



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS  
CAMPUS DE ARAGUAÍNA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E  
MATEMÁTICA**

**LUIS CARLOS DOS SANTOS MOURA JUNIOR**

**A MODELAGEM MATEMÁTICA E O CASO DA SILAGEM  
DE MILHO NO ASSENTAMENTO RIO PRETO/TO**

Araguaína/TO  
2023

**LUIS CARLOS DOS SANTOS MOURA JUNIOR**

**A MODELAGEM MATEMÁTICA E O CASO DA SILAGEM  
DE MILHO NO ASSENTAMENTO RIO PRETO/TO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Norte do Tocantins, avaliada para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Deive Barbosa Alves

Araguaína/TO  
2023

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

- M929m Moura Junior, Luis Carlos dos Santos.  
A Modelagem Matemática e o caso da silagem de milho no Assentamento Rio Preto/TO. / Luis Carlos dos Santos Moura Junior. – Araguaína, TO, 2023.  
145 f.
- Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Ensino de Ciências e Matemática, 2023.  
Orientador: Deive Barbosa Alves
1. Modelagem Matemática Significativa Crítica. 2. Aprendizagem Significativa Crítica. 3. Educação Matemática Crítica. 4. Educação do Campo.  
I. Título

**CDD 510**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

## FOLHA DE APROVAÇÃO

LUIS CARLOS DOS SANTOS MOURA JUNIOR

### A MODELAGEM MATEMÁTICA E O CASO DA SILAGEM DE MILHO NO ASSENTAMENTO RIO PRETO/TO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Norte do Tocantins, avaliada para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 22 / 09 / 2023

Banca Examinadora:



---

Prof. Dr. Deive Barbosa Alves, PPGE Cim – UFNT  
Orientador



---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Elisângela Aparecida Pereira de Melo, PPGE Cim – UFNT  
Examinador Interno



---

Prof. Dr. Gerson Ribeiro Bacury, PPGE – UFAM  
Examinador Externo

Araguaína, 2023

*A minha família:*

*Airta Maria Almeida, por ter a oportunidade de aprender com seus ensinamentos de vida que me guiam no meu fazer e ser, como pessoa e como pesquisador. Te amo profundamente minha mãe.*

*Matheus Almeida Moura, meu irmão, por me apoiar e auxiliar no realizar da minha formação continuada. Maria Alcineia Almeida, minha tia, por ter oportunizado em ter bases iniciais para os meus estudos na Educação Básica.*

*Jhennyfer Caroline da Silva Almeida, minha parceira, por ter estado ao meu lado por todos esses anos e me apoiando.*

*Eu dedico esta pesquisa a vocês.*

*Valeu a pena? Tudo vale a pena  
Se a alma não é pequena  
Quem quer passar além do Bojador  
Tem que passar além da dor  
Deus ao mar o perigo e o abismo deu,  
Mas nele é que espelhou o céu  
(Fernando Pessoa)*

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, expresso minha gratidão a Deus por me proporcionar uma família que me ensinou valores fundamentais para a vida, bem como por me permitir conhecer pessoas que me auxiliaram ao longo desta jornada.

Agradeço ao meu orientador, o Prof. Dr. Deive Barbosa Alves, por ter aceitado me orientar e possibilitar o desenvolvimento deste projeto de pesquisa.

A Profa. Dra. Elisângela Aparecida Pereira de Melo, que, por meio de suas aulas, conversas e sugestões, direcionou meu foco para a escrita e a forma de conceber produções acadêmicas, permitindo-me abordar a investigação de forma humanizada, e também por sua disponibilidade em me receber em Araguaína.

Agradeço ao Prof. Dr. Gerson Ribeiro Bacury por me proporcionar leituras e reflexões para a elaboração do capítulo teórico-metodológico desta pesquisa, bem como por sua contribuição na minha formação como professor de Matemática, no entendimento da Educação Básica e no apoio à minha jornada como pesquisador. Expresso meus mais sinceros agradecimentos.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECim), que, por meio de suas aulas, leituras e diálogos, contribuíram para minha compreensão e desenvolvimento da pesquisa.

Aos colegas de mestrado do PPGECim, em especial ao Kelson Feitosa da Silva, que desempenhou um papel fundamental na realização desta pesquisa, me conduzindo ao Assentamento Rio Preto e prestando assistência quando necessário.

A comunidade do Projeto de Assentamento Rio Preto, especialmente Dona Justina, Seu Cabecinha, Seu Gabriel e Seu Vicente, por me receberem calorosamente e proporcionarem experiências que ficarão guardadas em minhas memórias.

Ao Seu Basilo, Manoel Rodrigues Feitosa, por sua gentileza ao me hospedar durante minha estadia no Assentamento e por compartilhar seu conhecimento sobre o cultivo de milho, mandioca, cubação de terra, produção de farinha e outras informações essenciais para esta pesquisa. Sempre lembrarei e serei grato.

A escola parceira onde a pesquisa foi realizada, na pessoa da coordenadora Jeane, por autorizar o uso da biblioteca e do campo de futebol para as aulas e atividades.

Aos oito estudantes e participantes da pesquisa, cuja colaboração foi fundamental para a realização deste trabalho acadêmico.

Ao grupo de pesquisa GEPIMat/UFAM, que estabeleceu as bases durante minha formação inicial e contínua como professor de Matemática, contribuindo para minha reflexão sobre o ensino da Matemática em sala de aula. Agradeço também ao Prof. Me. Domingos Anselmo Moura da Silva por me apresentar à Teoria da Aprendizagem Significativa.

A minha prima Alexandra, que me auxiliou em trabalhos escolares e exercícios de Matemática, e aos meus primos Elane e George, por contribuírem para que eu pudesse ir para Araguaína. Também dedico esta pesquisa à memória dos meus avós maternos, José Ataliba e Maria Eluina.

Por fim, expresso meu agradecimento ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) por possibilitar a realização desta pesquisa.

## RESUMO

Esta Dissertação versa sobre a construção e o desenvolvimento de uma Aprendizagem Significativa com base nos estudos de Ausubel; Novak; Hanesian (1963), bem como na Crítica utilizando da Matemática, sob égide de Moreira (2000), para os estudantes de uma escola localizada em um Assentamento no Estado do Tocantins, tendo a Modelagem Matemática (Biembengut; Heim, 2000) como estratégia de ensino e aprendizagem. Nessa direção, em meio aos obstáculos que orbitam esse processo educacional, indagamos em nossa pesquisa: *como a Modelagem Matemática pode proporcionar um Ensino e Aprendizagem Significativo e Crítico nas práticas cotidianas de estudantes do Assentamento Rio Preto/TO?* Tendo como caminho para buscar respostas à nossa questão, o objetivo de *compreender a Modelagem Matemática como estratégia de Ensino e Aprendizagem Significativo e Crítico nas práticas cotidianas de estudantes do Assentamento Rio Preto/TO*. No que tange aos procedimentos metodológicos, optamos pela abordagem qualitativa (OLIVEIRA, 2007), na qual os conhecimentos são concebidos como um processo socialmente construído por meio da realidade, sendo investigado em profundidade e em seu contexto real, por isso recorreremos à pesquisa do tipo Estudo de Caso (YIN, 2015), em que os limites entre o fenômeno e o contexto não podem ser claramente evidentes, consideradas suas múltiplas dimensões, posto que a pesquisa se passou no Assentamento Rio Preto, localizado em Araguaína/TO, tendo como membros participantes os estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, com os quais vivemos e acompanhamos o desenvolvimento de práticas com a Modelagem Matemática advindas de todo o processo da Silagem do Milho. As informações recolhidas são provenientes da: observação participante, entrevista e mapa conceitual; e para a análise, empregamos a Combinação de Padrão (SINKOVICS, 2018), que envolve a comparação de um padrão teórico – em nosso caso, a Aprendizagem Significativa e a Aprendizagem Significativa Crítica – previsto, com um padrão empírico observado – nesse estudo, o processo da Silagem do Milho. Quanto aos resultados, verificamos as potencialidades da “Modelagem Matemática Significativa Crítica” enquanto estratégia para a sala de aula, em que os conhecimentos matemáticos são dialogados em conjunto com os conceitos dos estudantes e suas experiências, trazendo situações-problema advindas do seu cotidiano para serem problematizadas e criticadas no ambiente escolar.

**Palavras-chaves:** Modelagem Matemática Significativa Crítica. Educação Matemática Crítica. Aprendizagem Significativa Crítica. Ensino Fundamental. Educação do Campo.

## ABSTRACT

This Dissertation focuses on the construction and development of Meaningful Learning based on the studies of Ausubel, Novak, and Hanesian (1963), as well as Critical thinking using Mathematics, under the guidance of Moreira (2000), for students in a school located in a Settlement in the state of Tocantins. It employs Mathematical Modeling (Biembengut and Heim, 2000) as a teaching and learning strategy. In the midst of the obstacles that surround this educational process, our research question is: *How can Mathematical Modeling provide Meaningful and Critical Teaching and Learning in the daily practices of students from the Rio Preto Settlement in Tocantins?* To seek answers to our question, the objective is to *understand Mathematical Modeling as a estrategy for Meaningful and Critical Teaching and Learning in the daily practices of students from the Rio Preto Settlement in Tocantins.* Regarding the methodological procedures, we opted for the qualitative approach (OLIVEIRA, 2007), in which knowledge is conceived as a socially constructed process through reality and is investigated in-depth and in its real context. Therefore, we conducted a Case Study (YIN, 2015) since the boundaries between the phenomenon and the context cannot be clearly evident, given their multiple dimensions. The research took place in the Rio Preto Settlement located in Araguaína, Tocantins, and the participant members were students in the 9th grade of Elementary School, with whom we lived and followed the development of practices with Mathematical Modeling stemming from the entire process of Corn Silage. The collected information comes from participant observation, interviews, and concept mapping, and for analysis, we used Pattern Combination (SINKOVICS, 2018), which involves comparing a theoretical pattern – in our case, Meaningful Learning and Critical Meaningful Learning – with an observed empirical pattern. In this study, the process of Corn Silage. Regarding the results, we observed the potential of "Critical Meaningful Mathematical Modeling" as a classroom strategy in which mathematical knowledge is discussed together with students' concepts and experiences, bringing real-life problem situations from their daily lives to be problematized and critically examined in the school environment.

**Key-words:** Critical Meaningful Mathematical Modeling. Critical Mathematics Education. Critical Meaningful Learning. Elementary School. Countryside Education.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1:</b> Visão esquemática do contínuo aprendizagem significativa-aprendizagem mecânica .....	37
<b>Figura 2:</b> Dinâmica da Modelagem Matemática .....	46
<b>Figura 3:</b> Mapeamento Projeto Rio Preto 1º etapa e local da pesquisa .....	68
<b>Figura 4:</b> Produção da farinha no Assentamento Rio Preto .....	70
<b>Figura 5:</b> Práticas de cubação de terra .....	71
<b>Figura 6:</b> Locais das observações: sala de aula/biblioteca e campo da Escola .....	76
<b>Figura 7:</b> Representação de um mapa conceitual a partir de sua hierarquização .....	79
<b>Figura 8:</b> Mapa conceitual elaborado a partir do tema Assentamento Rio Preto e os conceitos desenvolvidos para a elaboração da pesquisa.....	81
<b>Figura 9:</b> Lógica geral da Combinação de Padrão.....	84
<b>Figura 10:</b> Mapa conceitual inicial – Estudante E1 .....	87
<b>Figura 11:</b> Mapa conceitual inicial – Estudante E6.....	88
<b>Figura 12:</b> Situação-problema inicial de plantação de milho.....	90
<b>Figura 13:</b> Realização da plantação pelos estudantes .....	91
<b>Figura 14:</b> Medindo as distâncias entre plantas.....	92
<b>Figura 15:</b> Levantamento de dados para a plantação de milho .....	95
<b>Figura 16:</b> Iteração de plantação de milho .....	96
<b>Figura 17:</b> Mapa conceitual sobre plantação de milho .....	97
<b>Figura 18:</b> Medindo a área do terreno para a cubação de terra .....	99
<b>Figura 19:</b> Construção de áreas utilizando o material dourado .....	101
<b>Figura 20:</b> Construção de áreas com folha quadriculada e cálculo da área do campo de plantação por meio da cubação de terra.....	102
<b>Figura 21:</b> Aula tradicionais para ensino de tópicos matemáticos .....	102
<b>Figura 22:</b> Cálculos para a função correspondente ao lucro da silagem.....	105
<b>Figura 23:</b> Função do lucro da silagem de milho .....	106
<b>Figura 24:</b> Mapa conceitual final – plantação de milho.....	109
<b>Figura 25:</b> Modelagem Matemática Significativa Crítica.....	118

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1:</b> Mapeamento de dissertações relacionadas a pesquisa .....	54
<b>Quadro 2:</b> Critérios de escolha e inclusão.....	72
<b>Quadro 3:</b> Participantes da pesquisa.....	73
<b>Quadro 4:</b> Modelo matemático desenvolvido – lucro da silagem.....	104

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AFIRSE	Associação Francófona de Pesquisa Científica em Educação
AM	Amazonas
ASC	Aprendizagem Significativa Crítica
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CREMM	Centro de Referência de Modelagem Matemática no Ensino
E	Estudante
E.F.	Ensino Fundamental
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
ESBAM	Escola Superior Batista do Amazonas
FACED	Faculdade de Educação
FDA	Fibra em Detergente Ácido
FND	Fibra em Detergente Neutro
GEPIMat	Grupo de Estudo e Pesquisa de Práticas Investigativas em Educação
Matemática	
h	hora
ha	Hectares
IEMCI	Instituto de Educação Matemática e Científica
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
kg	Quilo
m <sup>2</sup>	Metros quadrados
MST	Movimento dos Trabalhadores Sem Terra
PA	Projeto de Assentamento
PACE	Programa Atividade Curricular de Extensão
PPGECim	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
PUC	Pontifícia Universidade de São Paulo
PUC/SP	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
<i>RPG</i>	<i>Role-Playing Game</i>
SECT-ICE	Semana de Ciência e Tecnologia do ICE
SEMED	Secretaria Municipal de Educação
SISU	Sistema de Seleção Unificada
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
TASC	Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TO	Tocantins
UAI	Unidade de Análise Integrada
UEA	Universidade Estadual do Amazonas
UEPS	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa
UFAL	Universidade Federal de Alagoas
UFAM	Universidade Federal do Amazonas
UFMS	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
UFPA	Universidade Federal do Pará
UNIVC	Centro Universitário Vale do Cricaré

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO I – DAS MINHAS MEMÓRIAS DO ENSINO BÁSICO À CONSTITUIÇÃO COMO PROFESSOR DE MATEMÁTICA .....</b>	<b>18</b>
Lembranças da Educação Básica .....	18
O processo formativo na Licenciatura e na Especialização .....	21
<b>CAPÍTULO II – DOS OLHARES ENTRE TEORIA E PRÁTICA: MODELAGEM MATEMÁTICA E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA.....</b>	<b>33</b>
Aprendizagem Significativa .....	33
Aprendizagem Significativa Crítica.....	38
Modelagem Matemática como estratégia de ensino com pesquisa em sala de aula.....	43
Correlacionando Modelagem Matemática, Aprendizagem Significativa e Aprendizagem Significativa Crítica.....	49
Mapeamento de pesquisas contendo a relação entre a Modelagem Matemática e a Aprendizagem Significativa Crítica em práticas cotidianas de estudantes .....	53
<b>CAPÍTULO III – O CAMINHAR METODOLÓGICO DA PESQUISA.....</b>	<b>64</b>
Aspectos teórico-metodológico da pesquisa.....	64
Apresentando o caso .....	66
O <i>locus</i> da pesquisa.....	67
Os estudantes participantes da pesquisa e os critérios de seleção .....	71
Instrumentos para a produção de evidências .....	73
<i>Observação participante</i> .....	74
<i>Entrevista</i> .....	76
<i>Mapa conceitual</i> .....	78
Aspectos éticos da pesquisa.....	82
Instrumentos para a análise das evidências .....	83
<b>CAPÍTULO IV – ANALISANDO AS EVIDÊNCIAS REGISTRADAS EM CAMPO... 86</b>	<b>86</b>

Interação .....	86
Matematização .....	96
Modelo Matemático .....	104
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>116</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>122</b>
<b>ANEXO A – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE) ....</b>	<b>130</b>
<b>ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE). 133</b>	
<b>ANEXO C – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE GRAVAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE VOZ E IMAGEM (ESTUDANTE).....</b>	<b>136</b>
<b>ANEXO D – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE GRAVAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE VOZ E IMAGEM (PAI/RESPONSÁVEL) .....</b>	<b>137</b>
<b>ANEXO E – OFÍCIO/SEMED N° 1126/2021.....</b>	<b>138</b>
<b>ANEXO F – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP N° 5.349.057.....</b>	<b>139</b>
<b>APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA .....</b>	<b>145</b>

## APRESENTAÇÃO

Com base nas experiências enquanto estudante do ensino básico e no curso de Licenciatura em Matemática, é possível observar a variedade de metodologias adotadas pelos professores para o ensino dos conteúdos matemáticos. Essas ações pedagógicas abrangem desde aulas expositivas, centradas na reprodução de informações e na resolução de questões do livro didático para preparação de avaliações, até aquelas em que o estudante assume um papel mais ativo, participando de diálogos, experimentos de campo e envolvido em atividades durante as aulas.

Ao ponderar sobre esses tipos de aulas conduzidas e a forma como os conhecimentos matemáticos são adquiridos, fomos instigados a desenvolver reflexões mais profundas acerca do processo de aprendizagem em sala de aula, da importância da abordagem crítica e da relação entre a Matemática e suas aplicações em situações do cotidiano. Nesse sentido, apresentamos as teorias da Aprendizagem Significativa e da Aprendizagem Significativa Crítica, a serem entrelaçadas com a estratégia de ensino e aprendizagem da Modelagem Matemática, com o propósito de instigar mudanças e transformações na maneira como os estudantes percebem e utilizam a Matemática em seu cotidiano.

Dentro desse propósito, investigamos nesta pesquisa ao utilizar da Modelagem Matemática em conjunto com a Aprendizagem Significativa e a Aprendizagem Significativa Crítica, implementadas em uma escola situada no Projeto de Assentamento Rio Preto, localizado no município de Araguaína/TO.

A constituição dessa investigação teve origem nos procedimentos de Modelagem Matemática, envolvendo atividades práticas tanto em campo quanto em sala de aula, os quais foram realizadas investigações para coleta de dados, desenvolvimento de mapas conceituais e diálogos visando à compreensão do tema abordado sobre plantação de milho e de silagem, buscando solucionar uma situação-problema oriunda da realidade dos estudantes do Assentamento.

Destas propositivas, estruturamos diálogos em nossa pesquisa intitulada: “A Modelagem Matemática e o caso da Silagem de Milho no Assentamento Rio Preto/TO”, apresentado ao longo de quatro capítulos e de suas seções que o compõem.

Desse modo, estruturamos os capítulos a partir das leituras e reflexões em relação ao contexto da pesquisa, dos embasamentos teóricos, da estruturação da estratégia de ensino e aprendizagem da Matemática, do percurso metodológico, dos instrumentos utilizados e das

evidências produzidas e analisadas a partir das atividades realizadas com os estudantes em campo.

Dessa forma, no Capítulo I, intitulado “Das minhas memórias do ensino básico à constituição como professor de Matemática”, apresentamos, por meio de um memorial descritivo e analítico, a autobiografia do autor. Iniciamos percorrendo os caminhos formativos, desde a educação na Escola Básica até a conclusão do curso de Licenciatura em Matemática, abordando as experiências em grupos de pesquisa e o processo de constituição como professor de Matemática. Estes passos convergiram para a formulação da questão de investigação e a definição dos objetivos do estudo.

No Capítulo II, intitulado “Dos olhares entre teoria e prática: Modelagem Matemática e Aprendizagem Significativa Crítica”, apresenta-se as bases teóricas e da estratégia empregada para os estudantes em sala de aula, tal como as correlações entre eles. Para conhecermos e compreendermos nosso objeto de estudo – Modelagem Matemática como estratégia de Ensino e Aprendizagem Significativo e Crítico na prática do cotidiano de estudantes de Assentamento – realizamos um mapeamento em teses e dissertações nas áreas de Ensino de Ciências e Matemática e Educação Matemática.

No Capítulo III, intitulado “O caminhar metodológico da pesquisa”, descrevemos os percursos adotados, perpassando por nossos olhares sobre o contexto do estudo, como o *locus* da pesquisa e os participantes. Nesse caminho, optamos pela abordagem qualitativa e do tipo Estudo de Caso e suas ferramentas para a produção de evidências e análise, respectivamente proposto por Oliveira (2007) e Yin (2015), dada a característica do estudo, ou seja, compreender a Modelagem Matemática meio a Aprendizagem Significativa e Crítica a partir das práticas cotidianas de estudantes do Assentamento Rio Preto.

No Capítulo IV, intitulado “Analisando as evidências registradas em campo”, inclui as análises da pesquisa ao utilizar as atividades de Modelagem Matemática e as evidências da Aprendizagem Significativa e Crítica dos estudantes, por meio dos mapas conceituais desenvolvidos e das entrevistas realizadas.

Contemplando este estudo, apresentamos as referências utilizadas e consultadas para a constituição dessa investigação, o apêndice e anexos referentes aos termos livre e de assentimento livre esclarecido, autorização de uso de imagens e falas, parecer consubstanciado do Comitê de Ética (CEP), a autorização da escola para a sua realização e o roteiro de entrevista.

## **CAPÍTULO I – DAS MINHAS MEMÓRIAS DO ENSINO BÁSICO À CONSTITUIÇÃO COMO PROFESSOR DE MATEMÁTICA**

Neste primeiro capítulo, compartilho<sup>1</sup> detalhes sobre minha trajetória educacional e formativa, explorando minhas reflexões acerca das experiências vivenciadas, conectando-as à temática e ao objeto de pesquisa que estão sendo investigados. Ao iniciar este memorial narrativo e analítico, recordo e reflito sobre o desenvolvimento ao longo da minha jornada escolar e acadêmica, reconhecendo a influência das pessoas que me ensinaram e orientaram durante esse percurso.

O aprimoramento dos meus conhecimentos e a construção da minha identidade estão intrinsecamente ligados aos ensinamentos dos professores, ao apoio dos amigos e à base familiar que me impulsionaram a avançar nos estudos. Destaco, com especial carinho, minha mãe, Airta Maria Almeida, como fonte de motivação e inspiração, exercendo um papel fundamental em minha formação e no direcionamento das minhas ações e valores.

Dessa maneira, nas próximas seções, delinheiro os diversos estágios da minha formação, desde as recordações da Educação Básica até a Graduação em Licenciatura em Matemática, passando pela participação no Grupo de Pesquisa, a conclusão da Especialização e ao ingresso no Mestrado. Essa trajetória não apenas me conduziu à profissão de professor, mas também me consolidou como um pesquisador na área da Educação Matemática.

### **Lembranças da Educação Básica**

A minha Educação Básica transcorreu entre escolas particulares e públicas na cidade de Manaus/AM. Ao relembrar esse período, trago à mente a minha trajetória escolar, marcada por professores que adotaram diversas abordagens em suas aulas, por meio de metodologias tradicionais, fundamentadas no uso do livro didático, da lousa e do pincel, além de ações que considero diferentes, como a realização de debates, experimentos em laboratório e a oportunidade dada aos estudantes para assumirem papéis de coordenadores ou auxiliares nas aulas.

A partir dessas últimas práticas mencionadas, foi-me mostrado a perspectiva em ser participativo, que a partir dessa vivência, zelo em conduzir esta didática nesta pesquisa. Desta maneira, oportunizar que o estudante tenha protagonismo em seu ensino contribui, como

---

<sup>1</sup> Este capítulo, por ser um memorial descritivo e analítico, é relatado, a partir das memórias do autor, parte de sua trajetória de vida e de formação educativa, abordando os caminhos que vão de encontro com o tema e objeto de pesquisa desenvolvido. Por este envolvimento, é empregado a primeira e terceira pessoa do singular.

abordado por Coutinho; Miranda (2019, p. 222), em “[...] reflexões profundas sobre conteúdos abordados e escolhas de estratégias de ensino que visem despertar o interesse dos alunos para os conhecimentos das Ciências”, proporcionando diferentes perspectivas no contexto escolar, contribuindo para que possua destaque e responsabilidades para o seu aprendizado.

Finalizado o Ensino Médio no final do ano de 2010, ocorrem os vestibulares para ingressar no Educação Superior, pelo Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e no vestibular da Universidade Estadual do Amazonas (UEA), ambos escolhidos para o curso de Engenharia Mecânica, conduzido por me inspirar na profissão de minha prima.

No entanto, não obtive êxito naquele ano, matriculando-me no ano seguinte em um curso de pré-vestibular para me preparar melhor para as provas. Nesse novo ambiente, deparei-me com diferentes abordagens didáticas em comparação com as dos professores da Educação Básica, em que o foco do ensino estava na memorização de estratégias conhecidas como “macetes”<sup>2</sup> para responder às provas dos vestibulares.

Ao refletir sobre esse tipo de ensino, me deparei que ela não corresponde ao entendimento sobre o assunto estudado, principalmente de Matemática, mas para a sua decoração por meio de passos e estratégias mecânicas para encontrar o resultado de um determinado problema de maneira rápida, não sendo necessário a compreensão do seu processo e raciocínio.

Diante desse enfoque adotado, percebia-se a interpretação dos professores e/ou da instituição de que “[...] estudar é memorizar conteúdos mecanicamente, sem significados. O que se espera do educando é a memorização dos conteúdos nele depositados. A compreensão e a significação não são requisitos, a memorização mecânica sim” (MOREIRA, 2017, p. 5). Ao refletir, recordo que tais práticas me conduziram à necessidade de reaprender os conteúdos para prosseguir com os estudos na Educação Superior.

Assim, no final de 2012, realizo novamente os vestibulares, porém, não alcançando nota o suficiente para a Engenharia, me direcionando a outra faculdade, adentrando ao curso de Pedagogia.

Assim, em 2013, ingresso no curso de Pedagogia na Universidade Federal do Estado do Amazonas (UFAM). Nessa nova jornada, vivencio a universidade através da participação em palestras e em cursos de extensão, culminando em ser convidado para integrar um Programa de Atividade Curricular de Extensão (PACE), denominado “O cotidiano escolar: construindo habilidades na leitura e na escrita”, o qual me proporcionou os primeiros contatos e olhares para

---

<sup>2</sup> Simplificações do conteúdo por meio de siglas, frases ou rimas para fixar algum assunto.

a atuação como professor, estagiando em uma Escola Municipal de Ensino Fundamental - anos iniciais, onde pude observar a dinâmica das aulas e redigir relatórios.

A estas primeiras experiências obtidas no Estágio me dirigiram a reflexões futuras para a docência, produzindo uma

[...] aproximação com a escola que faz a ponte entre o estudante universitário e o futuro professor. É um mundo que se torna material, vivo, real, e articula-se diretamente com a formação do licenciando, o momento em que o estudante adentra os espaços escolares e se relaciona com os alunos e professores concretos, no cotidiano escolar (ANDRÉ *et al.*, 2012, p. 116).

Logo, o Estágio conduz ao futuro professor a vislumbrar as perspectivas do seu fazer e agir como profissional por meio da ação-reflexão, identificando nuances para o ensino em sala de aula e da correlação entre teoria e prática, entre universidade e escola, alçando olhares que permearão sua formação inicial e continuada (BORSSOI, 2008).

Após minha participação neste PACE, fui convidado pela coordenadora para integrar outro projeto a ser iniciado na Faculdade de Educação (FACED), intitulado “Educação do Campo”. Nesse contexto, minha participação envolveu a recolha e tabulação de questionários respondidos por professores em campo, a elaboração de gráficos, sugestões para a coleta de dados e outras atividades com o propósito de contribuir para o desenvolvimento do projeto.

Apesar de uma observação distante sobre as práticas e os resultados apontados nas escolas, identifico as possibilidades e os desafios para a Educação do Campo mediante as leituras dos questionários e das conversações, onde esta se configura como uma

[...] luta social pelo acesso dos trabalhadores do campo à educação (e não a qualquer educação) feita por eles mesmos e não apenas em seu nome. A Educação *do* Campo não é *para* nem apenas *com*, mas sim, *dos* camponeses (CALDART, 2012, p. 263, grifo do autor).

Dessa forma, adquire uma perspectiva mais abrangente sobre a escola do campo, especialmente no contexto dos ribeirinhos, pescadores, sem-terra, assentados e indígenas, me conduzindo a refletir sobre “[...] seu modo de vida, de organização do trabalho e do espaço geográfico, de sua organização política e de suas identidades culturais, suas festas e seus conflitos” (FERNANDES; MOLINA, 2004, p. 64).

Como descrito por estes autores, a relação entre cidade e campo é interdependente um do outro, em que suas existências são interligadas, e cabe a Educação do Campo buscar soluções sobre questões para a desconstrução dessa relação hierárquica uma vez que campo é visto como subserviente à cidade, e por isso, mais atrasado. E para tal propósito, esse movimento é concebido como uma representação do espaço de vida e resistência, estabelecendo uma relação

intrínseca entre natureza, trabalho e cultura.

Isso implica que os professores devem estar cientes da necessidade de repensar a formação docente, preparando esses profissionais para atuarem em sala de aula, oferecendo uma formação alinhada com a realidade em que estão inseridos e diante das situações e desafios que podem dificultar o desenvolvimento de práticas de ensino, torna-se essencial adquirir conhecimentos teóricos e práticos, levando em consideração que

[...] aprender a ser professor não se encerra com a formação inicial, ou seja, essa aprendizagem acontecerá por meios de situações práticas, que determinam o desenvolvimento profissional amplo e contínuo (VÁSQUEZ, 2021, p. 34).

Essa experiência desenvolvida no projeto de Educação do Campo teve repercussões significativas em minha graduação, indo além do âmbito do curso de Pedagogia, me conduzindo a refletir sobre meus primeiros contatos com a escola do campo. Portanto, a extensão universitária pode ser vista como um ambiente propício para apresentar aos estudantes diferentes perspectivas, tornando-se um "[...] espaço privilegiado de formação e aprendizado profissional, tendo em vista que proporciona o desenvolvimento de uma relação umbilical entre teoria e prática [...]" (SANTOS, 2012, p. 160).

No ano seguinte, após realizar novamente o ENEM, ingresso no curso de Licenciatura em Matemática na mesma universidade, e apesar da minha ida para ele, continuei atuando no projeto Educação do Campo durante toda a minha formação. A este novo caminhar, descreverei minhas vivências e reflexões a seguir.

### **O processo formativo na Licenciatura e na Especialização**

Logo após finalizar o segundo semestre em Pedagogia, ingresso no curso de Licenciatura em Matemática, em 2014.

Apesar da minha afinidade com a Matemática na Educação Básica, os primeiros dois semestres me apresentaram dificuldades em acompanhar as aulas, principalmente das disciplinas de Cálculo e Álgebra, considerando que meus conhecimentos de Matemática Básica não eram suficientes e que a didática dos professores era semelhante àquela que predominantemente recebi na Educação Básica, alicerçada na tríade enunciado-demonstração-aplicação.

A esta metodologia em sala de aula, construída somente na perspectiva centralizada no professor, visto que suas falas são direcionadas em um ensino expositivo, podem conduzir à Aprendizagem Mecânica, que é uma aprendizagem sem significado, onde os conhecimentos,

prévios e novos, não possuem uma correlação e conversação entre si, resultando em um aprendizado temporário, esquecido logo após (MOREIRA, 2000).

Em contraposto, Ausubel; Novak; Hanesian (1963) designam a Aprendizagem Significativa, pautada na teoria cognitivista chamada de Teoria da Aprendizagem Significativa, sendo uma alternativa à Aprendizagem Mecânica, por três motivos

Em primeiro lugar, o conhecimento que se adquire de maneira significativa é retido e lembrado por mais tempo. Em segundo, aumenta a capacidade de aprender outros conteúdos de uma maneira mais fácil, mesmo se a informação original for esquecida. E, em terceiro, uma vez esquecida, facilita a aprendizagem seguinte – a “reaprendizagem”, para dizer de outra maneira (PELIZZARI *et al.*, 2002, p. 39 - 40).

Dessa forma, na Aprendizagem Significativa, há uma conversação entre os subsunçores<sup>3</sup>, havendo a comunicação entre os conhecimentos anteriores e novos na estrutura cognitiva do estudante, dando a oportunidade de surgir uma aprendizagem que favoreça a um aprendizado que considere o que aprendiz já sabe e que dialogue com o que ele está aprendendo (AUSUBEL, 1962).

Assim, iniciei o uso de outras estratégias que contribuíram para o meu entendimento dos conteúdos ministrados nas aulas de Matemática, a partir da leitura de livros e em ver videoaulas, não dependendo exclusivamente da explicação e resolução de exercícios apresentados em sala de aula.

A esta estratégia adotada, me revelou resultados positivos e significativos, pois houve o entendimento da Lógica Matemática empregada, em que os meus subsunçores “conversaram” com os novos conceitos, conduzindo a estruturação cognitiva necessária para entender, reproduzir e desenvolver os conhecimentos matemáticos. Para isso, é necessário

[...] a participação ativa do sujeito, sua atividade auto-estruturante, o que supõe a participação pessoal do aluno na aquisição de conhecimentos, de maneira que eles não sejam uma repetição ou cópia dos formulados pelo professor ou pelo livro-texto, mas uma reelaboração pessoal (PELIZZARI *et al.*, 2002, p. 40).

Em complementação a esse direcionamento, é preciso ter em mente que

[...] entender que a aprendizagem é significativa quando novos conhecimentos (conceitos, idéias, proposições, modelos, fórmulas) passam a significar algo para o aprendiz, quando ele ou ela é capaz de explicar situações com suas próprias palavras, quando é capaz de resolver problemas novos, enfim, quando compreende (MOREIRA, 2003, p. 2).

---

<sup>3</sup> Conhecimentos anteriores que estão na estrutura cognitiva do estudante, advinda de experiências e aprendizados anteriores e que podem ser correlacionadas aos conhecimentos novos para a adição e geração de novos conceitos. Para mais detalhes, ver Capítulo II.

Sendo assim, a busca pela assimilação dos conteúdos matemáticos estudados na universidade me orientou para processos da Aprendizagem Significativa, especialmente ao buscar conexões entre teoria e prática, ou seja, entre a Matemática e o cotidiano. Essa correspondência simplificou a minha compreensão sobre o tema estudado.

Próximo ao término do segundo período e à data de inscrição para o ENEM daquele ano, reflito sobre os desafios e a trajetória nos cursos de Pedagogia e Matemática, em que esses repensares acerca da minha inclinação explícita para ser professor, delineiam para que cesse o meu desejo inicial e opto por continuar no curso de Licenciatura em Matemática até sua conclusão.

No desenvolvimento das disciplinas que ingressei durante a minha formação nesta Graduação, destaco o Estágio Supervisionado I e II, entre os anos de 2016 e 2017. Como padrão estabelecido até aquele momento, era esperado a designação do estagiário para a escola, observar o professor, anotar as práticas em sala de aula e, posteriormente, apresentar o relatório.

Contudo, a matriz desta disciplina foi modificada para a turma em que participei, pois houve a inserção de uma produção acadêmica a nível de doutorado neste Estágio Supervisionado, utilizando de “Práticas Investigativas em Educação Matemática” e auxiliado pela pesquisa Colaborativa na perspectiva crítico reflexiva, onde as ações investigativas possuem o foco de que “[...] todos os envolvidos no grupo viveram de forma volitiva e consciente situações de ensino e de aprendizagem mútuas, estabelecidas por relações democráticas e igualitárias” (BACURY, 2017, p. 60).

Esta abordagem adotada visava outros olhares para o Estágio de futuros professores de Matemática, incluindo atividades de: leituras de textos acadêmicos e científicos, tais como artigos, dissertações e teses; escrita de sínteses, fichas de leitura e autobiografias de formação; e exposições orais das leituras pelos *pares experientes*<sup>4</sup> para o grupo, posteriormente, levando a conversas sobre o texto e a apresentação.

Também houve a realização de oficinas pedagógicas para auxílio na construção de nossas escritas, assim como os diálogos e palestras temáticas sobre tópicos de Educação Matemática e Educação Matemática Inclusiva. Essa perspectiva também impactou em minha postura, pois o intuito da pesquisa colaborativa é tornar os participantes responsáveis e ativos em prol do grupo, possuindo vez e voz para opinar, dando e recebendo críticas construtivas para a constituição formativa dos futuros professores de Matemática (BACURY, 2017).

---

<sup>4</sup> O termo *par experiente* foi empregado para referir-se àqueles que possuem um domínio e compreensão mais profundos em relação ao tema apresentado, se comparados aos outros membros do grupo.

Em uma das atividades, ocorreu a elaboração do Projeto de Ensino de Matemática<sup>5</sup> e do Instrumento Didático<sup>6</sup>, fornecendo a oportunidade de construir um material a partir dos conhecimentos aprendidos e desenvolvidos durante o curso e no Estágio.

Via sorteio, nos foi destinado planejar, elaborar e confeccionar esses materiais didáticos, utilizando as Tecnologias em Educação Matemática como ferramenta. Essas atividades desempenharam um papel fundamental em minha formação, uma vez que envolveram leituras, (re)escrita, escuta, crítica e reflexão no contexto de trabalho colaborativo para a sua elaboração.

Portanto, estas implicações no Estágio voltado para a formação de professores de Matemática, permeado entre teoria – por meio de leituras, diálogos e apresentações – e práticas – como ir às escolas e escrever projetos – me moveu em relação “[...] aos enfrentamentos das problemáticas inerentes ao ensino e ao aprendizado da Matemática nas escolas da Educação Básica” (BACURY, 2017, p. 18).

Ademais, este grupo de estudo se desenvolveu, tornando-se mais tarde um Grupo de Pesquisa, denominado por Grupo de Estudos e Pesquisas de Práticas Investigativas em Educação Matemática (GEPIMat/UFAM/ CNPq<sup>7</sup>), constituído formalmente em 2018, o qual faço parte como membro participante, constituindo a minha formação inicial e continuada.

Este grupo possui como enfoque as práticas docentes de professores que ensinam matemáticas, mediados por Práticas Investigativas em Educação Matemática, pautada em atividades via trabalho colaborativo, abordando temas de Educação Matemática, pesquisa e metodologia, a partir de produções acadêmicas, propondo reflexões e debates de ideias, agregando “[...] a compreensão da relação entre a teoria e a prática, entre o conteúdo matemático e a ação pedagógica, entre a Matemática acadêmica e a Matemática escolar, dentre outras” (BACURY; GONÇALVES, 2017, p. 181).

Desta maneira, o GEPIMat instigava os futuros professores de Matemática a desenvolver a percepção social da escola e da sala de aula para os estudantes, permeando entre os seus desafios, dificuldades e possibilidades da sua própria ação, assim, constituindo

[...] suas capacidades mentais e cognitivas, *para a crítica, para a reflexão, para a autonomia e para a consciência das atividades que produzem e realizam* durante as idas e vindas ao escrito e ao vivido; ao prescrito e ao feito; à teoria e à prática; ao conteúdo matemático e à ação pedagógica, modificando esse cenário de estudos e

<sup>5</sup> Projeto elaborado com base nas leituras em Educação Matemática, seguindo uma de suas tendências. Este projeto apresenta a questão e os objetivos que nortearam sua concepção, bem como uma descrição detalhada de como ele pode ser implementado em sala de aula, incluindo as principais referências utilizadas.

<sup>6</sup> Material desenvolvido para auxiliar nas atividades de ensino e aprendizagem de conteúdos matemáticos em sala de aula.

<sup>7</sup> Para mais informações sobre o GEPIMat: <http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/320244>.

pesquisa na materialização de novas perspectivas de ensinar Matemática, repercutindo em mudanças nas suas práticas e atitudes docentes futuras, nas escolas da Educação Básica. (BACURY, 2017, p. 155, grifo nosso).

Para o trabalho colaborativo, é desenvolvido a partir da tomada de decisões em conjunto com os membros do grupo, conduzidas por meio da reflexão e da crítica, ocasionando na elaboração e (re)elaboração dos

[...] significados via contribuição mútua, promovendo a formação de indivíduos que contribuam com os demais de modo reciprocamente enriquecedor, com os conhecimentos produzidos pela relação mantida uns com os outros (BACURY; FERREIRA, 2019, p. 16)

Por meio desses olhares, houve a minha condução para pensar e repensar acerca de como a Matemática é e pode ser ensinada em sala de aula, onde o desenvolvimento profissional docente baseia-se em um contínuo processo de formação, iniciando-se na formação inicial, perpassando pela sua carreira e intermediada pela formação continuada (FIORENTINI; GRECCI, 2013).

