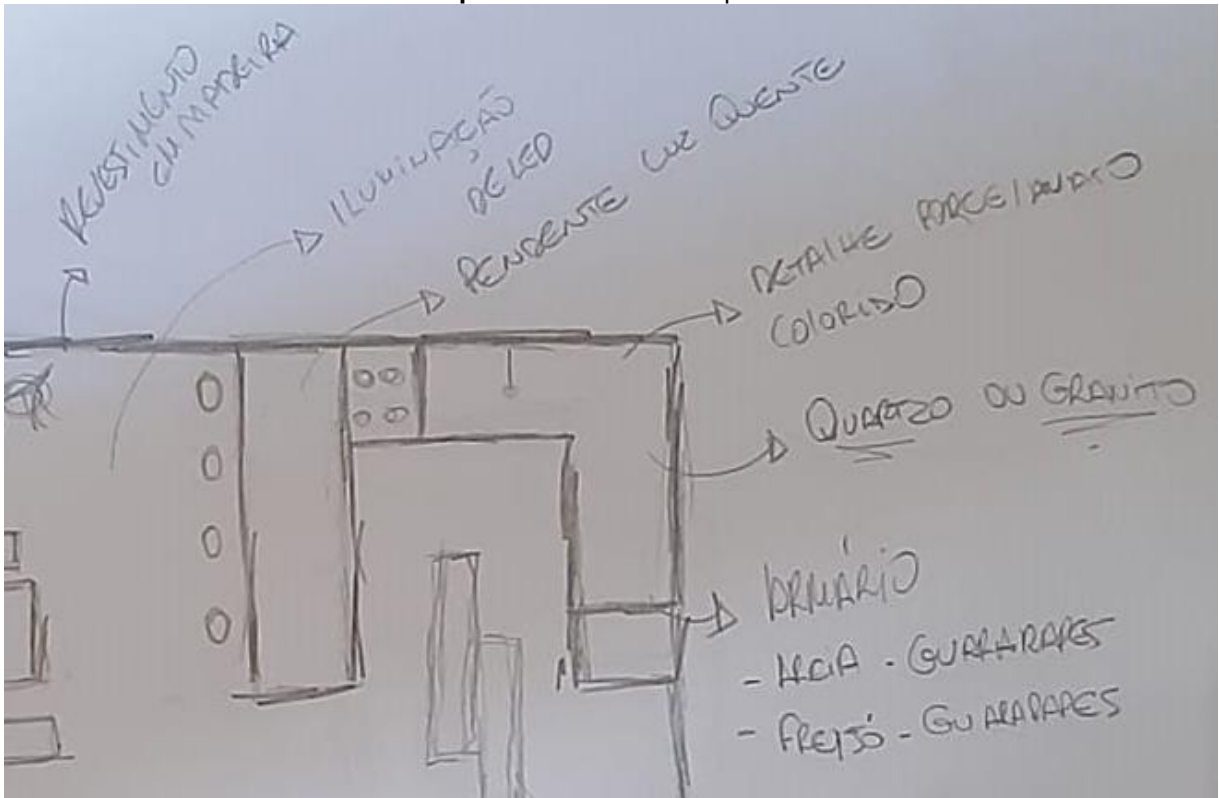
O Arquiteto também considera que esses rascunhos servem para as primeiras ideias não “fugirem”, para lembrar posteriormente de como aquele espaço será integrado. Além disso, o mesmo afirma que nem sempre esse rascunho pode ser compreensível para outras pessoas, enfatizando que o desenho não é o produto do trabalho do arquiteto.

Nesse processo de projeção, ao qual são desenhados esboços, é possível perceber que o espaço é organizado – sendo definido como o espaço será resolvido e como móveis como fogão, geladeira, pia, mesas irão compor a área; e também os materiais a serem utilizados são apontados. No Mapa 23, em um recorte feito do Mapa

²³ Ambiente destinado a lazer, que integra geralmente churrasqueira, piscina, forno, fogão, bancada, mesas e cadeiras nos moldes de um bar.

22 para identificação de detalhes, é possível visualizar que, nesse esboço, o Arquiteto pontua as primeiras ideias de quais materiais podem ser utilizados, são elas: revestimento em madeira, iluminação em *led*, pendente de luz quente, detalhe porcelanado colorido, quartzo ou granito.

Mapa 23 - Recorte do Mapa 22.



Fonte: Acervo pessoal do Arquiteto (2021).

De modo geral, arquitetos devem saber resolver um espaço, conforme suas medidas e necessidades que este deve atender, e não apenas desenhá-lo. Em consonância, o estudante 2 narra:

Eu tenho alguns colegas que têm essa habilidade de desenvolver o projeto direto no software, sem antes precisar fazer um rascunho a mão. Mas na arquitetura, cada um tem uma forma de trabalhar, pois depende muita da forma de criatividade de cada um. Porém, nos cursos de Arquitetura, é indicado pelos professores que primeiro devemos colocar as primeiras ideias em um papel, fazer um ou vários esboços para depois criar o projeto em 3D. (Entrevista, Estudante 2).

É possível perceber que tanto a descrição do estudante 2 quanto a do Arquiteto acerca do surgimento de ideias e possibilidades em um projeto arquitetônico estão

relacionadas à fase de preparação de Lubart (2007), a qual o autor considera que a criatividade surge de forma súbita, como uma iluminação por meio da emergência de ideias com influência de fatores externos, que ocorre de maneira instantânea e inesperada.

Portanto: “Este tipo de levantamento facilita tanto a[o] profissional, para desenvolvimento de seu projeto, como [para] o cliente, que pode visualizar uma obra similar e verificar como possivelmente ficará sua solicitação” (MADRUGA, 2021, p. 21). Assim, surgem os primeiros esboços do que será realizado. Nessa etapa, entende-se quais as necessidades do cliente, sendo realizados levantamentos acerca das possibilidades a serem realizadas dentro do seu orçamento e requerimento.

4.2.3 CRIAÇÃO

Na criação, o tema que foi definido na intenção e as ideias que surgiram na projeção são concretizados. “É o momento em que as ideias dos profissionais, seus modelos mentais, se externaram por meio de desenhos, processos e esquemas, elaborados a partir da compreensão e do entendimento” (MADRUGA, 2016, p. 204).

Madrugua (2016) considera que, na criação, o que foi pensado é concretizado, em modelos físicos, tridimensionais e passíveis de serem vistos, apreciados e entendidos por muitas pessoas. Esta concretização de algo se assemelha à *Compreensão e Explicitação* e à *Significação e Expressão* das etapas de Modelagem na Educação, prescritas por Biembengut (2016).

Nessa fase ocorre a *Explicitação* de um modelo, que posteriormente é expresso, efetivando um produto (o que foi proposto realizar). Essa fase implica chegar a um modelo, de forma a traduzir informações e ideias por meio de sentidos compreensivos e explicativos. Biembengut (2016) considera que no desenvolvimento desse produto – modelo matemático –, os processos cognitivos das pessoas levam a captar diversos entes do meio circundante, levando-as a discernir os elementos do tema explorado.

Esta *Explicitação* caracteriza-se na construção de um modelo, e a *Expressão* na formulação e resolução do modelo, conforme indica Bassanezi (2015). Assim, nesse momento, busca-se construir um modelo matemático que expresse as relações

entre as diversas variáveis em torno do tema investigado. Dessa forma, o modelo desenvolvido posteriormente é resolvido.

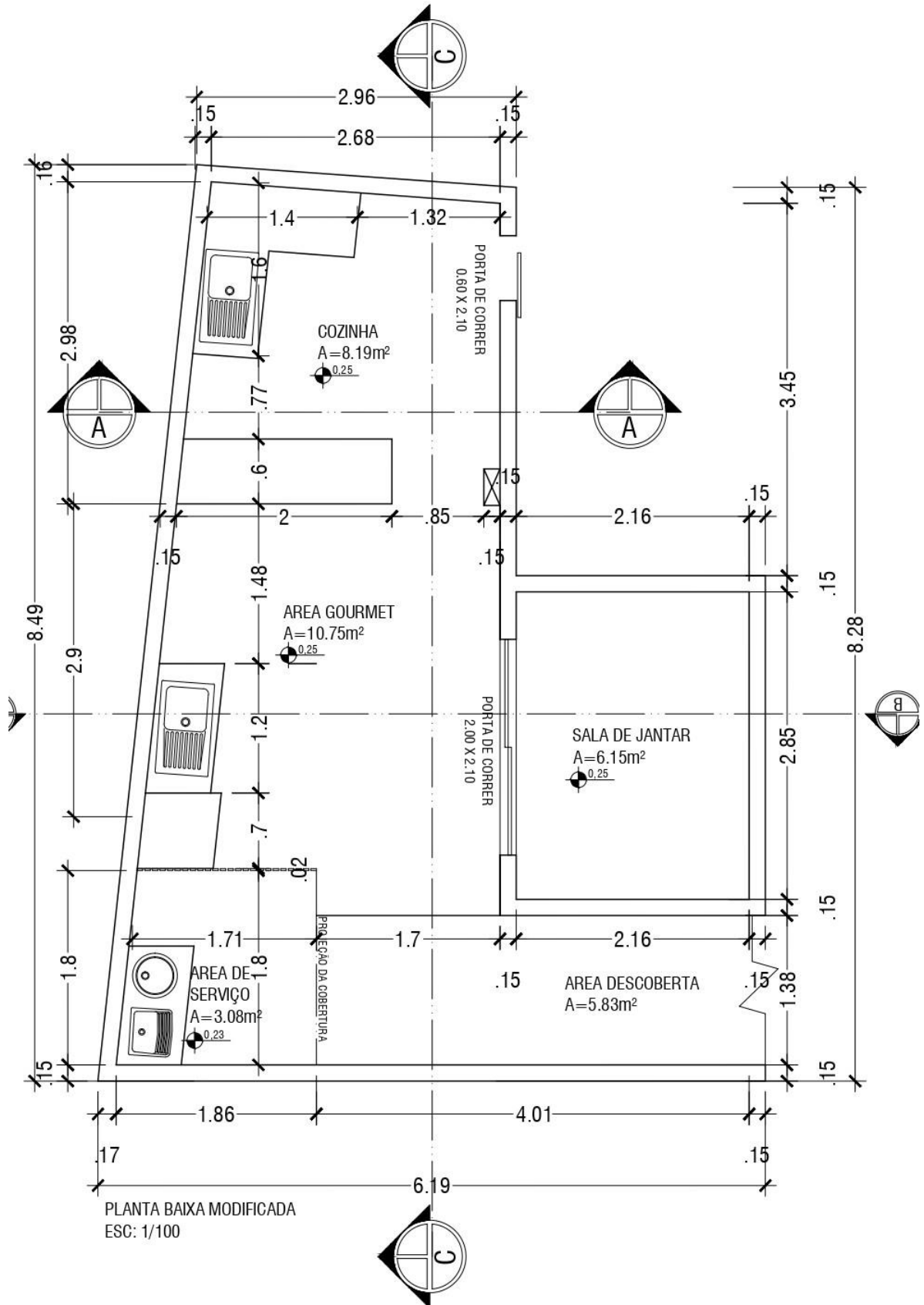
A arquiteta busca resolver um problema solicitado por um cliente. A criação do projeto é elaborada após a projeção, ou seja, após os levantamentos realizados e aprovação do cliente. A partir disso, começa a fase de construção do projeto: “daí vai para parte de criação, que tu pega esses levantamentos e tenta achar uma solução que se encaixe da melhor forma”. (MADRUGA, 2021, p. 13, grifos da autora).

Assim, de acordo com Gardner (1999), o processo de criação de algo envolve a captação de mapas cognitivos, podendo levar o indivíduo a produzir objetos com diferentes características, instruídas por meio de esboços e rascunhos, podendo ser de forma aleatória ou organizada, que, independentemente dos percursos, gera resultados que solucionem uma problemática inicial.

Dessa forma, o Arquiteto entrevistado descreve que, após realizar modelos mentais e modelos físicos do que pretende projetar, ele concretiza sua proposta no computador, utilizando diferentes *softwares*, como o AutoCAD sendo que primeiro desenha uma planta baixa e posteriormente, com base nessa planta, faz um modelo em 3D, ambos no computador. “*No meu trabalho eu utilizo diferentes softwares, depende do que eu vou projetar, acredito que alguns se enquadram melhor em diferentes propostas*” (Entrevista, Arquiteto).

A representação do que foi mentalizado e esboçado anteriormente, na fase de projeção (conforme ilustrado no Mapa 22 e 23), é concretizado por meio da planta baixa, construída no *software* AutoCAD, exemplificada no Mapa 24.

Mapa 24 - Planta baixa de área gourmet

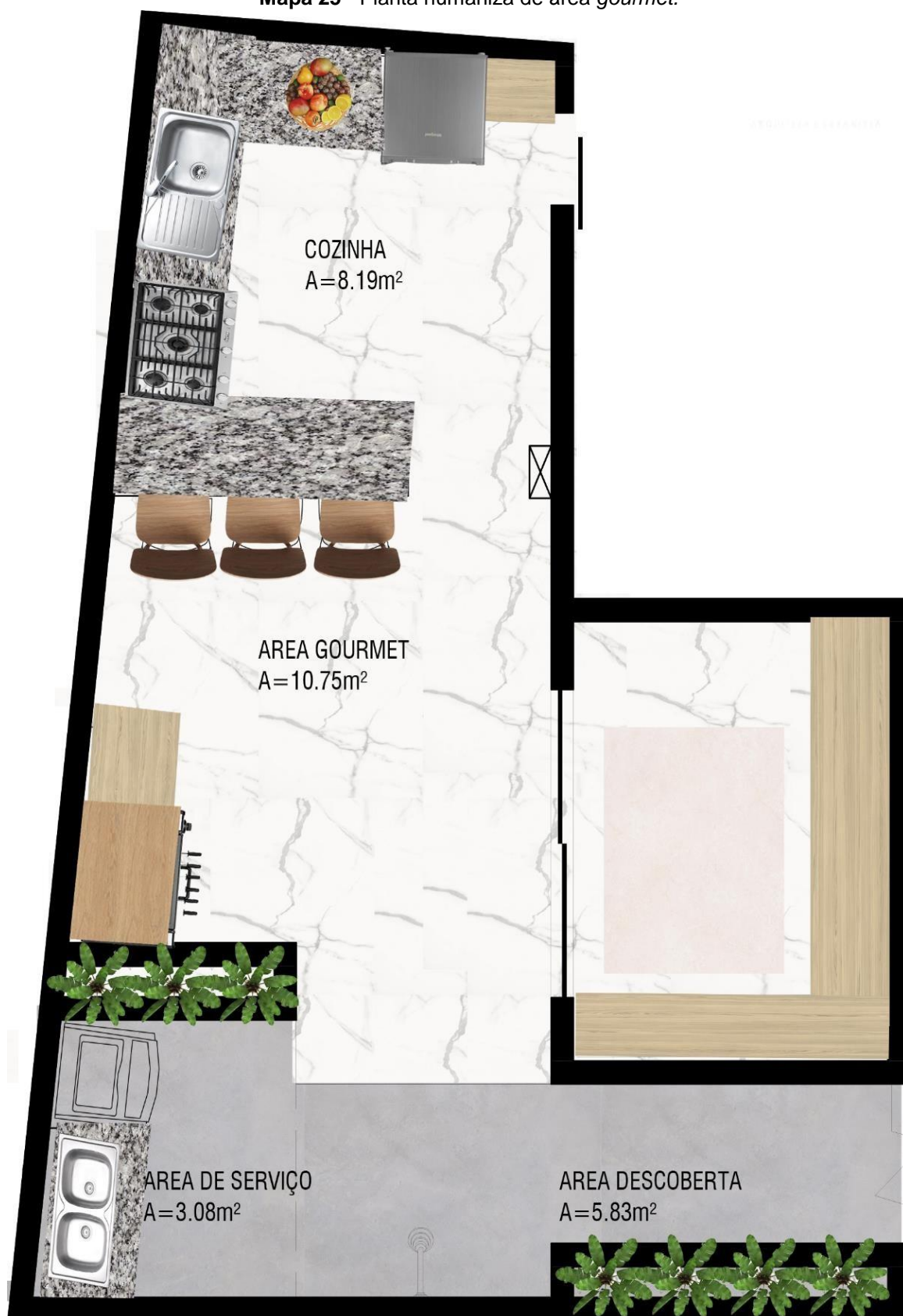


Fonte: Acervo pessoal do Arquiteto (2021).

A planta baixa também é denominada como planta técnica, possuindo linhas que determinam a estrutura do imóvel. Para tornar a visualização desse espaço menos complexa e empírica, são feitas plantas humanizadas²⁴, na qual o mesmo espaço é demonstrado em 3D. No Mapa 25, tem-se a planta humanizada da planta baixa/técnica, apresentada no Mapa 24.

²⁴ Planta baixa desenhada em 3D.

Mapa 25 - Planta humaniza de área gourmet.



Fonte: Acervo pessoal do Arquiteto (2021).

O Arquiteto complementa que, por meio da planta baixa e da planta humanizada, ele consegue sintetizar as proporções e organização do espaço e ter uma primeira ideia do produto final. O modelo em 3D e a maquete são utilizados para o cliente visualizar como o espaço ficará podendo aprovar ou reprovar o projeto, ou sugerir alguma modificação

Caso haja reprovação, por meio desse modelo o cliente consegue indicar ao arquiteto quais os pontos positivos e negativos a serem alterados. Além disso, esses modelos servem como guia para a realização da construção aos engenheiros envolvidos na obra e para os pedreiros e demais profissionais que concretizarão a construção.

Nos Mapas 26, 27, 28 e 29 têm-se as modelagens em 3D da planta baixa e humanizada, referentes aos Mapas 24 e 25. Essas modelagens foram planejadas pelo arquiteto entrevistado no *software* Sketchup²⁵.

Mapa 26 - Modelagem em 3D – ponto de vista 1..



Fonte: Acervo pessoal do Arquiteto (2021).

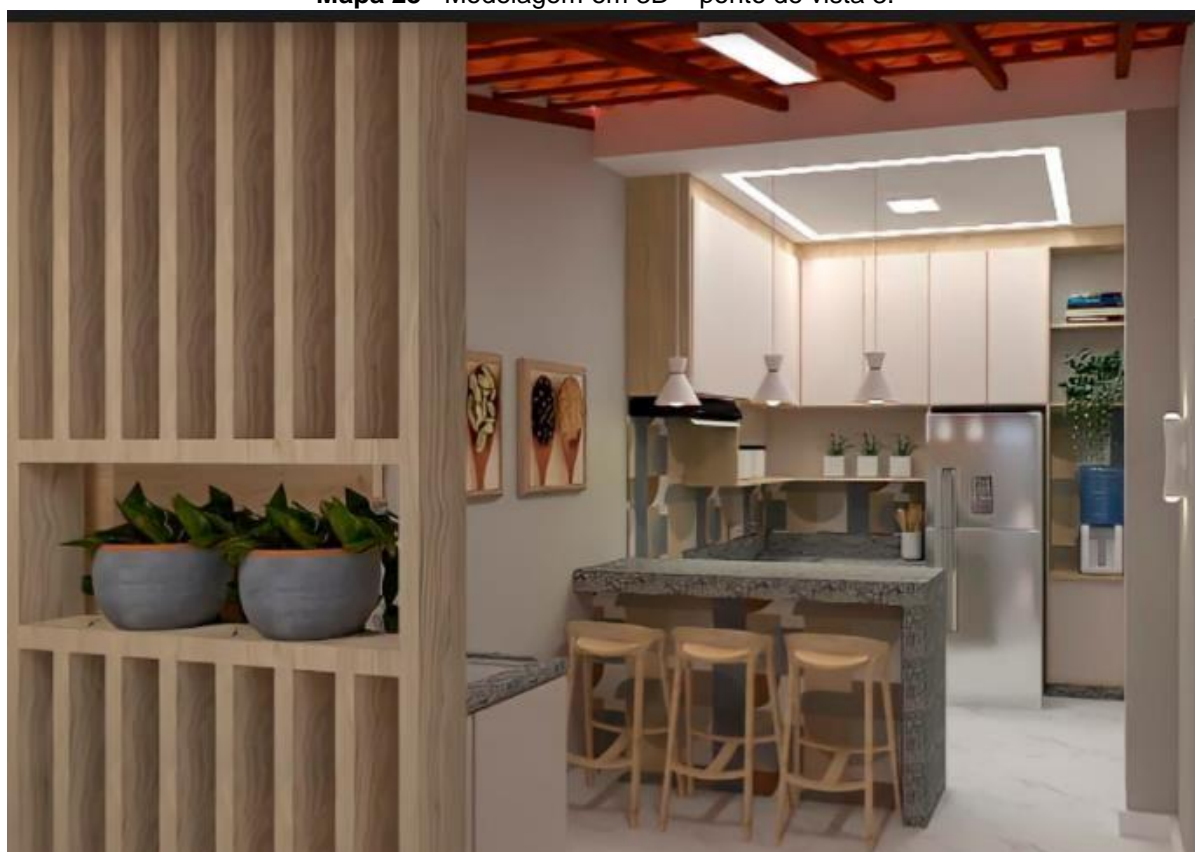
²⁵ Software utilizado para criação de modelos em 3D no computador.

Mapa 27 - Modelagem em 3D – ponto de vista 2.



Fonte: Acervo pessoal do Arquiteto (2021).

Mapa 28 - Modelagem em 3D – ponto de vista 3.



Fonte: Acervo pessoal do Arquiteto (2021).

Mapa 29 - Modelagem em 3D – ponto de vista 4.



Fonte: Acervo pessoal do Arquiteto (2021).

Em consonância com as indicações do Arquiteto, o estudante 2 indica que, antes da modelagem em 3D, as limitações do projeto são retomadas. Essas limitações estão relacionadas às questões geográficas do terreno e também orçamentárias, por exemplo. *“O 3D é a ferramenta que temos para que o cliente entenda o projeto e o que será construído. É a garantia de que o que o arquiteto está projetando é realmente o que o cliente espera – é uma comunicação clara”* (Entrevista, Estudante 2).

Além desses modelos em 3D, a representação do espaço também pode ser realizada por maquetes. Assim, tem-se uma miniatura do espaço de forma concreta, por meio de objetos manipuláveis. No entanto, o arquiteto entrevistado destaca:

Atualmente, com o uso de diversos programas que representam o espaço de forma muito detalhada e real, como você pode ver nas modelagens, raramente construímos maquetes. As maquetes demoram mais tempo para ficarem prontas, em relação ao 3D de um programa. Além disso, o custo é maior. Basicamente as maquetes são construídas por arquitetos, hoje em dia, na faculdade, pois é necessária essa habilidade. E quando a projeção é de nível comercial. Sabe aqueles stands de

venda de prédios, que se tem geralmente em shopping? Neles sempre se têm uma maquete para demonstrar ao cliente como ficará a visão externa e interna da construção (Entrevista, Arquiteto).

Dessa forma, nessa etapa, o arquiteto põe em ação seus esboços e modelos. Estes modelos construídos devem ter como finalidade resolver o problema inicial do cliente, atendendo às solicitações feitas durante o pedido e se enquadrando nos limites relacionados ao orçamento da obra e condições do terreno, por exemplo.

Ao analisar as etapas do desenvolvimento de um projeto arquitetônico desenvolvido nas etapas tanto do estudante 2 quanto do Arquiteto entrevistados, foi possível compreender que a fase de criação é referente ao desenho de uma planta baixa e da modelagem 3D e/ou maquete, uma vez que o tema definido anteriormente e as ideias que surgiram e foram associadas e descartadas são concretizadas neste modelo, que será apresentado ao cliente que fez a solicitação do projeto.

4.2.4 PRODUTO

Com um tema e modelo definidos e delimitados, seguido da organização das diversas ideias que surgem e da efetivação dessas ideias por meio de um processo de criação, tem-se um produto. “Se o produto for satisfatório, esta etapa é considerada a final. Se for insatisfatório, retorna-se à etapa anterior – *‘criação’* – ou até mesmo às etapas de *‘projeção e intenção’*, conforme necessidade” (MADRUGA, 2016, p. 232).

Nesse momento, no que se refere às etapas de Modelagem na Educação prescritas por Biembengut (2016), a *Significação e Expressão* ocorre, na qual o modelo criado é avaliado. “Sabemos que elaborar um modelo não é suficiente para dizer que é válido. Uma interpretação empírica pode permitir avaliar o quão válido é o modelo proposto e em qual circunstância” (BIEMBENGUT, 2016, p. 203).

A Significação e Expressão é o momento de avaliar a validade do modelo e, a partir deste processo de validação, verificar o que foi apreendido do processo. Não somente avaliar a validade do modelo, mas especialmente, o alcance da Modelação, implicando resolver a situação-problema ou as questões em termos do modelo elaborado (BIEMBENGUT, 2016, p. 203).

Biembengut (2016) pontua, ainda, que cada indivíduo terá uma percepção dos resultados obtidos, no entanto, é válido que os mesmos considerem que o que foi

produzido, atenda às necessidades e resolva uma problemática identificada inicialmente.