Desta forma, as leituras, reflexões e debates no GEPIMat/UFAM/ CNPq me fornecem um local para diálogos, troca de experiências e saberes na busca de contribuir com a melhoria do ensino e aprendizagem da Matemática no Estado do Amazonas, pois é favorecido a manifestação de reflexões individuais e coletivas, sendo um espaço de

[...] estudo, de pesquisa, de planejamento, de teorização, de criação, de socialização, em que o docente sinta que é importante, que pertence ao grupo constituído e que nele tem voz e é ouvido, aprende e ensina e concomitantemente revê e (re)configura as suas ações (BONOTTO, 2017, p. 42).

Aprimorando a constituição de espaços de debates de ideias, compartilhamento e socialização de saberes docentes, disciplinares e interdisciplinares, que contribuem para formação, inicial e continuada, dos professores, pois são nesses espaços educativos que há a articulação “[...] entre os conteúdos específicos e o que se ensina no universo escolar” (SOUZA; NAKAYAMA; GAMA, 2016, p. 72).

Sob essa perspectiva, o GEPIMat se revela como um ambiente enriquecedor para diálogos sobre questões pertinentes ao ensino de Matemática, me proporcionando uma visão reflexiva e crítica sobre as práticas do professor, em que essas trocas de experiências com outros membros do grupo oferecem perspectivas diversas, enriquecendo meu repertório de abordagens e estratégias para lidar com situações diversas em sala de aula. Outro elemento relevante foi o intercâmbio de conhecimentos, fundamental para a concepção das ideias iniciais que culminaram na presente pesquisa.

Além disso, o GEPIMat se destaca como um espaço que me auxiliou para a minha formação, tanto inicial quanto continuada, por meio das leituras e a interação com colegas e pesquisadores experientes no campo, abrindo portas para novos horizontes de pesquisa e práticas pedagógicas, contribuindo de maneira significativa para o meu crescimento profissional e acadêmico.

Em paralelo ao Estágio, também realizei outras disciplinas, dentre elas, a de Instrumentação do Ensino da Matemática III, em 2017. Nela, a professora abordou algumas tendências em Educação Matemática, como resolução de problemas e Modelagem Matemática. A esta última, nos foi proposto a elaboração de um modelo matemático, na escrita do relatório e em sua apresentação lidando com as leituras bases basilares sobre o tema, como exposto nos estudos de Biembengut; Hein (2000) e Bassanezi (2006).

No desenvolvimento desta produção acadêmica, e nas leituras e investigações sobre o tema de Modelagem Matemática para o ensino da Matemática em sala de aula, me instigaram no desenvolvimento de uma imersão mais abrangente, expandindo seu uso para além de uma disciplina específica da faculdade.

Nesse sentido, e de acordo com Barbosa (2001a, p. 5), “[...] os professores podem tender a ver a Modelagem como uma abordagem adequada para o ensino de Matemática”, onde é sinalizado vantagens de utilizá-la, tais como compreensão de conceitos matemáticos, desenvoltura de habilidades de pesquisa e experimentação, podendo levar em consideração o contexto sociocultural e viabilizando a interdisciplinaridade.

Para práticas socioculturais, percebemos que ela serve como uma referência que pode corresponder à Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica. Segundo essa teoria, “[...] o aluno poderá fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, não ser subjugado por ela, por seus ritos, mitos e ideologias” (MOREIRA, 2006b, p. 18), ressaltando a necessidade de trazer a realidade para ser discutida e problematizada em sala de aula, introduzindo perspectivas que buscam questionar o que é apresentado aos estudantes.

Dessa forma, direciono meu foco para compreender a Modelagem Matemática como uma temática a ser pesquisada no ambiente escolar, pois é disposto que, ao utilizar essa estratégia no ambiente escolar, os estudantes tornam-se “[...] mais interessados nas aulas de matemática a partir do que entendem, vivenciam e possam participar, sejam com base nos seus conhecimentos prévios ou em suas crenças” (BIEMBENGUT, 2016, p. 170).

Com essa perspectiva, em setembro de 2017, recebi o convite do professor de Estágio para desenvolver um artigo científico sob sua orientação. A investigação foi submetida no colóquio de educação da Associação Francófona de Pesquisa Científica em Educação

(AFIRSE), resultando na minha primeira produção acadêmica. Apresentado em novembro de 2017, o artigo foi intitulado “Perspectivas e desafios da Modelagem Matemática para o ensino e aprendizagem” (MOURA JUNIOR; BACURY, 2019), também servindo como Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), marcando o encerramento da minha Graduação em Licenciatura em Matemática pela UFAM em janeiro de 2018.

Neste estudo, é levantado a importância dos professores de Matemática, em formação inicial e continuada, em conhecer e estudar a Modelagem Matemática, uma vez que

[...] embora haja os desafios quanto a sua utilização no ensino e aprendizagem da Matemática, a Modelagem, é um recurso metodológico com amplas possibilidades de desenvolvimento, de acordo com as propostas a serem atingidas pelo professor [...] (MOURA JUNIOR; BACURY, 2019, p. 251).

Além disso, é dado os entendimentos de trazer a formação de cidadãos capazes de atuar efetivamente na sociedade, por meio do aproveitamento da Matemática de maneira reflexiva e crítica, empregando conhecimentos que carecem em ser explorados na escola, como a imaginação, a reflexão, o raciocínio lógico e a contextualização, guiando maneiras de se realizar um processo de ensino e aprendizagem dinâmico em sala de aula. Assim sendo,

[...] se englobam os preceitos de se realizar a Modelagem como um princípio de demonstrar a sua aplicabilidade em situações reais e cotidianas, na contextualização, nas quais os estudantes possam fazer uso delas para solucionar problemas apresentados ou identificados. Também, podendo ser necessário utilizar outros conhecimentos além do matemático [...] (MOURA JUNIOR; BACURY, 2019, p. 252).

Nessa perspectiva, o estudante assume o papel central no processo de ensino e aprendizagem, enquanto ao professor cabe ser o orientador, auxiliando nas etapas de modelagem. Isso inclui orientar as investigações, auxiliar no levantamento de dados, guiar o uso da Matemática como ferramenta para a resolução da situação-problema e participar na elaboração do modelo matemático. Ressaltando que a autonomia do estudante é o fator essencial neste processo, pois ele deve sentir-se como um “[...] sujeito comprometido, responsável pelo processo do qual participa” (BONOTTO, 2017, p. 51).

A oportunidade de participar do trabalho colaborativo, na reflexão para a sala de aula, contribui para mudanças de postura do professor de Matemática, trabalhando suas crenças, conhecimentos, expectativas e previsões, legitimando uma teoria que funciona na sua prática, aprendendo quando são fornecidas “[...] oportunidades para reflectir com base na sua experiência vivida e aprendem fazendo, tirando partido das situações que combinam acção e reflexão” (SARAIVA; PONTE, 2003, p. 28).

Em continuidade as pesquisas sobre Modelagem Matemática, em 2018, submeti um resumo expandido para a VI Semana de Ciência e Tecnologia do Instituto de Ciências Exatas (SECT-ICE/UFAM), com o título “A utilização da Modelagem Matemática em um problema de *RPG* com vistas a sala de aula” (MOURA JUNIOR, 2018), na modalidade pôster.

O objetivo desse trabalho foi demonstrar os resultados obtidos a partir do modelo matemático desenvolvido durante minha Graduação, a partir de uma questão oriunda da minha realidade, trasladando essa experiência para a aplicabilidade da Matemática em situações reais que pudessem ser trabalhadas em sala de aula.

Nesta pesquisa, apresento o estudo e a elaboração de um modelo matemático a partir de uma situação-problema identificada pelo autor em um jogo de *RPG* (*Role-Playing Game*), a de investigar qual é a maior probabilidade, dentro de uma combinação de dados delimitada, a partir da soma das faces dos dados constatada durante a rolagem.

Nela, foi colocado os conhecimentos de Matemática e Probabilidade, assim como da construção de *scripts*<sup>8</sup> por meio dos *softwares* computacionais *Python* e o *Excel*. Após essa experimentação, o modelo desenvolvido exibiu o comportamento dessas combinações realizados na programação em *Python* e a visualização da frequência de lançamento por meio do *Excel*, registrando os resultados para a geração de gráficos a serem comparados. Essa prática desenvolvida tem como objetivo posterior a sua implementação, em que

A criação deste problema, assim como a sua resolução por meio da Modelagem Matemática, se realizou por meio da procura de explicitar como ocorre este processo e como o utilizar, instigando professores, graduandos e estudantes a empregarem em sala de aula (MOURA JUNIOR, 2018, p. 1).

Com a motivação de buscar uma formação continuada nos estudos sobre Educação Matemática, em maio de 2019 ingresso no curso de Especialização em Educação Matemática pela Escola Superior Batista do Amazonas (ESBAM).

Conforme descrito por Gonçalves; Gonçalves (1998, p. 108), “[...] quando um professor procura programas de educação continuada, ele tem necessidades (desejos, inquietações, ansiedades) bem diferenciadas do estudante sem experiência de prática docente”. Dentre essas necessidades, destaco a busca por melhores condições de vida e o interesse em abordar questões que contribuam para uma formação acadêmica aprimorada, auxiliando no aprofundamento das leituras e no entendimento da Modelagem Matemática para utilizá-la em sala de aula.

---

<sup>8</sup> O *script* pode ser definido como uma série de instruções executadas de maneira ordenada ou como um conjunto de instruções para a execução de uma tarefa específica em um *software*.

Logo, a formação continuada possui o sentido de ser um processo flexível, possibilitando

[...] realizar uma conexão com as práticas desenvolvidas em sala de aula, principalmente as do campo, proporcionando assim o fortalecimento das relações de saberes e práticas, de modo à direcionarem para uma prática diferenciada, que ocorra de maneira reflexiva, ao que condiz para o ensino de Matemática, contribuindo para o desenvolvimento profissional dos professores da Educação Básica (VÁSQUEZ, 2021, p. 27)

Portanto, ela pode ser direcionada ao desenvolvimento do profissional em direção às suas ações, onde há a sua (re)estruturação para o ensino e aprendizagem, podendo trazer questões como a reflexão e a crítica para serem correspondidas no ambiente escolar.

Ainda mais, como destacado por Melo (2021, p. 59), a formação inicial pode provocar inquietações, pois “[...] não basta apenas ter o domínio do conteúdo a ser ministrado; é preciso também ter habilidades específicas e formas de ação para propiciar nas escolas [...]”, pois há o intuito de instrumentalizar o professor a partir destes conhecimentos para a sua atuação em sua área, visto que ela se encerra na formação inicial do docente, mas se entende em um aprimoramento constante, em um contínuo de formação, aprendendo outras metodologias e no manuseio de instrumentos.

Como TCC do respectivo curso, que tinha como previsão de término em setembro de 2020, planejava-se abordar uma prática com os estudantes em sala de aula utilizando a Modelagem Matemática; contudo, por conta da pandemia de COVID-19 (SARS-CoV-2), foi decretado o fechamento provisório dos estabelecimentos para não propagação do vírus.

Deste modo, a conclusão foi adiada para o início do ano de 2021, uma vez que o projeto passou por reformulação devido à suspensão das aulas presenciais em todo o sistema educacional brasileiro.

Nesse refazer, foi estabelecida a escrita de uma pesquisa de natureza teórica sobre a Modelagem Matemática, tendo por base a investigação realizada durante minha Graduação ao abordar esse tema. Assim, em fevereiro de 2021, foi produzido o TCC intitulado “A utilização da Modelagem Matemática em um problema de *RPG* com vistas à sala de aula e auxílio da programação em *Python*”, visando sua aplicação em práticas futuras com os estudantes.

Nesta investigação, também foi abordado um problema do jogo de *RPG*, passando por algumas alterações e sendo ampliado. Nessa outra perspectiva, a questão-problema foi reformulada ao comparar os dois tipos de dados utilizados em dois sistemas de jogo de *RPG*. Como a questão deriva da realidade do autor, essa abordagem traz o cotidiano para ser questionado e estudado, sendo convidado a explorar questões que lhe são de interesse por meio da Matemática, estimulando seu olhar investigativo e criativo (BARBOSA, 2004).

O aprimoramento da investigação também se deu em relação aos *softwares* lidados, *Python* e *Excel*, e da Matemática. Neste revisitar e aperfeiçoamento do modelo matemático, é descrito por Bassanezi (2006) como um processo natural, que pode ser melhorado a partir da consideração de outros horizontes, novos fatos, estudos e situações, pois o

[...] aprofundamento da teoria implica na reformulação dos modelos. Nenhum modelo deve ser considerado definitivo, podendo sempre ser melhorado, e agora poderíamos dizer que um bom modelo é aquele que propicia a formulação de novos modelos (BASSANEZI, 2006, p. 31).

Ao concluir a Especialização, me envolvo na elaboração de um projeto para o Mestrado em Educação Matemática, utilizando a temática que permeou a minha formação, a Modelagem Matemática, tal como a Teoria da Aprendizagem Significativa.

Como apontado por Gonçalves; Gonçalves (1998) e Fiorentini; Grecci (2013), a formação do professor se estende por todo o seu fazer, e por entre as leituras, reflexões e auxílio do GEPIMat, constituo as minhas escritas e refinamentos para prosseguir em minha formação na Pós-Graduação.

Nesta nova etapa, é proporcionada a oportunidade de colocar em ação a teoria estudada desde a minha Graduação, que não pôde ser implementada anteriormente devido à pandemia, mas que foi construída ao longo da minha formação.

Assim, submeto o meu projeto de pesquisa no edital do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECim) da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), sendo aceito em 28 de abril de 2021. Desta maneira, início no Mestrado em aulas virtuais e, posteriormente, presenciais.

Nesse começo, houve uma reelaboração de algumas diretrizes do projeto inicial, ampliando a teoria colocada, correlacionando a Modelagem Matemática as teorias da Aprendizagem Significativa e da Aprendizagem Significativa Crítica. Também, o *locus* da investigação foi redirecionado, ocorrendo em uma escola do Projeto de Assentamento Rio Preto, localizado em Araguaína/TO, em que o objeto de estudo vigorou a ser a Modelagem Matemática como estratégia de Ensino e Aprendizagem Significativa e Crítico na prática do cotidiano de estudantes de Assentamento.

No início de 2022, começo a empiria da pesquisa no Assentamento Rio Preto, permanecendo por cerca de quatro meses, vivenciando e experienciando o local de investigação, seus costumes, sua cultura, dos espaços educativos e dos diálogos com os moradores.

Nesse balizar, entre leituras, reflexões e momentos das orientações, foi elaborada a questão de investigação, na qual indagamos: *Como a Modelagem Matemática pode*

*proporcionar um Ensino e Aprendizagem Significativo e Crítico nas práticas cotidianas de estudantes do Assentamento Rio Preto/TO?*

Desta maneira, destaco o interesse em verificar os benefícios que a Modelagem Matemática (BIEMBENGUT; HEIN, 2000) pode proporcionar aos estudantes no ambiente escolar, aliado a Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1963) e da Aprendizagem Significativa Crítica (MOREIRA, 2000), propondo produzir uma ligação entre teoria e prática, onde a Matemática seja significativa e crítica a partir da identificação no seu fazer cotidiano.

Como questões norteadoras, temos:

- *A Modelagem Matemática pode ser correlacionada com Teoria da Aprendizagem Significativa e da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica para ser utilizada para o ensino e aprendizagem da Matemática em sala de aula?*
- *Quais são os percursos que devem ser empregados para o desenvolvimento de uma Aprendizagem Significativa e Crítica da Matemática em sala de aula?*
- *Como proporcionar uma Aprendizagem Significativa e Crítica da Matemática para os estudantes de Assentamento?*

Diante dessa perspectiva, busco trilhar uma resposta para a indagação supracitada, e por meio da interligação entre teoria e prática, a pesquisa apresenta como objetivo: *Compreender a Modelagem Matemática como estratégia de Ensino e Aprendizagem Significativo e Crítico nas práticas cotidianas de estudantes do Assentamento Rio Preto/TO.*

Desta maneira, como objetivos específicos, delimitamos:

- *Correlacionar a Teoria da Aprendizagem Significativa e da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica com a Modelagem Matemática para ser utilizada em sala de aula para o ensino e aprendizagem da Matemática;*
- *Identificar os caminhos para manusear a Modelagem Matemática com os estudantes para o desenvolvimento de uma Aprendizagem Significativa e Crítica;*  
*e,*
- *Investigar como a Modelagem Matemática pode contribuir para uma Aprendizagem Significativa e Crítica da Matemática para os estudantes de Assentamento.*

Por este delineamento, iremos dialogar no capítulo seguinte acerca de nossas compreensões com os autores da área sobre os referenciais teóricos assumidos nesta pesquisa, identificando a: teoria cognitivista da Aprendizagem Significativa em conjunto com a

Aprendizagem Significa Crítica; da estratégia de Modelagem Matemática no ambiente escolar; das correlações que identificamos entre essa teoria e estratégia para o estudante em sala de aula; e o mapeamento efetuado para a identificação de produções acadêmicas dos últimos seis anos, de 2015 a 2021, que abordam ou tangenciam sobre o tema assumido – Modelagem Matemática em conjunto com a Teoria da Aprendizagem Significa Crítica – situando a presente investigação em meio às produções acadêmicas.

Sobre esses campos teóricos passaremos a dialogar.

## CAPÍTULO II – DOS OLHARES ENTRE TEORIA E PRÁTICA: MODELAGEM MATEMÁTICA E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA

Para adentrarmos na teoria de nossa pesquisa, é necessário explicitarmos a finalidade deste capítulo, objetivando produzir correlações entre a Modelagem Matemática e a Aprendizagem Significativa Crítica.

Para chegarmos a isso, estruturamos o capítulo da seguinte maneira: *Aprendizagem Significativa*, abordamos os conceitos e a natureza teórica de Ausubel; Novak; Hanesian (1963); *Aprendizagem Significativa Crítica*, denotando os estudos de Moreira (2000); *Modelagem Matemática como estratégia em sala de aula*, apresentamos a sua definição e aplicabilidades em sala de aula; *Correlacionando Modelagem Matemática e Aprendizagem Significativa Crítica*, verificando os entrelaçamentos entre estratégia e teoria utilizando estas perspectivas; e *Mapeamento de pesquisas contendo a relação entre a Modelagem Matemática e a Aprendizagem Significativa Crítica em práticas cotidianas de estudantes*, com base em um mapeamento das produções acadêmicas num período de seis anos, de modo a verificar o que as produções acadêmicas levantadas trazem sobre o manuseio da Modelagem Matemática em conjunto com a Aprendizagem Significativa Crítica com os estudantes. Dessa forma, cada seção busca aprofundar a compreensão desses elementos teóricos e de método, proporcionando uma base para a investigação proposta.

### **Aprendizagem Significativa**

Ao falar da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), fazemos referência ao seu criador, o psicólogo David. P. Ausubel, que, em meados da década de 1960, apresenta estes estudos na primeira versão do seu livro, intitulado *Educational Psychology: a cognitive view – Psicologia Educacional: uma visão cognitiva*.

Detalhando a sua teoria, Ausubel forneceu diretrizes para que os professores possam utilizá-la em sala de aula com os estudantes. Em 1963, essas instruções foram revisadas e ampliadas pelos estudos humanistas sobre educação, assim como correlações com mapas conceituais, produzidas pelos pesquisadores Josep D. Novak e Helem Hanesian (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1963).

De acordo com Ronca (1994), a teoria de Ausubel veio a ser introduzida no Brasil na década de 1970 pelo professor Joel Martins ao ministrar aulas nos cursos de Pós-Graduação na Pontifícia Universidade de São Paulo (PUC), possuindo como enfoque os aspectos cognitivistas, buscando

[...] descrever, em linhas gerais, o que sucede quando o ser humano se situa, organizando o seu mundo, de forma a distinguir sistematicamente o igual do diferente. [...]. Quando se fala em aprendizagem segundo o *constructo cognitivista*, está se encarando a aprendizagem como um processo de armazenamento de informação, condensação em classes mais genéricas de conhecimentos, que são incorporados a uma estrutura no cérebro do indivíduo, de modo que esta possa ser manipulada e utilizada no futuro (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 3, grifo do autor).

Logo, contrastando com as teorias comportamentalistas de ensino que vigoravam aquela época, a TAS possui como ponto fundamental considerar os aprendizados que o estudante traz consigo. Seu objetivo é entender a assimilação cognitiva, promovendo a produção de conhecimento por meio de trocas e relações com seus conhecimentos prévios para alcançar uma Aprendizagem Significativa.

Esses conhecimentos prévios são chamados de subsunçores, ou seja, ele já existe na estrutura cognitiva, seja por meio de aprendizados e experiências anteriores, servindo de “[...] ‘ancoradouro’ a uma nova informação de modo que esta adquira, assim, significado para o indivíduo [...]” (MOREIRA, 2006b, p. 15).

Nesse processo, é necessário que eles se correlacionem com os novos conhecimentos, com vistas a uma Aprendizagem Significativa, na qual “[...] a nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo” (MOREIRA, MASINI, 1982, p. 7), ancorando-se em conceitos na estrutura cognitiva do estudante. O novo entendimento surge a partir desta correlação.

A TAS estabelece duas premissas básicas e orientadoras para que a Aprendizagem Significativa ocorra: a primeira, afirma que o estudante deve manifestar a vontade de aprender, relacionando seus conhecimentos prévios de forma não arbitrária e não literal; a segunda, ressalta a importância de que os materiais de aprendizagem sejam potencialmente significativos, ou seja, que possuam um significado lógico que possa ser associado de modo a interagir com a estrutura cognitiva do estudante, conferindo-lhe significados substancialmente relacionáveis (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1963; MOREIRA, 2006a).

Destacamos que os significados não se encontram nos objetos ou nas aulas que são apresentados; pelo contrário, são os estudantes que atribuem significados a esses objetos ou aulas. Isso evidencia a importância de os materiais possuírem uma sequência lógica passível de ser assimilada.

Também, esclarecemos que estas duas condições são indissociáveis para que ocorra uma Aprendizagem Significativa, pois,

[...] independentemente de quanto significado potencial é inerente à proposição particular, se a intenção do aprendiz é memorizar de forma arbitrária e literal (como

uma série de palavras fantasiosamente relacionadas), tanto o processo de aprendizagem quanto seus resultados serão mecânicos e sem sentido. E, inversamente, por mais significativa que a atitude do aprendiz possa ser, nem o processo nem o resultado da aprendizagem provavelmente serão significativos se a tarefa de aprendizagem não for potencialmente significativa, assim como intencional e substantivamente relacionável com sua estrutura cognitiva (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1963, p. 48, tradução nossa).

Quando falamos em critérios de “não-arbitrariedade” e “não-literalidade”, nos referimos a: no primeiro, trata-se de como o novo saber é relacionado na estrutura cognitiva para ser considerado relevante; para o segundo, indica que o novo conhecimento deve ser interiorizado na estrutura cognitiva por meio do seu significado, não por imagens, palavras ou símbolos específicos usados para expressá-lo (MOREIRA, 1997).

Para que os materiais obtenham significados substancialmente correlacionáveis à estrutura cognitiva, é necessário que sejam válidos esses dois critérios mencionados, nos quais “[...] um símbolo ideacional equivalente (ou grupo de símbolos) pode ser relacionados à estrutura cognitiva sem que haja qualquer mudança: resultando em significado” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1963, p. 51, tradução nossa).

Outro fator apresentado na TAS para o aprendizado significativo, por meio de como ele ocorre na cognição do estudante, são: os processos para assimilação do conhecimento e sua diferenciação, a subsunção, por meio da diferenciação progressiva e a reconciliação integradora; os tipos de aprendizagem utilizando os subsunçores, sendo representacional, conceitual e proposicional; e as classes cognitivas para a organização de conceitos, sendo elas subordinada, superordenada e combinatória (AUSUBEL, 1962; AUSUBEL; NOVAK, HANESIAN, 1963; MOREIRA; MASINI, 1982; MOREIRA, 2006a).

No que tange a diferenciação progressiva, ela se caracteriza por possuir “[...] sistemas de rastreio de uma determinada esfera de conhecimento de regiões de maior para menor inclusão, cada uma ligada ao próximo passo superior na hierarquia por meio de um processo de subsunção [...]” (AUSUBEL, 1962, p. 216, tradução nossa). Ou seja, os conceitos subsunçores são constantemente elaborados e modificados, adquirindo novos significados, ocorrendo uma diferenciação entre os novos e prévios. Este processo pode ser correspondido e assimilado por subordinação.

Para a reconciliação integradora, as “[...] novas informações são adquiridas e elementos existentes na estrutura cognitiva podem se reorganizar e adquirir novos significados” (MOREIRA, 2006a, p. 37). Logo, há uma recombinação entre eles por meio das novas informações e do relacionamento com as anteriormente adquiridas. Este processo é captado por meio da aprendizagem superordenada ou por combinação.

Por esta visão, entendemos que o significado surge quando

[...] se torna um conteúdo cognitivo novo, diferenciado e idiossincrático dentro de um indivíduo em particular como resultado de estar relacionado não arbitrariamente, mas substancialmente, com as ideias relevantes de sua estrutura cognitiva e, portanto, também de ter interagido com eles (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1963, p. 54, tradução nossa).

Além desses processos de subsunção, são apresentados três tipos de aprendizagens operados pelos subsunçores, denominadas: representacional, consistindo na compreensão dos significados dos símbolos ou do que eles representam; conceitual, considerando a avaliação de conceitos, sendo ideias unitárias genéricas ou categóricas, para a interpretação dos símbolos; e proposicional, influi em entender o significado de novas ideias e expressões por meio de proposições, não sendo de totalmente relevante o que as palavras representam.

A esses tipos, também é exposto acerca das classes cognitivas para a organização dos conceitos, ocorrendo por aprendizagem subordinada, superordenada e combinatória. Neste primeiro, na subordinada, evoca a interação entre os conhecimentos novos em razão dos subsunçores, ocorrendo uma modificação entre eles. Na superordenada, o novo saber é mais inclusivo e que pode ser correlacionado à várias ideias estabelecidas no cognitivo. Por fim, na combinatória, os conceitos podem ser intencionalmente relacionados para formar uma rede de conhecimento geral que seja importante na estrutura cognitiva, onde as proposições ou conceitos que necessitam possuir uma relação de subordinação ou superordenação (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1963, MOREIRA, 2006a).

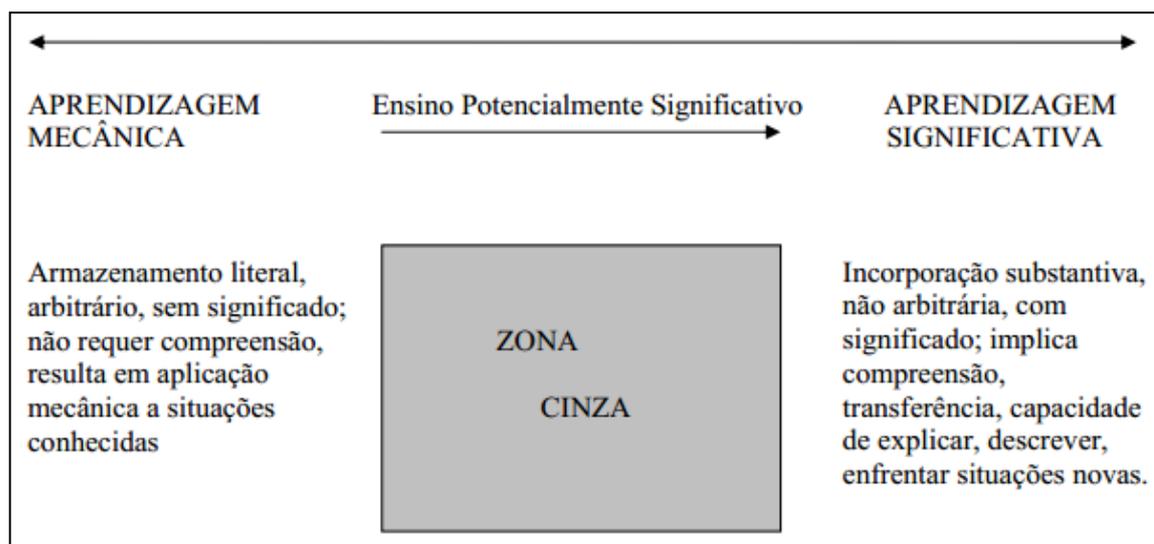
Apresentados os fatores principais identificados para a Aprendizagem Significativa por meio da TAS, também é necessário nos inteirarmos sobre outro tipo de aprendizagem, a Aprendizagem Mecânica, que, nos dizeres de Moreira (2012c, p. 12), é “[...] aquela praticamente sem significado, puramente memorística, que serve para as provas e é esquecida, apagada, logo após”.

Assim, o contraste entre esses dois tipos de aprendizagem é manifestado na forma como os conhecimentos, novos e anteriores, são articulados na estrutura cognitiva do estudante. Na Aprendizagem Significativa, essa articulação ocorre de maneira não-litera e não-arbitrária, enquanto na Aprendizagem Mecânica, ocorre de maneira litera e arbitrária. Destaca-se que a condução para um desses tipos de aprendizagem perpassa pela vontade do aprendiz de querer aprender de maneira significativa e pelo material ser potencialmente significativo, como descrito anteriormente.

Portanto, essas duas aprendizagens não representam uma dicotomia, mas um *continuum*, pois atingir e permanecer na Aprendizagem Significativa demanda tempo, esforço

e dedicação, conduzindo que ela ocorra em sua maior parte na chamada “zona cinza”, representando um meio-termo entre a Aprendizagem Mecânica e a Aprendizagem Significativa, onde uma não se sobrepuja à outra, como delineado na Figura 1 (MOREIRA, 2012c; NOVAK; CANÃS, 2010).

**Figura 1:** Visão esquemática do contínuo aprendizagem significativa-aprendizagem mecânica



**Fonte:** Moreira (2012c, p. 12).

Conforme Moreira (2012c), é necessário esclarecermos alguns detalhes na relação entre estes dois tipos de aprendizagem. Em primeiro, a transição não ocorre naturalmente, ou automática, pois a ideia de que possa inicialmente aprender pela Aprendizagem Mecânica e ao final do processo ela se transformar em um processo significativo é ilusório, apesar da sua ocorrência em raros casos ao depender dos esforços em conjunto entre professor e estudante.

Em segundo, a Aprendizagem Significativa não é progressiva, pois o subsunção provém de uma construção que emerge do processo de captação, internalização, diferenciação e reconciliação de significados, ocorrendo por meio de rupturas e continuidades, assim demandando tempo e esforço em todo esse processo.

Por fim, a captação de significados é importante para a Aprendizagem Significativa, pois é um processo que envolve “[...] uma negociação de significados entre discente e docente e que pode ser longo” (MOREIRA, 2012c, p. 11), necessitando de um domínio progressivo das situações de aquisição de conhecimento, estruturado a partir do domínio de situações progressivamente mais complexas em uma dialética entre conceitos e situações.

A partir do entendimento da Aprendizagem Significativa, também abordamos a ampliação de Moreira (2000), adicionando o termo crítico, em que abordaremos a seguir.

## Aprendizagem Significativa Crítica

Em adição a teoria apresentada anteriormente, é necessário que o estudante também utilize de artifícios para que possa fazer parte da sociedade sem ser subjugado por ela, em que a sua inserção e distanciamento é cumprido por meio de reflexões que conduzam a críticas sobre o seu cotidiano. Por esta interpretação, identificamos que é

[...] por meio dessa aprendizagem que ele poderá lidar construtivamente com a mudança sem deixar-se dominar por ela, manejar a informação sem sentir-se impotente frente a sua grande disponibilidade e velocidade de fluxo, usufruir e desenvolver a tecnologia sem tornar-se tecnófilo (MOREIRA, 2006b, p. 19).

Assim, a partir dos estudos de Moreira (2000), Moura Junior; Alves (2021, p. 3) examinam que “[...] utilizar somente uma aprendizagem significativa não é o bastante para que o estudante compreenda o que ocorre em seu cotidiano e na sociedade”, pois a TAS possui o direcionamento nas compreensões cognitivas, necessitando ir além, para uma Aprendizagem Significativa e Crítica, por meio da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC), ou subversiva.

Nela, é relatado que apenas aprender significativamente não é suficiente para sobreviver na sociedade; é necessário trabalharmos para que o estudante também utilize artifícios que o permitam fazer parte da sociedade sem ser subjugado por ela, em que sua inserção e distanciamento são cumpridos por meio de reflexões que conduzam a críticas sobre seu cotidiano.

Desta maneira, possuímos como entendimento do termo “crítico” aqui adotado com o sentido de

[...] indagar o que é apresentado, tanto em sala de aula quanto no cotidiano, de maneira a confrontar a realidade e os porquês de ser/ocorrer de tal forma. As indagações críticas buscam conduzir o estudante a uma postura não submissa em relação ao conhecimento, uma vez que ele se sente provocado a buscar respostas para estas inquietações, seja por meio de pesquisas e/ou interpretações da realidade (MOURA JUNIOR; ALVES, 2022, p. 6).

Com esses olhares, é vital abandonar uma postura passiva do docente em sala de aula, pois é necessário que este desenvolva reflexões por meio de questionamentos da realidade, assim como na busca de respostas, para poder agir. A criticidade aqui posta não advém somente da crítica por ela mesma, pois ela se torna incompleta, mas em conjunto com a reflexão e ação.

Para tanto, Moreira (2000, p. 20-21) estabelece onze princípios para poder ocorrer uma Aprendizagem Significativa e Crítica, sendo eles:

1. *Princípio do conhecimento prévio*: Aprender que aprendemos a partir do que já sabemos;

2. *Princípio da interação social e do questionamento*: Aprender/ensinar perguntas ao invés de respostas;
3. *Princípio da não centralidade do livro de texto*: Aprender a partir de distintos materiais educativos;
4. *Princípio do aprendiz como perceptor/representador*: Aprender que somos perceptores e representadores do mundo;
5. *Princípio do conhecimento como linguagem*: Aprender que a linguagem está totalmente implicada em qualquer e em todas as tentativas humanas de perceber a realidade;
6. *Princípio da consciência semântica*: Aprender que o significado está nas pessoas, não nas palavras;
7. *Princípio da aprendizagem pelo erro*: Aprender que o ser humano aprende corrigindo seus erros;
8. *Princípio da desaprendizagem*: Aprender a desaprender, a não usar conceitos e estratégias irrelevantes para a sobrevivência;
9. *Princípio da incerteza do conhecimento*: Aprender que as perguntas são instrumentos de percepção e que definições e metáforas são instrumentos para pensar;
10. *Princípio da não utilização do quadro-de-giz*: Aprender a partir de distintas estratégias de ensino;
11. *Princípio do abandono da narrativa*: Aprender que simplesmente repetir a narrativa de outra pessoa não estimula a compreensão.

Acerca destes princípios citados, almejamos conduzir diálogos e aprofundamentos para os entendimentos metodológicos desta pesquisa, tais como o: *Princípio da interação social e do questionamento*; *Princípio da não utilização do quadro-de-giz*; e *Princípio do abandono da narrativa*.

No *Princípio da interação social e do questionamento*, observa-se que, em certa medida, os estudantes apresentam relutância em questionar ou demonstram timidez. Isso é frequentemente atribuído ao hábito de simplesmente escutar o professor e aceitar o que é dito sem manifestar a curiosidade de compreender a razão por trás das informações apresentadas.

Neste tipo de cenário, a situação de ensino e aprendizagem ocorre regularmente de maneira mecânica, baseando-se na crença da transmissão de conhecimentos, recepção e memorização, desenvolvendo certezas perante aos resultados matemáticos, sendo elas verdades permanentes e imutáveis.

Para tanto, é necessário estimular e valorizar a realização de perguntas, tanto dentro quanto fora da sala de aula. Através dos diálogos, propiciar a troca de saberes para fomentar dúvidas que, por sua vez, conduzam à busca por novos discernimentos, pois “[...] quando bem elaborada quanto a seu conteúdo proposicional e a sua forma, poderá ser um meio razoável para se aferir o conhecimento do aluno” (TERZI, 1990, p. 117), tornando-se uma ferramenta para incentivar as operações mentais.

No *Princípio da não utilização do quadro-de-giz*, Moreira (2011) relata que a “utilização do quadro e giz” reflete a maneira de narrar do professor, na maioria das vezes voltada para uma Aprendizagem Mecânica, dirigido pela estratégia de o docente escrever na lousa<sup>9</sup> aquilo que está registrado no livro, os alunos copiam em seus cadernos e depois reproduzem nas avaliações.

Portanto, é interessante que o professor adote metodologias que visem a utilização de outros materiais ou a ressignificação dos utilizados em sala de aula, orientando os estudantes para que comuniquem seus saberes, participando ativamente ao desenvolver suas falas, fazer indagações e compartilhar seus entendimentos com os outros. Dessa forma, coordena o compartilhamento do aprendizado, o que demonstra que as “[...] atividades em que há participação dos estudantes em grupo, descentralização das aulas, do livro didático e uso da experimentação promovem maior interesse e compromisso com a aprendizagem em ciências da natureza” (MAGALHÃES; VILLAGRÁ; GRECA, 2020, p. 14).

Quanto ao *Princípio do abandono da narrativa*, ele é desenvolvido para os casos em que o professor é o único responsável pelas falas conduzidas em sala de aula, enquanto os estudantes apenas permanecem em silêncio, prestando atenção e copiando em seus cadernos. Nesse contexto, Moreira (2011, p. 4) questiona a eficácia dessas narrativas, sugerindo a reflexão sobre “por que, então, não fechar a boca e deixar o aluno falar?”.

Nesse sentido, é crucial retirar a narrativa centrada exclusivamente no professor, redirecionando o foco do ensino e aprendizagem para o estudante, conduzindo em promover um diálogo em sala de aula sobre suas experiências, percepções e opiniões em relação ao assunto estudado, propiciando uma conversa dialética no ambiente educacional.

Com esta outra visão, o papel do professor assume a função de mediador nos diálogos, podendo se inserir nelas, guiado pela participação ativa dos estudantes, viabilizando a exposição

---

<sup>9</sup> O autor utiliza o quadro e o giz como exemplos de ferramentas para o ensino mecânico; no entanto, é importante ressaltar que para esse propósito podem ser utilizados outros materiais, inclusive aqueles mais modernos e tecnológicos, como o Projetor/*Datashow*. Portanto, os instrumentos disponíveis em sala de aula não determinam o resultado da aprendizagem, mas sim como o professor os utiliza para o ensino, incluindo sua abordagem ao ministrar as aulas e sua escolha metodológica.

de suas curiosidades, mediante do comprometimento, da interação e da habilidade de receber e fazer críticas, contribuindo para facilitar negociações de significado (DAMASIO; PEDUZZI, 2015).

Diante do exposto, é pertinente afirmar que o estudante assume a condução do seu próprio processo de aprendizagem, alterando o papel do professor como o centro do processo educativo, dando vez e voz para que ele possa se expressar, interagir e refletir sobre questões e desafios, que podem ser fictícios, simulados ou reais.

Pelos dizeres de Moreira (2011, p. 7), essa centralidade “[...] não significa, necessariamente, a não-diretividade rogeriana, mas sim organizá-lo de modo a ter em conta que o aluno é responsável por sua própria aprendizagem, que ele é senhor dessa aprendizagem”, e tampouco significa que o processo de ensino e aprendizagem deva ser interpretado como concedendo total liberdade para escolher o que aprender.

Com o entendimento destes princípios, evidenciam-se as mudanças de posturas, o tipo de oratória e os métodos empregados, pois ser crítico pressupõe ser ativo e participativo, onde o professor e estudante se correlacionam para obter tal produto, incentivando a produção de análises críticas da realidade experienciada, trazida para o ambiente escolar para ser dialogada e debatida na busca por soluções e interpretações.

Assim, este conhecimento reflexivo o conduz a indagar o que passa ao seu redor, por meio do refletir para poder agir, levando a escola a contribuir no despertar e no desenvolvimento desse olhar crítico, retirando “[...] o aluno da passividade no processo educativo e levá-lo a descobrir a importância da sua formação para sua vida e para o mundo” (ALVES; TATSCH, 2017, p. 89), o auxiliando para que possa ser um agente transformador da sua realidade.

Entretanto, dependendo da fase do processo escolar em que se encontram, os estudantes podem demonstrar resistência ao estímulo da indagação, uma vez que podem estar acostumados com a Aprendizagem Mecânica que caracterizou a sua formação. Nesse contexto, recebem passivamente o conteúdo escolar, apresentando esforço mínimo, exigindo que o professor adote metodologias que os incentivem a se tornarem mais ativos e participativos, fortalecendo, assim, as relações entre o professor e os estudantes quanto entre eles próprios (MOURA JUNIOR; BACURY, 2019).

Sendo assim, a contextualização de conteúdos escolares interligados ao cotidiano, como os de Matemática, podem ser catalizadores para o desenvolvimento da Aprendizagem Significativa e do raciocínio crítico, pois há uma validação dos saberes expostos em relação às experiências, bem como uma convergência entre teoria e prática, aproximando aos conteúdos escolares para a clareza de significados e de validade. Portanto,

[...] o papel principal das escolas, na sociedade democrática, é o de providenciar as informações necessárias para que os alunos disponham das ferramentas indispensáveis para dialogar e analisar criticamente os conteúdos curriculares, capacitando-os para a resolução dos problemas cotidianos mediante a utilização da análise dessas situações-problemas como ferramentas de liberação (OREY; ROSA, 2007, p. 198).

Para contribuir com a TASC de Moreira (2000), também apresentamos algumas das interpretações de Skovsmose (2001, 2014) sobre a Educação Matemática Crítica (EMC). Essa abordagem implica em uma educação, como prática e pesquisa, voltada a “[...] discutir condições básicas para a obtenção do conhecimento, deve estar a par dos problemas sociais, das desigualdades, da supressão etc., e deve tentar fazer da educação uma força social progressivamente ativa” (SKOVSMOSE, 2001, p. 101), destacando que a Matemática deve promover o avanço do pensamento reflexivo, instigando uma análise sobre o seu uso e avaliá-lo, de igual forma, aos empreendimentos tecnológicos.

Com o intuito de atingir esse objetivo, Skovsmose (2014, p. 21) identifica os cenários para de aprendizagem, definindo-o como “[...] aquele que convida os alunos a formular questões e procurar explicações”. Esses ambientes são criados a partir dos desafios apresentados aos estudantes, que, motivados por suas curiosidades e necessidades, utilizando dos processos de exploração para compreender e explicar o fenômeno estudado, assumindo, desse modo, a responsabilidade pelo seu desenvolvimento educacional.

Logo, é necessário considerar e empregar em sala de aula instrumentos que favoreçam o diálogo e a reflexão. Quanto a esta última, é fecunda a Matemática em suas reflexões internas, questionando a aplicação de algoritmos para a resolução de problemas. No entanto, carece de uma reflexão sobre a Matemática no contexto do mundo real, em que, de acordo com Skovsmose (2008, p. 62), “[...] reflexões sobre ações e práticas baseadas em matemática conferem uma dimensão ética à noção de reflexão [...]”.

Assim, as questões e desafios, aliados à comunicação, podem ser encarados como dispositivos capazes de contribuir para raciocínios de natureza ética e social por meio da Matemática, evidenciando uma interação ativa entre o professor e o estudante. Nesse sentido, essa relação deve ser dinâmica no ambiente escolar, e o processo de aquisição do aprendizado deve ser organizado levando em conta os problemas e necessidades dos estudantes, a fim de conduzir posturas reflexivas e a participação ativa (ROZAL; SOUZA; SANTOS, 2017).

A esse respeito, compreendemos que, “[...] a fim de se estabelecer uma Aprendizagem Significativa é preciso estabelecer relações entre o conteúdo educacional e os *backgrounds* dos alunos” (SKOVSMOSE, 2014, p. 49). Em outras palavras, é necessário levar em conta os

conhecimentos prévios dos estudantes, promovendo o diálogo com os conteúdos de Matemática.

Desta maneira, a partir dos olhares sobre a TASC e da EMC, observamos afinidades entre essas abordagens. Ambas compartilham termos similares, indicando uma convergência que fortalece as interações entre essas duas vertentes, em que tanto a TASC quanto a EMC destacam a importância de uma Aprendizagem Significativa e Crítica, na qual os estudantes são instigados a formular questões, buscar explicações e se envolver ativamente no processo de aprendizado.

Também, essas vertentes também enfatizam a necessidade de considerar os conhecimentos prévios dos alunos, ou *backgrounds*, e estabelecer relações entre o conteúdo educacional e as experiências de vida dos estudantes. Essa convergência abre espaço para diálogos e propostas educacionais que integram elementos dessas abordagens, promovendo uma educação matemática que seja crítica, significativa e alinhada às necessidades e realidades dos estudantes.

Assim, por meio deste panorama, refletiremos a seguir as reflexões acerca da Modelagem Matemática como estratégia de ensino em sala de aula, tendo como foco o ensino da Matemática no Educação Básica.

### **Modelagem Matemática como estratégia de ensino com pesquisa em sala de aula**

Quando nos referimos à Modelagem<sup>10</sup>, contemplamos uma estratégia destinada à resolução de problemas reais inseridos no contexto da Matemática. Nesse enfoque, não há um percurso predeterminado para a solução, permitindo sua abordagem por meio de diversas técnicas, dependendo dos conhecimentos matemáticos, da criatividade e dos materiais empregados.

Nesse contexto, a Modelagem se configura como uma estratégia de pesquisa, o que reflete em seu conceito ao utilizá-la no ensino e aprendizagem da Matemática, sendo, sob certa ótica, a “[...] tradução de uma situação-problema (real ou não) por meio de símbolos e ordem lógica (estrutura) que permite formular, resolver questões das mais diversas áreas do conhecimento e da própria matemática” (BIEMBENGUT, 2016, p. 60). Dessa maneira, ela direciona esforços para a criação de novos níveis de significados, objetos e modelos, descrevendo a si mesma e as circunstâncias que a cercam.

---

<sup>10</sup> Para tornarmos a leitura mais simples e agradável, aplicaremos somente o termo Modelagem para representar a Modelagem Matemática.

Conforme Biembengut; Hein (2000), a palavra “modelagem” remete à ideia de um escultor trabalhando com argila para produzir algum objeto, sendo este o modelo. Por meio dessa alusão, podemos dizer que a Modelagem possui esse sentido, mas sendo: a mente humana, o escultor; a Matemática, a ferramenta; e a situação-problema, o objeto a ser trabalhado.

O propósito deste tipo de estratégia é elaborar um modelo que pode se referir a diversos contextos e tipos de aprendizado, tomando, em geral, a ideia de representação de algo que incorpore características de interesse original. Por sua vez, desenvolve-se a partir de um significado, imaginação ou desejo de conhecer algo. Neste sentido, o modelo matemático é criado com o objetivo de

[...] compreender e expressar a sensação provocada por uma imagem, um som, ou uma manifestação qualquer, [onde] nossa mente procura relacioná-la com algo conhecido, efetuando deduções, formando imagem, representação, modelo (BIEMBENGUT, 2016, p. 66).

Logo, o modelo matemático provém da realidade daquele que o criou, valorizando a sua utilidade para alguma questão ou problema, em que pode ser um resultado, um produto ou uma teoria que auxilie em sua resolução. Contudo, faz-se necessário que o modelador faça uso de aparatos precisos para realizá-lo, como a observação e o conhecimento profundo e atencioso do fenômeno a ser modelado, assim como as compreensões matemáticas, a experiência adquirida, a criatividade e a capacidade para significar o que é produzido.

Neste cenário, a Modelagem tem como essência efetuar combinações entre diversos saberes, buscando compreender um fenômeno por meio de uma teoria, que pode ser matemática. Ela inicia-se por um conjunto de ideias, estruturações, verificações e conclusões, ou considerações, para resolver uma situação-problema (BIEMBENGUT; HEIN, 2000; BIEMBENGUT, 2016).

Sintetizando, a “[...] modelagem (matemática) é um método para solucionar alguma situação-problema ou para compreender um fenômeno utilizando-se de uma teoria (matemática)” (BIEMBENGUT, 2016, p. 98). Portanto, podemos distinguir que a Modelagem tem como objetivo aguçar os discernimentos e raciocínios matemáticos, assim como a criatividade, tomada de decisão, imaginação e reflexão, resultando em conexões entre a Matemática à outras áreas do conhecimento, conferindo-lhe o aspecto da interdisciplinaridade e desenvolvendo habilidades por meio da resolução de problemas (ARAGÃO; BARBOSA, 2016).

De acordo com Biembengut; Hein (2000), a Modelagem é desenvolvida por meio de três etapas, a *Interação*, a *Matematização* e o *Modelo Matemático*<sup>11</sup>, conforme desenvolvidos nos próximos parágrafos.

1 - *Interação*, ocorrendo por meio da *situação* e *familiarização*.

Como procedimento inicial, na *situação*, é necessário realizar uma breve apresentação sobre o que é e como fazer Modelagem para os estudantes, incentivando-os a formular perguntas para a elaboração da situação-problema. Além disso, é importante discutir a delimitação da questão levantada e, se necessário, a sua reformulação.

Em seguida, ocorre a etapa de *familiarização*, que consiste no reconhecimento do tema a ser modelado, o que implica em realizar levantamentos bibliográficos, dialogar com especialistas, realizar pesquisas e práticas de campo, bem como nos experimentos em ambientes controlados. Essa fase aguça a capacidade de observação e atenção para os detalhes da situação-problema. Nesse contexto, os estudantes são motivados a se engajar na sua resolução, promovendo, assim, a aprendizagem da Matemática, tal como de outras Ciências e conhecimentos.

Essa fase costuma ser a mais densa, demandando mais tempo, pois é necessário realizar investigações e levantamentos de dados e informações relevantes para o desenvolvimento do tema da questão proposta. Além disso, é preciso elaborar planejamentos que sustentarão as próximas etapas do processo de Modelagem;

2 - *Matematização*, ocorre a tradução da situação-problema em termos matemáticos, desenvolvida na *formulação* e *resolução*.

Na etapa de *formulação*, é necessário classificar as informações importantes relacionadas aos dados obtidos na fase anterior, dando prosseguimento para o levantamento de hipóteses, a seleção de variáveis significativas e a descrição dessas relações em termos matemáticos. O objetivo principal é “[...] chegar a um conjunto de expressões aritméticas ou fórmulas, ou equações algébricas, ou gráfico, ou representações, ou programa computacional, que levem à solução ou permitam a dedução de uma solução” (BIEMBENGUT; HEIN, 2000, p. 14).

Posteriormente, na etapa de *resolução*, procede-se à solução da situação-problema utilizando os conhecimentos matemáticos, que tem como resultado o modelo matemático. Em alguns casos, pode ser necessário revisitar esses conteúdos, e isso pode ser feito por meio de

---

<sup>11</sup> Para distinguir os termos, “Modelo Matemático” se refere como a etapa final da Modelagem Matemática, enquanto “modelo matemático” diz respeito ao produto elaborado e construído com base nos conhecimentos matemáticos.

aulas ministradas pelo professor, visando facilitar a compreensão dos temas matemáticos e conhecimentos relevantes para o desenvolvimento da resolução da questão proposta.

Também é pertinente ressaltar que essa fase pode ser considerada a mais desafiadora, uma vez que demanda o raciocínio matemático aliado à criatividade, habilidades essenciais para solucionar a situação-problema. Para isso, pode ser necessário realizar simplificações da realidade e efetuar combinações, com o propósito de encontrar uma solução adequada para a situação-problema. E;

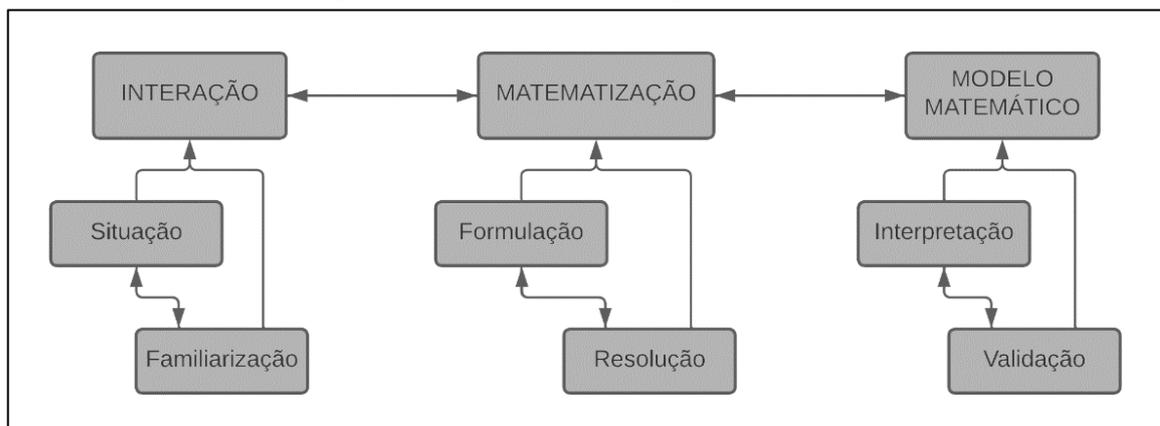
3 – *Modelo Matemático*, significa a *interpretação* e a *validação* do Modelo Matemático desenvolvido na etapa anterior.

Em continuidade, há a *interpretação* do modelo matemático desenvolvido, tais como as implicações da solução derivada em conjunto com o estudante, guiando para a *validação*, onde é verificada a sua adequabilidade, examinando quão significativo e relevante o modelo é em relação à questão que o originou.

Nesta fase, é essencial estabelecer uma correlação entre os conteúdos matemáticos utilizados para resolver a situação-problema e a realidade, proporcionando um sentido de interligação entre os saberes da escola e o cotidiano. A tradução da linguagem coloquial para as linguagens das Ciências e Matemática favorece para que aprendam melhor sobre algo que é de seu interesse em uma comunicação biunívoca entre escola e realidade.

Entretanto, caso o modelo não seja adequado, é necessário retornar às etapas anteriores em busca de novas hipóteses, dados, informações e/ou modificações necessárias. Assim, a Modelagem não segue uma linearidade, permitindo idas e vindas para ajustar as ideias apresentadas, visando o desenvolvimento de um modelo matemático mais apropriado para responder à situação-problema que o originou. A dinâmica das etapas e subetapas da Modelagem é apresentada na Figura 2.

**Figura 2:** Dinâmica da Modelagem Matemática



**Fonte:** Biembengut; Hein (2000, p. 15).

Para esclarecer, quando mencionamos em simplificação da realidade, nos referimos a diminuir a quantidade de variáveis e/ou complexidade dos conhecimentos necessários para resolver uma situação-problema que não seja adequado ao momento proposto, transformando essa questão em uma semirrealidade, implicando em torná-la mais apropriada para o contexto do ensino da Matemática.

Desta forma, ressaltamos que, conforme a leitura de Bassanezi (2006), caso o problema não consiga ser resolvido, ele pode ser simplificado, desde que não seja excessivo, pois informações importantes podem ser perdidas e a questão inicial que o originou pode ser descaracterizada. No contexto escolar, essa abordagem pode ser realizada por conta da quantidade de variáveis a serem utilizadas, dos conhecimentos matemáticos necessários, assim como do tempo disponível para as atividades em sala de aula.

Também observamos que, ao lidar com a Modelagem, é necessário recorrer a outras fontes de conhecimento para além da Matemática, tais como intuição, conhecimentos prévios, imaginação, criatividade e trabalho colaborativo. Isso se deve ao fato de que a Modelagem não segue uma abordagem linear; ao contrário, envolve idas e vindas nos processos de autonomia e de liberdade ao modelar, tanto de forma individual quanto coletiva.

Assim, transpondo para o ensino e aprendizagem, essas comunicações podem ser desenvolvidas com os professores, técnicos e profissionais que têm compreensão sobre o tema, tanto dentro quanto fora do ambiente escolar, incentivando a ideia de que a Matemática possui utilidade para além do contexto escolar. Essa abordagem favorece a potencialidade contextualizadora da Modelagem, refletindo a ideia de que tudo está interligado (LEVY; ESPÍRITO SANTO, 2011).

Nesse delinear investigativo em sala de aula, o trabalho em grupo privilegia diálogos e debates, coleta e organização de dados, o que conduz ao surgimento de interações sociais (BIEMBENGUT; HEIN, 2000; BIEMBENGUT, 2016; DALVI; REZENDE; LORENZONI, 2020; MOURA JUNIOR; BACURY, 2019; MOURA JUNIOR; ALVES, 2021; SILVA, 2011; VIANA; VERTUAN, 2021), e como a Modelagem se inicia por meio de uma questão aberta, sem previsão inicial de qual será o resultado, deve ser oportunizado a possibilidade de diferentes resultados, conduzidos a partir dos conhecimentos inerentes a cada estudante.

Logo, evidencia-se que a Modelagem se configura como uma proposta a ser investigada pelos professores, trazendo o estudante como autor do processo de aprendizagem, sendo o docente o orientador dessa dinâmica, auxiliando por meio da transposição didática para o ensino da Matemática, ou seja, a ação do professor em transformar a Matemática acadêmica

(científica) para uma matemática escolar, compreensível, fortalecendo as relações entre professor e estudante (MOURA JUNIOR; BACURY, 2019).

Estas devem ser exercidas em três dimensões: “[...] o aluno deve buscar, o professor deve mediar e o ambiente é a fonte de toda a pesquisa” (KLÜBER; BURAK, 2008, p. 22). Portanto, o local de investigação, ao utilizar a Modelagem, deve abranger essas responsabilidades, sendo que o descumprimento por qualquer uma das partes pode resultar em distorções quanto ao aproveitamento desta como estratégia de ensino da Matemática.

Neste contexto, estabelecer correlações entre teoria e prática em ambientes e contextos reais por meio da Matemática valoriza os conhecimentos adquiridos fora da sala de aula e os incorpora para serem discutidos em conjunto com o professor, contribuindo para desmistificar a concepção de que ela é completamente abstrata e, por vezes, “sem sentido”.

Assim, o diálogo estimula a participação em atividades investigativas de situações cotidianas, propiciando a criação de interações com o meio didático que colaboram para a construção de conhecimentos relevantes e essenciais para a sociedade (LITTIG *et al.*, 2019). Além disso, a Modelagem pode ser considerada uma estratégia científica que prepara o indivíduo para assumir seu papel como cidadão (BASSANEZI, 2006).

Conforme mencionado por Brasil (2018), é crucial destacar a prática da curiosidade intelectual no ambiente escolar, englobando reflexão, análise crítica, imaginação e criatividade. Torna-se necessário que os estudantes conduzam investigações sobre fenômenos por meio da formulação e no teste de hipóteses para resolver problemas, levando em consideração fatores sociais, culturais e digitais, possibilitando a compreensão e explicação da realidade, ao mesmo tempo em que valoriza a diversidade de saberes e experiências culturais.

À luz dessas reflexões, torna-se evidente a importância de incorporar a Modelagem em sala de aula, onde os conhecimentos prévios são reconhecidos e necessários para utilizar e desenvolver as etapas desse recurso metodológico. Isso contrasta com a concepção equivocada de que as aulas se limitam a simplesmente ouvir a explicação do professor, copiar, responder exercícios do livro didático e ser avaliado em provas. Esse paradigma, conforme evidenciado pelos exames nacionais e internacionais, revela-se inadequado e propenso ao insucesso desse tipo de abordagem de aprendizado.

Conforme dialogado neste capítulo, a consideração de aspectos socioculturais, com a valorização do entorno e a integração das manifestações elaboradas na comunidade dentro da escola, promove o estímulo à formação da criatividade e da criticidade no ambiente escolar. É necessário ir além da lousa, do livro didático e do discurso centralizado no professor, criando um ambiente de diálogo com os estudantes, e com outros professores e profissionais, possuindo

como proposta “[...] buscar o novo, junto com os seus alunos, em suas características emocionais e culturais” (D’AMBROSIO, 2009, p. 106).

Com base nas reflexões previamente expostas acerca da Modelagem Matemática, da TAS e da TASC, expomos os argumentos que possibilitam entender o uso desta estratégia de ensino para os estudantes, surgindo da produção de uma Aprendizagem Significativa e Crítica.

### **Correlacionando Modelagem Matemática, Aprendizagem Significativa e Aprendizagem Significativa Crítica**

A utilização de práticas em sala de aula que empregam métodos repetitivos, automáticos e com o objetivo de reprodução em provas, em detrimento da compreensão da realidade, direcionam o aprendizado para uma Aprendizagem Mecânica da Matemática, o que conduz a resultados pouco satisfatórios no desenvolvimento dos estudantes, em que ela

[...] não pode mais ser voltada ao modelo tradicional, o da aprendizagem mecânica, acredita-se que o aluno deveria receber informação pronta, memorizar o que se lê e se vê, repetindo na íntegra como única tarefa, sem atribuir significado ao aprendizado (CARRIL; NATÁRIO; ZOCCAL, 2017, p. 71).

Dessa forma, não mais se justifica somente a estruturação da Matemática em enunciado-demonstração-aplicação. Torna-se crucial adotar abordagens metodológicas que, alinhadas aos anseios dos estudantes, possam conduzir a uma compreensão mais profunda dos significados e símbolos, bem como a sua interpretação, resultando em uma Aprendizagem Significativa da Matemática, conferindo-lhe sentido e proporcionando a eles a incorporação de novas ideias, tanto em cenários teóricos quanto práticos. Nessa perspectiva, é necessário estabelecer conexões entre teoria e estratégia, buscando correlacionar a TAS com a Modelagem.

Assim, a Modelagem pode ser conduzida de maneira a proporcionar evidências de que os estudantes sejam capazes de correlacionar seus conhecimentos, estabelecendo uma interação entre os subsunçores, com o intuito de estruturar uma Aprendizagem Significativa, em que ele “[...] deixa de ser um mero espectador para assumir a condição de sujeito ativo no processo de construção dos seus conhecimentos matemáticos” (SOUZA, 2021, p. 244), impulsionando percepções, análises, reflexões, criação e desenvolvimento de relações entre os conteúdos matemáticos e as experiências do cotidiano.

Conforme os estudos de Almeida; Brito (2005) e de Borssoi; Almeida (2004), a Modelagem pode proporcionar uma Aprendizagem Significativa, estimulando a predisposição para aprender. Esse processo ocorre inicialmente ao considerar os conhecimentos prévios dos estudantes para a formulação de situações-problema e sua resolução. Além disso, traz as suas

experiências para serem discutidas e orientadas em sala de aula, contribuindo para desmistificar a ideia de que a Matemática se limita apenas a pensamentos matemáticos abstratos.

Essa ressignificação proporciona diferentes perspectivas e reflexões, desencadeando investigações e oferecendo condições para o desenvolvimento de experiências voltadas à Aprendizagem Significativa, em que os

[...] alunos verbalizem o que se passa em suas mentes ao pensarem sobre a atividade, propicia ao professor fazer inferências sobre os modelos mentais, possibilita a observação de evidências de atribuição de significados pelos alunos (BORSSOI, 2013, p. 169).

Nesse sentido, destaca-se que a Modelagem pode ser empregada como estratégia para a TAS, possibilitando que o professor oriente os estudantes por meio de situações-problema reais que podem ser matematizadas no contexto escolar, favorecendo na utilização dos conhecimentos prévios, contribuindo na construção de uma aprendizagem fundamentada na percepção e na experiência.

Para determinar a orientação desta pesquisa, Skovsmose (2001) propõe três tipos distintos de métodos de ensino da Matemática aos quais a Educação Matemática pode ser direcionada: o *conhecer matemático*, compreendendo as habilidades matemáticas por meio da reprodução de teoremas e provas, bem como o domínio dos objetos matemáticos, configurando-se como o saber matemático tradicional; o *conhecer tecnológico*, que envolve a habilidade de aplicar a Matemática na construção de modelos, utilizando ferramentas tecnológicas para atingir objetivos tecnológicos; e o *conhecer reflexivo*, associado à reflexão sobre o uso e os objetivos da Matemática para avaliá-los, envolvendo ponderações sobre as consequências dos empreendimentos tecnológicos. Dessa forma, a correlação da Modelagem com a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) ocorre principalmente no âmbito do *conhecer reflexivo*.

Portanto, entendemos que a resolução de situações-problema por meio desta estratégia não se encerra quando obtém um resultado numérico, ou representacional, necessitando serem questionados e analisados de maneira reflexiva e crítica e permeado pela realidade.

Com essa interpretação, amplia-se nosso entendimento de que a Modelagem pode dialogar com TASC, almejando a promoção de indagações e reflexões críticas, em que esses elementos podem ser incorporados no ambiente escolar, contribuindo para um aprendizado mais rico e significativo, em que

[...] entendemos que o ensino de matemática, além de promover uma aprendizagem significativa, deve também favorecer mecanismos para que o aluno conquiste a cidadania e se posicione de forma responsável e construtiva na sociedade; uma vez que ela oferece um instrumento lógico-matemático que constitui um argumento poderoso em discussões (VENÂNCIO; KATO, 2008, p. 58).

Em nossos olhares, estabelecer diálogos com os estudantes sobre conhecimentos matemáticos, a partir de temas reais e de seu interesse, levando em consideração suas experiências, mostra-se relevante para correlacionar o ensino da Matemática com o desenvolvimento social, humano e científico, que por sua vez, conduz a uma aprendizagem significativa e crítica.

Neste panorama, pode-se abordar situações-problema que têm impacto na sociedade, utilizando o senso crítico e criativo do estudante. Isso vai além da aplicação dos conhecimentos matemáticos e da perspectiva desejada pela TAS, proporcionando uma abordagem mais ampla e contextualizada, onde as

[...] atividades de Modelagem são consideradas como oportunidades para explorar os papéis que a matemática desenvolve na sociedade contemporânea. Nem matemática nem Modelagem são “fins”, mas sim “meios” para questionar a realidade vivida. Isso não significa que os alunos possam desenvolver complexas análises sobre a matemática no mundo social, mas que Modelagem possui o potencial de gerar algum nível de crítica (BARBOSA, 2001b, p. 4)

Por esse direcionamento, a Modelagem adota uma perspectiva sociocrítica<sup>12</sup>, conectando os conhecimentos matemáticos com as reflexões. Dessa forma, o ensino da Matemática proporciona sentidos e significados duradouros ao questionar a realidade. As atividades metodológicas devem orientar os estudantes a uma participação crítica na sociedade, proporcionando oportunidades para interação social no desenvolvimento, análise e validação de um modelo derivado de uma situação-problema, resultando em reflexões sobre o erro, a necessidade de reformulações e as implicações decorrentes desse processo (SILVA, 2011; SKOVSMOSE, 2014).

Segundo Barbosa (2004, 2006), pautado nas leituras de Skovsmose (2001), a Modelagem pode ser definida em três perspectivas: *pragmática*, resolução de problemas com base em situações reais e cotidianas e nas futuras profissões do estudantes, desenvolvendo os conhecimentos técnicos; *científica-humanista*; as atividades de Modelagem possuem como objetivo aprender tópicos matemáticos e previsto no programa disciplinar, desenvolvendo os conhecimentos matemáticos; e *sócio-crítica*, capacidade de discutir as implicações dos resultados matemáticos advindos da situação-problema na sociedade, desenvolvendo os conhecimentos reflexivo.

Desta forma, a presente pesquisa visa empregar a Modelagem para a concepção sócio-crítica, caracterizada pela capacidade de questionar e/ou investigar a realidade a partir de

---

<sup>12</sup> Quando nos referimos a uma Modelagem voltada para aspectos sociocríticos em sala de aula, estamos abordando uma metodologia alinhada com a Educação Matemática Crítica, cujo foco reside na aprendizagem dos conceitos matemáticos relacionados ao cotidiano do estudante.

situações do cotidiano, inclusive aquelas externas à sala de aula. Nesse contexto, é esperado que o estudante participe ativamente no processo de ensino e aprendizagem, sendo que a reflexão, suas verbalizações e experiências são trazidas para serem discutidas e investigadas.

Mais uma vez, essa abordagem confere significado aos aprendizados ao motivar a interconexão entre a teoria e a prática da Matemática. Nesse sentido,

[...] percebe-se que alguns dos princípios facilitadores da Aprendizagem Significativa Crítica estão presentes em atividades de Modelagem Matemática em vários aspectos: os trabalhos em grupo podem oportunizar a interação social e a procura por um modelo que descreva melhor determinada situação ou que resolva algum problema pode suscitar questionamentos. A validação do modelo ou análise da solução encontrada também pode levar à reflexão sobre o erro ou à necessidade de reformulações. Nesse sentido, uma perspectiva sociocrítica da Modelagem Matemática parece facilitar a implementação destes princípios em sala de aula (SILVA, 2011, p. 134).

Essa abordagem sociocrítica da Modelagem, fundamentada em um ambiente de problematização e investigação, estabelece princípios que facilitam a integração dos estudantes em discussões matemáticas, técnicas e reflexões na busca de solucionar uma situação-problema, promovendo a participação em debates sociais relacionados à Matemática.

Portanto, essa análise sugere que a Modelagem pode estabelecer correlações com a TASC, buscando compreender os diferentes modos de abordar a realidade, fundamentada na “[...] ampliação da autonomia dos alunos, que tem como objetivo propiciar a leitura e a ampliação da visão de mundo, o desenvolvimento do pensamento autônomo e contribuir para o exercício pleno da cidadania” (OREY; ROSA, 2007, p. 204).

Para alcançar esse objetivo, é necessário que os estudantes desenvolvam habilidades para negociar significados, sendo capazes de realizar e receber críticas. O professo

r, por sua vez, deve fomentar um ambiente reflexivo de aprendizagem, estimulando a capacidade de argumentação e proporcionando espaço para a expressão de ideias e diferentes formas de pensamento.

No entanto, conforme destacado nos estudos de Damásio; Peduzzi (2015, p. 64), “a escola na prática é outra, pois pouco ou nada faz para encorajar jovens a inquirir, duvidar ou contestar qualquer setor da sociedade em que vivem”. Além disso, a habilidade de formular perguntas não é ensinada, e em alguns casos, é desencorajada.

Isso ressalta a importância de aplicar a TASC no ambiente escolar, pois essa abordagem centra-se em uma metodologia de questionamento, desenvolvendo atitudes e aptidões críticas em relação ao contexto social, político e cultural. Esse cenário direciona para a necessidade do “aprender a aprender”, fundamental para o desenvolvimento produtivo e a sobrevivência diante dos desafios da sociedade.

Apesar dos desafios, preocupações e demandas relacionadas à elaboração de atividades e ao cumprimento das cargas horárias voltadas para o conteúdo escolar, em que possíveis “desvios” desses objetivos podem resultar em atrasos nos cronogramas, é relevante que os professores adotem metodologias, como a Modelagem, propiciando utilizar e desenvolver a crítica, a reflexão e os diálogos em sala de aula, uma vez que, conforme indicado pelas leituras realizadas, sua importância é evidenciada tanto no ambiente escolar quanto na formação de cidadãos para a sociedade.

Diante da correlação entre as teorias da TAS e da TASC, juntamente com a abordagem da Modelagem, e em consonância com a literatura e nossas interpretações, é imperativo orientar o olhar para atividades cotidianas que possam ser problematizadas. Este contexto deve ser permeado por reflexões, indagações e críticas que contribuam para a compreensão dos motivos subjacentes ao “ser” ou “fazer” da situação-problema em estudo. O foco do ensino e aprendizagem é, portanto, direcionado para esse propósito, utilizando a Matemática como uma ferramenta para aprofundar os olhares investigativos, reflexivos e críticos.

Com essa compreensão da Modelagem como estratégia de ensino de uma Aprendizagem Significativa e Crítica, no próximo tópico, delinearemos o mapeamento de dissertações sobre o tema em evidência.

### **Mapeamento de pesquisas contendo a relação entre a Modelagem Matemática e a Aprendizagem Significativa Crítica em práticas cotidianas de estudantes**

Para situarmos esta pesquisa, elaboramos um mapeamento das recentes produções acadêmicas que apontam a Modelagem como estratégia de ensino e aprendizagem utilizando da TAS e da TASC.

Conforme apontado por Romanowski; Rns (2006, p. 38), o mapeamento se mostra necessário para identificar os “[...] os enfoques, os temas mais pesquisados e as lacunas existentes”. Dessa forma, nos direcionam a partir das leituras de outras produções acadêmicas para estabelecer os delineamentos necessários para o presente estudo, considerando as possibilidades, desafios e observações previamente exploradas.

Portanto, ela “[...] opera na identificação, na localização e na descrição dos estudos em um determinado tempo, espaço e campo de conhecimento” (BAIRRAL; MENEZES; 2023, p. 21), prestigiando para que o pesquisador realize os levantamentos iniciais para a sua investigação, evidenciando a atualidade da pesquisa a partir de estudos desenvolvidos na academia, ampliando os entendimentos sobre o objeto de estudo e na inspiração para trilhar caminhos metodológicos inovadores.

Assim sendo, adotamos um protocolo para mapeamento dentre as produções acadêmicas, delimitando: marco temporal; bancos de dados; descritores; e as análises.

Para a delimitação de tempo, consideramos um recorte de seis anos<sup>13</sup>, de 2016 a 2021, de tal maneira que possamos analisar as investigações recentes acerca do nosso tema de pesquisa, colocado a partir das bases de dados do Google Acadêmico, Portal de Periódicos CAPES, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e nos Repositórios dos Programas de Pós-Graduação em Educação Matemática e Ensino de Ciências e Matemática da região Norte do Brasil.

Foram operados oito descritores para esse levantamento, sendo eles: “modelagem matemática”; “educação matemática”; “educação matemática crítica”; “aprendizagem significativa”; “aprendizagem significativa crítica”; “Ausubel”; “ensino fundamental”; e “ensino básico”.

Como resultado, obtivemos cerca de setecentos e setenta e cinco (775) pesquisas, contudo, ao verificar o título e as palavras-chave empregadas, identificamos oitenta e uma (81) investigações, dentre dissertações e teses.

Contudo, após o primeiro exame dessas produções selecionadas, verificamos que os critérios colocados deveriam ser revistos, adicionado à leitura do resumo e da introdução, qualificando sete (07) para seleção, desconsiderando os estudos cujo tema principal era divergente ao nosso, como: formação inicial e continuada de professores; ensino profissionalizante; ensino de outras áreas do conhecimento (física, química e bioquímica); produção de aplicativos; histórias em quadrinho; e gamificação. Desse montante, duas (02) destas investigações eram repetidos, totalizando cinco (05) pesquisas a serem analisadas.

Durante a análise desses materiais, identificou-se que em uma das dissertações o autor não utilizou a Modelagem Matemática, limitando-se ao estudo da TAS utilizando da resolução de problemas, levando a ser desconsiderada. Portanto, no total, foram selecionadas quatro (04) dissertações, como detalhado no Quadro 1.

**Quadro 1:** Mapeamento de dissertações relacionadas a pesquisa

Nº	Ano	Programa/Instituição	Título	Autor(a)
01	2016	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática / UFAL	Ensino-aprendizagem de funções trigonométricas através do <i>software Geogebra</i> aliado à Modelagem	MELO, Enaldo Vieira de

<sup>13</sup> Inicialmente, foi utilizado um período de cinco (05) anos para o recorte temporal. No entanto, devido à carência de pesquisas que abordassem a temática em questão, optou-se por estender esse período por mais um ano, com o propósito de ampliar o âmbito das investigações realizadas.

			Matemática <sup>14</sup>	
02	2017	Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Ensino de Física / UFMS	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa com Modelagem Matemática para a aprendizagem do conceito de volume em uma escola militar do RS <sup>15</sup>	SANTOS, Alexandre Xavier dos
03	2017	Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática / PUC-SP	O ensino de funções trigonométricas com o uso da Modelagem Matemática sob a perspectiva da Aprendizagem Significativa <sup>16</sup>	COSTA, Felipe de Almeida
04	2020	Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação / UNIVC	Construções geométricas para o ensino de geometria na 1 <sup>o</sup> série do Ensino Médio <sup>17</sup>	VIEIRA, Claudia Mara de Oliveira Belonia

**Fonte:** Adaptado de Moura Junior; Alves (2022, p. 16-17).

Ao analisarmos o local da publicação, identificamos que não houve produções utilizando da Modelagem com a TAS e a TASC na região Norte, em que as pesquisas levantadas para o mapeamento provieram de outros Estados, como Alagoas (CEDU-UFAL), Espírito Santo (UNIVC), Mato Grosso do Sul (PPGEMEF-UFMS) e São Paulo (PUC/SP). A isso, qualificamos a relevância desta presente investigação para a região amazônica, pois carece de elaborações recentes nesse sentido.

Nesse contexto, analisaremos as produções destacadas no Quadro 1, destacando os aspectos que conduziram a Modelagem como estratégia de ensino e aprendizagem para uma Aprendizagem Significativa e Crítica nessas investigações.

Na pesquisa de Melo (2016), traz como questionamento “a metodologia tradicional de ensino-aprendizagem tem contribuído para que os alunos aprendam os conteúdos e façam a conexão com o dia a dia?”. Para tanto, objetivou: “analisar as contribuições da utilização do *software Geogebra* aliado à Modelagem Matemática no ensino-aprendizagem das funções trigonométricas seno e cosseno, à luz da Aprendizagem Significativa”.

Nesse estudo empregou-se o *software Geogebra* em conjunto com a Modelagem para ensino e aprendizagem de funções trigonométricas seno e cosseno por intermédio da TAS para os estudantes do 2<sup>o</sup> ano do Ensino Médio, tendo como tema as fases lunares e a altura da maré.

<sup>14</sup> Disponível em:

<https://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/5897/1/Ensino-aprendizagem%20de%20funcoes%20trigonometricas%20atraves%20do%20software%20Geogebra%20aliado%20a%20modelagem%20matematica.pdf>. Acesso em: 30/05/2022.

<sup>15</sup> Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/13501>. Acesso em: 30/05/2022.

<sup>16</sup> Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/20853>. Acesso em: 30/05/2022.

<sup>17</sup> Disponível em: [https://repositorio.ivic.br/handle/123456789/678?locale-attribute=pt\\_BR](https://repositorio.ivic.br/handle/123456789/678?locale-attribute=pt_BR). Acesso em 30/05/2022.

Inicialmente, o autor conduz uma análise dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre o conteúdo de funções trigonométricas, bem como as associações em relação ao mundo real, utilizando questionários semiestruturados. Nesse processo, verificou-se que eles possuíam experiências relacionadas à pesca por meio das práticas realizadas por suas famílias.

Como procedimento para estruturar os entendimentos acerca de função trigonométrica e periodicidade, foi desenvolvido uma oficina para tradução das fases lunares e altura da maré utilizando-se de funções trigonométricas, seno e cosseno, com o *Geogebra*, dando indícios a uma Aprendizagem Significativa por meios das repostas apresentadas.

Posteriormente, foi desenvolvida a Modelagem de fenômenos periódicos a partir da situação-problema relacionada à pesca. O tema abordou as fases lunares e a altura da maré em um determinado mês e dia, utilizando os conhecimentos matemáticos para auxiliar na construção de gráficos com base nas funções seno e cosseno.

Com o modelo desenvolvido, foram realizados debates sobre os resultados obtidos, levando em consideração as fases lunares e a altura da maré. Essas discussões abordaram temas como os melhores dias e horários para tomar banho de mar, a previsão de maré alta ou baixa, além da identificação dos melhores dias para pescar ao longo do mês.

Além disso, foram apresentadas as opiniões dos estudantes ao interagirem com a Matemática para a construção de funções que preveem os fenômenos naturais. Essas perspectivas são expressas por meio de suas escritas, evidenciando uma correlação prazerosa entre o entendimento matemático e a relevância desse aprendizado em seu cotidiano, refletindo na valorização da compreensão da Matemática para situações reais, especialmente relacionadas às práticas de pesca de suas famílias.

Por fim, foi elaborado um questionário abordando aspectos relacionados ao *software* utilizado, à metodologia para o ensino da Matemática e aos fatores que influenciam a Aprendizagem Significativa das funções seno e cosseno. Os resultados indicaram que a dinâmica empregada durante as aulas promoveu entendimento por meio da interatividade, além de proporcionar uma melhor compreensão na manipulação de imagens, na construção e na interpretação de gráficos, descrito pelos estudantes como uma metodologia interessante, prática e de fácil aprendizado.

Também foi conduzida uma entrevista para capturar as percepções dos estudantes, onde “as respostas elucidam uma Aprendizagem Significativa proporcionada pelo tipo de abordagem dada ao assunto de funções trigonométricas e ratificam o *software* como um material potencialmente significativo” (MELO, 2016, p. 109). Portanto, ocorreu uma transição da abordagem tradicional de aprendizado, com o tópico sendo explicado por meio da

compreensão de fenômenos cotidianos, buscando correlacionar teoria e prática para esclarecer entendimentos sobre a Matemática e sua aplicação no cotidiano.

No que tange a investigação de Santos (2017), traz como questionamento: “a metodologia tradicional de ensino-aprendizagem tem contribuído para que os alunos aprendam os conteúdos e façam a conexão com o dia a dia?”. A qual tem como objetivo “investigar o processo de aprendizagem significativa do conceito de volume por alunos do terceiro ano do Ensino Médio, de uma escola militar gaúcha, quando envolvidos em uma sequência didática, segundo os passos de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, subsidiada por atividades de Modelagem Matemática”.