Esta etapa é o momento que Bassanezi (2015) compreende como *Interpretação da solução*, constituindo-se na validação e avaliação do modelo que foi criado. “Um modelo matemático é bom quando satisfaz algum objetivo e quando o usuário o considera como tal” (BASSANEZI, 2015, p. 22).

A validação de um modelo é um processo de aceitação ou rejeição deste, análise que é condicionada a vários fatores, sendo preponderante o confronto dos dados reais com os valores do modelo. Um bom modelo deve servir para explicar os resultados e tem capacidade de previsão de novos resultados ou relações insuspeitas. (BASSANEZI, 2015, p. 22).

Dessa forma, sendo o trabalho do arquiteto o foco dessa pesquisa, ao analisar as etapas do desenvolvimento de um projeto, detalhadas pelos entrevistados, foi possível compreender que o produto consiste no momento em que os profissionais retomam as questões geográficas do terreno para identificar se o projeto é viável e realizam a apresentação da planta baixa e do modelo em 3D ao cliente por meio de uma conversa para identificar as necessidades de alterações.

No que se refere ao produto final, à construção e à sua avaliação e acompanhamento, a arquiteta comenta: “tem obras que são maravilhosas que tu olhas no final e ficou exatamente como eu imaginava. [...] depende das pessoas envolvidas” (MADRUGA, 2021, p. 15, grifo da autora).

Quanto às criações em torno desse campo profissional, de acordo com Ostrower (2014), em todo processo de criação, independente do campo de atuação, é necessário que haja avaliação acerca do produto final, se o que foi construído/desenvolvido corresponde ao que foi projetado e as necessidades que deve atender. No trabalho do arquiteto, assim como nas etapas de MM indicadas por Biembengut (2016), caso não haja êxito no que foi desenvolvido, as etapas anteriores são retomadas.

Ao apresentar o projeto ao cliente, a modelagem em 3D, ele vai avaliar esteticamente se é agradável a ele, e também se atende às necessidades dele. Caso a avaliação seja negativa, eu tenho que voltar ao início, para aquele processo de entender as preferências e necessidades do solicitante, já que a avaliação dele não foi satisfatória. (Entrevista, Estudante 2).

As etapas do “Aprender com Modelagem”, bem como as concepções de Modelagem Matemática exploradas e os processos de criação dos colaboradores entrevistados são ilustradas no Mapa 30.

Mapa 30 - Ilustração do “Aprender com Modelagem” e do desenvolvimento de projeto arquitetônico

		Concepção de Modelagem Matemática	
Desenvolvimento de projetos arquitetônicos	Aprender com Modelagem Madruga (2016)	Bassanezi (2015)	Biembengut (2016)
Definição do que será planejado (uma casa, um cômodo, um móvel) e delimitação das necessidades do cliente.	INTENÇÃO	Reconhecimento	Percepção
Análise das possibilidades de construção no espaço determinado/ surgimento das primeiras ideias.	PROJEÇÃO	Familiarização	Apreensão
		Formulação do problema	Compreensão
Desenho de uma planta baixa e modelagem em 3D e/ou construção de maquete.	CRIAÇÃO	Formulação do modelo	Explicitação
		Resolução do modelo	Significação
Análise se os desenhos desenvolvidos são viáveis e avaliação do cliente.	PRODUTO	Interpretação da solução	Expressão
		Validação e avaliação	

Fonte: Elaborado pela autora.

Assim, com base na identificação e compreensão das etapas do “Aprender com Modelagem”, com os processos de criação de um projeto arquitetônico, é apresentada uma Proposta Pedagógica para desenvolvimento no 3º ano no Ensino Médio que contextualize os conteúdos de geometria plana e espacial relacionados ao trabalho

do arquiteto urbanista, visto que o “Aprender com Modelagem” tem como intuito desenvolver o processo de ensino e de aprendizagem, com base na percepção da MM com foco na valorização de diferentes culturas e da atuação profissional de diferentes grupos.

4.3 PROPOSTA PEDAGÓGICA

Esta Proposta Pedagógica, a ser desenvolvida no 3º ano do Ensino Médio, é dividida em quatro fases, conforme as indicações do “Aprender com Modelagem”. Assim, as fases intenção, projeção, criação e produto são propostas com base nas indicações dos documentos oficiais para educação, identificados no Capítulo I (Mapa de Identificação), fundamentadas no Capítulo II (Mapa Teórico) e associadas às informações oriundas das entrevistas descritas no Capítulo III (Mapa de Campo), na qual os colaboradores da pesquisa pontuam em quais momentos a geometria é explorada na profissão em questão.

A partir das identificações realizadas no Capítulo I, foi possível assinalar que a BNCC (BRASIL, 2018) direciona que os conteúdos matemáticos devem ser desenvolvidos na perspectiva do pensamento crítico acerca do contexto no qual os estudantes estão inseridos, por meio de uma linguagem e pensamento matemático e computacional. Dentre estes diferentes conteúdos matemáticos, a geometria consiste na área que estuda o espaço e as formas advindas da natureza.

As atividades dessa Proposta Pedagógica consistem na construção de uma planta baixa e de uma maquete. Para a planta a baixa são utilizados os conceitos de ponto, reta e plano, além do cálculo de área de figuras planas. Para a construção da maquete são utilizados cálculos de área e volume de figuras espaciais.

A percepção de construir plantas baixas e maquetes surgiu por meio da análise das entrevistas realizadas, de modo que, dentre as atividades produzidas no trabalho do arquiteto, estas seriam mais viáveis. Por exemplo, o arquiteto além de desenhar plantas baixas e construir maquetes, também constrói modelos em 3D utilizando alguns *softwares*. No entanto, utilizar esses modelos em 3D seria inviável na Educação Básica, por exigir um conhecimento computacional avançado e acesso a um computador e internet nas escolas.

Assim, as fases do “Aprender com modelagem”, os objetivos e habilidades a serem desenvolvidos, com base na BNCC (BRASIL, 2018), e as atividades a serem realizadas em cada etapa são apresentadas no Mapa 31:

Mapa 31: Objetivos e Habilidades a serem desenvolvidas e organização das atividades a serem realizadas.

OBJETIVOS		
<ul style="list-style-type: none"> - Explorar figuras geométricas a partir de suas nomenclaturas, número de vértices e medida dos ângulos; - Desenhar figuras geométricas; - Explorar a geometria a partir da tecnologia do <i>software</i> Geogebra²⁶; - Realizar cálculos geométricos a partir de situações-problema; - Construção de uma planta baixa, utilizando os conceitos e cálculo de área de figuras planas e construção de maquetes, utilizando cálculo de área e volume de figuras espaciais. 		
HABILIDADES		
<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos geométricos para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos, analisando a plausibilidade dos resultados e a adequação das soluções propostas, de modo a construir argumentação consistente (BRASIL, 2018). - Construir e interpretar tabelas e gráficos, com base em dados obtidos em pesquisas incluindo ou não o uso de softwares que inter-relacionem a geometria (BRASIL, 2018). - Utilizar representação geométrica recorrendo ou não ao uso de <i>softwares</i> e aplicativos (BRASIL, 2018). 		
ETAPAS DO APRENDER COM MODELAGEM	ATIVIDADES A SEREM REALIZADAS	QUANTIDADE DE AULAS
INTENÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação do tema (convidar o estudante/chamar atenção para o que será proposto); - Delimitação de qual construção ou espaço será representado; 	2
PROJEÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> - Exploração da arquitetura local ou de diferentes estilos arquitetônicos; - Identificação das diferentes formas geométricas presentes na arquitetura; 	2
CRIAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> - Retomada dos conteúdos de geometria plana; - Construção de planta baixa; - Explanação dos conteúdos de geometria espacial; - Construção de maquete; 	6
PRODUTO	<ul style="list-style-type: none"> - Validação; - Avaliação (socialização) 	2

Fonte: A autora.

²⁶ Em escolas que possuem estrutura e equipamentos.

A partir dos objetivos e habilidades apresentados no plano de atividades ilustrado e da descrição das atividades apresentadas no Mapa 31, nas seções a seguir são apresentadas de forma detalhada as indicações das etapas, que consistem em intenção, projeção, criação e produto, a serem desenvolvidas em sala de aula.

4.3.1 INTENÇÃO

Na intenção ocorre a escolha do tema. Nesta atividade o tema já está definido, sendo o trabalho do arquiteto. Nesse sentido, o professor responsável pela turma deve realizar o papel de motivador e ir além das informações explícitas na seção “O trabalho do arquiteto urbanista”, desta pesquisa (capítulo III – Mapa de Campo), fazendo investigações sobre qual a atuação do arquiteto no mercado de trabalho. Em um processo de ensino e de aprendizagem de matemática, de forma contextualizada e interdisciplinar, conforme indica a BNCC (BRASIL, 2018), é necessário que o professor se integre de conhecimentos básicos para que possa apresentar o conteúdo aos estudantes de forma segura, inclusive para sanar as dúvidas que surgem ao longo do processo.

Tendo em vista a integração do professor sobre o tema a ser desenvolvido, a etapa *intenção* se inicia a partir da apresentação do tema ao estudante. Esta fase pode ser realizada a partir da troca de conhecimentos, por meio do convite de um arquiteto para comparecer à sala de aula e falar um pouco sobre sua profissão, ou até mesmo da exposição de um material audiovisual. Neste momento devem ser tomadas estratégias para chamar a atenção do estudante para o tema.

Sugere-se a explanação do vídeo “Minha profissão – arquiteto”, Mapa 32, disponível no *Youtube*²⁷. Neste material, um profissional expõe de forma breve o que realiza no seu trabalho, mostrando algumas cenas da sua atuação em uma obra.

²⁷ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=bJyVQcc8MfE>. Acesso em: 10 dez. 2021.

Mapa 32 - Vídeo sobre o trabalho do arquiteto

Fonte: TV Câmara Jacareí (2016)²⁸

Caso escolha o material audiovisual, é necessário que o professor complemente as informações expostas no vídeo, ou mesmo que não haja recursos como TV ou *Datashow*, muito menos a possibilidade de visita de um profissional da área, o professor, a partir das pesquisas realizadas, deve elaborar um simples plano de apresentação aos estudantes, demonstrando (de forma expositiva) o que faz o arquiteto.

Deduz-se que, após a apresentação da profissão arquiteto, caso essa conversa seja possível, surgirão dúvidas nos estudantes. Essas dúvidas que podem surgir enfatizam a necessidade da realização de pesquisas relacionadas ao tema abordado por parte do professor e também dos estudantes. Podem surgir perguntas como: Quais os conteúdos que são estudados no curso de arquitetura? Precisa “ser bom” em matemática para cursar? Precisa saber desenhar para ser arquiteto? É interessante, também, que o professor convide os estudantes a realizar levantamentos de informações que sanem tais dúvidas, uma vez que nem sempre o docente consegue se integrar de todas as questões acerca do tema.

Após a compreensão do que faz o que arquiteto, o professor deve solicitar aos estudantes que se dividam em grupos (entre 3 - 4 estudantes), convidando-os a realizar representações de espaços ou construções projetadas por arquitetos, a partir de maquetes. Com os grupos divididos, os mesmos devem definir o que querem

²⁸ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=bJyVQcc8MfE>. Acesso em: 10 de dez. de 2021.

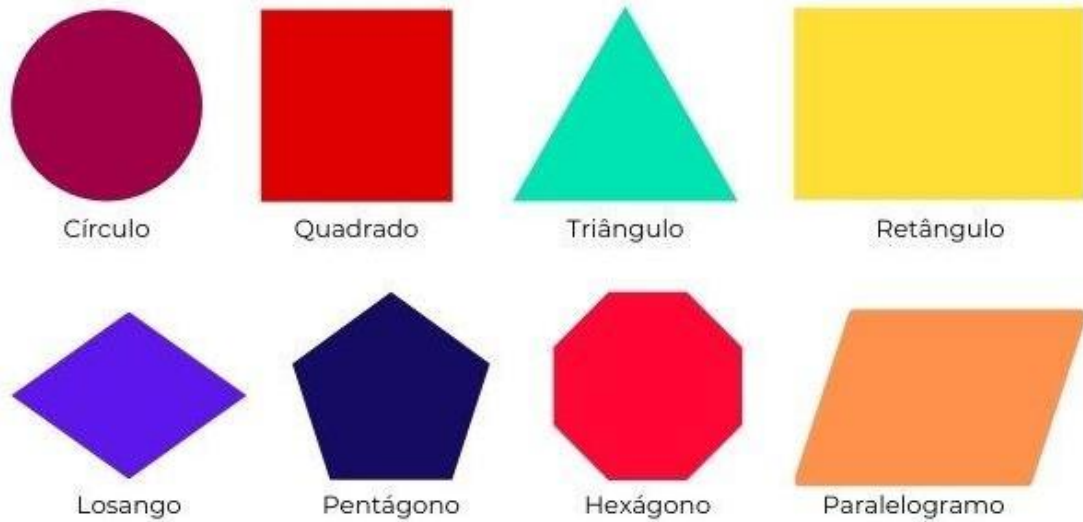
projetar: Uma casa? Um prédio? Uma praça? Uma rua? Ou até mesmo um cômodo. Assim, a partir dessas etapas, o tema é apresentado e delimitado.