Nesse sentido, aliou-se Modelagem à Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), que se trata de “[...] uma sequência didática composta por atividades com a característica de ser potencialmente facilitadora em proporcionar Aprendizagem Significativa aos alunos” (SANTOS, 2017, p. 31).

Nele, houve o ensino de volume de sólidos geométricos, tendo como público-alvo os estudantes do 3º ano do Ensino Médio ao empregar do tema volume de sólidos geométricos. Como procedimento inicial, o autor realizou um questionário online para identificar as concepções sobre Matemática, seus conhecimentos prévios sobre Geometria Espacial e as dificuldades em relação ao tema, assim como suas opiniões acerca do estudo da Matemática.

Nas fases iniciais do processo investigativo, foram implementadas atividades relacionadas à construção de embalagens para objetos do dia a dia, assemelhando-se àquelas encontradas em produtos de supermercado. O propósito dessas atividades foram de elucidar os conceitos de figuras planas e a aplicação de materiais, como o material dourado, para preencher prismas de base cúbica, contribuindo para o desenvolvimento de uma compreensão intuitiva de volume.

Dessa maneira, os estudantes foram organizados em grupos, evidenciando seus conhecimentos prévios sobre o cálculo de área e sua transição para a geometria espacial, em que o pesquisador ofereceu suporte para resgatar os saberes necessários ao desenvolvimento desses conceitos.

Em continuidade, realizou-se algumas práticas em sala de aula. Na primeira delas, foram utilizadas embalagens reais, com formato de cilindro e prisma, para a medição das arestas, o esboço da forma planificada e o cálculo do volume. Na segunda, ocorreu a construção de três pirâmides de base triangular para apresentar o Princípio de Cavalieri.

Como atividade final, houve o incentivo a proporem questões de seu interesse, sendo apresentado seis temas, os quais foram investigados por meio das etapas de Modelagem. Esses

temas incluíam: o custo na fabricação de trufas de chocolate; a quantidade de tinta necessária para a pintura da sala de aula; a variação do volume de uma caixa feita a partir de uma cartolina; um estudo comparativo entre dois formatos de embalagens de leite condensado encontrados no supermercado; as Pirâmides de Gizé; e a obtenção da fórmula do volume para o tetraedro regular e octaedro regular.

No entanto, apenas o primeiro tema derivou das experiências cotidianas de um dos estudantes, a de produção de trufas, uma vez que era destinada à comercialização na escola. Ao ser apresentado aos demais, surgiu uma surpresa, dando origem a um debate sobre o lucro obtido, que foi considerado baixo. Isso levou a argumentações a favor do aumento do valor da trufa, com o grupo explicando que na prática existem outras variáveis que influenciam no preço e no lucro final. Essas considerações destacaram as diferenças entre o ganho real obtido e o modelo desenvolvido.

Por fim, a análise dos resultados do último questionário realizado evidenciou que as atividades de Modelagem foram bem recebidas pelos estudantes, em que foram descritas como sendo mais claras para a compreensão e entendimento da matéria, facilitando assim o processo de aprendizado.

Diante dessa análise, a prática desenvolvida se destaca como um meio diferenciado para adquirir conhecimentos em Matemática, esclarecendo que a “[...] ocorrência de aprendizagem significativa, se dá no momento em que os próprios alunos formulam e resolvem seus problemas de pesquisa com referência a situações reais na atividade final de Modelagem Matemática” (SANTOS, 2017, p. 102), o que implica que os estudantes devem ser autônomos no processo de Modelagem, com o auxílio das orientações do professor.

Já a investigação de Costa (2017), traz dois questionamentos: no primeiro, “nas condições atuais da escola pública, a modelagem na sala de aula pode levar o aluno a ser protagonista do seu aprendizado acarretando uma aprendizagem significativa?”; e em segundo, “as estratégias de ensino norteadas pela modelagem e referenciadas pela teoria da aprendizagem significativa potencializam o aprendizado dos alunos relativo às funções trigonométricas seno e cosseno?”, questões essas permeadas pelo objetivo de “investigar se as atividades de ensino com o uso de modelagem tendo fenômenos periódicos (como os índices pluviométricos, movimento oscilatório de pêndulo e o giro de roda de bicicleta com ela parada) como aprendizado prévio, são meio de que favorecem a aprendizagem significativa dos conceitos das funções trigonométricas seno e cosseno”.

Com estes direcionamentos, utilizou-se da Modelagem para a Aprendizagem Significativa de funções trigonométricas com estudantes do 3º ano do Ensino Médio, tendo

como tema o ciclo das chuvas. Como procedimento inicial, foram verificados os conhecimentos prévios por meio de atividades matemáticas, destacando a necessidade de fortalecer subsunçores adequados.

Dessa forma, foram conduzidos experimentos com ênfase no ensino inicial de funções trigonométricas, utilizando ferramentas tecnológicas como o *Excel*, além da observação e anotação, em que foram discutidas com os estudantes por meio de questionamentos para promover a compreensão desse tema. Posteriormente, foi abordada a construção de gráficos do índice pluviométrico de dois anos consecutivos da cidade.

Após as análises, foi constatado que as chuvas ocorrem nos meses finais e iniciais do ano, durante a época do verão, apresentando um índice menor no meio do ano, no inverno. Além disso, percebeu-se que as chuvas seguem um ciclo sazonal, ocorrendo ciclicamente durante as estações. Desta maneira, notou-se um maior envolvimento dos estudantes nesse contexto, uma vez que o tema abordado refletia em suas experiências cotidianas, proporcionando relatos sobre os problemas decorrentes das chuvas na cidade, correspondendo a ser um tema favorável para ser modelado.

Dessa forma, foi desenvolvida como situação-problema a correspondência entre os deslizamentos que ocorrem na cidade em que vivem e as chuvas, abordando conhecimentos sobre trigonometria, seno e cosseno ao utilizar de materiais concretos nas aulas, como o pêndulo, roda de bicicleta e cronômetro.

Nessa abordagem didática, foram enfatizadas as propriedades, semelhanças e comportamentos visando a compreensão matemática. Além disso, foi realizada a construção de gráficos e tabelas para aprofundar esse entendimento, culminando na elaboração de um modelo matemático, desenvolvido a partir dos gráficos e tabelas referentes ao índice pluviométrico da cidade.

Conforme destacado por esse autor, essas atividades propiciaram uma Aprendizagem Significativa, pois houve uma participação ativa dos estudantes durante as aulas, e as respostas às perguntas direcionadas aos conhecimentos matemáticos desejados, aliadas às correlações com a realidade, contribuíram para a construção de conceitos relacionados às funções trigonométricas. Aliado a isto, foi identificada a reconciliação integrativa e a diferenciação progressiva ao longo das etapas desenvolvidas.

Também é destacado outro resultado, evidenciando a percepção e compreensão dos fenômenos reais e cotidianos, conduzindo que “a modelagem nessa atividade fez com que os alunos questionassem as ações políticas no município, perceberam que os órgãos públicos deixam de realizar intervenções para resolver os problemas da população [...]” (COSTA, 2017,

p. 84). Esse destaque ressalta a dimensão crítica e reflexiva desenvolvida em sala de aula a partir das ações de Modelagem com a Aprendizagem Significativa voltada para situações do seu cotidiano.

Por fim, a pesquisa de Vieira (2020), traz como questionamento: “de que maneira uma sequência didática utilizando construções geométricas com ênfase no ensino lúdico, pode facilitar a aprendizagem de geometria para a 1ª Série do Ensino Médio?”, cujo objetivo foi “investigar o potencial de aprendizagem de uma sequência didática sobre construções geométricas, com ênfase no lúdico, em turmas da 1º série do ensino médio”

Com este intuito, a investigação ocorreu com estudantes do 1º ano do Ensino Médio, em que o aprendizado se volta para o ensino de geometria por meio da ludicidade com a Modelagem e a TAS, tendo como tema a paisagem urbana.

Como procedimento inicial, a autora verificou os subsunçores dos estudantes por meio de questionários mistos, evidenciando suas dificuldades ao associarem as figuras geométricas presentes no cotidiano, pois “[...] provavelmente, por não terem retido em sua estrutura cognitiva as informações sobre geometria, o que resultou em algumas respostas em branco” (VIEIRA, 2020, p. 53), assim como a resistências.

A partir disso, adotou como metodologia inicial as aulas tradicionais, concentrando-se apenas na explanação da Matemática. Essa abordagem resultou em uma postura passiva em relação aos estudos, associada ao desinteresse e à dificuldade de assimilação, em que os estudantes apresentaram concepções equivocadas, confundindo figuras planas, além de cometerem erros na nomenclatura das mesmas.

Dessa maneira, as aulas foram reestruturadas para possibilitar uma participação ativa. Para isso, foram estabelecidos diálogos, sugerindo que os estudantes buscassem imagens e ideias para a elaboração de maquetes, assim como plantas baixas dessas construções, que, por sua vez, contêm as formas geométricas.

A isso, observou-se um aumento de interesse para a execução da atividade, que, segundo a autora, é motivado pelo caráter lúdico da tarefa, estimulando a criatividade e contribuindo para que os estudantes estejam mais dispostos a aprender. Outro aspecto relevante é que os conteúdos matemáticos foram abordados durante a manipulação do objeto, evidenciando as expressões das formas das figuras e sólidos geométricos, junto com suas equações, enfatizados por meio de explicações e na retirada de dúvidas.

Com as maquetes construídas, foram elaborados vídeos que apresentaram as compreensões do tema estudado, e posteriormente compartilhados entre os estudantes para promover o intercâmbio de informações.

A essas práticas mencionadas, Vieira (2020, p. 66) destaca que ocorreu um aprendizado “[...] a partir do lúdico e de forma significativa, utilizando conceitos preexistentes na estrutura cognitiva para que novos conhecimentos fossem ancorados a eles”. Sua participação ativa e comprometimento durante as atividades foram essenciais para a compreensão dos conceitos matemáticos, contribuindo para o desenvolvimento de competências voltadas para a aprendizagem nessa perspectiva, direcionada a interação social, tomada de decisão, autonomia e criatividade.

Considerando as quatro pesquisas citadas e, de acordo com nossas análises, é evidenciada a possibilidade de correlacionar a Modelagem e a TAS com os estudantes, promovendo o ensino e a aprendizagem da Matemática por meio da resolução de situações-problema oriundas da realidade. Nesse contexto, eles possuem a oportunidade de serem ativos na busca de seu próprio conhecimento, enquanto o professor desempenha o papel de orientador do processo, oferecendo os direcionamentos necessários e auxiliando na (re)construção das compreensões necessárias.

Em todas elas, a abordagem metodológica é produzida por instrumentos em que expõem os conhecimentos prévios dos estudantes como ponto de partida, pois é a partir dele que pesquisador em campo poderá avaliar e, se necessário, readequar as estratégias para que seja desenvolvido uma Aprendizagem Significativa.

A partir deste direcionamento identificado, é levado para a sala de aula cenários reais para seres investigados, que por sua vez, são encaminhados para o desenvolvimento de aulas práticas, como apontada nos estudos de Santos (2017) e Vieira (2020), ou em aulas que recorrem de ferramentas novas para serem trabalhadas, como apresentado em Melo (2016) e Costa (2017).

Assim, essas outras abordagens podem conduzir ao desenvolvimento para a TAS, pois o estudante descontrói a sua resistência, desinteresse e dificuldade em participar das aulas a partir de temas que o instigue a investigar o seu cotidiano, que por sua vez traz a elaboração de diálogos, em sua participação e no desenvolvimento da reflexão ao manusear da Matemática.

Entretanto, o método inicial para a compreensão dos subsunçores foi realizado por meio de questionários e atividades matemáticas. Em nossa interpretação, essa abordagem poderia ser aprimorada com a utilização do instrumento descrito nos estudos de Novak; Gowin (1984), os mapas conceituais<sup>18</sup>.

---

<sup>18</sup> Mais detalhes a respeito do mapa conceitual serão abordados na seção que discute os instrumentos utilizados nesta pesquisa, no Capítulo III.

Neste instrumento citado, é identificado os conceitos relevantes na estrutura cognitiva, tornando-se relevante empregá-lo no início, no meio e no fim da investigação, permitindo ao pesquisador entender como os subsunçores foram reconciliados e diferenciados ao longo das atividades realizadas em sala de aula.

Para a TASC, há indícios nas investigações desses quatro autores, pois os temas de Modelagem foram recolhidos da realidade e trazidos para serem problematizados e investigados. Em consonância com nossa pesquisa, as investigações revelam elementos que orbitam em relação ao contexto da Educação do Campo, como na produção de Melo (2016), que trata das fases lunares e da altura da maré.

Aos outros temas, como o ciclo das chuvas (COSTA, 2017) e a paisagem urbana (VIEIRA, 2020), levantam-se como perspectivas que poderiam ter sido exploradas pelos estudantes em nossa pesquisa, mas foram direcionados para questões comerciais, como receita, custo e lucro, aproximando-se de um dos temas matemáticos abordados por Santos (2017) ao lidar com um dos temas levantados em sala de aula sobre o volume de sólidos, no caso, o lucro da venda de trufa na escola.

Também, identificamos nos estudos de Costa (2017) e Santos (2017) o apontamento da Modelagem como meio de trazer a realidade do discente para a sala de aula, desenvolvendo questionamentos acerca do lucro da produção de trufas e das ações políticas no município para conter os deslizamentos de terra nas épocas de maior incidência de chuvas, conferindo-lhe o aspecto da criticidade para ser levantada e dialogada em sala de aula a partir de reflexões sobre questões reais.

No entanto, consideramos a ausência das falas dos estudantes em relação às demais etapas desenvolvidas, em que o foco foi delineado somente ao final das atividades. Conforme mencionado ao longo do capítulo anterior, as escolas carecem da abordagem de questões críticas e reflexivas em relação à nossa sociedade. Logo, é crucial ouvir o que tem a dizer, estimulando-o, e reconhecendo que a percepção de suas experiências e saberes desempenha um papel a ser trabalhado no ambiente escolar.

Ainda, queremos destacar que, apesar destas produções acadêmicas não suprirem plenamente aos objetivos por nós estabelecidos, consideramos a sua relevância para a elaboração de uma Aprendizagem Significativa e Crítica.

As indagações sobre os resultados em função do contexto social podem desencadear atitudes e reflexões que posicionem a Matemática como um elemento crucial para a análise da realidade, não adotando uma postura submissa perante a mesma. Dessa forma, propomos trazer

as percepções do estudante ao empregar os processos de Modelagem, onde a reflexão se torna essencial para a compreensão de sua realidade.

Além disso, ressaltamos a escassez de pesquisas que abordam a temática de nossa investigação, utilizando a Modelagem como um instrumento de diálogo com a TAS e a TASC para promover uma Aprendizagem Significativa e Crítica para estudantes de Assentamento, ou mesmo para outras realidades da Escola do Campo.

Por fim, a partir da leitura dessas quatro produções acadêmicas, identificamos aproximações e distanciamentos em relação à nossa pesquisa. Quanto às aproximações, notamos que as situações-problemas foram extraídas da realidade dos estudantes, a utilização de ferramentas para o ensino da Matemática, como o *Geogebra*, a participação ativa na construção de sua aprendizagem, e os diálogos resultantes de indagações a partir do modelo desenvolvido e com inferências para situações reais, convergindo para a promoção de uma Aprendizagem Significativa e Crítica em sala de aula.

Tal como, há seus distanciamentos em relação a essas produções, iniciando-se a partir das coletas iniciais das informações em relação aos conhecimentos matemáticos aprendidos anteriormente pelos estudantes, utilizando questionários e atividades matemáticas, aos quais empregamos a elaboração de mapas conceituais (NOVAK; GOWIN, 1984) como ponto de partida, assim como utilizados no meio e no fim da empiria em campo para expressar como as atividades de Modelagem se correlacionaram aos subsunçores.

Outro ponto de diferenciação se deve à apresentação das falas dos estudantes em relação às atividades de Modelagem realizadas, considerando suas perspectivas e olhares, e assim, correlacionando suas falas para a promoção de uma Aprendizagem Significativa e Crítica.

Por meio dessas leituras sobre Modelagem e a TAS e TASC, proporemos a seguir uma leitura acerca da metodologia empregada nessa pesquisa.

### **CAPÍTULO III – O CAMINHAR METODOLÓGICO DA PESQUISA**

Após a apresentação do capítulo teórico, seguimos com a especificação metodológica assumida nesta investigação, delineando os caminhos que norteiam o fazer do pesquisador, indicando: Aspectos teórico-metodológico da pesquisa, de abordagem qualitativa (OLIVEIRA, 2007) e do tipo Estudo de Caso (YIN, 2015); Apresentando o caso; O *locus* da pesquisa; Os estudantes participantes da pesquisa e os critérios de seleção; Instrumentos para produção de evidências, realizada pela observação participante, entrevistas e mapa conceitual; Aspectos éticos da pesquisa; e Instrumentos para a análise das evidências, sendo do tipo Combinação de Padrão.

#### **Aspectos teórico-metodológico da pesquisa**

Para esta pesquisa, julgamos apropriado adotar uma abordagem que leve em consideração a subjetividade e as peculiaridades do ambiente, com foco no desenvolvimento de práticas que incorporem os aspectos humanos.

Perante isso, optamos pela abordagem qualitativa, cujo direcionamento envolve o “[...] processo de reflexão e análise da realidade por meio da utilização de métodos e técnicas para compreensão detalhada do objeto de estudo em seu contexto histórico e/ou segundo sua estruturação” (OLIVEIRA, 2007, p. 37), integrando a sensibilidade e a intuição do pesquisador em campo.

Portanto, buscamos compreender o contexto e os saberes trazidos pelos estudantes do Assentamento e no diálogo com o ambiente escolar, visto que o “[...] fenômeno pode ser melhor compreendido no contexto em que ocorre e do qual é parte, devendo ser analisado numa perspectiva integrada” (GODOY, 1995, p. 21), considerando suas visões, vivências e conhecimentos.

Por assim, voltamos os olhares para o nosso objeto de estudo de maneira a verificar os aspectos que não podem ser quantificados, uma vez que a subjetividade trará evidências que auxiliarão em nosso intuito de correlacionar a Modelagem a TAS e a TASC.

Nessa direção, usufruímos do Estudo de Caso (YIN, 2015, p. 7), que possui como característica ser uma investigação empírica que “[...] 1. Investiga um fenômeno contemporâneo (o “caso”) em profundidade e em seu contexto de mundo real, especialmente quando; 2. Os limites entre o fenômeno e o contexto puderem não ser claramente evidentes”.

Em direção a nossa pesquisa, destacamos que este Estudo de Caso adota uma abordagem qualitativa e educacional, possuindo a natureza de ter um “[...] sentido mais abrangente: o de focalizar um fenômeno particular, levando em conta seu *contexto* e suas

*múltiplas dimensões*. Valoriza-se o aspecto unitário, mas ressalta-se a necessidade da *análise situada e em profundidade*” (ANDRÉ, 2013, p. 97, grifo do autor).

Além disso, a presente investigação é delimitada por se tratar de um projeto de caso único, justificado pelo fato de especificar um “[...] conjunto claro de circunstâncias no qual suas proposições são consideradas verdadeiras” (YIN, 2015, p. 54). Essa abordagem é utilizada para determinar se as proposições são corretas ou se algum conjunto de explicações pode ser mais relevante para o caso estudado.

Portanto, nesta pesquisa em questão, identificamos como caso do tipo único, derivado a partir da Modelagem desenvolvida em campo, enquanto a Unidade de Análise deriva das práticas elaboradas pelos grupos de estudantes para formular e resolver as situações-problema utilizando a Modelagem.

Por outra perspectiva, também podemos delinear-lo com o sentido de um Estudo de Caso descritivo, o que equivale à sua não organização em uma hipótese ou teoria causal abrangente, em que pode propor afirmações neste sentido perifericamente ao argumento principal, em que o estudo se delinea por ser do tipo típico, ou seja, um Estudo de Caso descritivo típico, voltando a “[...] representar uma tendência central de uma distribuição que não é, certamente, a mesma de uma destruição inteira” (GERRING, 2019, p. 98).

Diante do exposto, propomos avaliar questões subjetivas do ensino e aprendizagem da Matemática por meio dos procedimentos de Modelagem em conjunto com a TAS e TASC.

Corroborando com o nosso intuito de aproveitar dessa metodologia para uma das tendências em Educação Matemática, Ponte (2006) relata que o Estudo de Caso, voltado a essa compreensão, procura investigar as práticas que envolvem os processos de conhecimento e de seus desenvolvimentos. Ele abrange que as ações do pesquisador devam ser conduzidas nesse sentido, pois a pesquisa deve ser investigativa e, em nosso caso, exploratória, pois desejamos obter informações sobre o nosso objeto de estudo. Em adição, esse autor relata que

É uma investigação que se assume como particularística, isto é, que se debruça deliberadamente sobre uma situação específica que se supõe ser única ou especial, pelo menos em certos aspectos, procurando descobrir a que há nela de mais essencial e característico e, desse modo, contribuir para a compreensão global de um certo fenômeno de interesse (PONTE, 2006 p. 2).

Portanto, entendemos que estudar sobre a Modelagem em conjunto com a TAS e TASC com estudantes de Assentamento para a produção de uma Aprendizagem Significativa e Crítica se enquadra como uma situação especial, visto a insipiência deste tipo de estudo destacado no capítulo anterior. Ainda, vislumbramos acerca das possibilidades de que ocorra este tipo de aprendizagem no ambiente escolar a partir das práticas cotidianas, sendo

identificada e trazia para o ambiente escolar, propondo compreensões, estudos e soluções em sala de aula.

Por este aporte teórico-metodológico, a seguir será apresentado o caso estudado na pesquisa.

### **Apresentando o caso**

Definidos os aspectos teórico-metodológicos, temos que o caso é uma entidade determinada e necessariamente inserida em seu contexto, logo, necessitando “[...] dar atenção à sua história (o modo como se desenvolveu) e ao seu contexto (os elementos exteriores, quer da realidade local, quer de natureza social e sistêmica que mais o influenciaram)” (PONTE, 2006, p. 5), tendo como intuito conhecer uma pessoa, uma instituição, um curso, um sistema educativo ou qualquer outra unidade social.

De acordo com o nosso objetivo mediado pela Modelagem, TAS e TASC, o caso a ser compreendido por esta pesquisa está pautado no estudo dessas bases teóricas durante a realização das ações cotidianas de estudantes do Assentamento Rio Preto/TO ao utilizar da Modelagem Matemática.

Este adveio da identificação da Modelagem desenvolvida em sala de aula, em que o fenômeno a ser estudado parte da intenção de correlacionar os aspectos teóricos e práticos a serem explorados por meio de nossas análises. Para tanto, eles foram divididos em dois grupos, contendo em cada um, quatro membros.

Retornando a nossa questão de pesquisa, buscamos evidências de que a Modelagem possa proporcionar uma Aprendizagem Significativa e Crítica da Matemática, embasando essas relações que foram explicitadas no capítulo de referencial teórico.

Assim, Yin (2015, p. 58) afirma que “o mesmo estudo de caso único pode envolver unidades de análise em mais de um nível. Isso ocorre quando, em um caso único, a atenção também é dirigida a uma subunidade ou mais [...]”. Desta forma, o presente caso volta-se a ser do tipo integrado, denotado em duas Unidades de Análise Integradas (UAI): a primeira, **A Modelagem Matemática do Grupo Milho**; e a segunda, **A Modelagem Matemática do Grupo Farinha**. Para a primeira UAI, foram denotados os estudantes E1, E3, E4 e E6, e para o segundo, os estudantes E2, E5, E7 e E8.

Essas foram identificadas a partir das práticas de Modelagem realizadas em campo, produto das situações-problema levantada pelos próprios estudantes a partir da indagação da realidade vivenciada. Portanto, essas são as UAI a serem trabalhadas de acordo com as

evidências elaboradas em campo e dos instrumentos empregados, como a observação participante, entrevista e mapa conceitual.

Contudo, nessa pesquisa abordaremos somente a primeira UAI, A Modelagem Matemática do Grupo Milho, em que a segunda, do Grupo Farinha, será exposta em produções futuras, possuindo outras nuances da TAS e da TASC em sala de aula. A escolha de analisar uma única UAI se justifica, pois esta abordagem representa um estudo abrangente e integral para os propósitos desta investigação.

A seguir, apresentaremos o *locus* da pesquisa.

### **O locus da pesquisa**

Localizado aproximadamente 100 quilômetros e pertencente ao município de Araguaína no Estado do Tocantins/TO, o Projeto de Assentamento Rio Preto possui cerca 197 famílias, em que sua extensão de terra é de 2.000 alqueires, ou 9.681,08 ha (96.810.800 m<sup>2</sup>), possuindo características geográficas e físicas de “[...] solo arenoso, a vegetação é formada por reserva de mata e banhado por alguns Rios, dois deles são: Rio Atoleiro e Rio Preto, há também outros córregos e represas na região” (SILVA, 2018, p. 27).

Anteriormente denominada de Fazenda Rio Preto, de propriedade de Miguel Cury, o Assentamento Rio Preto proveio do engajamento de reformas agrárias iniciadas na década de 1990 pelos trabalhadores, moradores e do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST).

Esta disputa pelas terras foi finalizada a partir dos Autos n° 019/90 de Ação de Desapropriação por Interesse Social proposta pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), em que os limites das terras foram demarcados nas razões do Ofício INCRA/UAA/G/N° 192/00, datado de 14/11/2000<sup>19</sup>, conforme é apresentado na Figura 3.

---

<sup>19</sup> Informações retiradas do documento “Registro de Imóveis” assinado em 28 de novembro de 2000 e registrado pelo Cartório Ercília Maria Moraes Soares, localizado no endereço Rua 1° de Janeiro, 1189, Centro, Araguaína/TO - CEP 77803-140.



subsequente, utilizando os conhecimentos sobre o cultivo de milho e da produção de silagem<sup>21</sup>, elaboradas a partir dos conhecimentos socioculturais dos estudantes em relação à Matemática.

Além disso, destaco a minha vivência no Assentamento Rio Preto durante quatro meses, de abril a julho de 2022, permeada por conversas informais com moradores e membros da Escola para conhecer o local e compreender suas atividades cotidianas. Isso possibilitou identificar possibilidades e desafios para as práticas de investigação em campo, integrando a Modelagem com a TAS e TASC.

Localizada na *Sede* do Assentamento Rio Preto, a Escola é tomada como um seguimento da união de pequenas escolas que se situavam por todo o território do Assentamento, assim como a passar a atender estudantes de outras localidades, como fazendas e assentamentos vizinhos.

Nela, são atendidos todos os níveis da Educação Básica, abrangendo desde a Educação Infantil até os dois segmentos do Ensino Fundamental. Vale ressaltar que apenas os anos escolares do 1º ao 5º ano são multisseriados, e o Ensino Médio, composto pelas séries de 1º ao 3º, é realizado por meio de uma parceria entre o Estado e o Município.

Além disso, a escola dispõe de recursos materiais didáticos que atendem algumas das necessidades da instituição. Dentre esses, incluem-se projetor, tela de projeção, mesas, cadeiras, ar condicionado, quadro branco, pincéis, apagadores, cola, impressora e acesso à *internet*, os quais contribuíram para as atividades de investigação realizadas pelo pesquisador.

Durante a investigação realizada na escola, a biblioteca encontrava-se desativada por falta de um profissional responsável. Após diálogo com a coordenadora e o professor titular da disciplina de Matemática, esse espaço foi disponibilizado para a realização das atividades de pesquisa, assim como o campo de futebol da escola. É importante ressaltar que essas atividades foram desenvolvidas ao longo de 29 encontros, abrangendo um período de quatro meses<sup>22</sup>, em que cada encontro tinha a duração de uma hora/aula.

Dentre estas observações, conheço, compreendo e aprendo sobre a plantação de milho, assim como as nuances para o plantio, como as distâncias entre plantas e entre as *ruas*<sup>23</sup>, as

---

<sup>21</sup> A silagem é o resultado da trituração de plantas, como o milho, seguida pela fermentação anaeróbica dos açúcares e componentes solúveis em água. Essa substância é armazenada em silos e serve como alimento para os animais durante o período de estiagem (CARDOSO; SILVA, 1995).

<sup>22</sup> Em consideração ao tempo disponível na Escola, bem como ao tempo dos professores e dos estudantes, em certos momentos a pesquisa precisou ser interrompida e reagendada, demandando vários encontros para seu desenvolvimento.

<sup>23</sup> Segundo relatos dos moradores do Assentamento, os termos “rua”, “beca” ou “lera” se referem à distância entre uma fileira de plantas e outra em uma plantação. Essas distâncias são determinadas de modo a permitir o adequado desenvolvimento das plantas, bem como proporcionar espaço para que o produtor possa transitar entre elas a fim de realizar a limpeza e a manutenção necessárias.

condições para o cultivo, os seus custos, as ferramentas manuseadas, a produção de farinha e como ela é vendida. Para essas ações, apresentamos a Figura 4, a seguir referente a elaboração de farinha de puba pelos moradores.

**Figura 4:** Produção da farinha no Assentamento Rio Preto



**Fonte:** acervo do autor (2022).

Também, foi-me apresentada outra prática sociocultural desenvolvida no Assentamento, a cubação de terra. Para o meu entendimento, um dos moradores demonstrou essa técnica empiricamente ao medir o seu terreno, utilizando varinhas com uma corda de medida específica para anotação. Posteriormente, ensinou-me como a cubação é realizada, utilizando sua construção sociocultural a partir da Matemática para o desenvolvimento do cálculo de área, conforme mostrado na Figura 5.

**Figura 5:** Práticas de cubação de terra

Fonte: acervo do autor (2022).

Outro fator é que a sustentabilidade dos moradores do Assentamento provém de diversas fontes, como “[...] aposentadorias, das atividades agrícolas, como plantio de mandioca para produção de farinha, criação de bovinos, suínos e aves, dentre outros” (SILVA, 2018, p. 29). Parte dessa produção destina-se ao consumo próprio, enquanto outra é voltada para a venda, sendo o cultivo principal direcionado à colheita de milho, farinha, feijão e arroz.

Pelas descrições do *lôcus* da pesquisa, do Assentamento Rio Preto e da Escola, a seguir iremos caracterizar os participantes e os critérios de seleção.

### **Os estudantes participantes da pesquisa e os critérios de seleção**

Conforme a teoria estudada, houve a ocorrência de práticas de campo para o envolvimento de atividades a partir da realidade, e para tal, dentre os anos ofertados pela Escola, foram escolhidos os estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental para a pesquisa.

Esta escolha se deve ao fato de considerarmos que os discentes deste ano escolar possuem uma gama mais ampla de conteúdos matemáticos em comparação às séries anteriores, o que proporciona maiores possibilidades para a Modelagem, pois, como descrito por Biembengut; Hein (2000, p. 12), quanto “[...] maior o conhecimento matemático, maiores serão as possibilidades de resolver questões que exijam uma matemática mais sofisticada”.

Este ponto de vista, apresentado por esses autores, sugere que a Matemática é exclusiva e destinada apenas àqueles que possuem maiores conhecimentos matemáticos. No entanto, em contraposição a essa perspectiva, Meyer; Caldeira; Malheiros (2019, p. 54) interpretam que o objetivo da Modelagem é “[...] ensinar Matemática de uma maneira que os alunos, a partir das ações para esse ensino, também criem mecanismos de reflexão e de ação”. Em outras palavras, a Modelagem serve como instrumento para o ensino da Matemática, numa perspectiva de educar matematicamente, de modo que os estudantes possam fazer uso dela e, a partir desse uso, compreender mais da realidade.

Por esse sentido apresentado, compreendemos que a Modelagem se volta como instrumento para o ensino da Matemática de forma contextualizada, ancorada em situações reais, estabelecendo uma conexão entre os conhecimentos matemáticos e a cotidiano do estudante, utilizando da reflexão e da crítica para tornar o aprendizado significativo.

Nesse sentido, e no próprio contexto da presente investigação, foi observado que alguns estudantes enfrentavam dificuldades de compreensão e utilização da Matemática. Isso levou o pesquisador a adotar estratégias para o ensino dos conteúdos matemáticos em sala de aula, conforme detalhado no Capítulo IV, buscando a compreensão e a aplicação da Matemática na resolução da questão-problema identificada, tal como a sua correlação em situações reais.

Portanto, diante de contextos nos quais o estudante não disponha do conhecimento matemático necessário, o professor tem a possibilidade de empregar estratégias para (re)apresentar o tema, por meio de aulas e/ou atividades, para que ele possa prosseguir nas etapas de Modelagem e, assim, na criação do modelo.

Dessa maneira, foram apresentadas as etapas de Modelagem com exemplos, convidando-os para a participação voluntária, conforme o Quadro 2, com critérios de inclusão e exclusão.

**Quadro 2:** Critérios de escolha e inclusão

Critério de escolha	Critérios de exclusão
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estar regularmente matriculado no 9º ano do E.F. da Escola.</li> <li>- Concordar em participar voluntariamente da pesquisa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não desejar participar da pesquisa</li> <li>- Não apresentar os documentos devidamente assinados</li> <li>- Desistência em participar da pesquisa</li> </ul>

Fonte: próprio autor (2022).

A autorização para a participação na pesquisa foi obtida mediante a assinatura dos documentos necessários, a partir do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), conforme apresentado no **Anexo A**, e do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE),

detalhado no **Anexo B**. Além disso, também foi obtida autorização para a gravação e utilização de voz e imagem por meio do Termo de Autorização de Gravação e Utilização de Voz e Imagem, **Anexos C e Anexo D**.

Após a apresentação das propostas de investigação aos quatorze (14) estudantes regularmente matriculados, apenas oito (8) se voluntariaram em participar da investigação, identificados para as nossas análises por E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7 e E8, conforme o Quadro 3.

**Quadro 3:** Participantes da pesquisa

<b>Perfil</b>
<b>(E1)</b> Mulher, 15 anos, residente de Projeto de Assentamento Paraíso
<b>(E2)</b> Homem, 15 anos, residente de Projeto de Assentamento Rio Preto
<b>(E3)</b> Homem, 15 anos, residente de Projeto de Assentamento Paraíso
<b>(E4)</b> Mulher, 15 anos, residente de Projeto de Assentamento Rio Preto
<b>(E5)</b> Mulher, 15 anos, residente de Projeto de Assentamento Chaparral
<b>(E6)</b> Mulher, 15 anos, residente de Fazenda Boa Esperança
<b>(E7)</b> Mulher, 15 anos, residente de Projeto de Assentamento Manoel Alves
<b>(E8)</b> Mulher, 14 anos, residente de Fazenda Nossa Senhora Aparecida

**Fonte:** próprio autor (2022).

A partir dos dados deste quadro, é apresentado que a constituição dos participantes se delimita por uma faixa-etária entre 14 a 15 anos de idade, tendo moradia no próprio Assentamento Rio Preto e de regiões vizinhas a ela, tais como Fazenda Boa Esperança, Fazenda Nossa Senhora Aparecida, PA Chaparral, PA Manoel Alves e PA Paraíso.

Com este planejamento, a seguir iremos identificar os instrumentos utilizados para a produção de evidências ao utilizar do Estudo de Caso.

### **Instrumentos para a produção de evidências**

Como delineado, procuramos corresponder diálogos entre a estratégia de Modelagem com a TAS e TASC de acordo com estudos dos pesquisadores dessas vertentes, propondo transitá-las em sala de aula com os estudantes ao elaborar significados críticos no ensino da Matemática.

Assim sendo, e conforme explicitado por Yin (2015), a meta de um Estudo de Caso é coletar, apresentar e analisar dados corretamente, tornando uma pesquisa tangível onde as

evidências possuem uma ordem lógica que as vincula às suas considerações e as questões iniciais do estudo.

Portanto, investigações nesse sentido tendem a empregar mais de um instrumento de produção de evidências, sendo este um dos pontos fortes dessa metodologia, uma vez que “o uso de múltiplas fontes de evidência na pesquisa de estudo de caso permite que o pesquisador aborde uma variação maior de aspectos históricos e comportamentais” (YIN, 2015, p. 124).

Além disso, esta metodologia permite a incorporação de outros instrumentos além dos designados por Yin (2015), possibilitando ao pesquisador a autonomia para adicionar dispositivos que contribuam para a identificação de evidências que corroborem com a sua investigação.

Assim, adaptando para a presente pesquisa, utilizamos de três instrumentos para a produção de evidências, fornecendo os indicativos necessários para que possamos analisar de acordo com os nossos aportes teóricos e de estratégia, a saber: Observação participante, Entrevistas e Mapas Conceituais.

### ***Observação participante***

A observação é um dos tipos de instrumentos de produção de evidências mais utilizados em pesquisas do tipo Estudo de Caso, estabelecendo que o pesquisador desempenhe um papel ativo durante a sua investigação, participando das atividades relacionadas ao objeto de investigação ao mesmo tempo em que realiza suas observações do objeto estudado.

Este tipo de observação apresenta algumas vantagens em comparação a outros métodos, como a habilidade de ter acesso a eventos ou grupos por meio da postura participativa do pesquisador em campo. Além disso, a investigação proporciona uma perspectiva de alguém “interno” para o Estudo de Caso, revelando nuances que um observador externo não seria capaz de perceber (YIN, 2015).

Assim, foram realizados encontros com os participantes da pesquisa voltados para a conversação sobre as atividades desenvolvidas durante a investigação, ocorrendo ao longo da investigação em campo, no ambiente escolar.

Dentre elas, destacamos: a apresentação inicial de uma situação-problema de Modelagem para os entendimentos iniciais e nas retiradas de dúvidas; a identificação dos procedimentos para a plantação de milho, fabricação da silagem e da sua venda, custo e lucro; a formulação da situação-problema advinda da realidade; o entendimento das variáveis para a resolução; a interpretação do modelo desenvolvido; e as conversações finais acerca da investigação.

Essas vantagens decorrem da imersão do pesquisador no local de investigação e da interação com os grupos observados, uma vez que o conhecimento é compartilhado entre os participantes com ele, desenvolvendo uma troca de informações, vivências e percepções. Isso propicia a observação de situações mais naturais, o que pode ser comprometido para posições artificiais caso seja realizado na presença de “estranhos” (MARTINS, 1996).

Para isso, é importante que o pesquisador vivencie o local a ser investigado, pois é a partir dessa experiência que serão identificadas as informações, critérios e detalhes que contribuem para a qualidade da pesquisa, em que ele é aceito pela comunidade. Portanto,

O observador participante deve, então, fazer o esforço de ser aceitável como pessoa (o que vai significar coisas diferentes em termos de comportamento, de modos de viver e, às vezes, até de aparência em diferentes culturas) e não simplesmente respeitável como cientista (ANGROSINO, 2009, p. 130).

A essa interpretação, atribuímos importância para entender algumas das atividades cotidianas dos moradores e estudantes no nosso *lócus* de investigação, onde uma convivência ininterrupta, diária e observadora no Assentamento contribuiu para a compreensão de detalhes que compõem as questões, a importância e a cultura do local. Esses aspectos forneceram alguns dos aportes necessários para que possamos interagir com essa realidade.

Para isso, o pesquisador vivenciou o Assentamento ao longo de quatro meses, de abril a julho de 2022. Durante esse período, foram estabelecidos diálogos com os moradores, buscando compreender as nuances, desafios e possibilidades inerentes à condução da investigação, permitindo uma troca de saberes sobre as práticas socioculturais do local, como as atividades de plantação de milho, bem como a de cubação de terra.

Em nosso entendimento, para que o pesquisador possa investigar sobre um determinado fenômeno, é necessário que ele faça uma convivência junto ao grupo social a ser estudado (ECKERT; ROCHA, 2008), o que, no nosso contexto, implica interagir com as ações dos estudantes de assentamento.

Com base nesses princípios, almejamos que a pesquisa promova a convergência entre as atividades em sala de aula e a teoria da literatura, estabelecendo uma conexão entre o ambiente escolar e o acadêmico (LÜDKE; CRUZ, 2005).

Além disso, as observações não se restringiram apenas a um local, como a sala de aula, mas também abrangeram as atividades desenvolvidas em outros espaços, como o campo de futebol da Escola, conforme apresentado nas Figuras 6A e 6B a seguir.

**Figura 6:** Locais das observações: sala de aula/biblioteca e campo da Escola



Fonte: acervo pessoal do autor (2022)

Na Figura 6A, as cadeiras foram dispostas de forma a proporcionar maior interação entre os estudantes durante os encontros para a formulação e resolução das situações-problema, assim como nas conversas e atividades desenvolvidas, que envolveram diálogos entre eles e o pesquisador. Quanto à Figura 6B, também foram realizadas observações a serem registradas, uma vez que nela ocorreram as práticas de campo relacionadas ao plantio de milho para a Modelagem, conduzidas pelos estudantes com as orientações estabelecidas.