4.3.2 PROJEÇÃO

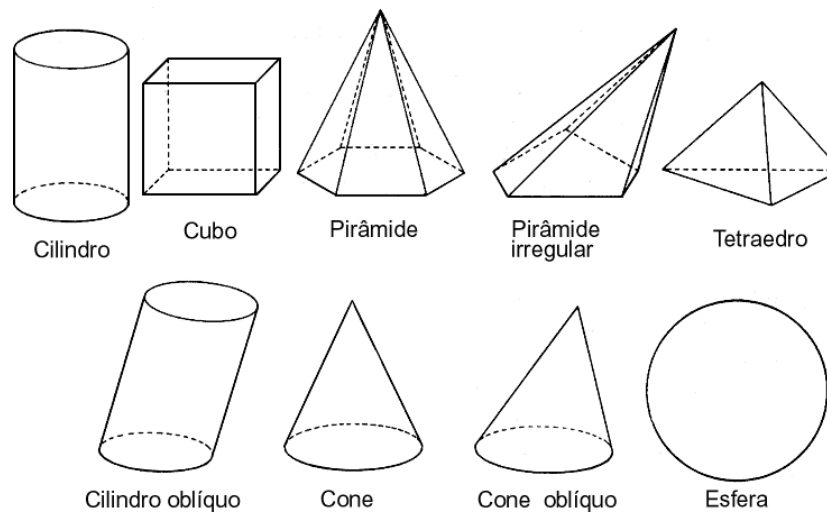
Na projeção, os estudantes começam a projetar o que será realizado. Assim, a partir da definição da construção ou espaço que será construído, os mesmos devem ter as primeiras noções de como será o seu projeto arquitetônico. Para essa definição, o professor deve orientar os estudantes a representar os espaços aos quais estão habituados, ou se inspirar em diferentes estilos arquitetônicos. Essa etapa pode ser realizada em consonância com um professor de história e de artes, podendo ser explorada, por exemplo, a história da cidade que os estudantes moram, dentre outras regiões e os porquês em torno dos tipos de construção.

Nessa etapa, os estudantes devem ser convidados a investigar a praça, a igreja, as casas da sua cidade, observando diferentes detalhes, ou realizar pesquisas de imagens em revistas ou na internet sobre a arquitetura de diferentes lugares para que se inspirem.

A partir da definição de qual estilo arquitetônico será utilizado como inspiração, o professor deve retomar as representações de figuras geométricas planas, estudadas no Ensino Fundamental, e apresentar aos estudantes as diferentes figuras e sólidos geométricos e suas nomenclaturas por meio de representações, conforme exemplificado nos Mapas 33 e 34.

Mapa 33 - Figuras Geométricas planas.

Fonte: Blog do ENEM²⁹.

Mapa 34 - Sólidos geométricos.

Fonte: Matemáticaefácil.com³⁰

Essas figuras podem ser apresentadas por meio de imagens, conforme os Mapas 33 e 34, ou por meio de desenhos na lousa. Após a apresentação, poderá ser solicitado aos estudantes que identifiquem em seus cotidianos essas formas. Espera-se que façam associações, como: o cone tem o formato de uma casquinha de sorvete, o paralelepípedo tem o formato de uma caixa de sapato etc.

²⁹ Disponível em: <https://blogdoenem.com.br/figuras-planas-definicao-e-aplicacoes-matematica-enem/>. Acesso em: 03 jan. 2022.

³⁰ Disponível em: <https://www.matematicaefacil.com.br/2016/02/geometria-espacial-solidos-geometricos.html>. Acesso em: 15 set. 2021.

Caso os estudantes não consigam fazer essas associações, é necessário que o professor mostre os diferentes objetos usados no cotidiano e suas formas espaciais. Podem ser utilizados como sugestões os exemplos do Mapa 35:

Mapa 35 - Objetos e suas formas geométricas.

Figura geométrica	Objetos
Paralelepípedo	Tijolinho
Cubo	Cubo mágico/ pedra de gelo
Prisma de base retangular	Caixa do chocolate toblerrone
Esfera	Bola de futebol
Cilindro	Rolo de papel higiênico

Fonte: A autora.

Em seguida, será solicitado aos estudantes que identifiquem nas imagens de praças, casas ou cômodos, as figuras geométricas espaciais presentes. Estas podem estar no formato de uma piscina, de um banco de praça, de uma pilastra, por exemplo.

4.3.3 CRIAÇÃO

Na criação, o professor deve debater com os estudantes a noção de razão e proporção no planejamento de um espaço. Por exemplo, ao construir uma casa de 300 m², se deseja construir quartos, uma cozinha, uma sala e banheiros, qual tamanho deve ter cada cômodo? É interessante pensar que um dos quartos deve ser maior que os outros para comportar duas pessoas? O que uma cozinha precisa ter? Geladeira, fogão, mesa e, conseqüentemente, qual o espaço mínimo que precisaria para comportar todos os móveis dessa cozinha?

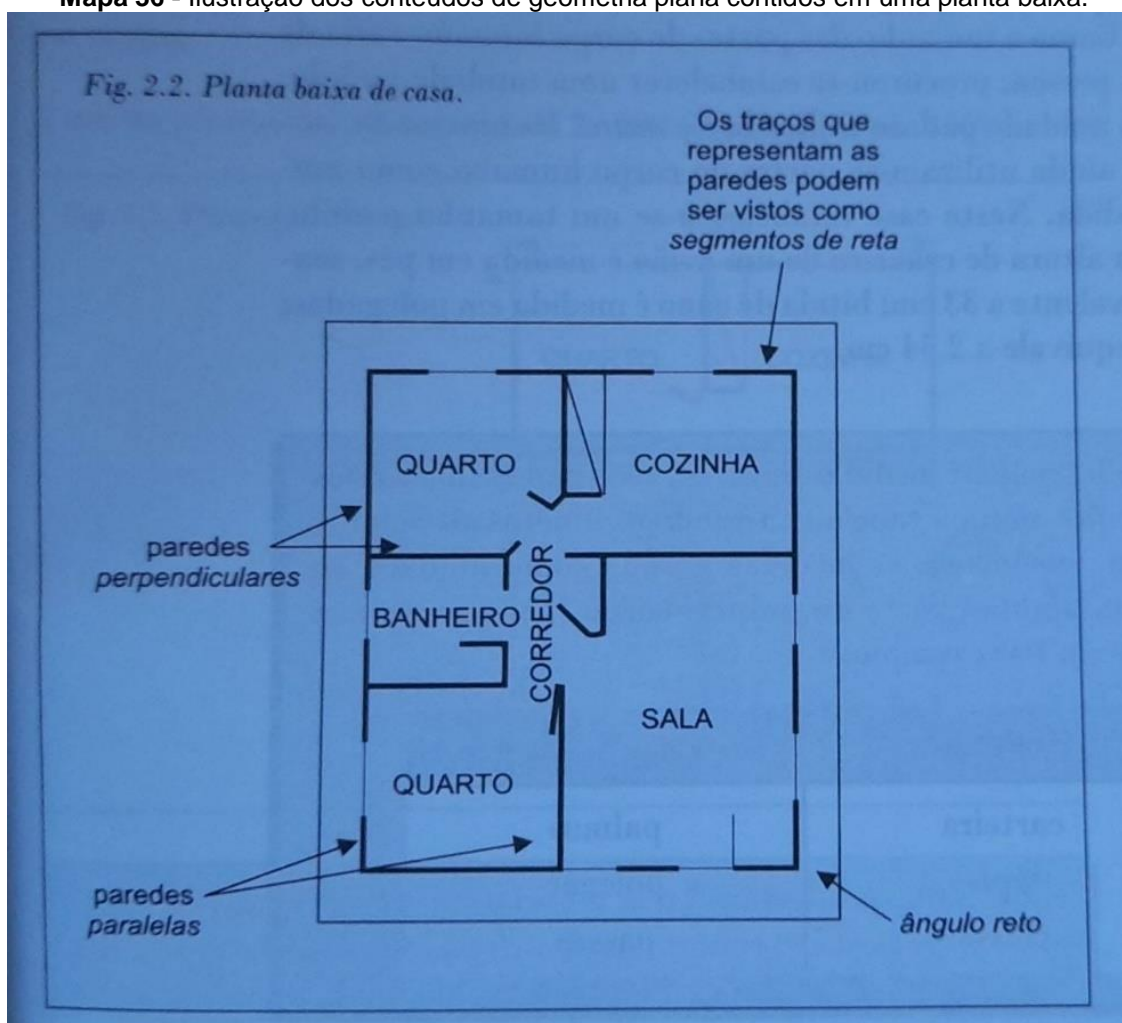
A partir da perspectiva de proporcionalidade, os estudantes serão convidados a desenhar uma planta baixa do cômodo ou da construção que escolheram. Neste momento, o professor deve retomar ao conteúdo de geometria plana, estudados nos anos finais do Ensino Fundamental: os conceitos de reta, semirreta, segmento de reta, plano, ângulos, perímetro, bem como o conceito de figuras como quadrado, triângulo, círculo retângulo e respectivamente as fórmulas para o cálculo de área.

Para tanto, o professor deve utilizar o método ou metodologia que já utiliza em suas aulas, uma vez que já está familiarizado com o mesmo. Para apresentação do conteúdo, por meio de livros e diferentes materiais didáticos, exposição na lousa/quadro, *slides*.

Com base na retomada desses conteúdos, as plantas baixas devem ser desenhadas pelos grupos. Nesse momento, o professor deve indagar aos estudantes, por exemplo: Qual o formato do terreno? É uma casa que segue o formato de um quadrado, um retângulo? E essa praça, ela é circular? Algum cômodo da casa tem um formato diferente? Se tiver uma forma diferente, foi inspirado em quê?

Para orientar os estudantes na construção da planta baixa, o professor pode levar exemplos por meio de imagens, ou até mesmo desenhar na lousa o corte horizontal de uma residência. O Mapa 36 ilustra a divisão de um espaço na perspectiva de uma planta baixa, demonstrando retas, semirretas e ângulos, por exemplo. “Para se fazer uma planta baixa, o primeiro passo é garantir que os segmentos que representam as paredes estejam paralelos e/ou perpendiculares, caso a forma dos interiores seja quadrilátera. As portas e janelas (aberturas) também devem ser indicadas” (BIEMBENGUT; HEIN, 2009, p. 53).

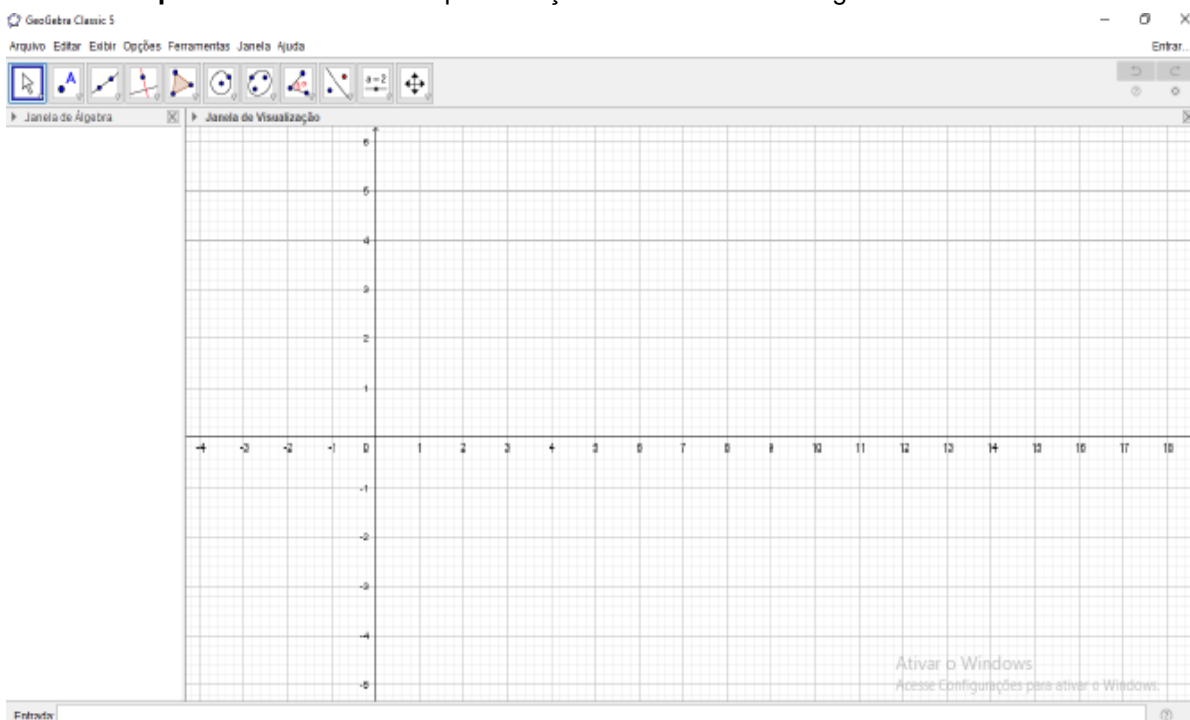
Mapa 36 - Ilustração dos conteúdos de geometria plana contidos em uma planta baixa.



Fonte: Biembengut e Hein (2009, p. 53).

Para a construção da planta baixa podem ser utilizadas folha de papel ofício (papel sulfite)³¹, lápis, borracha, compasso, diferentes formatos de régua, objetos que possam ser usados como decalque, a exemplo o fundo de um copo para fazer um círculo. A planta baixa também pode ser construída pelo *software* Geogebra, caso haja sala de informática na escola. Caso o professor não tenha familiaridade com *software*, recomenda-se acessar o canal “*E agora, matemática?*”³², no qual estão disponíveis vários tutoriais. Para a construção de planta baixa utilizando o Geogebra, serão utilizados os seguintes comandos, seguindo o exemplo da planta de uma casa³³, ilustradas nos Mapas 37, 38, 39, 40, 41 e 42, a seguir.

Mapa 37 – 1º Momento – Apresentação da interface do Geogebra aos estudantes.



Fonte: A autora.

³¹ Folha de papel branca, tamanho A4, modelo padrão utilizado para impressão. Este papel pode ser nomeado de diferentes formas, a depender a região brasileira.

³² Disponível em: https://www.youtube.com/channel/UCSk_HjFKLe8DmYbf7CilfmA Acesso em: 10 fev. 2022.

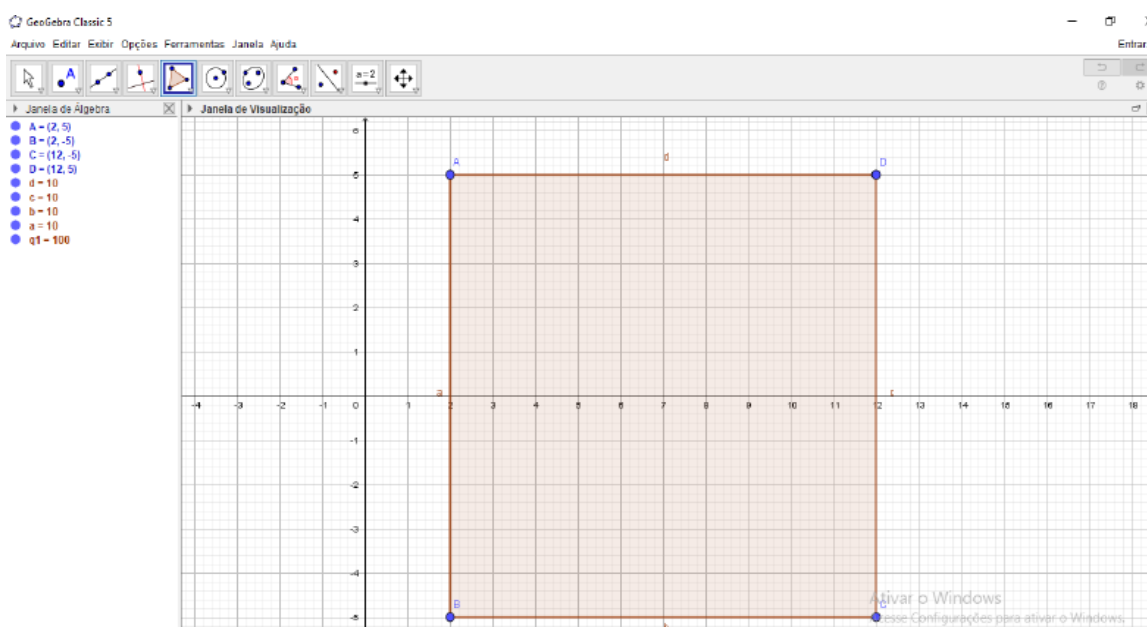
³³ Este passo a passo também pode ser orientado pelas instruções do professor Bruno Fonte, por meio de vídeo no Youtube. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=mnQxA4gKS4k&t=223s> Acesso em: 11 fev. 2022

Mapa 38 - 2º Momento – Seleção da função polígono para definição da forma da construção (no caso de uma praça, pode ser um formato circular, por exemplo).



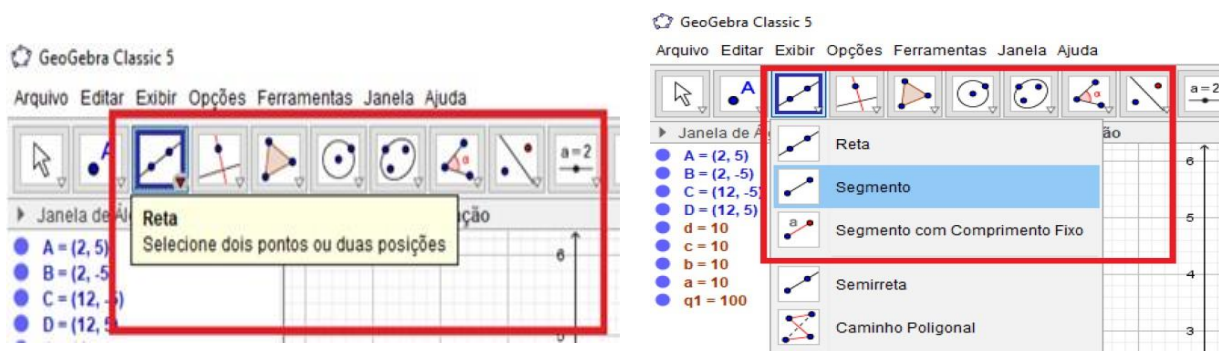
Fonte: A autora.

Mapa 39 - 3º Momento – Definição do tamanho da forma da construção.



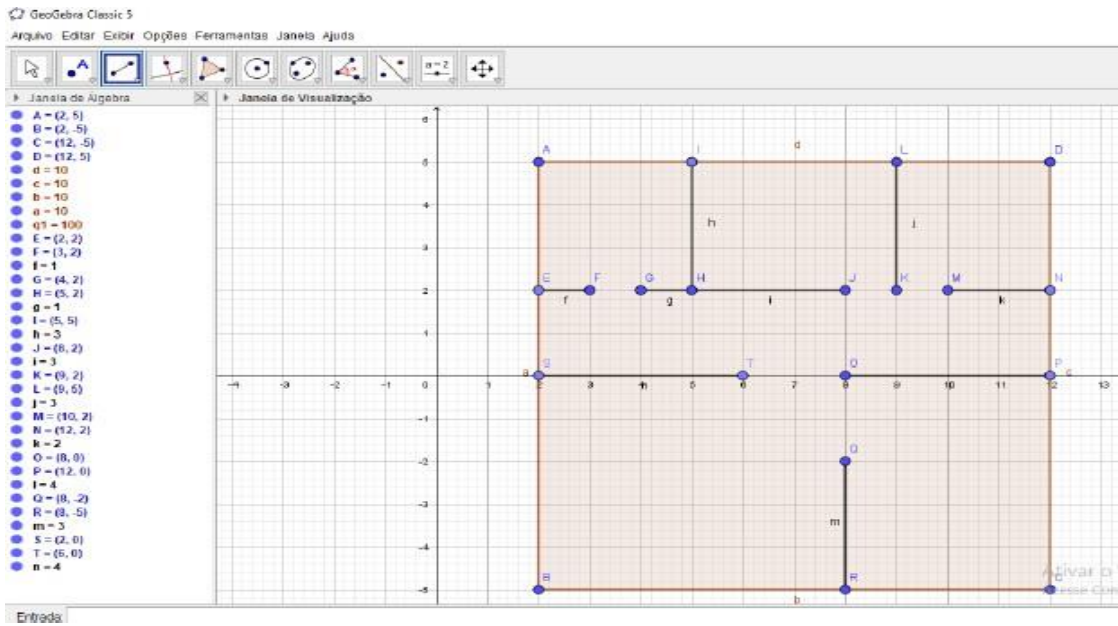
Fonte: A autora.

Mapa 40 - 4º Momento – Identificação do comando reta e segmento de reta para criar os cômodos da casa.



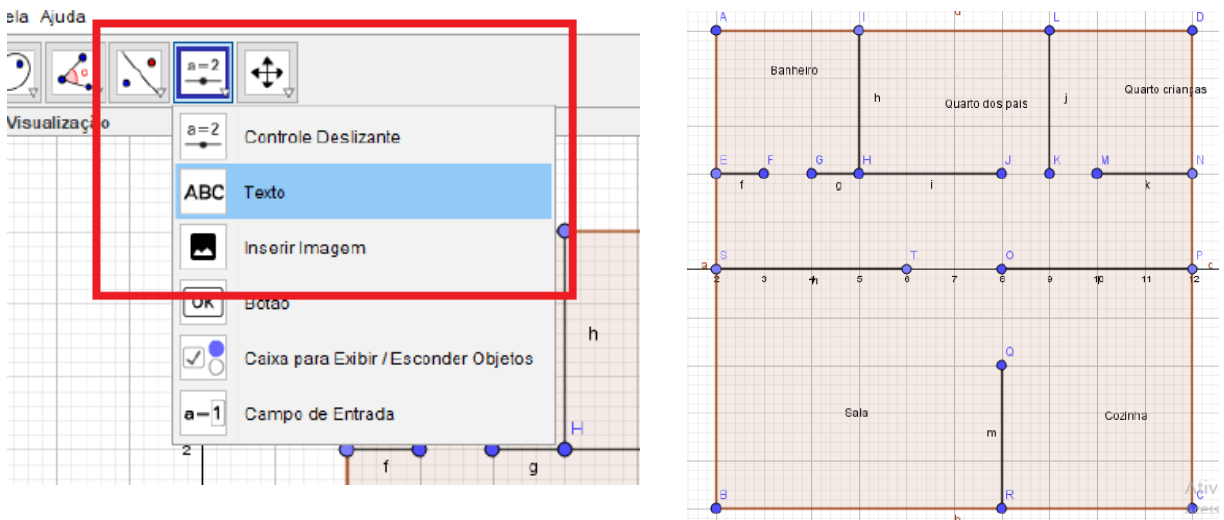
Fonte: A autora.

Mapa 41 - 5º Momento – Divisão dos cômodos com segmentos de reta.



Fonte: A autora.

Mapa 42 - 6º Momento – Uso da função texto para denominar os cômodos da construção.



Fonte: A autora.

Nessa etapa, os estudantes desenvolvem sua criatividade por meio de diferentes hipóteses e possibilidades nas formas dos espaços a serem construídos. Com a planta desenhada, chega o momento de concretizar aquele projeto por meio de uma maquete. Assim, o professor deve retomar as figuras geométricas apresentadas anteriormente e apresentar aos estudantes o cálculo de área e volume dos sólidos.