Para adicionar sentidos a esse instrumento apresentado, Correia (2009) destaca que as entrevistas podem potencializar as informações obtidas pelas observações, pois permitem a junção do que o pesquisador presenciou com as falas dos entrevistados, possibilitando complementações entre essas fontes.

Assim, destacamos em ouvir o que os estudantes têm a dizer ao realizar atividades de Modelagem. Nesse sentido, apresentamos a seguir o outro instrumento utilizado para a produção de evidências, a entrevista.

### ***Entrevista***

Em complemento às observações, conforme destacado por Yin (2015, p. 114), considera-se “uma das fontes mais importantes de informação para o estudo de caso é a entrevista”, que são frequentemente encontradas em pesquisas que empregam essa metodologia e são utilizadas para conduzir conversas guiadas, diferentemente de investigações estruturadas, sendo fluidas e não rígidas.

Esta interpretação é interligada aos estudos de Bauer; Gaskell (2002, p. 65, grifo do autor), relatando que “a compreensão dos mundos da vida dos entrevistados e de grupos sociais especificados é a condição *sine qua non* da *entrevista qualitativa*”. Assim, planejamos conduzir entrevistas com o propósito de compreender o ponto de vista dos estudantes em relação às atividades realizadas, bem como como eles percebem esse processo e como o relacionam com

seu aprendizado e sua aplicação no dia a dia.

As entrevistas foram realizadas no primeiro ambiente ilustrado na Figura 6A, tornando este local familiar aos estudantes, uma vez que a biblioteca se configura como um espaço de ensino e aprendizagem em nosso estudo.

O objetivo dessas entrevistas, de natureza qualitativa e semiestruturada, é voltado para identificar aspectos importantes para a pesquisa – o desenvolvimento de uma Aprendizagem Significativa e Crítica ao utilizar da Modelagem – ao conduzir diálogos com os estudantes. As conversas seguiram tópicos relevantes para a investigação, levando em consideração também o surgimento de outras informações durante as conversações.

Também, ressaltamos que essas entrevistas foram conduzidas em grupo, pois consideramos que “a crítica é importante, a argumentação é importante, a autocrítica também o é. O resultado disso é que o grupo, quase que invariavelmente, reformula o que apresentou” (MOREIRA, 2011, p. 11). Nesse sentido, as perguntas foram elaboradas para provocar reflexões, e o surgimento dos diálogos foram promovidos implementados entre as falas dos participantes, enriquecendo suas experiências.

A isso, apresentamos no **Apêndice A** desta Dissertação a estrutura das oito perguntas tematizadas, elaboradas com o intuito de identificar: se houve o desenvolvimento de alguma pesquisa anterior a esta investigação proposta; a opinião dos estudantes em relação à Modelagem; quais atividades gostaram ou não de realizar; o que foi significativo e crítico para eles; e suas opiniões acerca das práticas realizadas.

Para registro, essas entrevistas foram gravadas em um dispositivo audiovisual, com a devida autorização dos participantes e de seus respectivos pais/responsáveis, utilizando o aplicativo padrão da *Câmera do Smartphone Motorola Moto E40* do próprio pesquisador. As gravações foram posteriormente transcritas em um editor de texto adequado para a análise das evidências apresentadas.

Em consonância, ressaltamos que as entrevistas devem obedecer aos aspectos éticos de pesquisas realizadas com seres humanos. É necessário apresentar previamente aos entrevistados como ela será desenvolvida, esclarecendo o seu objetivo e que suas falas serão mantidas em sigilo, divulgadas somente para fins acadêmicos, conforme indicado no **Anexo C** e **Anexo D**.

Como adição a esses dois instrumentos direcionados pelo Estudo de Caso (YIN, 2015) para a elaboração de investigações com esse cunho, incluímos um terceiro material para as análises, o mapa conceitual, conforme será detalhado a seguir.

### ***Mapa conceitual***

O mapa conceitual, instrumento inicialmente desenvolvido por Novak; Gowin (1984) e implementado na TAS nos estudos de Ausubel; Novak; Hanesian (1963), é apresentado como essencial em pesquisas que propõem estudar a Aprendizagem Significativa por essa teoria, sendo desenvolvido como “[...] ferramentas gráficas para a organização e representação do conhecimento” (Novak; Cañas, 2010, p. 10).

O seu objetivo é o de “[...] representar relações significativas entre conceitos na forma de proposições. Uma proposição consiste em dois ou mais termos conceituais ligados por palavras de modo a formar uma unidade semântica” (NOVAK; GOWIN, 1984, p. 31), sendo definidos como uma “[...] regularidade percebida em eventos ou objetos, designada por um rótulo” (NOVAK; CAÑAS, 2010, p. 10). Assim, os mapas conceituais são diagramas que hierarquizam os conceitos, do mais inclusivo ao mais específico, sendo interligados por proposições que denotam as suas relações.

Apesar de não ser uma regra estrita, o mapa conceitual é usualmente elaborado de forma que os conceitos são representados dentro de círculos ou quadriláteros e conectados por meio de preposições em linhas, podendo ou não ser indicadas por setas. Nessa representação, a hierarquia é estabelecida com os conceitos mais abrangentes na parte superior do mapa e os mais específicos na parte inferior.

Além disso, essa hierarquia possui uma nomenclatura específica: o conceito principal, encontrado no topo, é nomeado como “conceito-chave”, regendo o tema principal do mapa conceitual. Logo abaixo dele, encontram-se os “conceitos gerais”, que derivam do conceito-chave e o delimitam.

Para os termos decorrentes dos conceitos-gerais, eles são simplesmente denominados como “conceitos” e classificados de acordo com seus níveis de relevância na estrutura cognitiva do estudante. Esses são interligados por palavras de ligação, como identificado na Figura 7, que demonstra a construção de um mapa conceitual com base na hierarquização dos conceitos, apresentando seus níveis. Esse processo segue a metodologia proposta por Novak; Gowin (1984).



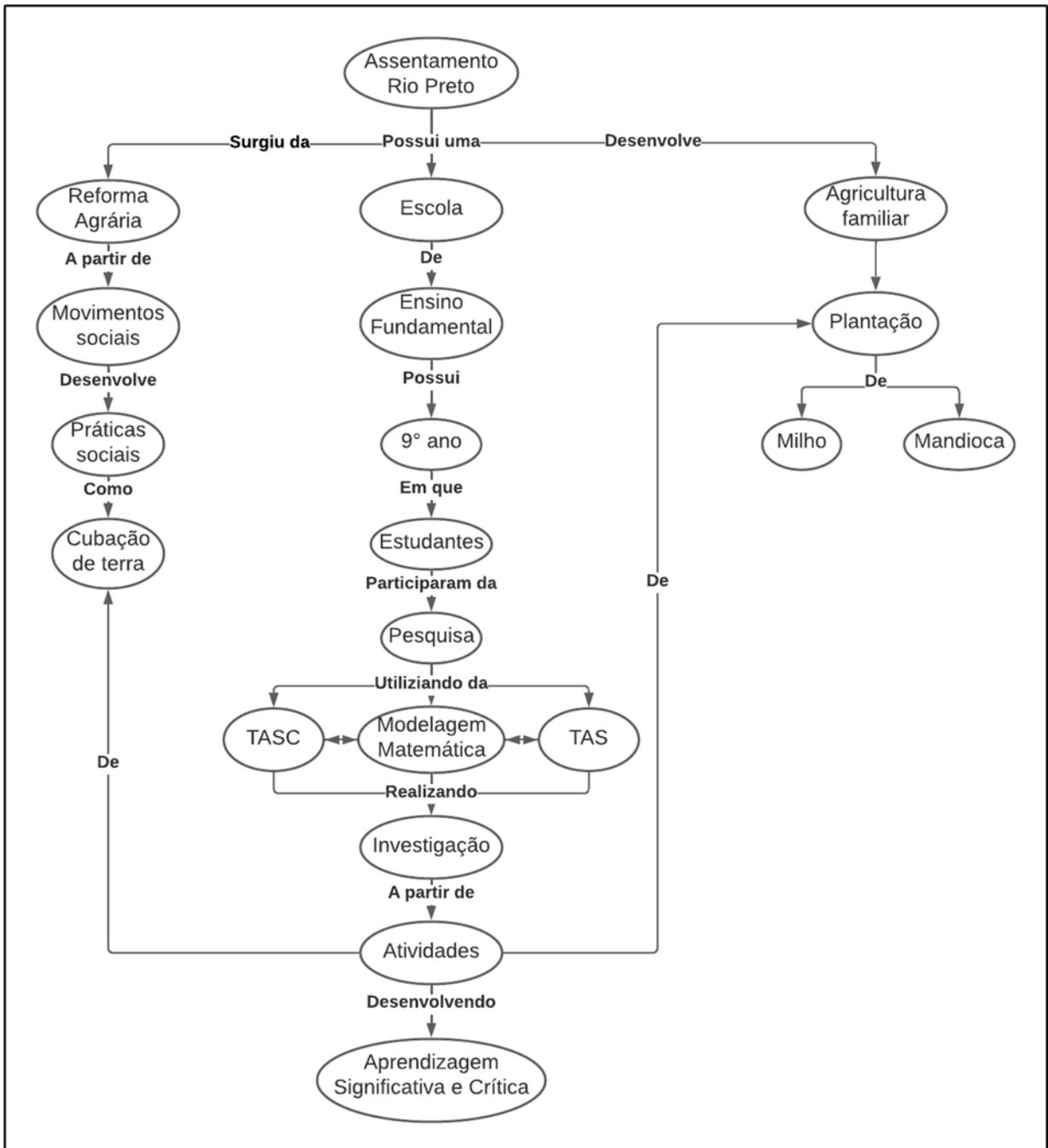
palavra. Isso se alinha com a ideia de que “[...] o conhecimento é aquilo que se sabe depois que se aprendeu – é uma consequência da percepção do aluno. Ele é tão subjetivo e ímpar quanto qualquer outra percepção” (DAMASIO; PEDUZZI, 2015, p. 65-66). Além disso, é relevante observar que um conceito pode estar relacionado a outros, estabelecendo uma hierarquia entre eles.

No que diz respeito às palavras de ligação, foram realizadas práticas semelhantes às aquelas descritas anteriormente, com a diferença de que a sua estrutura, em sua maioria, é composta por preposições ou verbos que não permitem uma variedade de interpretações, sendo mais unívocas. Vale ressaltar que existe uma correspondência direta entre os significados estabelecidos, tornando essencial o uso das palavras de ligação, uma vez que são elas que proporcionam a associação necessária para a compreensão dos conceitos apresentados.

Como atividade inicial, começamos com a leitura de um trecho do conto intitulado “O papagaio que dizia ‘amo-te’”, seguida pela elaboração do primeiro mapa conceitual, destacando os elementos essenciais. Essa abordagem permite a identificação dos conceitos significativos para os estudantes, uma vez que, conforme Novak; Gowin (1984, p. 62), “pedir aos alunos para prepararem mapas conceituais que relatem leituras literárias significa que eles não têm apenas de ler uma obra, mas também retirar dela algum significado conceptual”.

Para exemplificação, elaboramos na Figura 8 um mapa conceitual com base nos conceitos principais utilizados nesta pesquisa a partir do conceito-chave “Assentamento Rio Preto”. Nele, denotamos três conceitos-gerais, “Reforma Agrária”, “Escola do Campo”, e “Agricultura familiar”, abrangendo nove níveis de hierarquia conceitual, onde as palavras de ligação são empregadas para conectar os conceitos.

**Figura 8:** Mapa conceitual elaborado a partir do tema Assentamento Rio Preto e os conceitos desenvolvidos para a elaboração da pesquisa



Fonte: próprio autor (2023)

Neste mapa conceitual, é ressaltado como os conceitos se ramificam e interligam entre si e com os segmentos, pois houve a tentativa de correlacionar o social, a escola e as práticas de agricultura para serem conversadas no ambiente escolar, assim, desenvolvendo uma Aprendizagem Significativa e Crítica para o estudante a partir da metodologia empregada.

De acordo com Moreira (2012b), o mapa conceitual não precisa seguir rigidamente a esse modelo, mas é importante ficar claro quais conceitos são relevantes e secundários, ou

gerais e específicos, onde esses sejam interligados por proposições, pois, na leitura do mapa, demonstra que há uma relação entre os conceitos.

Portanto, reconhecemos a importância de utilizar o mapa conceitual como um instrumento para a produção de evidências nesta pesquisa. Ele foi empregado tanto no início quanto nas etapas finais da investigação, permitindo a identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes e contribuindo para avaliar a aprendizagem de forma mais direcionada aos nossos objetivos.

Logo a seguir, apresenta-se os aspectos éticos da pesquisa.

### **Aspectos éticos da pesquisa**

Conforme explicitado na Resolução nº 466/12 e na Resolução nº 510/16, todas as investigações que envolvem, direta e indiretamente, pesquisas com seres humanos devem ser submetidas à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP), incorporando “[...] referenciais da bioética, tais como, autonomia, não maleficência, beneficência, justiça e equidade, dentre outros, e visa a assegurar os direitos e deveres que dizem respeito aos participantes da pesquisa, à comunidade científica e ao Estado”.

Cumprindo essa disposição, a presente investigação foi cadastrada na Plataforma Brasil, acompanhado dos documentos necessários para sua avaliação. Além disso, obteve-se a autorização da Prefeitura Municipal de Araguaína, por meio da Secretaria Municipal de Educação de Araguaína (SEMED), para a realização da investigação na Escola do Projeto de Assentamento Rio Preto, conforme consta no **Ofício/SEMED nº 1126/2021**, disponibilizado no **Anexo E**.

Dessa forma, a pesquisa foi aprovada mediante a emissão do **Parecer nº 5.349.057**, conforme disponibilizada no **Anexo F**, concedendo ao pesquisador a autorização para realizar as práticas desta investigação, atendendo às exigências éticas estabelecidas.

Ressaltando o que foi mencionado em tópicos anteriores, e por questões éticas, decidimos durante a nossa escrita que a escola em que a pesquisa foi realizada será referida pelo termo “Escola”, assim como os estudantes participantes não serão identificados nas fotografias e em suas falas transcritas.

A partir dessas descrições metodológicas, apresentaremos nos próximos parágrafos o tipo de análise empregada por essa pesquisa.

### **Instrumentos para a análise das evidências**

Para realizar as análises de um Estudo de Caso, é necessário que o pesquisador encaminhe estratégias a serem empregadas para a investigação, utilizando do chamado protocolo de Estudo de Caso, descrevendo a visão geral do estudo e sua finalidade, as questões e objetivos, e o guia para a escrita do relatório.

Este procedimento auxilia no desenvolvimento metodológico *in loco*, sendo igualmente valiosa a sua flexibilidade ao lidar com situações e evidências não planejadas anteriormente, mas que contribuem para estudar o caso.

Portanto, buscamos articular esses aspectos, tanto antes das práticas em campo quanto para as análises futuras, assim como os demais detalhes, de modo a identificar padrões, *insights* ou conceitos ao utilizar os instrumentos de produção de evidências.

Nesse sentido, estabelecemos como estratégia analítica principal as Proposições Teóricas, em que os objetivos do projeto de Estudo de Caso visam um conjunto de “[...] proposições que, por sua vez, refletiam um conjunto de questões de pesquisa, revisões da literatura e novas hipóteses ou proposições” (YIN, 2015, p. 140).

Conforme apresentado no capítulo teórico desta escrita, as leituras e entendimentos sobre Modelagem, TAS e TASC nos direcionam a um plano para a construção dos dados e estabelecer prioridades às estratégias de análise, assim, sendo um guia de análise do Estudo de Caso.

Além disso, Yin (2015) indica que o pesquisador também adote um método principal de análise, destacando a Combinação de Padrão como a mais adequada de acordo com as perspectivas de nossa investigação. Nessa abordagem, é feita uma comparação entre um padrão fundamentalmente empírico e outro de base prognóstica. Caso os padrões coincidam ou se assemelhem, os resultados contribuem para fortalecer a validade interna da pesquisa de Estudo de Caso.

No que diz respeito a esta técnica, Sinkovics (2018) sugere a utilização da Combinação de Padrão em pesquisas de abordagem qualitativa, destacando sua utilidade em diferentes contextos e níveis, dado que

Em primeiro, visa exteriorizar modelos mentais implícitos e suposições, tanto quanto possível. [...] Em segundo lugar, a combinação de padrão requer contextualização meticulosa, formulação teórica clara, bem como operacionalização detalhada e precisa (SINKOVICS, 2018, p. 468, tradução nossa).

Contribuindo para a compreensão do pensamento investigativo e orientando as conclusões alcançadas pelo pesquisador, é essencial contar com uma teoria precisa e uma

metodologia alinhada aos objetivos propostos. Em concordância com o que foi descrito por Yin (2015), a autora define:

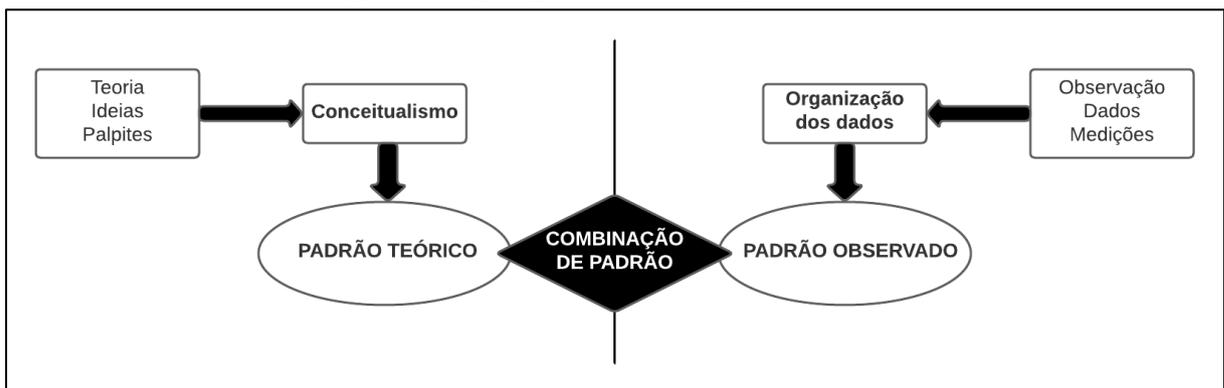
*Fundamentalmente, a combinação de padrão envolve a comparação de um padrão teórico previsto com um padrão empírico observado. A suposição subjacente é que os seres humanos dão sentido ao mundo comparando o que observam externamente com modelos mentais internos (SINKOVICS, 2018, p. 468, tradução nossa, grifo nosso).*

Sob esse direcionamento, a Combinação de Padrão é definida como da combinação entre um padrão teórico com um padrão de dados, ou observado, derivados do Reino Teórico e do Reino Observacional, respectivamente.

Dentre os tipos de combinação, observamos que a categoria de aplicação para a nossa pesquisa se enquadra como Combinação de Padrão Parcial. Essa abordagem consiste em uma transição do Reino Teórico para o Reino Prático, auxiliando o pesquisador na busca e reconhecimento dos aspectos teóricos da pesquisa.

Assim, os entendimentos para o padrão teórico são desenvolvidos de maneira que a organização da trajetória de análise dos dados parte do conhecimento e aproximação com a teoria, que possibilita ao pesquisador a formulação e ressignificação de conceitos acerca do pressuposto teórico que lhe presta apoio” (SANTOS, 2021, p. 78). Também é notório para o investigador identificar os aspectos práticos por meio das suas metodologias em campo. A Figura 9 ilustra a trajetória da Combinação de Padrão.

**Figura 9:** Lógica geral da Combinação de Padrão



**Fonte:** Adaptado de Sinkovics (2018, p. 471).

Nele, identificamos como padrão teórico a TAS e a TASC, em que o entendimento dessas teorias fornecem ao pesquisador as bases necessárias para conduzir suas ações, delineando os motivos para a realização das atividades, os enfoques a serem adotados e as análises conduzidas.

Como padrão observado, empregamos a Modelagem, a qual, juntamente com instrumentos como observações, entrevistas e mapas conceituais, proporciona ao pesquisador as evidências derivadas das ações realizadas no *lócus* de investigação.

Desta forma, as análises dos materiais evidenciados em campo serão correlacionadas com a teoria, estabelecendo uma conversação entre teoria e prática na pesquisa realizada, o que implica na interrelação da observação do pesquisador, as falas dos participantes e os conceitos expressos nos mapas conceituais construídos.

Essa correspondência entre o teórico e observacional proporcionará as confirmações necessárias para o desenvolvimento de uma Aprendizagem Significativa e Crítica por meio das práticas de Modelagem ao empregar a TAS e a TASC em sala de aula.

Portanto, as nossas análises partirão das atividades de campo em conjunto com a Modelagem a partir de suas etapas (*Interação, Matematização e Modelo Matemático*) realizadas pelos estudantes para verificar o desenvolvimento de uma Aprendizagem Significativa e Crítica.

A partir dessas diretrizes, apresentaremos os encaminhamentos dessas análises de investigação no capítulo a seguir, ocorrendo com um grupo de quatro estudantes da Escola, localizada no Projeto de Assentamento Rio Preto.

## CAPÍTULO IV – ANALISANDO AS EVIDÊNCIAS REGISTRADAS EM CAMPO

Para a presente pesquisa, o padrão teórico estruturado é a TAS (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1963) e a TASC (MOREIRA, 2000), em que buscamos uma aprendizagem da Matemática que seja significativa e crítica, partindo dos conhecimentos prévios dos estudantes, de modo a satisfazer suas necessidades de compreensão de acordo com a situação-problema escolhida. Os processos de Modelagem são utilizados como meio para criticar resultados e identificar a presença da Matemática em seu cotidiano.

Dessa forma, o padrão observado originou-se das práticas de campo no local dessa investigação por meio da Modelagem, incumbindo ao pesquisador desempenhar o papel de orientador do processo, enquanto o estudante atuou como protagonista nas atividades, como evidenciado em suas falas e participação nas atividades.

A nossa UAI advém da Modelagem desenvolvida em campo com os estudantes, abrangendo suas etapas (*Interação, Matematização e Modelo Matemático*) identificado por meio dos instrumentos de produção de evidências, e analisadas a partir dela com relação a TAS e a TASC, buscando a combinação desses dois padrões, teórico e observacional.

Por essas direções, seguiremos, no próximo tópico, com a apresentação das abordagens em campo a serem analisadas de acordo com a Combinação de Padrão, destacando que o modelo matemático foi elaborado por quatro estudantes do Grupo Milho.

### **Interação**

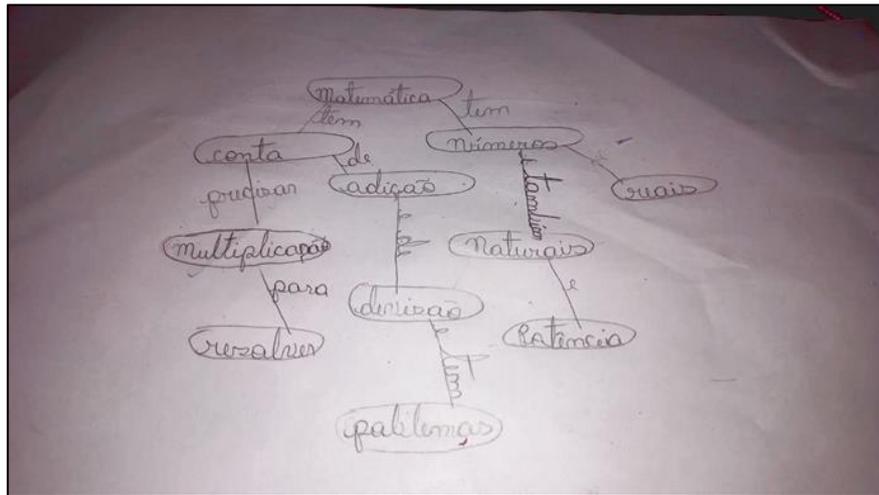
Como procedimento inicial de investigação, e conforme detalhado na subseção sobre mapas conceituais no Capítulo III, conduzimos uma oficina pedagógica com os estudantes para ensiná-los a criar esse instrumento.

A primeira versão elaborada não estava de acordo com as diretrizes estabelecidas, e após conversações, propusemos uma abordagem conjunta, orientando-os a identificar quais conceitos conseguiam identificar e quais eram os mais relevantes, organizando-os em uma hierarquia. Nessa direção, houve a sua reelaboração a partir da releitura do trecho do conto “O papagaio que dizia ‘amo-te’”, destacando a sua essência, os conceitos, de acordo com a importância para o entendimento da história.

Na devolutiva, o novo mapa conceitual foi considerado satisfatório de acordo com o esperado, e logo em seguida, foi pedido a construção de outro, utilizando do tema “matemática”, dando os indícios de quais conhecimentos e entendimentos prévios que cada um dos estudantes possuía sobre a Matemática naquele momento.

Para essa outra preparação, trazemos os mapas conceituais elaborados pelos estudantes E1 e E6, apresentados abaixo, sendo realizado individualmente. No mapa conceitual da Figura 10, realizada pelo estudante E1, nota-se que é empregado como conceito-chave o termo “matemática”, seguidos dos conceitos gerais “conta” e “números”.

**Figura 10:** Mapa conceitual inicial – Estudante E1



Fonte: acervo pessoal do autor (2022).

Portanto, destacam-se tópicos matemáticos que integram a estrutura cognitiva deste estudante, abrangendo operações fundamentais como “adição”, “multiplicação” e “divisão”, conjuntos numéricos como “naturais” e “reais”, e resolução de questões matemáticas, expressa pelos termos “conta” e “problemas”.

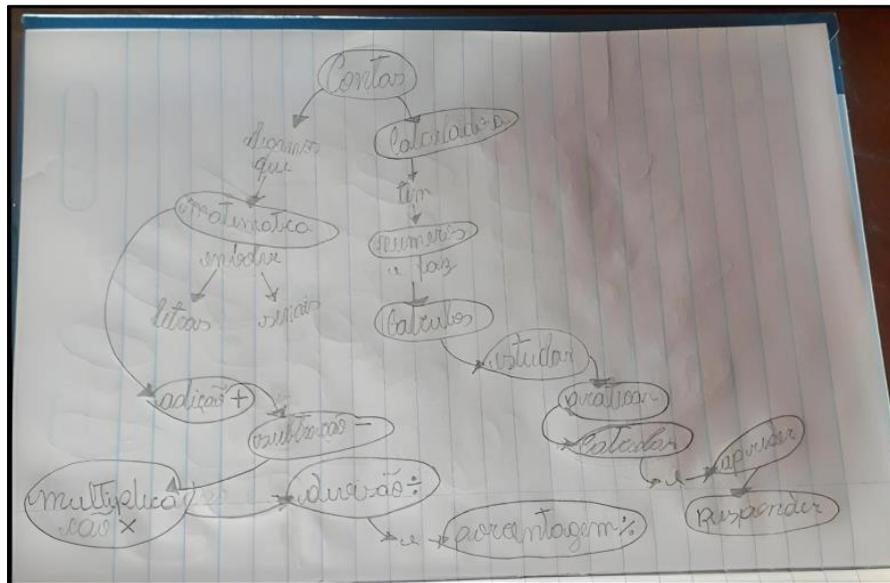
Destacamos que o segmento da leitura do mapa conceitual pode ser impreciso, devido a ordem dos conceitos, o que pode indicar para o leitor que há uma dificuldade de entendimento da Matemática deste estudante. Por certo, podemos considerar esta informação como um indício a ser notado para a compreensão de nossas análises.

Interpretando este mapa, entendemos que a Matemática é utilizada para fazer “contas” e resolver “problemas”, que por sua vez, interliga aos outros elementos veiculados, manuseando as quatro operações básicas e dos conjuntos numéricos.

Em adição, podemos também compreender o enfoque relacionado às aulas de Matemática ministradas ao longo de sua formação, provenientes principalmente da resolução de questões extraídas do livro didático, uma vez que, em nossas observações em sala de aula com o professor da disciplina, essas práticas eram utilizadas.

Para o mapa conceitual da Figura 11, realizado pelo Estudante E6, é apresentado uma ordem diferente, em que o conceito chave é denotado por “conta” e os conceitos gerais por “matemática” e “calculadora”.

**Figura 11:** Mapa conceitual inicial – Estudante E6



**Fonte:** acervo pessoal do autor (2022).

Em leitura, identificamos conceitos referentes às quatro operações, denotados por “adição”, “subtração”, “multiplicação” e “divisão”, o tipo de aprendizagem adotado, demonstrado por “números”, “cálculos”, “estudar” e “praticar”, e às questões matemáticas, denominado por “calcular”, “aprender” e “responder”.

Ao analisarmos, nos chama atenção as palavras de ligação e a ordem utilizada no segundo segmento, manifestado após o termo “cálculos”, verificando que fazer exercícios por meio de cálculos oferece o “estudar” para “praticar” a “calcular”, assim “responder” para “aprender”.

Desta maneira, interpretamos que para este estudante a Matemática está voltada para as quatro operações, e que o seu aprendizado é direcionado para práticas mecânicas, estabelecidas em enunciado-demonstração-aplicação. Também, constatamos que o seu processo de aprendizado é direcionado para esta ótica, sendo a Matemática relacionada apenas a aspectos de resolver questões do livro didático e dentro do ambiente escolar.

Em comparação ao mapa construído pelo estudante E1, o estudante E6 apresenta uma maior quantidade de conceitos em relação à Matemática. No entanto, apesar disso, ainda compartilha semelhanças com o estudante E1, como a visão de que a Matemática não possui correlação com a sua realidade.

Assim, esclarecemos, a partir das semelhanças e diferenças observadas nos dois mapas elaborados pelos estudantes E1 e E6 em suas respectivas leituras, ambos adotam uma postura submissa em relação à Matemática, pois não apresentam correlações com o cotidiano, práticas ou situações hipotéticas, indicando uma visão da disciplina desvinculada da sua realidade.

Ocasionalmente, isso decorre devido à ação exclusiva de atividades mecânicas, estruturadas em enunciado-demonstração-aplicação, sendo esta abordagem rotineira nos ambientes escolares em relação à Matemática. Isso se deve, em grande parte, a dois motivos: primeiro, as dificuldades dos estudantes em compreender a Matemática; segundo, as dificuldades dos professores em conduzir uma didática satisfatória para o ensino da Matemática, não alcançando resultados desejados (PIOVESAN; ZANARDINI, 2008).

Em vista disso, tais compreensões traduzidas por meio desses mapas conceituais mostram ao professor os direcionamentos necessários para a sua prática pedagógica, visto que procuramos atingir uma Aprendizagem Significativa e Crítica, propiciando a importância de trazer a correção entre a Matemática com o cotidiano do estudante (NOVAK; GOWIN, 1984).

Como compreensão da Matemática, de como ela é e como se pratica, é esclarecido que o desenvolvimento dessa área de conhecimento, a partir da década de 1980, define a Matemática como ciência dos padrões, pois de acordo com essa descrição,

[...] o matemático identifica e analisa padrões abstratos – padrões numéricos, padrões de forma, padrões de movimento, padrões de comportamento, padrões de votação em uma população, padrões de repetição de eventos aleatórios e assim por diante. Esses padrões podem ser reais ou imaginários, visuais ou mentais, estáticos ou dinâmicos, qualitativos ou quantitativos, utilitários ou recreativos. Eles podem surgir do mundo ao nosso redor, da busca pela ciência ou do funcionamento interno da mente humana. Diferentes tipos de padrões dão origem a diferentes ramos da matemática (DEVLIN, 2012, p. 4, tradução nossa).

Onde a Modelagem, como campo de conhecimento advindo da Matemática, procura identificar e desenvolver esses padrões por meio das linguagens matemáticas, indo de encontro com a compreensão por nós apontada.

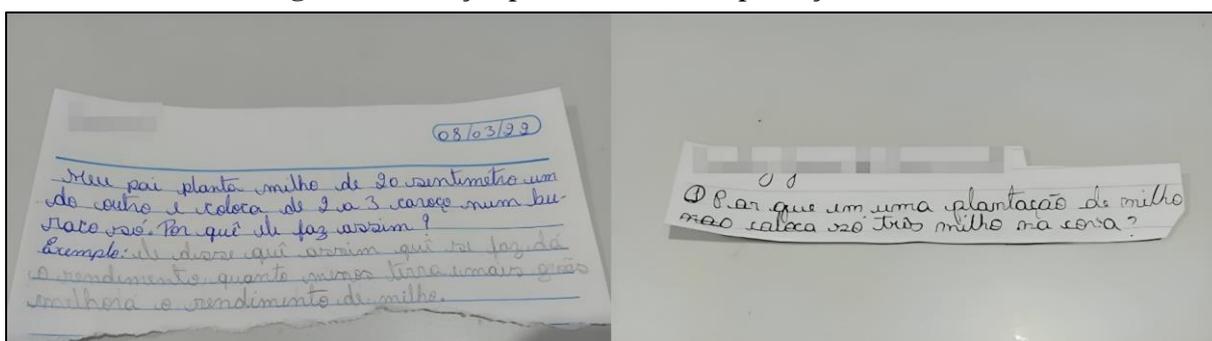
Após a realização dessa oficina e do primeiro mapa conceitual sobre o entendimento dos estudantes acerca da Matemática, iniciamos os procedimentos de Modelagem a partir da etapa de *Interação*. Nessa fase, é apresentada os processos de Modelagem como um todo para o estudante, conduzindo à elaboração de uma situação-problema. Posteriormente, são realizadas pesquisas sobre o tema levantado, coletando informações relevantes para o entendimento do problema e para a resolução nas etapas seguintes, em que essas informações podem ser obtidas de maneira direta, por meio de livros, artigos, sites, ou de maneira indireta, por meio de experimentos em campo, dados experimentais e conversações com especialistas da área.

Assim, inicia-se a subetapa da *situação*, sendo necessário apresentar como realizar a Modelagem, decorrendo por meio da construção de um modelo-exemplo, destacando as suas três etapas fundamentais: *Interação*, *Matematização* e *Modelo Matemático*.

Essa apresentação inicial é relevante para os entendimentos dos procedimentos a serem empregados durante a pesquisa, assim como a atuação do professor volta-se “[...] primordialmente, para a utilização de estratégias que facilitem aos alunos a escolha de um assunto abrangente, motivador e sobre o qual seja fácil obter dados ou informações” (BIEMBENGUT; HEIN, 2000, p. 24).

Dessa maneira, foi solicitado que os estudantes refletissem e apresentassem uma questão originada do seu cotidiano. Como retorno, foram trazidas as questões identificadas pelos estudantes E1 e E3, conforme abordado na Figura 12. A primeira questão foi: “Meu pai planta milho de 20 centímetros de distância um do outro e coloca de dois a três sementes na cova. Por que ele faz assim?”; e o segundo, “Por que em uma plantação de milho é colocado somente três milhos na cova?”.

**Figura 12:** Situação-problema inicial de plantação de milho



Fonte: acervo pessoal do autor (2022).

Em ambos os casos, as questões iniciais abordam o tema da plantação de milho, buscando compreender a distância entre covas e a quantidade de grãos de milho por cova. Quando questionados sobre os motivos de escolherem essa situação-problema, o estudante E1 relatou que seu pai cultivava milho em sua chácara para consumo próprio. Já para o estudante E3, essa questão surgiu a partir do cultivo de milho realizado por seus familiares para a produção de silagem.

Portanto, essa abordagem de questionar a realidade e, posteriormente, conectar essas questões aos conhecimentos matemáticos por meio da Modelagem, representa o início da análise sob a perspectiva da TAS e TASC. Esse processo auxilia na construção de uma Aprendizagem Significativa e Crítica, pois leva em consideração as visões e experiências dos estudantes, promovendo a discussão e colaboração em conjunto com o professor (MOREIRA, 2000).

Para efeito de definição, o conceito distância na Matemática é o comprimento do segmento de reta que liga dois pontos distintos, sendo deduzida a partir da equação do Teorema de Pitágoras (IEZZI, 2013).

Assim, inicia-se a subetapa de *familiarização*, no entendimento do tema da questão levantada para subsidiar as bases necessárias para o desenvolvimento do futuro modelo. Para isso, foi orientado que os estudantes dialogassem com seus pais, parentes e conhecidos que tivessem conhecimento sobre o cultivo do milho, registrando essas informações em seus cadernos para posterior socialização em sala de aula.

A esses aspectos anotados, surge as informações em relação à época da semeadura e da colheita, a distância entre as plantas e a distância entre as *ruas*. Para que essa etapa possa proporcionar uma melhor compreensão do tema, foi realizada uma prática de campo para que apresentem como é feita a produção de milho, identificando as medidas entre as plantas e entre as *ruas*.

Portanto, foi desenvolvida a chamada “interação de plantação”, na qual realizaram plantações de milho com materiais de fácil acesso, como a trena e a matraca/plantadeira manual, utilizando estacas de madeira para representar as plantas, tendo como objetivo a compreensão de como essas ações são efetuadas em seu cotidiano.

Nesta primeira interação de plantação, procurou-se avaliar como os estudantes do Assentamento medem as distâncias entre uma planta, bem como entre as *ruas*, em que essa atividade foi realizada no campo de futebol da Escola, conforme ilustrado na Figura 13.

**Figura 13:** Realização da plantação pelos estudantes



Fonte: acervo pessoal do autor (2022).

Após isso, notou-se que a distância entre plantas, assim como a das *ruas*, é realizada pelo “passo”, ou seja, a métrica é feita intuitivamente de acordo com os passos do plantador, não sendo utilizadas ferramentas para essa medição.

Além disso, levantou-se a questão sobre as medidas, verificando se estavam de acordo com o que havia sido estabelecido. Com o auxílio de uma trena, os participantes iniciaram as medições necessárias, como ilustrado na Figura 14.

**Figura 14:** Medindo as distâncias entre plantas



**Fonte:** acervo pessoal do autor (2022).

Desta maneira, foi constatado que as distâncias entre as plantas e as *ruas* não obedeciam aos padrões estabelecidos, possuindo medidas maiores ou menores, conduzindo-nos a suceder algumas indagações.

Na primeira questão, foi indagado: “O que acontece com as plantas se elas estiverem muito próximas entre si?”. Os estudantes responderam que se as plantas estiverem muito próximas, elas não terão nutrientes suficientes e poderão morrer ou crescer de forma deficiente, resultando em alimentos de baixa qualidade. Portanto, há um espaçamento entre as plantas mínimo é necessário para o seu desenvolvimento.

Também, foi realizada uma outra pergunta, para o reconhecimento de um valor máximo: “Se colocarmos uma distância muito grande entre as plantas, será melhor?”. Após a reflexão, houve a explicação do Estudante E3.

**E3:** Será bom, pois elas não vão “se matar”, mas o rendimento será menor porque vai consumir um grande espaço na plantação.

**Fonte:** transcrição da entrevista (2022).

Por fim, foi desenvolvida uma última pergunta: “Por que os moradores do Assentamento utilizam essa distância mínima?”.

**E3:** Essa distância mínima é para ter um melhor rendimento na área de plantio.

**Fonte:** transcrição da entrevista (2022).

Por meio dessas perguntas e dos diálogos subsequentes, foram evidenciados os conhecimentos dos participantes sobre os motivos que justificam a necessidade de uma distância ideal para o plantio do milho, incluindo uma métrica mínima a ser observada.

Prosseguindo, essas perguntas foram conduzidas com o propósito de estimular uma reflexão sobre as medidas entre as plantas e as *ruas*, destacando que seguir uma métrica adequada pode impactar na produção e no rendimento da plantação, como indicado pelas respostas dos estudantes. Dessa forma, essas análises sugerem que

[...] tais ideias podem ser melhor aprendidas significativa e criticamente quando da promoção de atividades específicas que exercitem a capacidade de argumentação dos discentes e aumentem as possibilidades de geração de novas ideias e formas de pensamento (SANTOS; RODRIGUES, 2017, p. 3).

Nesse contexto, compreendemos que essas práticas iniciais são fundamentais para o desenvolvimento de uma Aprendizagem Significativa e Crítica, permitindo trazer a realidade e as experiências dos estudantes para serem dialogadas e problematizadas no ambiente escolar, conferindo-lhes um papel ativo em seu processo de ensino e aprendizagem. Esse engajamento é direcionado pelo fazer prático da Modelagem, que, em conjunto com as perguntas e reflexões por ela motivadas, desempenham um papel importante para a etapa de *Interação*, pois a

[...] compreensão do tema/assunto de interesse depende de como *percebemos* o respectivo contexto, reconhecendo alguns aspectos básicos (como eventos, normas, tempos, etc.) e *aprendemos* as informações e os dados disponíveis, familiarizando com particularidades, em primeira instância (BIEMBENGUT, 2016, p. 106, grifo da autora).