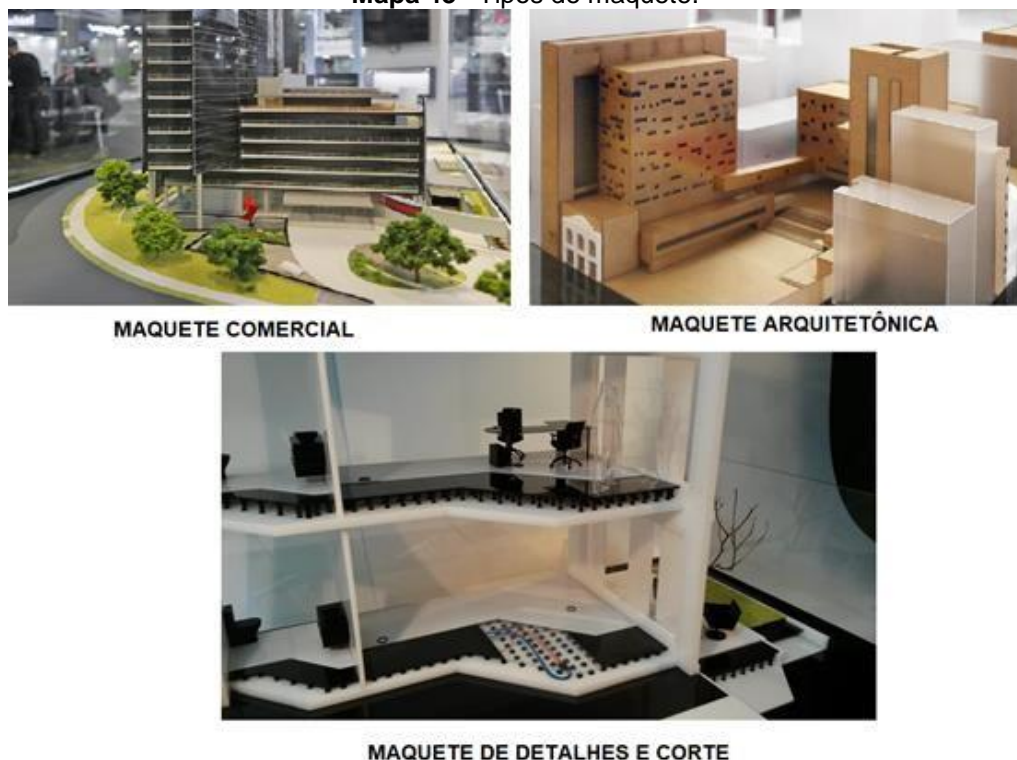
Sugere-se que estes cálculos sejam desenvolvidos da mesma forma que os conteúdos de geometria plana foram retomados/revisados. Assim, para a construção da maquete, é interessante que os estudantes, junto com o professor, possam utilizar materiais recicláveis, como caixa de fósforo e caixas diversas, por exemplo. É interessante que o material reciclado a ser utilizado não seja difícil de cortar, para que os estudantes não se machuquem.

De modo geral, para a construção da maquete é necessário que se tenha uma base, que pode ser feita de isopor, papel ou qualquer material mais resistente, tinta de diversas cores, pincéis, cola quente e bastão e demais objetos de papelaria que possam representar as formas que foram desenhadas na planta baixa. Nesse momento, os grupos e o professor devem exercitar a criatividade para identificar quais materiais podem ser utilizados. É interessante que esse momento seja realizado em consonância com um professor da área de artes, de modo que o mesmo possa estimular a criatividade dos estudantes.

De acordo com o Arquiteto entrevistado, existem diferentes tipos de maquetes. A partir dessa indicação, com base na exploração da literatura, em Mills (2009) foi possível identificar que, dentre elas, estão a maquete comercial, maquete arquitetônica e maquete de detalhes e cortes. A maquete comercial é utilizada para representar uma construção específica, com exploração de detalhes e cores. Essas maquetes são utilizadas usualmente por construtoras para a venda de casas/apartamentos e afins, que ainda não foram construídos.

Tem-se também a maquete arquitetônica, um tipo de maquete sem foco na estética. Nela geralmente são representadas mais de uma construção, como um quarteirão com várias casas e prédios, permitindo a visualização de um espaço referente ao tamanho de um prédio em relação ao outro, largura da rua e proporcionalidades de um terreno.

A maquete de detalhes e cortes permite visualização dos espaços internos de uma construção. Nela é possível observar os detalhes do planejamento de uma residência, proporcionalidade de um cômodo em relação ao outro e posicionamento dos móveis (MILLS, 2009). Esses tipos de maquetes podem ser observados e distinguidos por meio do Mapa 43.

Mapa 43– Tipos de maquete.

Fonte: Adaptado de PDSTUDIO (2020)³⁴.

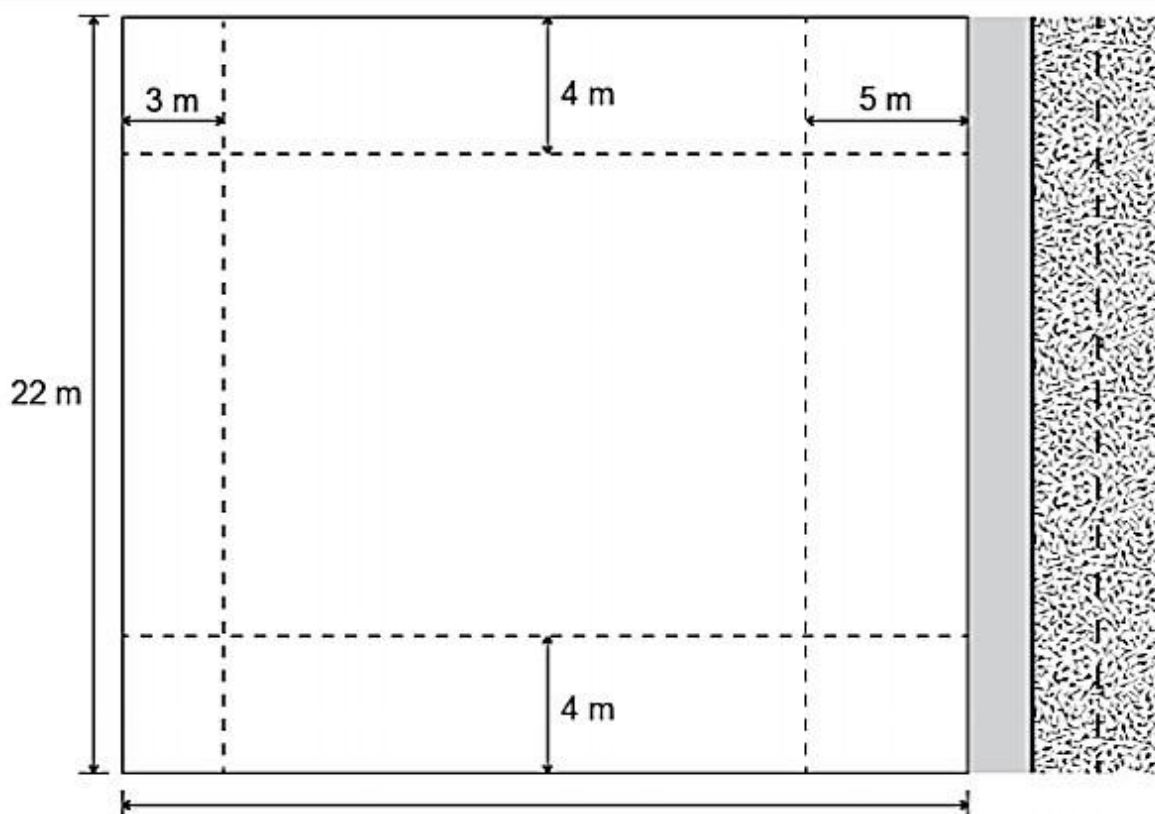
Assim, o professor, em conjunto com os estudantes, pode escolher qual o tipo de maquete desenvolver. Nos momentos de construção dessas maquetes, o professor deve retomar os conteúdos de geometria espacial. Esta retomada deve ser feita a partir de indagações sobre os espaços que estão sendo projetados na maquete a partir da planta baixa, como: Se em uma escala real esta piscina tivesse as dimensões 6 x 8 x 4 metros, qual a quantidade de água necessária para enchê-la? As indagações serão realizadas com base nas construções desenvolvidas pelos estudantes. Dessa forma, o professor necessita ter perspectiva de identificação de onde o cálculo de área e volume pode ser aplicado naquele espaço.

Além disso, é necessário que, ao propor exercícios e até mesmo quando for realizada a aplicação de avaliações, o conteúdo de geometria apareça contextualizado a partir dessa profissão. O Mapa 44, correspondente a uma questão do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), que exemplifica como o conteúdo de geometria pode ser associado à construção.

³⁴ Disponível em: <https://www.pdstudio.com.br/post/os-7-tipos-de-maquetes>. Acesso em: 23 nov. 2021.

Mapa 44- Questão ENEM (2020).

(ENEM 2020 Digital) Uma empresa deseja construir um edifício residencial de 1 pavimentos, num lote retangular de lados medindo 22 e 26 m. Em 3 dos lados do lote serão construídos muros. A frente do prédio será sobre o lado do lote de menor comprimento. Sabe-se que em cada pavimento 32 m^2 serão destinados à área comum (hall de entrada, elevadores e escada), e o restante da área será destinado às unidades habitacionais. A legislação vigente exige que prédios sejam construídos mantendo distâncias mínimas dos limites dos lotes onde se encontram. Em obediência à legislação, o prédio ficará 5 m afastado da rua onde terá sua entrada, 3 m de distância do muro no fundo do lote e 4 m de distância dos muros nas laterais do lote, como mostra a figura.



Fonte: Exercícios resolvidos³⁵.

Similarmente, o professor deve fazer essa contextualização, de modo que se relacione com as construções das maquetes realizadas pelos estudantes.

4.3.4 PRODUTO

³⁵ Disponível em: <https://www.exercicios-resolvidos.com/2021/02/enem-2020-digital-uma-empresa-deseja.html>. Acesso em: 20 set. 2020.

Nesta fase, o professor deve levar os estudantes a interpretar e avaliar o que foi realizado. Assim, os dados iniciais são retomados para discutir o conteúdo matemático abordado. Para tanto, os estudantes devem socializar sobre a formulação dos modelos (plano baixa e maquete) e sobre a importância do tema dentro e fora do contexto escolar.

Deve-se levantar questionamentos, por meio de uma roda de conversa, como: “A partir da exploração dos conteúdos de geometria em paralelo aos processos de criação realizados no trabalho do arquiteto, o estudo de conceitos e cálculos da geometria plana e espacial facilitam a compreensão do conteúdo?”

Além disso, pode ser realizada uma feira para expor as maquetes construídas pelos estudantes para a comunidade escolar. Caso não haja tempo ou espaço para desenvolver uma feira, é interessante que os grupos socializem suas maquetes com os demais grupos da turma.

4.4 PONTOS A SUBLINHAR

A partir das investigações acerca da MM na perspectiva da Educação Matemática e dos processos de criação que envolvem o trabalho do arquiteto urbanista, considera-se que a proposta pedagógica desenvolvida pode propiciar uma aprendizagem dos conteúdos de geometria de forma contextualizada e dinâmica, com vistas à valorização do campo profissional, onde os conteúdos previstos pelo currículo são apresentados aos estudantes por meio da pesquisa/investigação.

Assim, para a construção da planta baixa e da maquete o estudante é levado a utilizar cálculos e conceitos geométricos por meio da experiência. Experiência essa que gera autonomia na tomada de decisões e investigações sobre a temática, levando ao desenvolvimento de um pensamento crítico.

Mesmo que no trabalho do arquiteto não seja usual a produção de maquetes, dadas as diversas indicações pontuais feitas pelo profissional entrevistado, que inclui custos e considerável espaço de tempo aplicado para a confecção, considera-se que as atividades propostas evidenciam o conhecimento e as aproximações sobre a profissão. Embora as maquetes não sejam recorrentes no cotidiano do arquiteto, concluiu-se, ao longo das análises, que para a Educação Básica, essas atividades seriam mais viáveis, uma vez que permitem a manipulação de objetos concretos,

desenvolvendo a criatividade. Além disso, não exigem nenhum tipo de conhecimento computacional, como os necessários para o uso de *softwares* de modelagem em 3D.

Tratando-se de atividades de MM, Biembengut (2016) considera que, para o desenvolvimento desse método, há algumas implicações, dentre elas, uma demanda de carga horária que excede a prevista pelo currículo para o desenvolvimento de um conteúdo programático. Ademais, na proposta pedagógica sugerida nesta pesquisa, é possível pontuar algumas implicações, como possíveis dificuldades de recursos para confecção das maquetes. Embora seja sugerido o uso de materiais reciclados³⁶, podem faltar nas escolas materiais como tinta, tesoura, cola e afins para a confecção das maquetes.

Também, mantendo o foco em processos de criação, sendo o Brasil um país de vasta extensão territorial, diferentes culturas e contextos distintos, talvez, em algumas comunidades, a exploração do trabalho do pedreiro possa se tornar mais interessante.

De acordo Andrade, Couto e Madruga (2018), os conhecimentos empíricos desenvolvidos no trabalho do pedreiro têm uma matemática de caráter prático, que pode ser utilizada na Educação Básica, na formação e construção do conhecimento por meio do olhar das técnicas empregadas nessa profissão, com destaque para a relevância do surgimento de conceitos e formalização do conhecimento por meio da Etnomatemática.

A partir disso, considera-se que, para alguns grupos culturais, essa proposta pode ser adaptada com foco no trabalho do pedreiro, para que sejam evidenciados os saberes deste profissional em paralelo a mestres de obras e serventes de pedreiros, bem como o pensamento matemático utilizado por esses grupos em suas atividades.

4.5 PERSPECTIVA DE CONTINUIDADE

Como perspectiva de continuidade dessa pesquisa, pretende-se desenvolver a proposta pedagógica em diferentes escolas e, conseqüentemente, em diferentes contextos. Também, com base nas indicações de Andrade, Couto e Madruga (2018), acerca do trabalho do pedreiro, levando em consideração que esse profissional trabalha em parceria com arquitetos, tem-se, também, como perspectiva de

³⁶ Material que já teve um uso anteriormente.

continuidade desenvolver a proposta adaptada, com um olhar para as demais profissões que envolvem a construção civil.

Para tanto, tem-se a Etnomatemática como base teórica para tal perspectiva, a qual, assim como a Modelagem Matemática, consiste em uma tendência de Educação Matemática. De acordo com D'Ambrósio (2001), a Etnomatemática se refere à matemática, ao pensamento matemático, praticado por diferentes grupos culturais, de modo que o desenvolvimento dessa tendência em sala de aula tem como intuito a valorização cultural.

Portanto, almeja-se que essas atividades possam despertar a criatividade dos estudantes, possibilitando a identificação da aplicabilidade dos conteúdos matemáticos em seus cotidianos, colaborando com os intuitos do Aprender com Modelagem. Espera-se que os resultados obtidos após a aplicação da proposta pedagógica possam indicar os pontos positivos das atividades, assim como os possíveis obstáculos em torno das mesmas.

CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

Nesse capítulo IV (Mapa de Análise) foi realizada a análise dos dados produzidos com base no capítulo II (Mapa Teórico) e no capítulo III (Mapa de Campo), guiados pelas indicações de análise de Biembengut (2016), que consistem em: retomar os conceitos e definições adotadas; reconhecer quais fenômenos serão classificados como elementos de um sistema de explicação; salientar os processos básicos envolvidos; discriminar de forma minuciosa traços dos diversos entes envolvidos na pesquisa; assimilar diferenças e convergências nos dados produzidos; definir parâmetros para organizar os dados; e tecer avaliações durante e ao final do processo de análise.

Com base nessas indicações, os dados produzidos foram analisados a partir da divisão das categorias/fases: Intenção, Projeção, Criação e Produtos, do Aprender com Modelagem, sendo listadas os processos de criação descritos tanto pelo estudante 2 quanto pelo arquiteto entrevistado. Essas descrições foram comparadas e associadas com as concepções de MM indicadas por Biembengut (2016) e Bassanezi (2015), com foco na ótica criativa do processo.

A análise, a partir dessas comparações e associações, levaram à conclusão de que os conteúdos de geometria plana e geometria espacial, estudados na Educação Básica, dentre conceitos e cálculos, são explorados nos processos de criação do arquiteto. Assim, essa constatação permitiu o desenvolvimento de uma proposta pedagógica de MM, tendo como tema o trabalho do arquiteto para o ensino e aprendizagem da geometria no 3º ano do Ensino Médio.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Esta pesquisa objetivou ***compreender os procedimentos de trabalho do arquiteto para possibilitar a indicação de alternativas, por meio da Modelagem Matemática, que estimulem a aprendizagem de geometria na Educação Básica.***

Para alcançar tal objetivo, foi realizada a produção de dados por meio de entrevista narrativa com três colaboradores: um estudante do 1º semestre do curso de Arquitetura e Urbanismo, um estudante do último semestre e um arquiteto com mais de 14 anos de atuação no mercado de trabalho.

Com base na teoria apresentada em paralelo às entrevistas realizadas, foi possível identificar que as atividades desenvolvidas no trabalho do arquiteto que exprimem processos de criação são similares às etapas de Modelagem Matemática aplicadas para atividades no campo educacional, prescritas por Biembengut (2016) e por Bassanezi (2015).

Tendo como foco o campo educacional, a Modelagem Matemática e os processos que envolvem a criação, utilizou-se como categorias de análise as fases do Aprender com Modelagem, por associar os processos de criação de diferentes campos profissionais com a Modelagem para a educação. São elas: intenção, projeção, criação e produto.

Assim, a partir das fases intenção, projeção criação e produto, foi possível concluir que a *intenção* – momento no qual ocorre a definição de uma temática para construção de um modelo matemático no trabalho do arquiteto, semelhante à escolha do tema – se caracteriza pela definição do que será planejado, podendo ser uma casa, um cômodo ou até mesmo um móvel. A delimitação desse tema advém da necessidade de um cliente/solicitante, que aponta qual espaço deseja construir ou reformar. Para que o espaço seja projetado, é necessário que haja uma intenção por parte de um cliente.

Em seguida, na fase de *projeção*, de acordo com o Aprender com Modelagem, a partir da proposta, as primeiras ideias surgem para posteriormente concretizar a intenção. Assim, na arquitetura, a projeção se dá com base na solicitação, necessidade e problemática indicada pelo cliente, que permitem análise das possibilidades de construção no espaço definido. A partir das indicações e preferências do cliente, surgem as primeiras ideias.

Nesse momento é pontuado o que é possível ou não, sendo mentalizadas diversas possibilidades, com base em pesquisas acerca das questões geográficas do espaço, por exemplo. São desenvolvidos modelos mentais, transpostos em rascunhos em papéis para fixar o que foi pensado e manter uma base para o que será concretizado. Uma série de possibilidades vão surgindo e o arquiteto começa a selecionar ou eliminar o que é viável, de modo a atender à estética e funcionalidade indicada anteriormente pelo cliente.

Com as primeiras ideias mentalizadas, a *criação* emerge, então, é colocado em prática, é concretizado o que foi projetado. Assim, criam-se modelos – esses modelos são plantas baixas, perspectiva em 3D do espaço (modelo em 3D) e até mesmo maquetes. Todas as informações e ideias colhidas nas fases de intenção e projeção são traduzidas na criação desses modelos. Esses modelos consistem no principal produto do arquiteto, uma vez que permite visualização da construção em relação à otimização de espaço, uso de cores, posicionamento de móveis.

Por meio desse modelo, o arquiteto consegue expressar e comunicar ao seu cliente suas ideias e também apresentar aos engenheiros civis, mestres de obras, pedreiros e demais profissionais envolvidos na construção como aquele espaço deve ser concretizado. Assim, tendo um solicitante, após a criação do modelo, é necessário que o arquiteto apresente a planta baixa, modelo 3D e até mesmo uma maquete para o seu cliente analisar se o que foi projetado é satisfatório ou não, dentre suas necessidades e padrões estéticos.

Esse momento de avaliação se assemelha a fase *produto*, do Aprender com Modelagem, na qual é realizada uma análise, reflexão e avaliação acerca do produto obtido, bem como de todas as etapas/fases dos processos de criação que deram origem a esse produto final.

Na arquitetura, assim como nos demais campos profissionais, o produto final pode atender ou não às necessidades e objetivos da intenção inicial. Dessa forma, quando o arquiteto apresenta a planta baixa, o modelo em 3D e/ou maquete ao cliente, este solicitante indica sua satisfação ou não com o mesmo. Caso a avaliação seja positiva, o projeto é levado adiante para a construção com os demais profissionais da área. Caso a avaliação seja negativa, a depender do grau de insatisfação do cliente, o arquiteto faz grandes ou pequenos ajustes no projeto ou o retoma do zero, retornando a fase inicial do processo.

Por meio dessas semelhanças, conclui-se que mesmo não estando associado à teoria do Aprender com Modelagem, o arquiteto, em seu trabalho, segue as premissas da Modelagem Matemática em consonância com processos de criação, sendo notório que há um processo de intuição, pesquisa, criação e avaliação nesse campo profissional, comprovando as correlações indicadas no Aprender com Modelagem.

Por meio dessas constatações que levaram ao desenvolvimento de uma proposta pedagógica a ser desenvolvida com o 3º ano do Ensino Médio, acredita-se que a exploração da temática do trabalho do arquiteto, na Educação Básica, sendo guiada pelas fases do Aprender com Modelagem, pode ser uma experiência que estimule a criatividade e senso crítico dos estudantes, em paralelo a análise do conhecimento matemático.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. M. W.; DIAS, M. R. Um estudo sobre o uso da Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem. **Bolema**, Rio Claro, v. 17, n. 22, p. 19-35, set. 2004.
- ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, K. P.; VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na educação básica**. São Paulo: Contexto, 2011.
- ANDRADE, U.H; COUTO, M.E.S; MADRUGA, Z.E.F Etnomatemática na construção civil: conceitos matemáticos presentes nas ações do pedreiro. **Kiri-Kerê-Pesquisa em Ensino**, 2018.
- BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática na sala de aula. *Perspectiva*, Erechim (RS), v. 27, n. 98, p. 65-74, 2003.
- BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática: O que é? Por quê? Como? **Veritati**, Salvador, n. 4, p. 73-80, 2004.
- BARBOSA, Jonei Cerqueira. Modelagem matemática e os professores: a questão da formação. **Bolema-Boletim de educação matemática**, v. 14, n. 15, p. 5-23, 2001.
- BASSANEZI, R. C. **Modelagem Matemática teoria e prática**. 1ª Edição. São Paulo: Contexto, 2015.
- BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática**. 3ª ed. 2ª reimpressão, São Paulo: Contexto, 2010.
- BASSANEZI, C. R. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. São Paulo: Editora Contexto, 2006.
- BIEMBENGUT, M. S. Concepções e Tendências de Modelagem Matemática na Educação Brasileira. **Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática**, San Pedro, ano 7, v. 10, p. 195-204, 2012.
- BIEMBENGUT, M. S. **Mapeamento na Pesquisa Educacional**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.
- BIEMBENGUT, M. S. 30 Anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 2, p. 07-32, 2009.
- BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem matemática no ensino fundamental**. Blumenau: Edifurb, 2014.
- BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem na Educação Matemática e na Ciência**. 1ª Edição. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.
- BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem matemática no ensino**. 4ª edição. São Paulo: Editora Contexto, 2007.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem matemática no ensino**. 5ª. ed. São Paulo: Contexto, 2010.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Tradução: Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Lisboa: Porto Editora, 2010.

BOYER, C. B.; MERZBACH, Uta C. **História da matemática**. Editora Blucher, 2019.

BRASIL, **Base Nacional Comum Curricular: Educação Infantil e Ensino Fundamental**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2017.

BRASIL, **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

BRASIL, **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm Acesso em: 20 dez. 2020.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Brasília: 2013.

BRASIL, **LDB: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. – 9. ed. – Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2014.

BRASIL, **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. MEC/SEB, Brasília, 2006, v. 2.

BRASIL, **Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN**. Ensino Fundamental. Brasília. MEC/SEF, 1998.

BRASIL, **Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN**. Ensino Médio. Brasília. MEC/SEF, 2000.

BRASIL, **Relatório Nacional – PISA 2018**. Brasília, DF: INEP/MEC.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Matemática, Bacharelado e Licenciatura**. Parecer CES/CNE 1.302/ 2001, homologação publicada no DOU 05/03/2002, Seção 1, p. 15. Resolução CES/CNE 03/2003, publicada no DOU 25/02/2003, Seção 1, p. 13,

BRASIL. Ministério da Educação. **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – Inep. Sinopse Estatística da Educação Superior**, 2017.

BURAK, D. Modelagem Matemática e a sala de aula. In: **I Encontro paranaense de modelagem em Educação Matemática**, 2004, Londrina. Cadernos [...] Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2004, v. 1, n. 1, p. 1-10.

BURAK, D. **Modelagem Matemática: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem.** 1992. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

CABRAL, C. M. **Elementos de geometria plana e espacial no ENEM: um paralelo com a BNCC.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática) – Universidade Federal Da Paraíba Centro de Ciências Exatas e da Natureza Curso de Licenciatura em Matemática Departamento de Matemática. João Pessoa, Paraíba. 2019.

CALDEIRA, A. D. Modelagem Matemática: um outro olhar. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 33-54, 2009.

COSTA, P. R. A. **Processos Criativos e seus casos e acasos: Designers de Interiores.** 2016. Dissertação (Mestrado em Sociologia) – Programa de Pós-graduação em Sociologia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2012.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Etnomatemática - elo entre as tradições e a modernidade.** Autêntica, 2016.

DICIO, **Dicionário Online de Português.** 2020. Disponível em: <<https://www.dicio.com.br>>. Acesso em: 27 dez. 2020.

FIORENTINI, D. Formação de professores que ensinam matemática: um balanço de 25 anos da pesquisa brasileira. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, n. 36, p. 137-160, 2002.

GARDNER, H. **Arte, Mente e Cérebro.** Tradução: Sandra Costa. Porto Alegre: Artmed, 1999.