Além disso, pode conduzir o estudante a tornar essa etapa reveladora, inspiradora e motivadora em relação ao tema estudado, favorecendo a percepção de que o conhecimento é algo dinâmico na sala de aula, que está em constante construção e que ele faz parte desse processo.

Assim, esta fase inicial da Modelagem é crucial para que o estudante se sinta motivado a compreender e resolver a situação-problema oriunda de sua realidade, orientado pelo *Princípio da interação social e do questionamento*. Nesse contexto, ele é conduzido por suas próprias perguntas e curiosidade, contribuindo para a construção do seu conhecimento.

Por seguinte, foi apresentado que o estudante E3 emprega com sua família a plantação de milho para a produção de silagem, em que o excedente, após o consumo próprio, é comercializado junto aos vizinhos. Diante disso, questionou-se aos demais estudantes se eles também adotam tais práticas em suas plantações de milho, sendo confirmada desde que houvesse sobra após o consumo próprio.

Com essa nova informação, sugeriu-se uma adaptação da situação-problema anteriormente apresentada na Figura 12, ajustando-a para contemplar o lucro monetário proveniente da venda da silagem produzida. A situação-problema foi reformulada da seguinte maneira: “Qual o lucro a ser obtido após a elaboração de silagem do milho?”. Dessa forma, foram conduzidas pesquisas adicionais para que a questão pudesse ser respondida, incluindo a análise dos custos necessários para a produção do milho e de sua venda.

No retorno dessa nova investigação, foram identificadas informações, tais como os gastos com o aluguel do trator, inseticidas, produtos para a fermentação, materiais para o empacotamento e armazenamento, além do valor cobrado para a venda da silagem.

Como auxílio para esse levantamento, foram realizadas pesquisas na *internet* por meio do órgão governamental chamado Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), destacando informações similares às identificadas pelos estudantes, como a época de semeadura e colheita do milho, profundidade da cova ao plantar e peso médio de uma planta de milho. Assim sendo, e de acordo com estudos de CRUZ *et al.* (2010), apesar da variação do espaçamento entre as fileiras de milho nas diversas lavouras, observa-se a tendência de sua redução.

Os dados da pesquisa deste autor mostram vantagens do espaçamento reduzido, entre 45 a 50 cm entre as fileiras, considerando ser iguais para o espaçamento da produção de silagem<sup>24</sup>. Para comparação, o espaçamento adotado no Assentamento entre as *ruas* é de 80 a 100 cm.

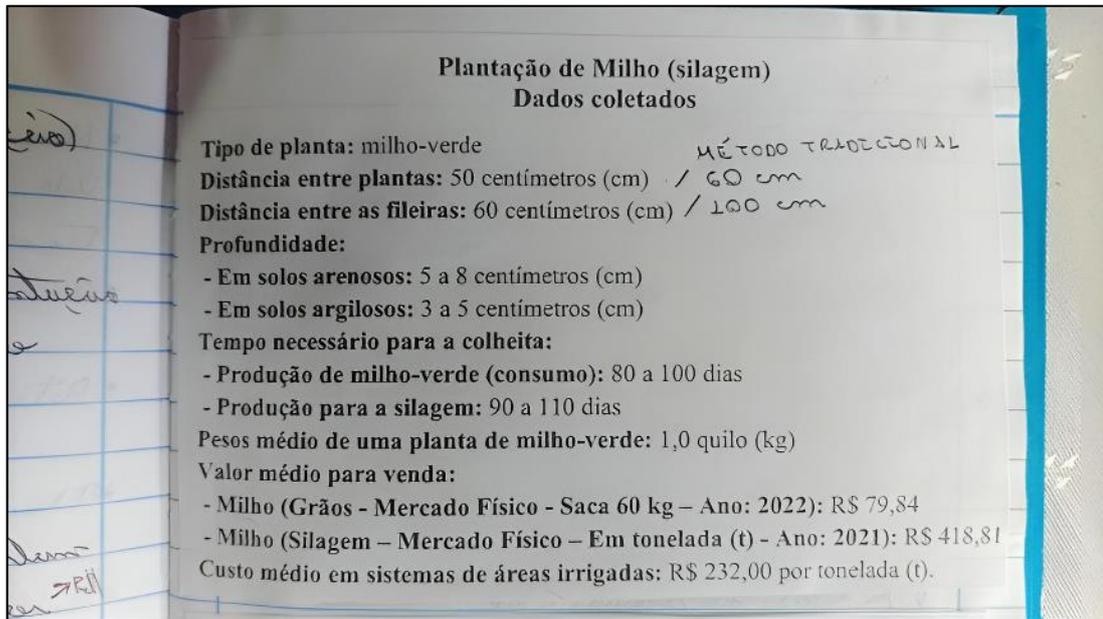
Em conversa sobre essas duas medidas, foi estabelecida uma distância menor, podendo indicar um rendimento maior na plantação de milho; no entanto, os estudantes argumentaram que tal espaçamento era “muito pequeno”, levando a adotar a distância de 60 cm entre as *ruas* e 50 cm entre as plantas.

Para o valor da venda, o artigo apresentado por Amorim (2020) informa que a comercialização de silagem de milho está estimada em R\$ 418,81 por tonelada. A mesma fonte relata o custo da produção da silagem é de R\$232,00 por tonelada. Com estas informações, realizamos a organização destes dados, para que sua identificação e análise possam ser feitas de maneira mais fácil e eficiente, conforme mostrado na Figura 15.

---

<sup>24</sup> Conforme apresentado pelo estudo de Pereira Filho; Gontijo Neto (2021), “a melhor população de plantas para silagem é a mesma recomendada para uma melhor produção de grãos”. Aumentar a densidade da silagem para além de 10% da população de milho resulta em alterações nos parâmetros de Fibra em Detergente Ácido (FDA) e Fibra em Detergente Neutro (FND), afetando a digestibilidade da silagem, assim como o consumo de matéria seca, o que pode comprometer a qualidade do produto final.

**Figura 15:** Levantamento de dados para a plantação de milho



**Fonte:** acervo pessoal do autor (2022).

Ao passarmos para a etapa seguinte de Modelagem, a *Matematização*, verificamos ser necessário desenvolver uma segunda interação de plantação, e esse retorno entre as etapas faz parte do processo ao utilizar a estratégia empregado, pois ela “[...] não obedece a uma ordem rígida tampouco se finda ao passar para a etapa seguinte” (BIEMBENGUT; HEIN, 2000, p. 14).

Por esta condução, as nossas práticas de Modelagem conduziram a idas e vindas para aferirmos outros dados e informações necessárias para prosseguir com a investigação da situação-problema. Portanto, a segunda interação consistiu em realizar uma plantação de milho em um terreno de área retangular<sup>25</sup>, estando de acordo com as medidas padronizadas entre *ruas* e plantas estabelecidas anteriormente.

A área retangular no campo da Escola foi delimitada de 5,4 m por 3,5 m, competindo aos estudantes realizar tais ações com o auxílio da trena, conforme demonstra a Figura 16.

<sup>25</sup> Essa segunda interação de plantação aconteceu durante as aulas da etapa de *Matematização*, tendo como propósito o de (re)visitar o conteúdo matemático relacionado a áreas retangulares, o qual será abordado no próximo tópico.

**Figura 16:** Iteração de plantação de milho



Fonte: acervo pessoal do autor (2022).

Ao final desta prática, indagou-se sobre a quantidade de plantas/estacas que a plantação possuía. As respostas variaram entre 62 e 63, conduzindo à pergunta de como chegaram aquele resultado, sendo descrito por contagem individual das plantas, enquanto para outros, pelo cálculo de área de retângulo, retratado por eles como “contar um lado, o outro lado e multiplicar”, fazendo o produto de  $7 \times 9 = 63$ , sendo este o total de plantas de milho nessa interação de plantação.

O intuito desta atividade foi propiciar a correlação do conteúdo Matemático sobre área, abstrato, com a seu manuseio em uma situação mais próxima da realidade, prático, ou seja, correlacionar a “Matemática Acadêmica” com uma “Matemática do Cotidiano”, tal como descrito no estudo de David; Moreira; Tomaz (2013).

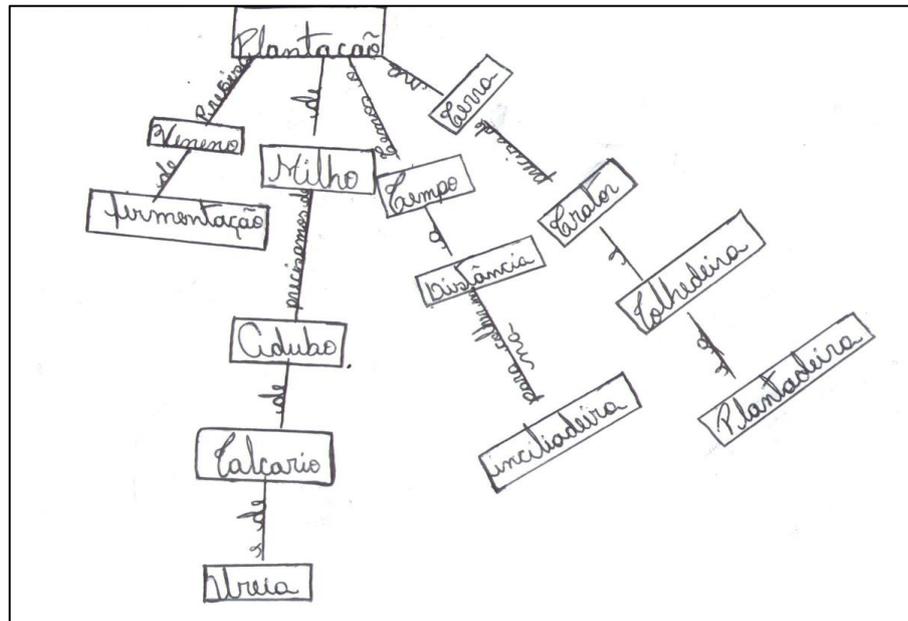
Com esses dados vigentes e a situação-problema estruturada, os estudantes puderam prosseguir para a próxima etapa de Modelagem, a *Matematização*, descrita a seguir.

### **Matematização**

Antes de avançarmos para a etapa de *Matematização*, procedemos com a construção de um segundo mapa conceitual para registrar os conhecimentos prévios dos estudantes, com o intuito de avaliar o seu desenvolvimento posterior. O tema escolhido para este mapa foi “plantação de milho”.

No caso deste mapa conceitual, optamos por uma dinâmica em grupo, diferentemente da abordagem utilizada na construção do anterior. Essa escolha se baseia na ideia de que “quando os mapas conceituais são feitos em grupos de dois ou três estudantes, podem desempenhar uma função social útil e conduzir a animadas discussões na aula” (NOVAK; GOWIN, 1984, p. 36). O resultado desse processo é apresentado na Figura 17.

**Figura 17:** Mapa conceitual sobre plantação de milho



**Fonte:** acervo pessoal do autor (2022).

Assim, identificamos como conceito-chave a palavra “plantação”, seguida por quatro conceitos gerais (“veneno”, “milho”, “tempo”, “terra”), que representam os quatro estágios da plantação de milho. Logo, temos que: o segmento “veneno” refere-se ao tratamento que ocorre antes da sementeira; o segmento “milho” representa o processo de sementeira; o segmento “tempo” aborda a espera para a germinação; e o segmento “terra” refere-se ao processo final, o recolhimento da planta de milho para a silagem.

Portanto, fica evidente a compreensão dos estudantes em relação ao cultivo de milho para a produção de silagem, indicando que cada conceito se relaciona com os demais em suas respectivas etapas, estabelecendo uma ordem para a execução do cultivo. Essa base de conhecimento servirá como referência para identificar e relacionar com sua compreensão da Matemática (NOVAK; GOWIN, 1984).

Na etapa de *Matematização*, realizada por meio da formulação e resolução, ocorre a tradução da situação-problema em termos matemáticos. Nele, é essencial a compreensão do tema para realizar as abstrações matemáticas necessárias, estabelecer uma correlação com a questão proposta e combinar/recombinar os dados levantados anteriormente. Nessa fase, é importante formular explicitamente as variáveis, elaborar hipóteses e construir o modelo matemático.

Portanto, na etapa de *formulação*, discutimos com os estudantes quais informações são relevantes para a resolução da situação-problema. Nele, identificamos a distância entre as plantas, a distância entre as fileiras, o peso médio de uma planta de milho-verde, o valor médio

da venda de milho-verde na silagem e os custos médios de áreas irrigadas como aspectos principais a serem considerados.

Posteriormente, ao definir a área como variável, tornou-se evidente a necessidade de determinar a área total do campo de futebol da escola. Dado que o campo representa um quadrilátero irregular, optou-se por abordar um conhecimento matemático específico. Nesse contexto, o pesquisador considerou benéfico introduzir na sala de aula as práticas socioculturais dos moradores do assentamento relacionadas ao cálculo de área, como a cubação de terra.

A cubação de terra é utilizada pelos moradores do Assentamento Rio Preto, e das redondezas, para calcular áreas de terrenos que possuem quatro lados, desenvolvida da seguinte maneira: primeiro, todos as laterais são medidas com o auxílio de varinhas com uma corda de dimensão específica, em metro ou em braça (2,2m); com estas anotações realizadas, procede-se a média da soma dos lados opostos do quadrilátero, e depois, realiza-se o produto entre elas, resultando na extensão da área. Posteriormente, os moradores transformam este valor em outras medidas de área, como litro, tarefa e alqueiro.

Nesse contexto, quando é efetuado a média da soma dos lados, e posteriormente o produto entre eles, é conjecturado um retângulo, ou seja, na cubação de terra um quadrilátero qualquer é transformado em um retângulo.

Com base nisso, realizou-se uma atividade para medir e calcular a área do terreno correspondente ao campo de futebol da escola. Inicialmente, foram apresentadas as ferramentas, incluindo algumas varinhas e uma corda com dois metros de comprimento, bem como mensurar a área do campo. Posteriormente, os estudantes mediram os lados do campo de futebol e, por fim, registraram essas medidas em seus cadernos. Os registros dessa atividade encontram-se na Figura 18.

**Figura 18:** Medindo a área do terreno para a cubação de terra



**Fonte:** acervo pessoal do autor (2022).

Apesar de ser uma prática social do Assentamento, foi ressaltado que a ação de cubação de terra foi apresentada pela primeira vez para eles, sendo reconhecida apenas por sua nomenclatura e alguns dos seus procedimentos. Com a intenção de promover uma Aprendizagem Significativa e Crítica, recordar os pensamentos sociais destaca a importância de discuti-los no ambiente escolar, decorrente de questões provenientes do processo realizar a Modelagem em sala de aula.

A partir desses dados, foram formuladas as hipóteses iniciais, as quais são importantes para antecipar os resultados esperados. Em diálogo com os membros do grupo, a fala do estudante E3 aponta a seguinte hipótese:

**E3:** *Em uma plantação de um alqueiro (48400 metros quadrados), eu espero receber com a venda de silagem cerca de R\$ 10.000,00.*

**Fonte:** transcrição da entrevista (2022).

Por essa conjectura, a expectativa é que o modelo matemático resulte no valor mencionado pelo estudante. Em outras palavras, aguarda-se que o modelo proposto represente de maneira aproximada ou proporcional a quantidade referida. Este raciocínio reflete a busca

por uma representação matemática que se alinhe às informações e percepções apresentadas pelo estudante, contribuindo assim para a compreensão e análise da situação-problema em questão.

Dessa maneira, seguiu-se para a *resolução*, empregando as informações relevantes coletadas, para aplicar os conhecimentos matemáticos necessários, que incluíram o cálculo de área retangular, a manipulação de múltiplos e submúltiplos da unidade de medida metro, a utilização da Regra de Três Simples e conceitos de matemática financeira.

Nesse contexto, considerando que possuíam o conteúdo de Matemática Financeira a ser estudado dentro da estrutura curricular em paralelo à pesquisa em andamento, destacou-se a importância do desenvolvimento desse conteúdo programático no contexto da Modelagem. Logo, “[...] na etapa de matematização, o desenvolvimento do conteúdo matemático (é) necessário para a formulação e a apresentação de exemplos e exercícios análogos para aprimorar a apreensão dos conceitos pelos alunos” (BIEMBENGUT; HEIN, 2000, p. 20).

Dessa perspectiva, esses conhecimentos matemáticos são utilizados como ferramentas instrucionais para a resolução da situação-problema, demandando uma abordagem detalhada e aguçada dos pensamentos. Nesse sentido, optamos por elaborar aulas que visam (re)visitar os conceitos matemáticos mencionados anteriormente, tendo em vista a aprendizagem significativa. Essa abordagem buscou conciliar o processo de rememorar, estruturando os subsunçores âncora relacionados à Matemática, servindo como alicerces para a construção para os novos conhecimentos.

Quanto ao primeiro tópico matemático, que aborda a área do retângulo, buscamos identificar as interpretações que os estudantes possuíam sobre o conceito de área. Foi apresentado diversas figuras planas, proporcionando a oportunidade para que pudessem reconhecê-las e compreender suas características. Para desenvolver esses conceitos, foram realizadas atividades em dois momentos distintos.

No primeiro deles, empregamos o instrumento chamado Material Dourado. Após ser apresentado, foi realizado para reconhecer as unidades de área<sup>26</sup> em cada objeto (área, placa e cubo grande), e na montagem de áreas retangulares especificadas de acordo com o pedido. Inicialmente, os estudantes sentiram dificuldade para montar as áreas, ocasionando em construções como às designadas na Figura 19.

---

<sup>26</sup> Como referência, a superfície do cubo significa uma unidade de área.

**Figura 19:** Construção de áreas utilizando o material dourado



**Fonte:** acervo pessoal do autor (2022).

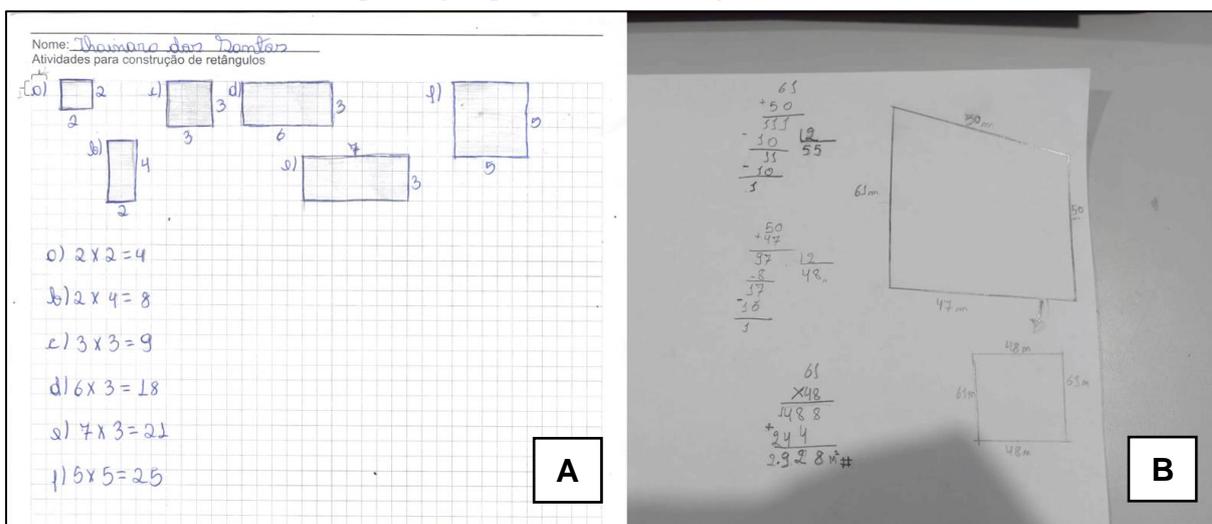
Ao serem questionados sobre o motivo dessa construção, não souberam fornecer uma explicação. Nesse contexto, especulamos que tenha ocorrido devido ao esquecimento, levando-os a misturar o conceito de área com o de perímetro de figuras retangulares.

Sobre esse tema, Aragão (1976, p. 26-27) esclarece que, na TAS, “as novas idéias que se tornam significativas (conteúdos cognitivos claros, diferenciados e articulados) depois de terem sido aprendidos significativamente, tornam-se menos vulneráveis ao esquecimento e, conseqüentemente, mais duradoura”. Isso contrasta com a Aprendizagem Mecânica, na qual o conhecimento é memorizado e frequentemente esquecido logo após as avaliações, exigindo uma revisitação desde o início para a reaprendizagem.

A partir dessa identificação, iniciamos diálogos com o objetivo de promover o (re)aprendizado desse conteúdo matemático. Isso foi alcançado por meio do uso de questionamentos, orientando os estudantes a compreender quais unidades eram necessárias para a construção e quantas delas estavam sendo utilizadas. Essas discussões os incentivaram a refletir sobre o problema e a empregar diferentes estratégias, direcionando-os para alcançar o resultado desejado.

Para o segundo momento, foi desenvolvido uma atividade similar a anterior, mas manuseando de outro tipo de material. Com o intuito de verificar o entendimento e abstração do conceito de área, houve a interação com folhas quadriculadas, realizando desenhos das áreas retangulares pedidas, desenvolvendo resultados satisfatórios, como mostrado na Figura 20a.

**Figura 20:** Construção de áreas com folha quadriculada e cálculo da área do campo de plantação por meio da cubação de terra



Fonte: acervo pessoal do autor (2022).

Após essas duas atividades, e considerando a prática de cubação de terra realizada anteriormente, procedeu-se aos cálculos necessários para encontrar a área total do campo de futebol da Escola, resultando em  $2928 \text{ m}^2$ , conforme ilustrado na Figura 20b.

Para os tópicos de múltiplo e submúltiplos da unidade de medida metro, de Regra de Três Simples e Matemática Financeira, foram ministradas aulas tradicionais sobre esses conteúdos, conforme ilustrado na Figura 21.

**Figura 21:** Aula tradicionais para ensino de tópicos matemáticos



Fonte: acervo pessoal do autor (2022).

Conforme indicado na Figura 1, apresentada no Capítulo II, quando o objetivo é o desenvolvimento de uma Aprendizagem Significativa, em que ela ocorre comumente na chamada “zona cinza”, que representa a área entre a Aprendizagem Mecânica e a Aprendizagem Significativa, agindo como uma transição entre elas.

Dessa forma, é possível considerar que as práticas que utilizam métodos tradicionais, juntamente com abordagens que levem em conta os conhecimentos prévios dos estudantes,

podem contribuir para a construção de uma Aprendizagem Significativa. O que verdadeiramente importa é o aprendizado não literal e não arbitrário, uma vez que o foco está na edificação de significados na sua cognição, permitindo a interconexão com seus subsunçores (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1963).

Ademais, ressaltamos que essas aulas foram ministradas com o sentido de expor o conteúdo, dialogar com os estudantes sobre a construção do conhecimento apresentado e na sua utilização para resolver a situação-problema, em que os cálculos foram desenvolvidos nos cadernos e na lousa da sala de aula.

Nesse contexto, Ausubel; Novak; Hanesian (1963) discutem os tipos de aprendizagem: aprendizagem por recepção e aprendizagem por descoberta. Geralmente, a primeira é associada à Aprendizagem Mecânica, enquanto a segunda à Aprendizagem Significativa.

Em ambos os casos (aprendizagem por recepção e por descoberta) há aprendizagem significativa se a tarefa de aprendizagem puder ser relacionada, de forma não arbitrária e substancial (não literal), com o que o aluno já sabe e se adotar a atitude de aprendizagem correspondente para fazê-lo (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1963, p. 37, tradução nossa).

Portanto, o tipo de aprendizagem que ocorrerá é direcionado pela vontade de aprender, correlacionando os conhecimentos prévios com os novos, assim como pelo intuito do professor de utilizar materiais potencialmente significativos, sendo não-arbitrário e não-literal.

Em relação às ações que realizamos, tanto as de campo – como as interações de plantação e cubação – quanto as em sala de aula – como a (re)visitação dos conteúdos matemáticos – nos alinhamos a um dos princípios da TASC, o *Princípio da não utilização do quadro-de-giz*, adotando outros artifícios metodológicos para a manifestação dos saberes, empíricos e matemáticos. Isso foi conduzido pela participação ativa dos estudantes por meio de práticas e diálogos, com o intuito de promover a sua construção cognitiva (MOREIRA, 2011).

Também ocorreu o desenvolvimento de uma aprendizagem representacional, pois a compreensão das variáveis foi alcançada por meio de diálogos com a Matemática, conferindo significado às representações, como as medidas e a área.

Como procedimento final desta etapa, que dará os direcionamentos necessários para serem analisados e validados na próxima parte, desenvolvemos o modelo matemático. Ele pode ser manifestado por “[...] expressões numéricas ou fórmulas, diagramas, gráficos ou representações geométricas, equações, tabelas, programas computacionais etc.” (BIEMBENGUT; HEIN, 2000, p. 13).

Dessa maneira, foi construído uma tabela contendo as informações calculadas de acordo com a área do plantio, o que indica a resposta para a situação-problema supracitada. A ela apresentamos na Quadro 4.

**Quadro 4:** Modelo matemático desenvolvido – lucro da silagem

<b>Plantação de Milho – Silagem</b>							
	Qnt. de ruas (und.)	Qnt de plantas por fileira (und.)	Total de plantas (und.)	Peso da silagem produzida (kg)	Receita da produção de silagem – R (R\$)	Custo para a produção de silagem – C (R\$)	Lucro da produção de silagem – L (R\$)
Valores	80	122	9760	9760	4087,59	2264,32	1823,27

**Fonte:** acervo pessoal do autor (2022).

Assim, em relação à área de plantação adotada de 2928 m<sup>2</sup> e considerando que as medidas adotadas para as *ruas* foram de 60 cm e a distância entre plantas de 50 cm, a razão dessa área por cada uma das distâncias, ou seja, área por *ruas* e área por distância entre plantas, teve respectivamente como resultado o valor de 80 unidades de *ruas* e 122 unidades de planta por fileira. O produto desses dois valores resultou no total produzido nessa plantação, com cerca de 9760 unidades de plantas de milho.

Para o processo de silagem, adotamos que cada planta de milho com espiga tem um peso médio de 1,0 kg, logo, totalizando 9760 kg de silagem produzida. Por fim, foram realizados os cálculos para a receita e custo de produção, utilizando os dados de “valor médio para venda de silagem em tonelada” e “custo médio de áreas irrigadas por tonelada”, resultando nos valores da receita e do custo gerado, de R\$ 4087,59 (*R*) e R\$ 2264,32 (*C*), respectivamente. Assim, o lucro (*L*) obtido foi de R\$ 1823,27 ao utilizar da equação  $L = R - C$ .

Dessa forma, conclui-se que a silagem produzida a partir da plantação de milho em uma área de 2928 m<sup>2</sup> resulta em um lucro aproximado de R\$ 1823,27.

Com o modelo construído, procedeu-se para a última etapa de Modelagem, o *Modelo Matemático*, buscando sua validação e confiabilidade, descrito a seguir.

### **Modelo Matemático**

Com o modelo matemático desenvolvido, o próximo passo consiste em avaliar o produto em relação à situação-problema que o originou, bem como o seu grau de confiabilidade. Por essa direção, “o modelo será considerado válido se *expressar* a situação-problema,

fenômeno ou ente modelado e, assim, nos permitir entender, prever, influenciar, saber e agir sobre esse ente” (BIEMBENGUT, 2016, p. 109, grifo da autora).

Nesse contexto, reconhecemos o processo de *interpretação* mediante uma abordagem matemática para analisar as ramificações dos valores destacados no Quadro 4. Portanto, mantivemos como constantes a distância entre plantas e *ruas*, o total de plantas no terreno, a quantidade de silagem produzida, o valor médio da venda de silagem e o custo médio de áreas irrigadas. Por outro lado, as medidas da base ( $b$ ) e altura ( $h$ ) do retângulo de área ( $A$ ), referente a uma plantação, foram tratadas como variáveis. Os cálculos algébricos para encontrar a equação que representa o lucro do milho são apresentados na Figura 22.

**Figura 22:** Cálculos para a função correspondente ao lucro da silagem

(I) Cálculos:  
 Sendo: um terreno retangular medindo  $b$  e  $h$ , respectivamente seus lados em metros, e  $A$  a sua área, dada por  $b \cdot h = A$ .

$A = b \cdot h$

Assim, sendo, calculamos:

a) Ant. de "ruas":  
 $\frac{b}{0,6}$

b) Ant. de plantas por fileiras:  
 $\frac{h}{0,5}$

c) Total de plantas no terreno:  
 $\frac{b}{0,6} \cdot \frac{h}{0,5} = \frac{b \cdot h}{0,3} = \frac{A}{0,3}$

d) Peso da silagem produzida em Kg:  
 $\frac{A}{0,3} \cdot 1 = \frac{A}{0,3}$  (Kg)  
 $\Rightarrow$  em toneladas (t):  $\frac{A}{0,3} \div 1000$  (t)

e) Receita da produção de silagem em R\$:  
 $\Rightarrow$  receber médio para venda de silagem (t): R\$ 418,81 por t.  
 $\frac{A}{0,3} \div 1000 \cdot 418,81 \approx 1,396 \cdot A$

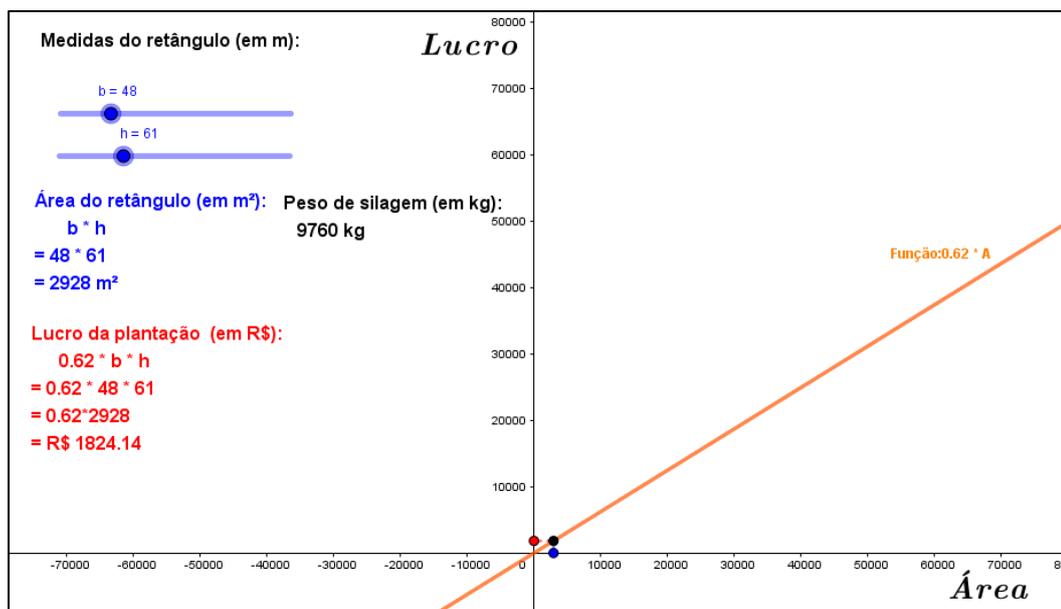
f) Custo da produção em R\$:  
 $\Rightarrow$  custo médio de áreas (t): R\$ 232,00 por t.  
 $\frac{A}{0,3} \div 1000 \cdot 232,00 \approx 0,773 \cdot A$

g) Lucro da produção:  
 $\Rightarrow L = R - C$   
 $L = 1,396 \cdot A - 0,773 \cdot A = 0,623 \cdot A$

Fonte: acervo pessoal do autor (2022).

Ao analisarmos o resultado, expresso por  $L = 0,623 \cdot A$ , é possível identificar que essa relação pode ser equiparada a uma Função Afim, apresentando as suas características. Nesse contexto, a área de plantação  $A$  assume o papel de variável independente, enquanto 0,623 representa o coeficiente angular. Portanto, podemos expressar essa relação como  $f(A) = 0,623 \cdot A$ . A partir dessa função, foi construindo um gráfico no *software Geogebra*, conforme pode ser observado na Figura 23.

**Figura 23:** Função do lucro da silagem de milho



Fonte: acervo pessoal do autor (2022).

Ressalta-se que, como trata-se de uma área, é necessário que  $f(A) \geq 0$ , logo,  $A \geq 0$ . Como os conteúdos matemáticos foram trabalhados com estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, e não havendo tempo suficiente para ensinar o tema de Função e Função Afim, tal conteúdo foi somente apresentado de maneira introdutória, em que este gráfico foi construído e elaborado pelo pesquisador, ressaltando que esses conhecimentos serão ampliados a partir do próximo ano escolar, no 1º ano do Ensino Médio.

Logo, essa visualização interativa da função pelo gráfico serviu para auxiliar acerca da elaboração de silagem, em quilos, e do lucro de venda, em reais, em relação a área cubada para a plantação de milho. As variáveis  $b$  e  $h$  foram os dois lados dessa figura, delimitados entre os valores de 0 a 220, qualificando até a área de 48400 m<sup>2</sup>, referente a um alqueiro.

Portanto, esta função interativa pelo *software* auxiliou os estudantes a visualizarem o comportamento do lucro da venda da silagem em determinação à área, podendo analisar as suas implicações, validadas na subetapa seguinte, considerando que a Função Afim,  $f(A) = 0,62 * A$ , é estabelecida como o modelo matemático compreendido neste percorrer da Modelagem.

Assim, consideramos que a interação e interpretação com o gráfico conduzem a uma aprendizagem combinatória, pois os conhecimentos prévios dos estudantes sobre a operacionalização da Modelagem para encontrar o resultado podem ser relacionados aos saberes matemáticos por meio da interação com a função desenvolvida, resultando em um entendimento mais amplo sobre o conteúdo estudado (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1963).

Dessa maneira, prosseguimos para a próxima parte, a *validação*, considerando a perspectiva do estudante em relação ao resultado encontrado na figura anterior e os valores que puderam ser obtidos de acordo com a área de plantação par ao cultivo de milho.

Como apresentado anteriormente na hipótese do estudante E3, esperava-se um lucro de R\$ 10.000,00 ao realizar a venda da silagem produzida em um alqueire, que mede cerca de 48400 m<sup>2</sup>. Utilizando uma área de plantio equivalente a 2928 m<sup>2</sup>, proporcionalmente a essa medida, a renda esperada seria de R\$ 604,96. Pelo modelo desenvolvido, o valor do lucro, a partir das medidas adotadas para as distâncias da *rua* e entre as plantas, é de R\$ 1824,14, sendo três vezes maior do que o especulado.

Aqui, é relevante observar que houve uma simplificação da plantação, considerando situações ideais. Como o objetivo da pesquisa volta-se para fins didáticos, em conversação com os estudantes, foram identificadas outras variáveis que interferem na produção, como os animais que consomem o milho, o método de irrigação, o consumo de água para a irrigação, o tempo e as características do solo. Esses fatores podem levar a um lucro menor do que o encontrado no modelo matemático.

Por meio da análise matemática empregada, foi possível identificar que o espaçamento menor, quando utilizado em conjunto com ferramentas de medição apropriadas, resulta em uma produção maior de milho e, conseqüentemente, de silagem. Essa interpretação levou à compreensão de que o espaçamento reduzido é mais eficiente, proporcionando uma alternativa em relação às medidas tradicionais de cultivo de milho no Assentamento.

Além disso, considerando que a família do estudante E3 produz silagem para o consumo dos próprios animais durante o período de estiagem, questionou-se se a produção apontada no modelo seria suficiente para atender às necessidades da família e se haveria silagem excedente para a venda. Essa questão é abordada no trecho da entrevista a seguir.

**Pesquisador:** *Pelos cálculos que fizemos, na silagem, deu uma produção de cerca de 10 toneladas de silagem, então, gostaria de saber se os gados que vocês possuem na chácara comem cerca de 10 toneladas na estiagem. Se comem tudo isso ou se sobra. Queria saber se dá para consumir e vender.*

**E3:** *Dá não.*

**Pesquisador:** *Os animais comem mais de 10 toneladas na estiagem? Quantos quilos uma vaca come por dia na estiagem?*

**E3:** *Por dia? Eu acho que deve comer mais de 20 quilos. Uns 100 quilos ou mais.*

**Pesquisador:** *Um gado só?*

**E3:** *Um monte.*

**Pesquisador:** *Mas esse “monte” que você falou, seriam quantos gados?*

**E3:** *Para um gado, na base de uns 5 quilos ou mais.*

**Pesquisador:** *Vamos pegar esses 5 quilos. Vamos dizer que 1 gado come 5 quilos por dia. Tendo uns 20 gados, então, em 1 mês eles comem cerca de 3.000 quilos de silagem. Quantos meses tem a estiagem aqui, o verão?*

**E5:** *Uns seis meses, por aí.*

**Pesquisador:** *Então vamos multiplicar o que encontramos por 6, que vai dar cerca de 18.000 quilos de silagem. Assim, 20 gados comem em seis meses cerca de 18.000 quilos de silagem, que dá cerca de 18 toneladas.*

**Fonte:** transcrição da entrevista (2022).

Portanto, a produção de silagem prevista no modelo desenvolvido não seria suficiente para alimentar cerca de 20 cabeças de gado durante seis meses. Nesse cenário, a quantidade de silagem produzida não excederia às necessidades da família, resultando em ausência de excedente para venda e, conseqüentemente, na falta de obtenção de lucro.

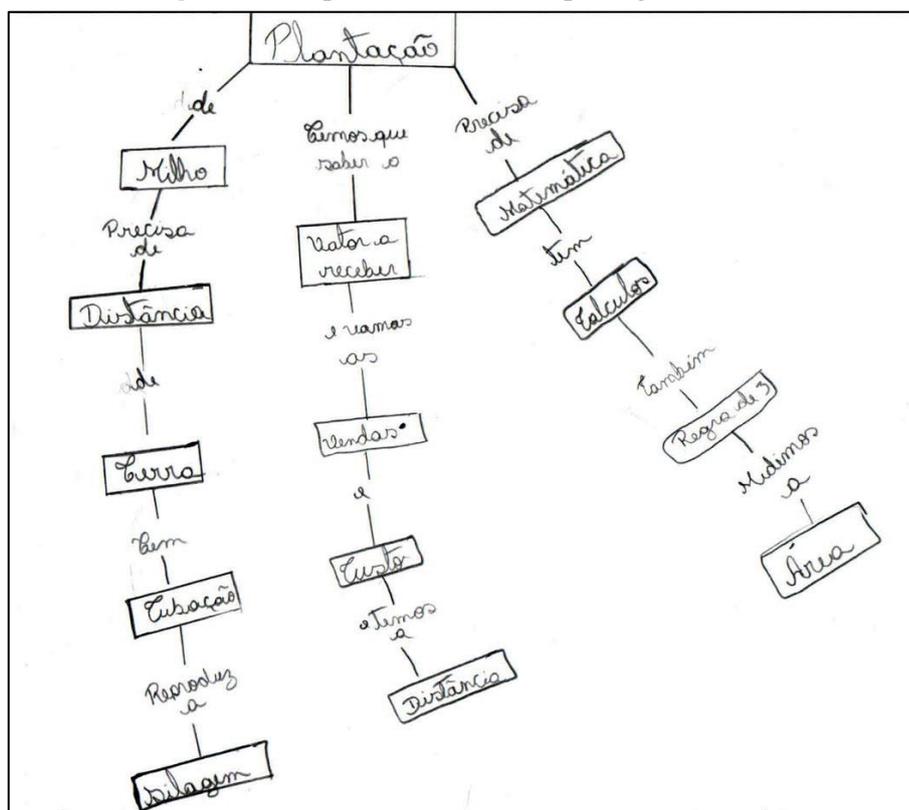
No entanto, é importante considerar que o terreno destinado à interação de plantação é relativamente pequeno, aproximadamente 2928 m<sup>2</sup>, pois, ao compararmos esse tamanho com o terreno comumente utilizado pelos estudantes, que é de cerca de 48400 m<sup>2</sup>, a produção resultante seria consideravelmente maior. Ao fazermos os cálculos utilizando a Regra de Três Simples, estimou-se em aproximadamente 161333 kg de silagem. Essa quantidade seria suficiente para atender às necessidades de alimentação dos gados durante o período de estiagem e ainda proporcionar um excedente para venda.

Assim, consideramos concluída a última etapa de Modelagem. O gráfico apresentado na Figura 23, conforme mencionado anteriormente, representa que o modelo matemático é válido e oferece uma resposta à situação-problema.

Por meio desses direcionamentos, podemos inferir que trazer o ponto de vista para avaliação dos resultados matemáticos apontados está alinhado com o *Princípio do abandono da narrativa*. Esse princípio envolve “deixar os alunos falarem implica usar estratégias nas quais possam discutir, negociar significados entre si, apresentar oralmente ao grande grupo o produto de suas atividades colaborativas, receber e fazer críticas” (MOREIRA, 2011, p. 7). O foco aqui é considerar os pensamentos e experiências dos estudantes no ambiente escolar, promovendo conversas e diálogos entre a Matemática e a realidade por meio da Modelagem.

Como procedimento adicional, e com o objetivo de elucidar a Aprendizagem Significativa e Crítica dos estudantes, elaborou-se um Mapa Conceitual Final, assim como em outras entrevistas que tiveram esse propósito. Nesse sentido, foi solicitado que registrassem os conhecimentos pertinentes em relação às investigações, ao empregar a Modelagem em conjunto com as atividades de plantação. Esse processo auxiliou na demonstração dos conceitos que foram considerados relevantes para o grupo, conforme ilustrado na Figura 24.

**Figura 24:** Mapa conceitual final – plantação de milho



**Fonte:** acervo pessoal do autor (2022).

Dessa forma, temos como conceito-chave a palavra “plantação”, seguida por três conceitos gerais: “milho”, “valor a receber” e “matemática”. Ao analisarmos, observamos que há cinco níveis de hierarquia, indicando uma expansão em comparação com o último mapa conceitual apresentado na Figura 17. Portanto, este construído acima contém uma maior quantidade de conceitos, abrangendo aspectos como plantação de milho, venda e a aplicação da Matemática.

A esse respeito, caracteriza-se a reconciliação integradora na estrutura cognitiva, pois houve um reconhecimento de novas relações conceituais, tratando-se de uma reorganização entre os saberes por meio das atividades realizadas, interagindo com a estratégia de Modelagem. Isso adveio do resultado da ancoragem e da aprendizagem ordenada, ou seja, os novos aprendizados contêm os antigos, sendo mais inclusivos (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1963; MOREIRA, 2006a).

Neste Mapa Conceitual Final, destaca-se um melhor ordenamento dos conceitos gerais em comparação ao desenvolvido e apresentado na Figura 17 anteriormente, em que o segmento do conceito “milho” denota o processo de plantação, culminando na “silagem”. O segmento do conceito “valor a receber” abrange os aspectos dos custos e vendas da produção de silagem

elaborada. Por fim, o segmento do conceito “matemática” refere-se aos conhecimentos matemáticos empregados e desenvolvidos durante a investigação.

Conforme previamente explicado, observa-se a emergência da diferenciação entre os subsunçores, organizados hierarquicamente no mapa. Esse fenômeno caracteriza uma diferenciação progressiva, em que os novos subsunçores são mais abrangentes, revelando um processo de aprendizado subordinado.

Ao compararmos os dois mapas conceituais previamente apresentados nas Figuras 10 e 11, relacionados à Matemática, com o último mapa na Figura 24 supracitada, destaca-se a integração da Matemática com a realidade dos estudantes. Essa assimilação é representada por conceitos nos três segmentos desse último mapa, tais como “cubação”, “vendas”, “custo”, “distância”, “cálculos”, “regra de três” e “área”. No entanto, também identificamos alguns desencontros, como a ausência de conexões e a falta de determinados conceitos que poderiam ter sido empregados.

Para melhor elucidar essa interpretação, quanto à ausência de conexões, observou-se que alguns conceitos poderiam estabelecer correspondências entre os segmentos, como a possibilidade de “cubação” interligar-se com “distância”, “área” e “cálculos”, promovendo a convergência entre os subsunçores. Quanto à ausência de determinados conceitos, observa-se que alguns daqueles apresentados na Figura 17 não foram incluídos ao Mapa Conceitual Final, tais como “fermentação”, “adubo”, “ensiladeira”, “plantadeira” e “trator”, que são subsunçores relevantes e poderiam ser inseridos no segmento “milho”. Além disso, destaca-se que não houve uma ramificação dos conceitos, sendo apresentados de linearmente.

Portanto, por meio dessa análise, podemos considerar que houve indícios de uma Aprendizagem Significativa, embora tenhamos identificado a ausência de detalhes conforme nossas expectativas. No entanto, para alcançar a Aprendizagem Significativa, é necessário esforço, dedicação e tempo por parte dos estudantes e do professor, indicando que a TAS ocorre em um *continuum* de aprendizagem, que, em nossos olhares, é importante continuar com abordagens pedagógicas com esse propósito no ambiente escolar (MOREIRA, 2012c; NOVAK; CANÃS, 2010).

Após essa construção do Mapa Conceitual Final, recorreremos a escutar suas experiências e relatos deste percurso investigativo, destacando informações adicionais que não foram contempladas nos mapas conceituais. Ao questioná-los sobre quais ações da pesquisa consideravam mais relevantes, enfatizamos suas respostas no seguinte trecho.

**E1:** *A minha foi na parte de plantação, onde fizemos aquela simulação, onde medimos, colocamos as estacas na terra. Foi a melhor parte.*

**E3:** *A minha foi a cubação de terra, mas eu aprendi mais na medição das plantas.*

**Fonte:** transcrição da entrevista (2022).

Neste recorte, destaca-se que a realização de atividades fora do ambiente da sala de aula despertou o interesse dos estudantes E1 e E3. Isso evidencia a relevância da interação de plantação, que, na nossa perspectiva, contribuiu para a importância de integrar a teoria à prática no contexto escolar, desmitificando a ideia de que a Matemática se destina apenas à resolução de questões do livro didático.

Assim, podemos considerar que as práticas de campo realizadas com os estudantes conseguiram desenvolver aspectos da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora, conforme indicado nos conceitos apresentados anteriormente na Figura 24. Termos como “distância”, “cálculo” e “área”, relacionados às etapas de interação na plantação e cubação de terra, foram enriquecidos ao adquirirem novos significados e ao serem correlacionados a outros conceitos (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1963).

Isso os guiou em direção a uma Aprendizagem Significativa, uma vez que, de acordo com Novak; Gowin (1984, p. 115), a “[...] aprendizagem é o resultado de uma mudança do significado da experiência [...]”, indicando que efetivamente ocorreu uma reorganização cognitiva. Esse indício é corroborado no recorte das falas do estudante E6, destacada abaixo.

**Pesquisador:** *Mas por que vocês gostaram das aulas práticas?*

**E6:** *Porque... porque a gente saiu.*

**Pesquisador:** *Só por que vocês saíram da sala de aula?*

**E6:** *Não, porque a gente saiu para aprender algo diferente.*

**Pesquisador:** *E vocês gostaram disso?*

**E6:** *Sim!*

**Fonte:** transcrição da entrevista (2022).

Por conseguinte, identificamos que as ações realizadas durante a pesquisa, com a intenção de plantação e de cubação de terra, os instigaram a aprender um novo conhecimento, diferente do habitual para eles, reconhecendo mais um indício da correlação da Matemática com a realidade do estudante. Isso sugere que houve a ponderação de outras perspectivas e ações, orientados por reflexões e raciocínios matemáticos, nas quais essas situações podem contribuir para a sua formação por meio do desenvolvimento de habilidades, como a capacidade de:

[...] identificar, descrever, comparar e classificar os objetos e coisas ao redor; visualizar e representar os mais diversos entes; representar e resolver situações-problema e, especialmente, melhor compreender os que rodeiam. Afinal, a criança tem ampla fama de conhecimentos e experiências anteriores. Cabe aos/às professores/as dos anos iniciais identificar tais conhecimentos e, a partir de um procedimento condizente, leva-las à aprendizagem em um ambiente favorável socialmente (BIEMBENGUT, 2019, p. 42).

Ademais, foi evidenciado outra interpretação que remete a uma Aprendizagem Significativa para o estudante, a ação de elaborar de mapas conceituais, destacada pela fala do estudante E1.

**E1:** *Eu acho que foi o mapa, eu não o aprendi 100% dele, mas se me pedirem “me mostre tal conteúdo”, seria mais fácil para eu aprender, desenvolver, agora. Aprendemos algumas coisas, foi muito bom aprendermos algo que não sabíamos. Foi difícil? Foi, mas teve algo para aprender.*

**Fonte:** transcrição da entrevista (2022).

Portanto, as construções de mapas conceituais nesta pesquisa contribuíram para “[...] ajudar os estudantes a identificarem os conceitos chave e suas relações, o que por sua vez os ajudará a interpretar os acontecimentos e objectos que observam” (NOVAK; GOWIN, 1984, p. 64), fornecendo suporte para o reconhecimento das relações entre os conceitos que, até aquele momento, não estavam interligados em sua estrutura cognitiva.

Em relação à Matemática, também constituímos indagações para conhecer suas perspectivas a partir das atividades desenvolvidas durante a pesquisa, como apresentado no seguinte recorte.

**E1:** *Porque hoje em dia tudo tem Matemática. Na cubação, na distância. O tamanho da área! A quantidade! O que ia ganhar, o que... é sobre a venda, a quantidade que a gente precisa saber do lucro e da despesa.*

**E3:** *A matemática vai ajudar a calcular as despesas de casa, contar os gados, somar. Tenho mais conhecimento pra quando a gente for plantar, vamos ter mais entendimento.*

**E6:** *Para saber a quantidade das coisas. A regra de três vai me ajudar a calcular no mercado de casa.*

**Fonte:** transcrição da entrevista (2022).

Para o estudante E1, fica evidente em sua fala que as ações contribuíram para compreender e calcular os processos de plantação de milho, assim como para avaliar o possível lucro e despesa com a silagem. Essa percepção também foi identificada na fala do estudante E3, auxiliando no entendimento dos gastos da casa e na contagem dos animais.

Na fala da estudante E6, destaca-se a importância dos ensinamentos gerados durante a pesquisa para o entendimento e compreensão da Regra de Três Simples. Essa percepção vai além do escopo inicial da investigação, pois esse novo conhecimento se conecta com a experiência dele, auxiliando nos cálculos relacionados às compras do mercado, em que os saberes matemáticos adquiridos, por sua vez, oferecerão suporte em seu cotidiano.

A partir dessas falas, podemos considerar que, de acordo com os apontamentos da TASC, correspondem a uma Aprendizagem Significativa e Crítica. Isso ocorre porque a estratégia empregada na pesquisa envolve trazer o cotidiano para ser estudado e pesquisado no ambiente escolar, desenvolvendo ações diferenciadas, permitindo que os estudantes falem e expressem suas experiências por meio da reflexão contribui para a construção de pensamentos sobre as atividades realizadas no cotidiano. As indagações efetuadas durante esse processo os auxiliam a encontrar conhecimentos que podem ser correlacionados em seu dia a dia.

Logo, o objetivo da Aprendizagem Significativa e Crítica é “[...] abandonar a passividade dos alunos inerente ao modelo da narrativa e criar condições para que o aluno tenha papel ativo no processo de sua aprendizagem” (DAMASIO; PEDUZZI, 2015, p. 69).

Assim, considerando todo o escopo das práticas de pesquisa, consideramos importante trazer os princípios da TAS e TASC para ser conversado em sala de aula, destacando o *Princípio da interação social e do questionamento*, *Princípio da não utilização do quadro-de-giz* e do *Princípio do abandono da narrativa*.

Para o estudante, consideramos que suas falas e participações são essenciais para o ambiente em sala de aula, pois evidenciam suas contribuições, demonstrando que “[...] uma vez que se tenha aprendido a fazer perguntas, substanciais, relevantes e apropriadas, se terá como possível consequência o aprendizado do processo de aprender” (DAMASIO; PEDUZZI; 2015, p. 64).

Apesar das evidências presentes nas falas dos estudantes E1, E3 e E6, que corroboram a compreensão de que houve uma Aprendizagem Significativa e Crítica, no caso do estudante E4, não foi observada uma aprendizagem nesse sentido.

No início da investigação, e de acordo com as observações do pesquisador, o estudante E4 participou conforme o esperado. Entretanto, ao longo da investigação, surgiram resistências a se envolver no processo de investigação, tanto em atividades individuais quanto em grupo, e, apesar das tentativas de entender os motivos que o levaram para esse direcionamento, não foram obtidas respostas positivas.

Na entrevista final, este estudante demonstrou relutância em responder a maior parte das perguntas, mas algumas de suas falas, que consideramos meras, estão retratadas no

recorte abaixo, originado da indagação sobre qual ação ele menos gostou de participar durante a pesquisa.

**Pesquisador:** *Qual atividade que gostou menos de realizar? Por quê?*  
**E4:** *Praticamente todas.*  
**Pesquisador:** *Praticamente todas?*  
**E4:** (Silêncio).  
**Pesquisador:** *Certo. Mas por que praticamente todas?*  
**E4:** (Silêncio).

**Fonte:** transcrição da entrevista (2022).

Conforme destacado, o estudante optou por não responder às perguntas, o que dificultou a compreensão dos motivos que levaram a essa escolha, sugerindo a possibilidade de não ter ocorrido uma Aprendizagem Significativa. Essa hipótese foi reforçada por sua resposta a outra pergunta, na qual deveria indicar qual conhecimento foi adquirido durante a pesquisa.

**Pesquisador:** *E você, E4? Você aprendeu alguma coisa?*  
**E4:** *Eu não aprendi nada.*

**Fonte:** transcrição da entrevista (2022).

Portanto, podemos considerar que o estudante E4 não percebeu significado potencial nas atividades realizadas, como as interações de plantação, o processo de cubação de terra, as aulas ou mesmo na oficina para a construção de mapa conceitual, conforme apontado pelo estudante E1.

De maneira semelhante, outro estudante, não mencionado anteriormente pois desistiu durante a pesquisa, apresentou comportamentos similares ao estudante E4, expondo ao pesquisador os motivos de sua desistência em conversas, afirmando que “não estava conseguindo acompanhar”. Apesar das tentativas de persuadi-lo a continuar na investigação, ele solicitou para ser retirado.

Nesses dois casos, entendemos que a falta de motivação para participar das atividades não possibilitou o desenvolvimento de uma Aprendizagem Significativa e Crítica. Conforme delineado por Ausubel; Novak; Hanesian (1963), se a intenção do aprendiz é memorizar o conhecimento de maneira arbitrária, sem um fundamento lógico e de forma literal, sem um significado inerente, o resultado será uma Aprendizagem Mecânica.

No entanto, destaca-se que alcançar a TAS e a TASC requer a construção conjunta entre o professor e o estudante. O professor desempenha o papel de orientador no processo de ensino e aprendizagem, contribuindo para a elaboração de aulas que possuam significado

potencial, em que cabe ao estudante predispor-se a relacionar seus subsunçores por meio de sua vontade de aprender.

Destacamos que esse processo é rigoroso, exigindo tempo e esforço tanto de ambas as partes. No entanto, é considerado necessário, pois não basta apenas estar na sociedade; é fundamental compreendê-la e questioná-la. Isso implica adotar uma postura crítica diante do crescente volume de informações, recusando-se a recebê-las de maneira apática e, por vezes, utilizá-las sem entender suas intenções e motivações.

Assim sendo, é necessário adotar a postura da problematização, do inquietar-se e procurar conhecimentos que desenvolvam entendimentos sobre um fenômeno oriundo da realidade do estudante. Nesse contexto, é importante que ele fale, reflita, execute ações e esteja aberto a críticas, utilizando a Matemática como ferramenta para desenvolver raciocínios que se alinhem com o contexto real, contribuindo para seu entendimento, compreensão e atuação no ambiente escolar.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa tem como objetivo compreender a Modelagem Matemática como uma estratégia de Ensino e Aprendizagem Significativo e Crítico nas práticas cotidianas de estudantes do Assentamento Rio Preto/TO. Nesse contexto, busca-se estabelecer a relação entre a Modelagem Matemática e a Teoria da Aprendizagem Significativa, bem como a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica, por meio de atividades sociais específicas do Assentamento, como a plantação de milho e a produção de silagem.

A partir das ações em *lócus*, identificamos a possibilidade do desenvolvimento de uma Aprendizagem Significativa e Crítica, como evidenciado pelos mapas conceituais e entrevistas. Esse processo ocorre ao centralizar o estudante no processo de ensino e aprendizagem, conduzidos a partir das orientações do professor. Portanto, trazê-lo para desenvolver atividades que se relacionam com a realidade, como a interação de plantação e cubação de terra, pode conferir novos significados às ações em sala de aula, estimulando sua participação ativa no processo de aprendizagem.

Dessa forma, destacamos a importância dos professores adotarem metodologias que possam romper com o paradigma de que a Matemática é aplicada apenas para resolver questões do livro didático, muitas vezes sem conexão com a realidade dos estudantes.

Também propomos a reflexão e o debate de ideias por meio de questões de Modelagem Matemática, trazendo conhecimentos reflexivos e críticos para dialogar com a Matemática, correlacionando teoria e prática. Nesse sentido, utilizamos três princípios designados pela Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica: *Princípio da interação social e do questionamento*, *Princípio da não utilização do quadro-de-giz* e do *Princípio do abandono da narrativa*. Essa abordagem, conforme apresentado em nossa pesquisa, buscou incentivar os estudantes a questionarem sua realidade e na participação de atividades que expressem suas inquietações e pensamentos no ambiente escolar.

Em nossas interpretações, esta investigação repercute em uma abordagem mais sensível para a Escola do Campo e para os estudantes. Propomos escutá-los, compreender suas ações e integrá-los em diálogos no ambiente escolar, visando a criação de atividades que promovam a investigação, reflexão e crítica. Acreditamos ser valioso implementar atos que desenvolvam essas habilidades, os preparando para participar na sociedade.

A partir disso, também direcionamos nossa atenção para as práticas profissionais em sala de aula. Para que a Modelagem Matemática, a Teoria da Aprendizagem Significativa e a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica sejam eficazes, é necessário considerar fatores

que contribuam para esse propósito, pelos professores e pela escola. Isso inclui: *mudança da postura do professor em relação ao ensino e aprendizagem; formação continuada do professor; e apoio da escola e dos órgãos governamentais.*

Em relação à *mudança da postura do professor em relação ao ensino e aprendizagem*, é necessário que o educador adote metodologias que coloquem o estudante no centro do processo de aprendizado. Nesse sentido, as atividades voltam-se para conectar teoria e prática, utilizando a Matemática como ferramenta para abordar questões do cotidiano ou atividades sociais em sala de aula. Essa direção traz um caráter investigativo para ser explorado no ambiente escolar, resultando em aulas diferenciadas em comparação ao método padrão utilizado nas escolas, que, por vezes, é direcionado para um ensino e aprendizagem mecânico.

Para que isso ocorra, é necessário valorizar a *formação continuada do professor*, pois é por meio do seu aprimoramento que ele poderá utilizar metodologias voltadas para alcançar uma Aprendizagem Significativa e Crítica. Nessas instâncias, o profissional desenvolverá suas práticas em sala de aula, promovendo diálogos sobre Matemática e outras áreas, ampliando sua compreensão e concepções por meio das leituras e reflexões.

Em conjunto, é necessário contar com o *apoio da escola e dos órgãos governamentais*, pois as ações docentes não se realizam apenas de forma individual; ela requer espaços, tempo e recursos adequados para a sua realização.

Paralelamente a esses dois fatores, é imprescindível estabelecer uma colaboração entre o professor, a escola e o Estado para promover ações que propiciem o desenvolvimento de práticas investigativas, capazes de proporcionar uma Aprendizagem Significativa e Crítica. Isso inclui o acesso a locais para pesquisa para a realização de atividades, a construção de uma matriz curricular flexível e a disponibilização de materiais, tanto concretos quanto tecnológicos.

Quanto a esses três fatores, eles foram fundamentais em nossa pesquisa com os estudantes no Assentamento, considerando também as atividades socioculturais desenvolvidas pelos moradores, e para isso, é necessário que o pesquisador tenha um olhar atento, curioso, sensível e esteja presente, vivenciando o seu campo de investigação.

Portanto, ao empregar a Modelagem Matemática, a Teoria da Aprendizagem Significativa e a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica, é necessário compreender as experiências e práticas dos estudantes para que possam ser incorporadas em sala de aula. Para a nossa pesquisa, ela teve com origem a partir das práticas de plantação de milho e da produção de silagem, desenvolvidas por meio de diálogos com os moradores e os estudantes do Assentamento, e assim, desenvolvendo uma busca investigativa acerca dos motivos que os

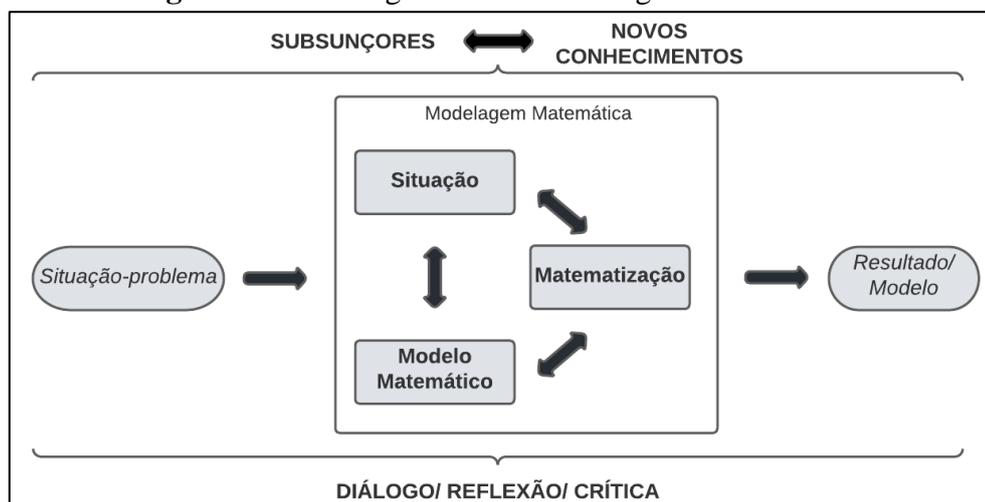
levam à realização dessas ações, compreendendo os fundamentos das medidas para o cultivo, os entendimentos e as explicações envolvidas.

Essas experiências proporcionaram ao pesquisador novas interpretações sobre as teorias e a estratégia a partir das práticas cotidianas e de campo, propondo reflexões em relação ao ambiente rural. Isso destaca a importância de integrar o contexto vivenciado à sala de aula, conferindo um novo significado às aulas de Matemática, oferecendo uma abordagem diferenciada para o professor, o estudante e a comunidade.

Assim, ressaltamos que a integração da estratégia de Modelagem Matemática, a Teoria da Aprendizagem Significativa e a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica podem abrir caminho para o desenvolvimento de uma outra área de conhecimento, a qual denominamos “Modelagem Matemática Significativa Crítica”.

Nela, é necessário incorporar o cotidiano como matéria-prima a ser trabalhada no ambiente escolar por meio de uma situação-problema identificada, em que a investigação deve ser conduzida de maneira cooperativa e colaborativa entre professor e estudante, considerando diálogos, pontos de vista, reflexões e críticas a serem dialogados e revitalizados em sala de aula. Nesse processo, os subsunçores são entrelaçados com os novos entendimentos por meio da Matemática, conforme evidenciado na Figura 25.

**Figura 25:** Modelagem Matemática Significativa Crítica



Dessa forma, destacamos como princípio orientador para a Modelagem Matemática Significativa Crítica a consideração dos subsunçores a serem abordados em relação aos novos conhecimentos. Isso envolve em ouvir o que o estudante tem a dizer, dialogar sobre suas ideias e dificuldades, visando o desenvolvimento da compreensão da Matemática, utilizando das

etapas para modelar a situação-problema como um fio condutor desse olhar investigativo em sala de aula.

Quanto aos desafios, identificamos as dificuldades que provocam impactos no ensino e aprendizagem da Matemática na Escola do Campo. Nossas experiências *in loco* revelaram obstáculos como a limitação de acesso à *internet* de qualidade, a escassez de recursos tecnológicos e a carência de condições para a implementação de um Ensino e Aprendizagem Significativo e Crítico.

Em relação ao acesso à *internet* pelos moradores do Assentamento, o seu acesso e qualidade são precários. Apesar disso, conseguimos compartilhar informações de pesquisas *online*, enviando *links* para os estudantes que tinham acesso. Para aqueles que não conseguiam, essas investigações foram divulgadas em sala de aula, promovendo discussões sobre os conhecimentos que eles utilizam em seu cotidiano e sobre o conteúdo.

Outra questão diz respeito à ausência de acesso a materiais tecnológicos, como computadores, na escola. Essa limitação impediu a utilização do processo de construção da função afim no *software Geogebra* em sala de aula, restando apenas a apresentação final do mesmo, assim como nas investigações de plantação de milho, que poderiam ser realizadas no próprio ambiente escolar.

Também destacamos o desafio para o Ensino e Aprendizagem Significativo e Crítico, pois o estudante detém em sua formação escolar um aprendizado mecânico da Matemática, voltado à resolução de questões que, em seus olhares, remete a não apresentarem sentidos além de encontrar sua resposta.

Desta maneira, desenvolver uma aprendizagem com este direcionamento apresenta seus obstáculos, uma vez que o estudante é “condicionado a receber o conhecimento acriticamente e sem esforço”, e assim, a mudança para metodologias que direcionam para a reflexão, a indagação e a crítica podem levar ao estranhamento, visto que não detêm contato com outra perspectiva de ensino e aprendizagem, somente a mecânica.

Em alguns casos, podem não se sentir confortáveis com essa mudança metodológica, resultando na falta de desenvolvimento de uma Aprendizagem Significativa e Crítica devido à ausência de correlação entre seus conhecimentos prévios e novos. Isso pode estar relacionado ao desinteresse ou desânimo em participar de atividades que demandam uma mudança de postura.

Para abordar essa questão, é necessário realizar investigações aprofundadas para explorar os motivos que levam os estudantes a não desenvolverem um Aprendizado Significativo e Crítico, compreendendo as nuances desse tipo de ensino e aprendizagem em

sala de aula. Em nossa visão, o desafio principal reside na mudança de postura por parte dos estudantes, em que é necessário interesse e esforço para romper com o paradigma do ensino mecânico da Matemática.

Além disso, as percepções oriundas desta pesquisa podem ser aplicadas em diversos contextos de ensino e aprendizagem da Matemática, tanto em escolas localizadas em áreas rurais como em ambientes urbanos, os incentivando a se envolver em investigações, reflexões e críticas, utilizando seus conhecimentos anteriores como ponto de partida para novas aprendizagens.

Apesar dos desafios mencionados, é importante destacar as possibilidades para a investigação em escolas localizadas em áreas rurais, conectando as atividades sociais das comunidades de assentamento com o ensino da Matemática, como ilustrado em nossa pesquisa sobre plantação de milho, silagem e cubação de terra. Essas oportunidades podem se estender a explorar novos horizontes, abordando outros tópicos no contexto do Assentamento Rio Preto, como diferentes tipos de cultivos agrícolas e a produção de leite.

No que diz respeito à nossa investigação, sua expansão pode ser orientada para investigações que abordem a Modelagem Matemática Significativa Crítica com estudantes de diferentes séries, abrangendo diversas áreas do conhecimento e conteúdos matemáticos. Além disso, a pesquisa pode se estender para a formação continuada de professores, capacitando-os a compreender e empregar essa abordagem teórico-metodológica em suas salas de aula. Outra perspectiva é a utilização dessa abordagem em conjunto com os estudantes e professores em sala de aula, promovendo assim a Aprendizagem Significativa e Crítica da Matemática por meio da Modelagem.

Em síntese, esse estudo nos proporcionou uma ampliação da compreensão sobre as possibilidades e desafios do uso da Modelagem Matemática em uma perspectiva significativa e crítica nas práticas cotidianas de estudantes do campo, em que a vivência e análise das atividades sociais no Assentamento Rio Preto/TO permitiram uma imersão em seu contexto real, proporcionando uma visão mais sensível e contextualizada sobre o ensino e aprendizagem de Matemática nesse ambiente.

Tal como, a investigação influenciou os nossos olhares para a prática como professor, especialmente em relação ao uso da Modelagem Matemática, direcionando uma compreensão mais profunda das ações cotidianas dos estudantes do campo, destacando a importância de promover atividades que relacionem a teoria matemática às suas experiências reais. Nesse sentido, houve o reconhecimento da necessidade de adotar uma abordagem significativa e

crítica, buscando conectar os conhecimentos prévios com as novas aprendizagens de maneira contextualizada e reflexiva.

Os desafios identificados na pesquisa incluem a resistência de alguns estudantes à mudança metodológica, a dificuldade de acesso à *internet* e materiais tecnológicos, bem como a necessidade de superar a abordagem mecânica tradicional do ensino de Matemática. A falta de familiaridade com métodos mais participativos e reflexivos evidencia a necessidade de estratégias e planejamentos para superar a resistência a essa mudança.

Por fim, apontamos para possibilidades no uso da Modelagem Matemática em uma perspectiva para a Aprendizagem Significativa e Crítica nas práticas cotidianas de estudantes do campo, em que a expansão dessa abordagem pode incluir investigações em diferentes séries, explorando áreas diversas do conhecimento e conteúdos matemáticos. Além disso, a formação continuada de professores para compreender e aplicar essa abordagem em suas salas de aula é uma possibilidade relevante. Também, a investigação destaca a importância de envolver estudantes e professores em conjunto, promovendo assim a Aprendizagem Significativa e Crítica da Matemática por meio da Modelagem Matemática.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de; BRITO, Dirceu dos Santos. Atividades de modelagem Matemática: que sentido os alunos podem lhe atribuir? **Ciência & Educação**, Rio Claro, v. 11, n. 3, p. 483-498, 2005.
- ALVES, Marcos Alexandre; TATSCH, Karla Jaqueline Souza. Epistemologia, História e Ensino da Matemática: reflexões sobre formação e aprendizagem significativa. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 8, n. 3, p. 78-93, 2017.
- AMORIM, Tamyres Rodrigues de. **Mercado de silagem para pecuária**. 2020. FUNDEPEC/GOIÁS. Disponível em: <<https://fundeppecgo.org.br/mercado-de-silagem-para-pecuaria/>>. Acesso em: 28 maio 2022.
- ANDRÉ, Marli. *et al.* O papel do professor formador e das práticas de licenciatura sob o olhar avaliativo dos futuros professores. **Revista Portuguesa de Investigação Educacional**, Lisboa, v. 12, p. 101-123, 2012.
- ANDRÉ, Marli. O que é um estudo de caso qualitativo em educação? **Revista da FAEBA: Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 22, n. 40, p. 95-103, jul. 2013.
- ANGROSINO, Michael. **Etnografia e observação participante**. São Paulo: Artmed, 2009. 130 p.
- ARAGÃO, Maria de Fátima Andrade; BARBOSA, José Lamartine da Costa. A história da Modelagem Matemática: uma perspectiva de didática no ensino básico. In: ENCONTRO PARAIBANO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 9., 2016, Campina Grande. **Anais do 9º Encontro Paraibano de Educação Matemática**. Campina Grande: SBEM, 2016. p. 1-12.
- ARAGÃO, Rosalia Maria Ribeiro de. **Teoria da Aprendizagem significativa de David P. Ausubel**: sistematização dos aspectos teóricos fundamentais. 1976. 97 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- AUSUBEL, David Paul. A subsumption theory of meaningful verbal learning and retention. **The Journal of General Psychology**, Illinois, v. 66, p. 213-224, 1962.
- AUSUBEL, David. Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Helen. **Psicología educativa**: un punto de vista cognoscitivo. 2 ed. México: Trillas, 1963. 623 p.
- BACURY, Gerson Ribeiro. **Práticas Investigativas na formação de futuros professores de Matemática**. 2017. 188 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências, Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2017.
- BACURY, Gerson Ribeiro; FERREIRA, Maria Salonilde. Colaborar ou cooperar? diz espelho meu! **Revista Educação em Questão**, Rio Grande do Norte, v. 57, n. 53, p. 1-25, 2019.

BACURY, Gerson Ribeiro; GONÇALVES, Tadeu Oliver. Reflexões sobre o percurso formativo de futuros professores de matemática durante o estágio supervisionado. **Revista Exitus**, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 276-304, 2017.

BAIRRAL, Marcelo Almeida; MENEZES, Rhômulo Oliveira. Mapear pesquisas: o que é? Por quê? Para quê? In: BAIRRAL, Marcelo Almeida; MENEZES, Rhômulo Oliveira (org.). **Elaboração e mapeamento de pesquisas com tecnologias: olhares e possibilidades**. Porto Alegre: Fi, 2023. p. 19-34.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. A dinâmica das discussões dos alunos no ambiente de Modelagem Matemática. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 3., 2006, Águas de Lindóia. **Anais do 3º Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**. Águas de Lindóia: SBEM, 2006. p. 1-11.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Modelagem Matemática e os professores: a questão da formação. **Bolema**, Rio Claro, v. 14, n. 15, p. 1-18, 2001a.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24, 2001, Caxambu. **Anais da 24ª Reunião Anual da ANPED**. Rio de Janeiro, 2001b. p. 1-30.

BARBOSA, Josinei. Modelagem matemática: O que é? Por que? Como? **Veritati**, Lisboa, n. 4, p.73-80, 2004.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. 3. São Paulo: Contexto, 2006. 386 p.

BAUER, Martin W.; GASKELL, George. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual**. Petrópolis: Vozes, 2002. 517 p.

BIEMBENGUT, Maria Salett. **Modelagem na Educação Matemática e na Ciência**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016. 365 p.

BIEMBENGUT, Maria Salett; HEIN, Nelson. **Modelagem Matemática no Ensino**. São Paulo: Contexto, 2000. 126 p.

BIEMBENGUT, Maria Salett. **Modelagem nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: ciências e matemática**. São Paulo: Contexto, 2019. 128 p.

BONOTTO, Danusa de Lara. **(Re)Configurações do agir Modelagem na formação continuada de professores de Matemática da Educação Básica**. 2017. 309 f. Tese (Doutorado) - Curso de Educação em Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

BORSSOI, Adriana Helena. **Modelagem Matemática, Aprendizagem Significativa e Tecnologias: articulações em diferentes contextos educacionais**. 2013. 256 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática. Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2013.

BORSSOI, Adriana Helena; ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de. Modelagem matemática e aprendizagem significativa: uma proposta para o estudo de equações diferenciais ordinárias. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 91-121, 2004.

BORSSOI, Berenice Lurdes. O estágio na formação docente: da teoria a prática, ação-reflexão. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 1., 2008, Cascavel. **Anais do 1º Simpósio Nacional de Educação**. Cascavel, 2008. p. 1-11.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC/SEB, 2018.

CALDART, Roseli Salete Caldart. Educação do Campo. In: CALDART, Roseli Salete *et al.* (Orgs.). **Dicionário da educação do campo**. Rio de Janeiro: Expressão Popular, 2012. p. 259-267.

CARDOSO, Esther Guimarães; SILVA, José Marques da. **Silos, silagem e ensilagem**. EMBRAPA. 1995. Disponível em: <<https://old.cnpgc.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD02.html>>. Acesso em: 24 fev. 2023.

CARRIL, Maria da Graça Pimentel; NATÁRIO, Elisete Gomes; ZOCCAL, Sirlei Ivo. Considerações sobre aprendizagem significativa, a partir da visão de Freire e Ausubel: uma reflexão teórica. **E-Mosaicos**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 13, p. 68-78, 2017.

CORREIA, Maria da Conceição Batista. A observação participante enquanto técnica de investigação. **Pensar Enfermagem**, [s. l], v. 13, n. 2, p. 30-36, 2009.

COSTA, Felipe de Almeida. **O ensino de funções trigonométricas com o uso da Modelagem Matemática sob a perspectiva da teoria da Aprendizagem Significativa**. 2017. 142 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 2017.

COUTINHO, Cadidja; MIRANDA, Ana Carolina Gomes. Formação inicial de professores de Ciências da Natureza: relatos de uma prática docente diferenciada. **Revista Insignare Scientia**, [s. l], v. 2, n. 2, p. 221-231, 2019.

CRUZ, José Carlos *et al.* **Cultivo do Milho**. 2010. EMBRAPA. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27037/1/Plantio.pdf>>. Acesso em: 28 maio 2022.

DALVI, Silvana Cocco; REZENDE, Oscar Luiz Teixeira de; LORENZONI, Luciano Lessa. Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica: ambiente para a comunicação dialógica. **Educação Matemática Debate**, Monte Claros, v. 4, p. 1-23, 2020.

DAMASIO, Felipe; PEDUZZI, Luiz Orlando de Quadro. A coerência e complementaridade entre a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica e a epistemologia de Paul Feyerabend. **Investigações em Ensino de Ciências**, Santa Catarina, v. 20, p. 61-83, 2015.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Educação Matemática: da teoria à prática**. 17. Campinas: Papyrus, 2009.

DAVID, Maria Manuela; MOREIRA, Plínio Cavalcanti; TOMAZ, Vanessa Sena. Matemática Escolar, Matemática Acadêmica e Matemática do Cotidiano: uma teia de relações sob investigação. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 15, n. 1, p. 42-60, 2013.

DEVLIN, Keith. **Introduction to Mathematical Thinking**. Stanford: Palo Alto, 2012. 117 p.

ECKERT, Cornelia; ROCHA, Ana Luiza Carvalho da. Etnografia: saberes e práticas. **Iuminuras**, [S.L.], v. 9, n. 21, p. 1-23, 2008.

FERNANDES, Bernardo Mançano; MOLINA, Mônica Castagna. O Campo da Educação do Campo. In: MOLINA, Mônica Castagna; JESUS, Sonia Meire Santos Azevedo de (org.). **Contribuições para a construção de um Projeto de Educação do Campo**. Brasília, 2004. p. 53-90.

FIORENTINI, Dário; CRECCI, Vanessa. Desenvolvimento Profissional DOCENTE: um termo guarda-chuva ou um novo sentido à formação? **Revista Brasileira Sobre Formação Docente**, Belo Horizonte, v. 5, n. 8, p. 11-23, mar. 2013.

GERRING, John. **Pesquisa de estudo de caso: princípios e práticas**. Petrópolis: Vozes Ltda., 2019. 359 p. Tradução de Caesar Souza.

GODOY, Arilda Schmidt. Pesquisa Qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, v 26, 2, São Paulo, p. 20-29, 1995.

GONÇALVES, Tadeu Oliver; GONÇALVES, Terezinha Valim Oliver. Reflexões sobre uma prática docente situada: buscando novas perspectivas para a formação de professores. In: GARALDI, Corinta Maria Grisolla; FIORENTINI, Dario; AGUIAR, Elisabeta Monteiro de (org.). **Cartografias do trabalho docente: professor(a)-pesquisador(a)**. São Paulo: Mercado de Letras: Associação de Leitura do Brasil, 1998. p. 105-134.

IEZZI, Gelson. **Fundamentos de matemática elementar: geometria analítica**. 6. ed. São Paulo: Atual Editora, 2013. 312 p.

INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Superintendência Regional do INCRA no Estado do Tocantins - SR/26**. Unidade Avançada de Araguaína. Projeto de Assentamento Rio Preto. Resp. téc. Wanderlin José dos Santos. Araguaína – TO, Abril, 1995. 1 mapa 23 x 18 cm. Escala: 1:100.000.

KLÜBER, Tiago Emanuel; BURAK, Dionísio. Concepções de modelagem matemática: contribuições teóricas. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 10, p. 17-34, 2008.

LEVY, Lênio Fernandes; ESPÍRITO SANTO, Adílson Oliveira do. Modelagem matemática no ensino, complexidade e saberes necessários à educação do futuro. **Zetiké**, Campinas, p.165-177, 2011.

LITTIG, Jonisario *et al.* A Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica e a Teoria da Situação Didática: identificando aproximações potencializadores da aprendizagem e do desenvolvimento do conhecimento reflexivo. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 1-13, 2019.

LÜDKE, Menga; CRUZ, Giseli Barreto da. Aproximando universidade e escola de educação básica pela pesquisa. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 35, n. 125, p. 81-109, 2005.

MAGALHÃES, Arthur Philipe Cândido; VILLAGRÁ, Jesus Angel Meneses; GRECA, Ileana María. Análise das Habilidades e Atitudes na Aprendizagem Significativa Crítica de Fenômenos Físicos no Contexto das Séries Iniciais. **Ciência & Educação**, Montes Claros, v. 26, p. 1-16, 2020.

MARTINS, João Batista. Observação participante: uma abordagem metodológica para a psicologia escolar. **Semillo Cio. Sociais/Hum.**, [s. l], v. 17, n. 3, p. 266-273, 1996.

MELO, Enaldo Vieira de. **Ensino-aprendizagem de funções trigonométricas através do software Geogebra aliado à Modelagem Matemática**. 2016. 152 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2016.

MELO, Luzia Braga Pereira de. **A formação continuada e as práticas docentes com o uso do software Geogebra**. 2021. 160 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa Pós-Graduados em Educação, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2021.