GARDNER, H. **Cinco mentes para o futuro.** Artmed Editora, 2016.

GATTI, B. Formação de professores no Brasil: características e problemas. **Educação & Sociedade**, v. 31, n. 113, p. 1355-1379, 2010.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed, São Paulo: Atlas. 2008.

GOMEZ, L. S. R. 4P's do Design: uma proposta metodológica não linear de projeto. 2004.142fls. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

INEP, **Portal: Inep divulga dados inéditos sobre fluxo escolar na educação básica.** 20 jun. 2015. Notícias. Disponível em: <http://inep.gov.br/dados>. Acesso em: 08 dez. 2020.

LEMOS, C. C. **O que é arquitetura.** Brasiliense, 1ª ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 2017.

LUBART, T. **Psicologia da criatividade**. Tradução: Márcia Conceição Machado Moraes. Porto Alegre: Artmed, 2007.

MADRUGA, Z. E. F. A modelagem (matemática) implícita nos processos criativos de uma arquiteta. **Revista de Educação Matemática**, v. 18, p. 1-18, 2021.

MADRUGA, Z. E. F. **Processos criativos e valorização da cultura**: Possibilidades de aprender com modelagem. 2016. Tese (Doutorado em educação em ciências e matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

MADRUGA, Z. E. F.; LIMA, V. M. R. Aprender com modelagem: relações entre modelagem (matemática) e processos criativos. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 12, n. 2, p. 241-266, 2019.

MADRUGA, Z. E. F.; LIMA, V. M. R. Aprender com modelagem: expressão de diferentes profissionais em seus processos criativos: Learning with modelling: expression of different professionals in their creative processes. **Revista Cocar**, v. 15, n. 31, 2021.

MADRUGA, Z. E.F; BIEMBENGUT, M. **Modelagem & Aleg (o) rias**: um enredo entre cultura e educação. Appris Editora e Livraria Eireli-ME, 2016.

MADRUGA, Z. E. F.; BIEMBENGUT, M. S. Das Relações entre Modelagem, Etnomatemática e Carnaval: reflexões para aplicação na educação básica. **Fronteiras: journal of social, technological and environmental science**, 2015.

MARTINS, D. A. **A disciplina Modelagem na Educação Matemática na UFMG**: percepção junto a estudantes e egressos do curso de Licenciatura em Matemática. 2017. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

MEYER, J. F. C. A.; CALDEIRA, A. D.; MALHEIROS, A. P. S. **Modelagem em educação matemática**. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2013.

MILLS, C. B. **Projetando com maquetes**. Bookman Editora, 2009.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.

MORANDI, T. A. **Urbanografia e criatividade coletiva**: espaço, tempo e memória na constituição de processos criativos. 2019. Dissertação (Mestrado em Artes, Urbanidades e Sustentabilidade) – Programa Interdepartamental de Pós-Graduação em Artes, Urbanidades e Sustentabilidade, Universidade Federal de São João del-Rei, São João del Rei, 2019.

MOREIRA, M. A. Modelos científicos, modelos mentais, modelagem computacional e modelagem matemática: aspectos epistemológicos e implicações para o

ensino. **Revista brasileira de ensino de ciência e tecnologia**, Ponta Grossa, Vol. 7, no.), p. 1-20, 2014.

NOGUEIRA, V. L. **Uso da Geometria no Cotidiano**. 2017. Secretaria de Estado da Educação – SEED. Jataizinho, 2008. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1850-6.pdf>. Acesso em: 06 dez. 2020.

OBERZINER, A. P. B. **Ensino de matemática no curso de arquitetura: uma proposta por meio de modelação matemática**. 2012. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais e Matemática, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2012.

OSTROWER, F. **Criatividade e processos de criação**. 30ª edição. Petrópolis: Editora Vozes, 2014.

PARADA, A. **Criatividade e processos criativos: diálogos e perspectiva histórico-cultural (2006-2012)**. 2013. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

PIRES, J.; PEREIRA, A. T. C.; GOÇALVES, A. Taxonomias de Geometria da Arquitetura Contemporânea: uma abordagem didática no ensino da modelagem paramétrica na arquitetura. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 12, n. 3, p. 27-46, 2017.

POLLAK, H.O. History of the Teaching of Modeling. 2001.

POLETTINI, A. F. F. História de vida relacionada ao ensino de matemática no estudo dos processos de mudança e desenvolvimento de professores. **Zetetiké**, v. 4, n. 1, p. 29-48, 1996.

QUARTIERI, M. T. **A Modelagem Matemática na escola básica: A mobilização do interesse do aluno e o privilegiamento da matemática escolar**. 2012. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2012.

RIPARDO, R. B.; OLIVEIRA, M. de S.; SILVA, F. H. Modelagem Matemática e Pedagogia de Projetos: aspectos comuns. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 87-116, 2009.

RODRIGUES, M. U. Análise das Questões de Matemática do Novo ENEM (2009 á 2012): Reflexões para Professores de Matemática. In: **Encontro Nacional de Educação Matemática**, XI, 2013. Curitiba. Disponível em: http://sbem.iuri0094.hospedagemdesites.ws/anais/XIENEM/pdf/1029_804_ID.pdf. Acessado em: 1 jun. 2021.

TAMBARUSSI, C. M.; KLÜBER, T. E. A pesquisa em modelagem matemática no âmbito da educação matemática brasileira: um olhar epistemológico. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, Campo Mourão, v. 3, n. 5, 2015.

TESSARO, A. **Modelagem matemática como ambiente de aprendizagem e as representações emergidas de um grupo de alunos do ensino médio sobre suas aulas de matemática.** 2015. 90f. Dissertação (Mestrado em PPG em Ensino na Educação Básica) – Universidade Federal do Espírito Santo – CEUNES, Vitória, 2015.

VALCARCE. P. R. **A Geometria no Ensino da Arquitetura na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – UFRJ.** 2016. Dissertação (Mestrado em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2016.

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado (a) participante (a),

Eu, Maria Luísa Santos Silva, responsável pela pesquisa **“MODELAGEM NA EDUCAÇÃO BÁSICA: RELAÇÕES ENTRE GEOMETRIA E ARQUITETURA”**, estou convidando você a ser participante desta pesquisa, vinculada ao Programa de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus-Bahia. Esta pesquisa pretende compreender os procedimentos de trabalho do arquiteto para possibilitar a indicação de alternativas, por meio da Modelagem Matemática, que estimulem a aprendizagem de geometria na Educação Básica. Acredita-se que a mesma pode contribuir para o desenvolvimento de métodos de ensino de geometria nas aulas de matemática, tendo como participantes um arquiteto e dois estudantes de arquitetura. Na segunda etapa, serão realizadas entrevistas, com todos os participantes da pesquisa, ou seja, um arquiteto e dois estudantes de arquitetura. Para tal, será marcado um horário conveniente para o entrevistado, de modo que não prejudique seus horários de trabalho e/ou demais afazeres. Os participantes irão expor voluntariamente sobre suas práticas, ficando livres para incluírem histórias de vida e experiências que queiram utilizar como exemplos. Durante as narrativas serão feitas perguntas que encaminhem para o esclarecimento de suas ações no que se refere aos blocos de conteúdo: “geometria na arquitetura” e “espaço e forma”. A entrevista será gravada em áudio. Tem-se como possíveis riscos (i) constrangimento do entrevistado ao responder ou não saber responder um dos questionamentos; (ii) cansaço, caso a entrevista se estenda, além de insegurança; (iii) incerteza ao expor algum tipo de opinião sobre a temática. Contudo, tem-se como possíveis benefícios que os resultados deste estudo possam apresentar: contribuição por meio da construção de material e divulgação científica de possibilidades de contextualização do conteúdo geométrico para a Educação Básica, utilizando a Modelagem Matemática como método, que tenha enfoque em estabelecer o cumprimento de desenvolvimento das competências e habilidades indicadas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Portanto, nos casos de constrangimento e demais riscos mencionados acima, os participantes reservam-se o direito de não continuar, seja com as observações, seja com as entrevistas. Todos os horários serão combinados com antecedência. Fica garantido que, quando for necessário exemplificar determinada situação, o nome do participante não será citado, mas substituído por outro nome para preservar sua identidade. Vale lembrar, ainda, que os resultados deste estudo serão utilizados apenas nesta pesquisa e divulgados apenas em eventos e/ou revistas científicas. O participante tem o direito a quaisquer esclarecimentos, antes, durante e depois da pesquisa realizada, tendo, ainda, total liberdade para desistir em qualquer momento da pesquisa.

Esta pesquisa teve os aspectos relativos à Ética da Pesquisa envolvendo Seres Humanos analisados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Estadual de Santa Cruz. Em caso de dúvidas sobre a ética desta pesquisa ou denúncias de abuso, procure o CEP, que fica no Campus Soane Nazaré de Andrade, Rodovia Jorge Amado, KM16, Bairro Salobrinho, Torre Administrativa, 3º andar, CEP 45552-900, Ilhéus, Bahia. Fone (73) 3680-5319. E-mail: cep_uesc@uesc.br. Horário de funcionamento: segunda a quinta-feira, de 8h às 12h e de 13h30 às 16h.

2/2

Caso participe, também terá a liberdade para pedir informações ou esclarecer

qualquer dúvida. Fica garantido que a pesquisa não representa qualquer forma de gasto, tampouco remuneração a você. Garante-se, ainda, que, mesmo não previsto, se o participante tiver gastos decorrentes da pesquisa, será ressarcido. Garante-se, também, o direito à indenização se você tiver qualquer dano decorrente da sua participação na pesquisa. Informa-se que o participante não pagará nada nem receberá pagamento por sua participação. Não há obrigatoriedade em participar da pesquisa e, se não quiser participar, a decisão não trará nenhum prejuízo. A coleta dos dados será realizada via Google Meet. O TCLE assinado pelo pesquisador responsável será enviado via e-mail e o participante deverá se comprometer a assinar, scanear e devolver via e-mail. Então, se está claro para você, peço que assine este documento. Nossos sinceros agradecimentos por sua participação.



Maria Luísa Santos (pesquisadora responsável)

Telefone (73) 9 8802-3315

Email: mlssilva@uesc.br

Eu, _____, aceito participar da pesquisa “MODELAGEM NA EDUCAÇÃO BÁSICA: RELAÇÕES ENTRE GEOMETRIA E ARQUITETURA”. Fui claramente informado que primeiro serei observado em uma aula de matemática e depois responderei a uma entrevista. Foi-me garantido que posso desistir da pesquisa em qualquer momento que eu desejar e que minha identidade será preservada. (Verso da folha).

Ilhéus, ____/____/____

Assinatura do participante

Esta pesquisa teve os aspectos relativos à Ética da Pesquisa envolvendo Seres Humanos analisados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Estadual de Santa Cruz. Em caso de dúvidas sobre a ética desta pesquisa ou denúncias de abuso, procure o CEP, que fica no Campus Soane Nazaré de Andrade, Rodovia Jorge Amado, KM16, Bairro Salobrinho, Torre Administrativa, 3º andar, CEP 45552-900, Ilhéus, Bahia. Fone (73) 3680-5319. E-mail: cep_uesc@uesc.br. Horário de funcionamento: segunda a quinta-feira, de 8h às 12h e de 13h30 às 16h.

APÊNDICE B

ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

Ilhéus, ____ de _____ de 2021.

Essa entrevista faz parte da pesquisa “Modelagem na Educação Básica: relações entre geometria e arquitetura”, a ser realizada na modalidade não presencial, por meio da plataforma gratuita *Google Meet*, tendo por objetivo identificar os sujeitos participantes e seus contextos acadêmicos, visando envolver aspectos relacionados com os conteúdos de geometria abordados na arquitetura.

Mestranda: Maria Luísa Santos Silva
Coordenação do Projeto

- 1ª Inicialmente o participante será cumprimentado;
- 2ª Será realizada uma apresentação pessoal e do Programa de Pós-Graduação ao qual a pesquisa está inserida;
- 3ª Serão apresentados os objetivos das pesquisas e um resumo da fundamentação teórica desenvolvida até então;
- 4ª Apresentação e leitura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), bem como da documentação que comprova que a pesquisa foi autorizada pelo Conselho de Ética (CEP);
- 5ª Tempo para o participante ler a documentação;
- 6ª Solicitação de assinatura e envio do TCLE assinado;
(a entrevista tem caráter narrativo, portanto, não serão realizadas perguntas específicas ao participante, apenas solicitação de informações sobre determinadas práticas)
- 7ª Solicitação de informações acerca dos conteúdos geométricos abordados na área da Arquitetura e Urbanismo que o participante estudou ou utiliza em sua prática.
- 8ª Finalização da entrevista.