MEYER, João Frederico da Costa A.; CALDEIRA, Ademir Donizeti; MALHEIROS, Ana Paulo dos Santos. **Modelagem em Educação Matemática**. 4. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2019. 141 p.

MOREIRA, Marco Antonio. **A teoria da aprendizagem significativa e suas implementações em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006a. 186 p.

MOREIRA, Marco Antonio. Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente. **Ensino, Saúde e Ambiente**, [s. l], v. 4, p. 2-17, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem Significativa Crítica. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 3, 2000, Peniche. **Anais do 3º EIAS**. Peniche, 2000, p. 1-24.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa subversiva**. Série-Estudos, Campo Grande, n. 21, p. 15-32, 2006b.

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem Significativa: um conceito subjacente. **Actas del Encuentro Internacional Sobre el Aprendizaje Significativo**, Burgos, p. 19-44, 1997.

MOREIRA, Marco Antonio. Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea. **Revista do Professor de Física, Brasília**, v. 1, n. 1, p. 1-13, 2017.

MOREIRA, Marco Antonio. Linguagem e Aprendizagem Significativa. In: ENCONTRO INTERNACIONAL LINGUAGEM, CULTURA E COGNIÇÃO, 2., 2003, Belo Horizonte. **Anais do 2º Encontro Internacional Linguagem, Cultura e Cognição**. Belo Horizonte, 2003. p. 1-17.

MOREIRA, Marco Antonio. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. UFRGS,

Porto Alegre, p. 1-14, 2012a.

MOREIRA, Marco Antonio. O que é afinal Aprendizagem Significativa? **Qurrriculum, La Laguna**, p. 1-27, 2012b.

MOREIRA, Marco Antonio; MASINI, Elcie F. Salzano. **Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

MOURA JUNIOR, Luis Carlos dos Santos. A utilização da Modelagem Matemática em um problema de RPG com vistas a sala de aula. In: SEMANA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO ICE, 6., 2018, Manaus. **Anais da 6° SECT-ICE**. Manaus, 2018. p. 1-1.

MOURA JUNIOR, Luis Carlos dos Santos; ALVES, Deive Barbosa. Modelagem Matemática para a Aprendizagem Significativa Crítica. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 13, n. 4, p. 1-24, 2022.

MOURA JUNIOR, Luis Carlos dos Santos; ALVES, Deive Barbosa. Perspectivas da utilização da Aprendizagem Significativa Crítica por intermédio da Modelagem Matemática. In: ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO LATO-SENSU EM EDUCAÇÃO E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 18, 2021, Araguaína. **Anais do 18° SEMAT**. Araguaína: SBEM, 2021. p. 1-6.

MOURA JUNIOR, Luis Carlos dos Santos; BACURY, Gerson Ribeiro. Perspectivas e desafios da Modelagem Matemática para o ensino e aprendizagem. In: SOUSA, Ana Teresa Silva; BACURY, Gerson; GARCIA, Fabiane Maia (org.). **Os Desafios Amazônicos: educação, currículo e política**. São Paulo: Garcia Edizioni, 2019. p. 251-259.

NOVAK, Joseph D.; CAÑAS, Alberto J.. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v. 5, p. 9-29, 2010.

NOVAK, Joseph D.; GOWIN, Dixie Bob. **Aprender a aprender**. Lisboa: Paralelo, 1984. 212 p.

OLIVEIRA, Maria Marly de. **Como fazer pesquisa qualitativa**. Petrópolis: Editora Vozes, 2007. 182 p.

OREY, Daniel Clark; ROSA, Milton. A dimensão crítica da modelagem matemática: ensinando para a eficiência sociocrítica. **Horizontes**, Itatiba, v. 25, n. 2, p. 197-206, 2007.

PELIZZARI, Adriana *et al.* Teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, Curitiba, v. 2, p. 37-42, 2002.

PEREIRA FILHO, Israel Alexandre; GONTIJO NETO, Miguel Marques. **Milho para Silagem**. 2021. EMBRAPA. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/producao/sistemas-diferenciais-de-cultivo/milho-para-silagem>>. Acesso em: 26 fev. 2023.

PIOVESAN, Sucileiva Baldissera; ZANARDINI, João Batista. **O ensino e aprendizagem da matemática por meio da metodologia de resolução de problemas: algumas considerações**.

Artigo produzido como requisito de conclusão do Programa de Desenvolvimento Educacional – PDE, 2008, da Secretaria de Estado de Educação. Paraná, 2008.

PONTE, João Pedro da. Estudos de Caso em Educação Matemática. **Quadrante**, [s. l], v. 3, p. 1-23, 2006.

ROMANOWSKI, Joana Paulin; ENS, Romilda Teodora. As pesquisas denominadas do tipo “estado da arte” em educação. **Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 6, n. 19, p. 37-50, 2006.

RONCA, Antonio Carlos Caruso. Teorias de Ensino: a contribuição de David Ausubel. **Temas em Psicologia**, São Paulo, n. 3, p. 91-95, 1994.

ROZAL, Edilene Farias; SOUZA, Ednilson Sergio Ramalho de; SANTOS, Neuma Teixeira dos. Aprendizagem em matemática, aprendizagem significativa e neurociência na educação dialogando aproximações teóricas. **Revista da Rede Amazônica de Educação em Ensino de Ciências e Matemática**, Cuiabá, v. 5, n. 1, p. 143-164, 2017.

SANTOS, Alexandre Xavier dos. **Unidade de Ensino Potencialmente Significativa com Modelagem Matemática para a aprendizagem do conceito de volume em uma escola militar do RS**. 2017. 149 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Ensino de Física. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2017.

SANTOS, Livia da Silva dos; RODRIGUES, Sylvia Regina de Chiaro Ribeiro. O processo argumentativo na construção de mapas conceituais e suas relações com a aprendizagem significativa crítica no ensino de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis. **Anais 11º ENPEC**. Florianópolis, 2017. p. 1-10.

SANTOS, Marcos Pereira dos. Extensão Universitária: espaço de aprendizagem profissional e suas relações com o ensino e a pesquisa na educação superior. **Revista Conexão UEPG**, Ponta Grossa, v. 8, n. 2, p. 154-163, 2012.

SANTOS, Ricardo Sousa. **O laboratório de robótica da escola SESI: um ambiente construcionista de aprendizagem matemática**. 2021. 126 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2021.

SARAIVA, Manuel Joaquim; PONTE, João Pedro da. O trabalho colaborativo e o desenvolvimento profissional do professor de Matemática. **Quadrante**, Lisboa, v. 12, n. 2, p. 25-52, 2003.

SILVA, Cíntia da. **A perspectiva sociocrítica da modelagem matemática e a aprendizagem significativa crítica: possíveis aproximações**. 2011. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática. Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2011.

SILVA, Kelson Feitosa. **A prática de cubação de terra do senhor Manoel Rodrigues Feitosa: um estudo na perspectiva da etnomatemática**. 2018. 49 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Matemática, Universidade Federal do Tocantins, Araguaína.

SINKOVICS, Noemi. Pattern Matching in Qualitative Analysis. In: CASSELL, Catherine; CUNLIFFE, Ann L.; GRANDY, Gina (org.). **The SAGE Handbook of Qualitative Business and Management Research Methods**. Thousand Oaks: SAGE, 2018. p. 468-485.

SKOVSMOSE, Ole. **Desafios da Reflexão em Educação Matemática Crítica**. Rio Claro: Papirus, 2008. 182 p.

SKOVSMOSE, Ole. **Educação matemática crítica: a questão da democracia**. Campinas: Papirus, 2001.

SKOVSMOSE, Ole. **Um convite a Educação Matemática Crítica**. Rio Claro: Papirus, 2014. 181 p.

SOUZA, Amanda Gabriela Ruiz de; NAKAYAMA, Bárbara C. M. Sicardi; GAMA, Renata Prenstteter. Formação de professores que ensinam Matemática: um olhar para o processo formativo das práticas dos licenciandos. **Educação Matemática em Revista**, [s. l], p. 69-77, maio 2016.

SOUZA, Jerson Sandro Santos de. Modelagem Matemática e Aprendizagem Significativa: uma relação subjacente. **Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 241-247, 2021.

TERZI, Sylvia Bueno. A interação em sala de aula e sua influência no esquema de perguntas e respostas das crianças. **Trabalhos em Linguística Aplicada**, Campinas, p. 115-125, 1990. 160 p.

VÁSQUEZ, Alicia Gonçalves. **Um olhar para as professoras que ensinam matemáticas nas escolas do campo em Manaus**. 2021. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2021.

VENÂNCIO, Silas; KATO, Lilian Akemi. A utilização de mapas conceituais na identificação da Aprendizagem Significativa Crítica em uma atividade de Modelagem Matemática. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 2, p. 57-68, 2008.

VIANA, Elvis Ricardo; VERTUAN, Rodolfo Eduardo. Modelagem Matemática e Criatividade: algumas confluências. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 12, n. 2, p. 1-23, 2021.

VIEIRA, Cláudia Mara de Oliveira Belonia. **Construções geométricas para o ensino de geometria na 1ª série do ensino médio**. 2020. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Mestrado Profissional em Ciência, Tecnologia e Educação. Faculdade Vale do Cricaré. São Mateus, 2020.

YIN, Robert K.. **Estudo de Caso: planejamentos e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. 290 p.

**ANEXO A – TERMO DE ASSENTAMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)**

Caro estudante,

Você está sendo convidado para participar voluntariamente da pesquisa de Mestrado intitulada **A utilização da Modelagem Matemática com estudantes de uma escola do Assentamento do Rio Preto, em Araguaína – TO**, realizada pelo pesquisador **Luis Carlos dos Santos Moura Junior**, do **Curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Matemática - PPGecim da Universidade Federal do Tocantins - UFT do Campus de Araguaína**, onde os participantes serão estudantes do **9º ano do Ensino Fundamental da Escola Municipal José Nogueira**, sendo escolhidos por conta das atividades de cubação exercidas neste assentamento, assim como de estarem no ano final para ingressar no Ensino Médio, onde a pesquisa terá **a duração de cinco (05) meses**.

Assim, temos como objetivo: a) Apresentar o procedimento da utilização da tendência em Educação Matemática intitulada de Modelagem Matemática em sala de aula para os estudantes; b) Utilizar os procedimentos da Modelagem Matemática, como realização de pesquisas em livros e revistas, pesquisa de campo e posteriormente a elaboração de um modelo; c) Analisar, por meio de entrevistas, se a utilização da Modelagem Matemática contribuiu para uma Matemática mais significativa e crítica e que a correlacione com o cotidiano em que o estudante convive. Também, no final da pesquisa, será necessário que o estudante realize um relatório da atividade feita em campo e a apresente para os demais estudantes em sala de aula.

Durante a pesquisa, você irá realizar atividades como: leitura de materiais bibliográficos, como livros e revistas; pesquisas de campo, onde sairemos da sala de aula para realizar pesquisas e atividades; formação de grupos e interação com os demais colegas de sala, com até seis (06) integrantes em cada grupo; utilização de procedimentos por meio da Modelagem Matemática; escrita de um relatório para a apresentação final dos resultados obtidos no processo por meio da Modelagem Matemática; apresentação oral destes resultados obtidos para outros estudantes e/ou professores; e, participação de entrevistas com o pesquisador.

Para isso, serão utilizados materiais como câmera digital para esta pesquisa, onde o seu uso é considerado seguro, mas é possível que você sinta desconforto, constrangimento, inibição, vergonha ou receio em certos momentos das atividades, como a presença do pesquisador que lhe é estranho no ambiente de estudo ou pelas ferramentas que serão utilizadas para gravação audiovisual e registros das entrevistas e atividades, assim como poderá ocorrer fadiga ou estresse ao realizar as atividades durante a pesquisa, contudo, para amenizar estes riscos, o pesquisador estará em frequente contato com você participante da pesquisa, considerando suas possibilidades e disposições para realizar as atividades. As entrevistas serão conduzidas sem tratar de questões de foro íntimo, abordando única e exclusivamente de temas como a sua relação com a Matemática antes e depois da pesquisa e suas opiniões e expectativas ao utilizar o tema proposto por esta pesquisa. Ressaltamos que, para o processo de transcrição das narrativas, não serão considerados os erros gramaticais que possam ocorrer em suas falas durante as entrevistas, assim, mantendo a originalidade do pensamento. Caso algum destes procedimentos gere qualquer tipo mal-estar ou desconforto a você, não precisa realizá-lo.

Ao finalizar as atividades, você será desligado da pesquisa, ou seja, não precisará mais contribuir com atividades de escrita, pesquisa de campo ou entrevistas, no qual poderá pedir para se retirar a qualquer momento da pesquisa, seja por qualquer motivo.

Todo e qualquer material produzido por esta investigação será guardado e arquivado devidamente em locais apropriados, onde somente a equipe e o pesquisador responsável terão acesso a estes dados, onde você não irá ser identificado(a) na pesquisa, (seja por nome, imagem ou voz), e também não será identificado(a) em nenhum outro trabalho derivado desta pesquisa.

Assim, de acordo com o que foi dito anteriormente, reiteramos o convite da sua participação voluntária nesta pesquisa, onde **você não precisa participar desta pesquisa se não quiser, e nem será prejudicado caso não o queira, tendo o direito de e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo a você.** Também, esta pesquisa não acarretará em nenhuma despesa para você ou para os seus pais assim como não receberá nenhuma remuneração. **É importante que converse com os seus pais ou responsáveis sobre a sua decisão, relatando a sua opinião e se deseja participar da pesquisa.**

**Em caso de qualquer dúvida ou esclarecimentos sobre a pesquisa, poderá entrar em contato a qualquer momento com o pesquisador responsável Luis Carlos dos Santos Moura Junior pelo telefone celular (92) 9 9184-3905 ou pelo e-mail [luis.moura@mail.uft.edu.br](mailto:luis.moura@mail.uft.edu.br) ou pelo endereço Rua das Amoreiras, nº 1456, Setor Araguaína Sul, Araguaína/TO.**

**Em caso de dúvidas quanto aos aspectos éticos da pesquisa, você ou seus pais/responsáveis poderão entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFT. O Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP) é composto por um grupo de pessoas que estão trabalhando para garantir que seus direitos como participantes da pesquisa sejam respeitados. Ele tem a obrigação de avaliar se a pesquisa foi planejada e se está sendo executada de forma ética. Se você ou seus pais/responsáveis acharem que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você imaginou ou que está sendo prejudicado de alguma forma, você pode entrar em contato com o CEP da Universidade Federal do Tocantins pelo telefone 63 3229 4023, pelo e-mail: [cep\\_uft@uft.edu.br](mailto:cep_uft@uft.edu.br), ou Quadra 109 Norte, Av. NS 15, ALCNO 14, Prédio do Almojarifado, CEP-UFT 77001-090 - Palmas/TO. Poderá inclusive fazer a reclamação sem se identificar, se preferir. O horário de atendimento do CEP é de segunda e terça das 14 às 17 horas e quarta e quinta das 9 às 12 horas.**

**Para participar desta pesquisa, é necessário que você assine este documento e seu pai ou responsável autorize e assine o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.**

Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e por você estudante, ficando uma via com cada um de nós.

## ASSENTIMENTO

Eu, \_\_\_\_\_, portador (a) do documento de Identidade (RG) \_\_\_\_\_ fui informado (a) dos objetivos, métodos, riscos e benefícios da pesquisa **A utilização da Modelagem Matemática com estudantes de uma escola do Assentamento do Rio Preto, em Araguaína, TO**, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o

desejar. **Tendo o consentimento do meu responsável já assinado**, declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Araguaína, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do(a) estudante

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador responsável

*Rubrica do(a) estudante:* \_\_\_\_\_

*Rubrica do pesquisador:* \_\_\_\_\_

**OBSERVAÇÃO: PARTICIPANTE, RUBRICAR AS DEMAIS PÁGINAS**

**Nome do Pesquisador Responsável: Luis Carlos dos Santos Moura Junior**  
**Endereço: Rua das Amoreiras, nº 1456 Setor Araguaína Sul.**  
**CEP: 77827-271 Cidade de Araguaína - TO**  
**Telefone Celular: (92) 9 9184-3905**  
**E-mail: [luis.moura@uft.edu.br](mailto:luis.moura@uft.edu.br)**

**Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:**

**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - UFT**  
**Quadra 109 Norte, Av. Ns 15, ALCNO 14,**  
**Prédio do Almoxarifado, CEP-UFT 77001-090 - Palmas/TO**  
**Tel.: (63) 3229 4023 E-mail: [cep\\_uft@uft.edu.br](mailto:cep_uft@uft.edu.br)**

**ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)**

Caros Pais ou Responsáveis,

Convidamos o seu filho(a) para participar da pesquisa **A utilização da Modelagem Matemática com estudantes de uma escola do Assentamento Rio Preto, em Araguaína – TO**. Esta pesquisa será realizada pelo **pesquisador Luis Carlos dos Santos Moura Junior**, do **Curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Matemática - PPGecim** da **Universidade Federal do Tocantins - UFT do Campus de Araguaína**, sob orientação do **Prof. Dr. Deive Barbosa Alves**, possuindo **duração de cinco (05) meses**. Nesta pesquisa, pretendemos: a) Apresentar o procedimento da utilização da tendência em Educação Matemática intitulada de Modelagem Matemática em sala de aula para os estudantes; b) Utilizar os procedimentos da Modelagem Matemática, como realização de pesquisas em livros e revistas, pesquisa de campo e posteriormente a elaboração de um modelo; c) Analisar, por meio de entrevistas e observações, se a utilização da Modelagem Matemática contribuiu para uma Matemática mais significativa e crítica e que a correlacione com o cotidiano em que o estudante convive. Também, no final da pesquisa, será necessário que o estudante realize um relatório das atividades feitas em campo e as apresente para os demais estudantes em sala de aula.

O motivo que nos leva a estudar esta temática é como podemos contribuir para que a aula de Matemática seja mais significativa para o estudante, proporcionando que ele possa ser também crítico por meio de processos de reflexão da sua realidade que o cerca e aja sobre ela, onde ocorrerá por intermédio de uma tendência em Educação chamada de Modelagem Matemática e em conjunto com a teoria da Aprendizagem Significativa Crítica. Esta pesquisa será dividida em seis atividades de campo, a saber: a) apresentação da pesquisa aos estudantes: motivos, finalidades, e quais benefícios ela poderá proporcionar a eles, juntamente com a leitura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para ser assinado pelos pais ou responsáveis dos estudantes, assim como do Termo de Assentimento livre Esclarecido destinado aos estudantes menores de idade; b) formação de grupos de estudantes, preferencialmente seis (06) membros em cada grupo, assim como dando início a pesquisa por meio da primeira etapa da Modelagem Matemática, a Interação, onde serão realizadas pesquisas em livros e revistas, assim como as pesquisas em campo; c) será realizada a segunda etapa da Modelagem Matemática, a Matematização, onde o problema será transcrito em termos matemáticos; d) ocorrerá a terceira etapa da Modelagem Matemática, o Modelo Matemático, onde verificaremos se os resultados elaborados na etapa anterior responde o problema que a originou; e) os estudantes realizarão as escritas desses processos realizados em formato de relatório, assim como a sua apresentação para outros estudantes e/ou professores da escola; f) serão realizadas as entrevistas finais para verificar as perspectivas dos estudantes em relação a utilização da Modelagem por meio de uma Matemática significativa e crítica, assim como se este processo propiciou um melhor entendimento da Matemática em seu cotidiano.

A participação do estudante consistirá em: a) participar ativamente dos processos de pesquisa, assim como realizando investigações de campo; b) elaborar relatórios e fazer apresentações; c) colaborar em participar de entrevistas durante a pesquisa. Nesses processos serão realizadas fotografias e gravações para registro e utilização para a pesquisa. Esta investigação contribuirá para que o estudante consiga correlacionar significativamente e criticamente a Matemática com o seu cotidiano, oportunizando que sejam ativos no processo de aprendizagem em sala de aula.

Os riscos envolvidos durante a participação desta pesquisa consistem em possível desconforto, constrangimento, medo, inibição, vergonha e receio de revelar algumas informações, devido à presença do pesquisador que lhe é estranho no ambiente de estudo ou pelas ferramentas que serão utilizadas para gravação audiovisual e registros das entrevistas e da pesquisa de campo, como a câmera e máquina fotográfica, assim como fadiga ou estresse ao realizar as atividades durante a pesquisa, contudo, de forma a amenizar estes riscos, o pesquisador estará em frequente contato com os participantes da pesquisa, considerando suas possibilidades e disposições para realizar as atividades. As entrevistas serão conduzidas sem tratar de questões de foro íntimo, abordando única e exclusivamente de temas como a sua relação com a Matemática antes e depois da pesquisa e suas opiniões e expectativas ao utilizar o tema proposto por esta pesquisa. Caso algum destes procedimentos gere qualquer tipo mal-estar ou desconforto ao seu(sua) filho(a), ele(a) não precisa realizá-lo.

Para participar deste estudo o(a) seu filho(a) não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, o(a) seu filho(a) tem assegurado o direito à indenização. Também, o(a) Sr.(a) terá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar contactando o **pesquisador responsável Luis Carlos dos Santos Moura Junior pelo telefone celular (92) 9 9184-3905, pelo e-mail [luis.moura@mail.uft.edu.br](mailto:luis.moura@mail.uft.edu.br) ou pelo endereço Rua das Amoreiras, nº 1456, Setor Araguaína Sul, Araguaína/TO**, e, caso deseje, o(a) Sr.(a) ou seu filho(a) estará livre para participar ou recusar-se a participar a qualquer tempo e sem quaisquer prejuízos. A participação do(a) seu filho(a) é voluntária, e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que o Sr.(a) é atendido(a) pelo pesquisador. Os resultados obtidos pela pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O nome do seu filho(a) ou qualquer dado, material ou registro que indique sua participação no estudo não será liberado sem a sua permissão. O(A) seu filho(a) não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar desta pesquisa, atendendo a legislação brasileira (**Resoluções Nº 466/12; 441/11 e a Portaria 2.201 do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares**), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Os resultados desta pesquisa serão disponibilizados e discutidos com todos os participantes, pois este será um trabalho construído em conjunto, e o conhecimento dos dados que foram gerados pelos estudantes, coletados e analisados pelo pesquisador precisarão de aval deste grupo para publicações. Estando de acordo com as informações descritas no texto e após finalização da dissertação esta entrará para o acervo da biblioteca da Universidade Federal do Tocantins, campus de Araguaína e ainda do Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

**Em caso de dúvidas quanto aos aspectos éticos da pesquisa, o(a) Sr.(a) poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFT. O Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP) é composto por um grupo de pessoas que estão trabalhando para garantir que os direitos como participantes da pesquisa sejam respeitados. Ele tem a obrigação de avaliar se a pesquisa foi planejada e se está sendo executada de forma ética. Se você ou seus pais/responsáveis acharem que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você imaginou ou que está sendo prejudicado de alguma forma, você pode entrar em contato com o CEP da Universidade Federal do Tocantins pelo telefone 63 3229 4023, pelo e-mail: [cep\\_uft@uft.edu.br](mailto:cep_uft@uft.edu.br), ou Quadra 109 Norte, Av. NS 15, ALCNO 14, Prédio do Almojarifado, CEP-UFT 77001-090 - Palmas/TO. O (A) Sr. (a) pode inclusive fazer a reclamação sem se identificar, se**

**preferir. O horário de atendimento do CEP é de segunda e terça das 14 às 17 horas e quarta e quinta das 9 às 12 horas.**

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, ambas assinadas pelo pesquisador e pelo pai/responsável do estudante, ficando uma via com cada um.

### CONSENTIMENTO

Eu, \_\_\_\_\_, portador do documento de Identidade (RG) \_\_\_\_\_ fui informado(a) dos objetivos, métodos, riscos e benefícios da pesquisa **A utilização da Modelagem Matemática com estudantes de uma escola do Assentamento Rio Preto, em Araguaína, TO**, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas, assim, declaro que autorizo que meu(minha) filho(a) \_\_\_\_\_ possa participar desta pesquisa. Também, recebi uma via original deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado por mim e pelo pesquisador, que me deu a oportunidade de ler e esclarecer todas as minhas dúvidas e sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar.

Araguaína, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pai/responsável

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador responsável

*Rubrica do pai/responsável:* \_\_\_\_\_

*Rubrica do pesquisador:* \_\_\_\_\_

**OBSERVAÇÃO: PAI/RESPONSÁVEL, RUBRICAR AS DEMAIS PÁGINAS**

**Nome do Pesquisador Responsável: Luis Carlos dos Santos Moura Junior**

**Endereço: Rua das Amoreiras, nº 1456 Setor Araguaína Sul.**

**CEP: 77827-271 Cidade de Araguaína - TO**

**Telefone Celular: (92) 9 9184-3905**

**E-mail: [luis.moura@uft.edu.br](mailto:luis.moura@uft.edu.br)**

**Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:**

**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - UFT**

**Quadra 109 Norte, Av. Ns 15, ALCNO 14,**

**Prédio do Almoxarifado, CEP-UFT 77001-090 - Palmas/TO**

**Tel.: (63) 3229 4023 E-mail: [cep\\_uft@uft.edu.br](mailto:cep_uft@uft.edu.br)**

**ANEXO C – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE GRAVAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE VOZ E IMAGEM (ESTUDANTE)**

Eu, \_\_\_\_\_, portador do documento de identidade (RG) \_\_\_\_\_ autorizo o pesquisador Luis Carlos dos Santos Moura Junior, portador do CPF 892.414.012-19 e responsável pelo projeto de pesquisa **A utilização da Modelagem Matemática com estudantes de uma escola do Assentamento Rio Preto, em Araguaína – TO** a realizar **GRAVAÇÃO AUDIOVISUAL** durante a entrevista e nos momentos da pesquisa de campo a serem realizadas no decorrer deste projeto.

Para resguardar o sigilo desta entrevista, as suas falas somente serão divulgadas exclusivamente para fins acadêmicos, assim como não será identificado quando utilizadas.

Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas, ficando uma via com cada um de nós.

Araguaína, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do(a) estudante

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador responsável

**ANEXO D – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE GRAVAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE VOZ E IMAGEM (PAI/RESPONSÁVEL)**

Eu, \_\_\_\_\_,  
portador do documento de identidade (RG) \_\_\_\_\_ e responsável legal pelo  
estudante \_\_\_\_\_  
autorizo o pesquisador Luis Carlos dos Santos Moura Junior, portador do CPF 892.414.012-19  
e responsável pelo projeto de pesquisa **A utilização da Modelagem Matemática com  
estudantes de uma escola do Assentamento Rio Preto, em Araguaína – TO** a realizar  
**GRAVAÇÃO AUDIOVISUAL** durante a entrevista e nos momentos da pesquisa de campo a  
serem realizadas no decorrer deste projeto.

Para resguardar o sigilo desta entrevista, as falas do estudante somente serão  
divulgadas exclusivamente para fins acadêmicos, assim como não sendo identificado quando  
utilizadas.

Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas, ficando uma via  
com cada um de nós.

Araguaína, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pai/responsável

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador responsável

**ANEXO E – OFÍCIO/SEMED Nº 1126/2021**

ESTADO DO TOCANTINS  
PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAGUAÍNA  
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO

**OFÍCIO/SEMED Nº 1126/2021**

Araguaína, 04 de novembro de 2021.

A Sua Senhoria a Senhora,  
**MARIA ALVES DA SILVA.**  
Diretora da Escola Municipal José Nogueira.

**Assunto: Autorização para realização de pesquisa acadêmica.**

Senhora Diretora,

1. A Prefeitura Municipal de Araguaína, por intermédio da Secretaria Municipal de Educação, tem firmado com a Universidade Federal do Tocantins – UFT, Termo de Cooperação para realização de estágio e pesquisa acadêmica na Rede Municipal de Ensino.
2. Desta forma, informamos a Vossa Senhoria que o aluno **LUIS CARLOS DOS SANTOS MOURA JUNIOR**, aluno de mestrado da Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PPGecim, da Universidade Federal do Tocantins - UFT, está autorizado a realizar projeto de pesquisa intitulado como “*A Utilização da Modelagem Matemática com Estudantes da Escola Municipal*”, no Assentamento Rio Preto, em Araguaína - TO”.

Atenciosamente,

**RAILON BORGES DE OLIVEIRA COSTA**  
Superintendente de Educação

*Railon Borges de Oliveira Costa*  
Superintendente de Educação  
Portaria 058/2021



**ANEXO F – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP N° 5.349.057**

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO TOCANTINS

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** A Utilização da Modelagem Matemática com Estudantes de uma Escola do Assentamento Rio Preto, em Araguaína - TO

**Pesquisador:** LUIS CARLOS DOS SANTOS MOURA JUNIOR

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 55443722.3.0000.5519

**Instituição Proponente:** Fundação Universidade Federal do Tocantins

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 5.349.057

**Apresentação do Projeto:**

Esta pesquisa seguirá por meio da abordagem qualitativa, do tipo Estudo de Caso, ocorrendo em uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental em uma escola situada no assentamento Rio Preto, localizado próximo ao município de Araguaína - TO, onde ela se desenvolverá com cerca de trinta (30) estudantes, juntamente com o professor(a) da disciplina de Matemática. Esta pesquisa possui como intuito: Como a Modelagem Matemática pode proporcionar um ensino e aprendizagem significativo e crítico da Matemática para os estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental do Projeto de Assentamento Rio Preto? O qual objetivamos buscar evidências de como a Modelagem Matemática pode proporcionar um ensino e aprendizagem significativo e crítico da Matemática para estes estudantes, onde nos embasaremos na Aprendizagem Significativa Crítica. Serão utilizados quatro (04) tipos de instrumentos de coleta de evidências, sendo elas: entrevistas; observações; fotografias; e, gravações audiovisuais. A coleta das evidências ocorrerá em seis (06) atividades de campo durante seis (06) meses, iniciando em março de 2022, ou após aprovação do CEP, e tendo como término em agosto de 2022.

**Endereço:** Avenida NS 15, 109 Norte Prédio do Almoxarifado

**Bairro:** Plano Diretor Norte

**CEP:** 77.001-090

**UF:** TO

**Município:** PALMAS

**Telefone:** (63)3232-8023

**E-mail:** cep\_uff@uff.edu.br

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO TOCANTINS



Continuação do Parecer: 5.349.057

**Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo Primário:

Objetivo Geral: Buscar evidências por meio da utilização da Modelagem Matemática em sala de aula com estudantes dos 9º ano do Ensino

Fundamental do Projeto de Assentamento Rio Preto de forma a contribuir com um ensino e aprendizagem significativo e crítico da Matemática.

Objetivos específicos:• Analisar estudos e pesquisas utilizando a Modelagem Matemática como instrumento de ensino e aprendizagem significativo e crítico no Ensino Fundamental;• Examinar os caminhos para utilizar a Modelagem Matemática com os estudantes na sala de aula para propiciar estratégias de ensino e aprendizagem da Matemática por meio de uma aprendizagem significativa e crítica;• Investigar como a Modelagem Matemática pode contribuir para uma Matemática mais significativa e crítica para os estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental do Projeto de Assentamento Rio Preto.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos:

Por se tratar de uma pesquisa que utilizará entrevistas e observações como meio para a coleta de evidências, os riscos envolvidos consistem em possível desconforto, constrangimento, medo, inibição, vergonha e receio de revelar algumas informações, devido à presença do pesquisador que lhe é estranho no ambiente de estudo ou pelas ferramentas que serão utilizadas para gravação audiovisual e registros das entrevistas e da pesquisa de campo, como a câmera e máquina fotográfica. As entrevistas serão conduzidas sem tratar de questões de foro íntimo, abordando única e exclusivamente de temas como a sua relação com a Matemática antes e depois da pesquisa e suas opiniões e expectativas ao utilizar o tema proposto por esta pesquisa. Para amenizar estes riscos, o pesquisador estará em frequente contato com os colaboradores da pesquisa,

**Endereço:** Avenida NS 15, 109 Norte Prédio do Almoarifado

**Bairro:** Plano Diretor Norte

**CEP:** 77.001-090

**UF:** TO

**Município:** PALMAS

**Telefone:** (63)3232-8023

**E-mail:** cep\_uff@uff.edu.br

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO TOCANTINS



Continuação do Parecer: 5.349.057

considerando suas possibilidades e disposições para realizar as atividades.

**Benefícios:**

Esta investigação contribuirá para que os estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental da Escola Municipal José Nogueira consigam correlacionar significativamente e criticamente a Matemática com o seu cotidiano, oportunizando que sejam ativos no processo de ensino e aprendizagem em sala de aula por meio da utilização da Modelagem Matemática, incitando a pesquisa, assim, explorando e contribuindo para os seus conhecimentos de Matemática básica em sala de aula e sua formação, também, oportunizando que reflitam acerca da sua realidade, onde esta pesquisa possa contribuir, posteriormente e indiretamente, para que os estudantes possam auxiliar

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Por meio das experiências e vivências como estudante em sala de aula da Escola Básica, o presente projeto, caracterizado como sendo pesquisa qualitativa, pautado em Oliveira (2007), e de cunho observacional descritivo, possui como intuito investigar “Como a Modelagem Matemática pode proporcionar um ensino e aprendizagem significativo e crítico da Matemática para os estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental do Projeto de Assentamento Rio Preto?” Desta forma, a pesquisa é direcionada a cerca de 30 estudantes, com faixa etária entre 14 a 16 anos de idade e residentes do assentamento Rio Preto, de uma sala de aula do 9º ano do Ensino Fundamental, também contando com o professor(a) titular das disciplina de Matemática para participar, onde o locus da pesquisa ocorrerá em uma escola do Assentamento Rio Preto, localizado próximo da cidade de Araguaína, TO, onde a pesquisa possui como duração cerca de seis (06) meses, iniciando em março de 2022 e tendo como término em agosto de 2022. Com este intuito, o projeto possui como objetivo buscar evidências de como a Modelagem Matemática pode proporcionar um ensino e aprendizagem significativo e crítico da Matemática para estes estudantes, onde nos embasaremos na Aprendizagem Significativa Crítica, conforme Moreira (2000). Esse projeto possui como metodologia o Estudo de Caso, de acordo com Yin

**Endereço:** Avenida NS 15, 109 Norte Prédio do Almoarifado

**Bairro:** Plano Diretor Norte

**CEP:** 77.001-090

**UF:** TO

**Município:** PALMAS

**Telefone:** (63)3232-8023

**E-mail:** cep\_uff@uff.edu.br

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO TOCANTINS



Continuação do Parecer: 5.349.057

(2015), no qual a coleta de evidências em sala de aula ocorrerá em seis atividades de campo, onde a produção de informações para esta pesquisa será advinda de quatro tipos de instrumentos de coleta de evidências, como entrevista, observações, fotografias e gravações audiovisuais. Ademais, possuímos como resultado esperado que esta pesquisa propicie que os estudantes consigam correlacionar a Matemática de forma significativa e crítica com o seu cotidiano, oportunizando que sejam ativos no processo de ensino e aprendizagem em sala de aula.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

FORam apresentados:

- Roteiro de entrevista (professor / aluno).
- TALE e TCLE (pais / professor)
- TERMO DE RESPONSABILIDADE PARA USO, GUARDA E DIVULGAÇÃO DOS DADOS DA PESQUISA
- Autorização da Secretaria Municipal de Educação.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Após leitura, sugiro pela aprovação.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Reitera-se que, conforme Resolução CNS 466/2012, itens X.1.- 3.b. e XI.2.d, e Resolução CNS 510/2016, Art. 28, inc. V, os pesquisadores responsáveis deverão apresentar relatórios parcial semestral e final do projeto de pesquisa, contados a partir da data de aprovação do protocolo de pesquisa

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1885413.pdf	20/01/2022 18:36:31		Aceito
Folha de Rosto	CEP_FolhaDeRosto_Assinada.pdf	20/01/2022 18:32:45	LUIS CARLOS DOS SANTOS MOURA JUNIOR	Aceito
Outros	Declaracao_de_Compromisso_do_Pes	16/01/2022	LUIS CARLOS DOS	Aceito

**Endereço:** Avenida NS 15, 109 Norte Prédio do Almoarifado  
**Bairro:** Plano Diretor Norte **CEP:** 77.001-090  
**UF:** TO **Município:** PALMAS  
**Telefone:** (63)3232-8023 **E-mail:** cep\_uft@uft.edu.br

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO TOCANTINS



Continuação do Parecer: 5.349.057

Outros	quisador.pdf	19:55:55	SANTOS MOURA JUNIOR	Aceito
Outros	Autorizacao_da_pesquisa_SEMED.pdf	16/01/2022 19:48:40	LUIS CARLOS DOS SANTOS MOURA JUNIOR	Aceito
Outros	Roteiro_para_entrevista_professor.docx	16/01/2022 16:46:46	LUIS CARLOS DOS SANTOS MOURA JUNIOR	Aceito
Outros	Roteiro_para_entrevista_estudante.docx	16/01/2022 16:46:36	LUIS CARLOS DOS SANTOS MOURA JUNIOR	Aceito
Outros	Termo_Responsabilidade.pdf	16/01/2022 16:45:35	LUIS CARLOS DOS SANTOS MOURA JUNIOR	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Luis_Carlos_Moura.docx	16/01/2022 16:42:05	LUIS CARLOS DOS SANTOS MOURA JUNIOR	Aceito
Outros	Termo_autor_gravacao_professor.docx	16/01/2022 16:36:52	LUIS CARLOS DOS SANTOS MOURA JUNIOR	Aceito
Outros	Termo_autor_gravacao_pais.docx	16/01/2022 16:36:43	LUIS CARLOS DOS SANTOS MOURA JUNIOR	Aceito
Outros	Termo_autor_gravacao_estudante.docx	16/01/2022 16:35:46	LUIS CARLOS DOS SANTOS MOURA JUNIOR	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_profesor.docx	16/01/2022 16:34:28	LUIS CARLOS DOS SANTOS MOURA JUNIOR	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_pais.docx	16/01/2022 16:33:04	LUIS CARLOS DOS SANTOS MOURA JUNIOR	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.docx	16/01/2022 16:32:44	LUIS CARLOS DOS SANTOS MOURA JUNIOR	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Endereço:** Avenida NS 15, 109 Norte Prédio do Almoarifado

**Bairro:** Plano Diretor Norte

**CEP:** 77.001-090

**UF:** TO

**Município:** PALMAS

**Telefone:** (63)3232-8023

**E-mail:** cep\_uff@uft.edu.br

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO TOCANTINS



Continuação do Parecer: 5.349.057

PALMAS, 13 de Abril de 2022

---

**Assinado por:**  
**PEDRO YSMAEL CORNEJO MUJICA**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Avenida NS 15, 109 Norte Prédio do Almojarifado

**Bairro:** Plano Diretor Norte

**CEP:** 77.001-090

**UF:** TO

**Município:** PALMAS

**Telefone:** (63)3232-8023

**E-mail:** cep\_uft@uft.edu.br

**APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA**

**Projeto: A Modelagem Matemática e o caso da silagem de milho no Assentamento Rio Preto/TO**

**Pesquisador: Luis Carlos dos Santos Moura Junior**

**Curso: Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática – PPGecim/UFNT**

**ROTEIRO DE ENTREVISTA:**

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Anteriormente, será apresentado em linhas gerais o teor da entrevista, deixando claro que não há julgamentos sobre as respostas e terá sigilo da entrevista.

- Vocês já participaram de alguma atividade na escola a partir do que vocês vivem, por exemplo, como fizemos com a interação de plantação e de cubação de terra? (saber se já fez algum trabalho/pesquisa anteriormente a esta investigação proposta)
- Antes de ser realizada essa pesquisa, quem tinha contato com a prática de produção de silagem/farinha? (saber quais estudantes conheciam as práticas de produção de silagem/farinha)
- Qual atividade que gostou mais de realizar? Por quê? (conhecer a opinião dos estudantes)
- Qual atividade que gostou menos de realizar? Por quê? (conhecer a opinião dos estudantes)
- O que você aprendeu ao fazer esta pesquisa? De plantação, produção de silagem/farinha, cubação de terra, conhecimentos matemáticos, etc. (conhecer o que foi significativo para os estudantes)
- No que esses conhecimentos aprendidos durante a pesquisa podem ser utilizados na sua vida? No que você conseguiu identificar a partir desses conhecimentos? (conhecer o que foi significativo e crítico para os estudantes)
- Na sua opinião, para que serve estudar Matemática? (conhecer o que foi significativo para os estudantes)
- O que você achou de fazer parte desta pesquisa? O que foi significativo para você? (saber a opinião dos estudantes acerca do que foi realizado e o que foi significativo para eles)

**OBS.:** Essas são as diretrizes para condução da entrevista, porém, as respostas e os levantamentos realizados pelos estudantes poderão determinar outro rumo da conversa.