



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**



DAYANE VIEIRA MAGNO

**A MODELAGEM MATEMÁTICA COMO PERSPECTIVA METODOLÓGICA
APLICADA À APRENDIZAGEM SOCIOCULTURAL**

**MANAUS
2025**

DAYANE VIEIRA MAGNO

**A MODELAGEM MATEMÁTICA COMO PERSPECTIVA METODOLÓGICA
APLICADA À APRENDIZAGEM SOCIOCULTURAL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof^a. Dra. Irlane Maia de Oliveira

MANAUS

2025

Ficha Catalográfica

Elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

M198m Magno, Dayane Vieira

A modelagem matemática como perspectiva metodológica aplicada à aprendizagem sociocultural / Dayane Vieira Magno. - 2025.

168 f. : il., color. ; 31 cm.

Orientador(a): Irlane Maia de Oliveira.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Manaus, 2025.

1. Ensino de matemática. 2. Modelagem matemática. 3. Contexto amazônico. 4. Aprendizagem sociocultural. I. Oliveira, Irlane Maia de. II. Universidade Federal do Amazonas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. III. Título

Dayane Vieira Magno

“A Modelagem Matemática como perspectiva metodológica aplicada à Aprendizagem Sociocultural”

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática/PPGECIM da Universidade Federal do Amazonas/UFAM, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 IRLANE MAIA DE OLIVEIRA
Data: 03/04/2025 16:04:34-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Profa. Dra. Irlane Maia de Oliveira
Presidente da Banca

Documento assinado digitalmente
 DISNEY DOUGLAS DE LIMA OLIVEIRA
Data: 03/04/2025 18:23:46-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Disney Douglas de Lima Oliveira
Membro Interno

Documento assinado digitalmente
 MARCOS VINICIUS FERREIRA VILELA
Data: 03/04/2025 16:04:53-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Marcos Vinicius Ferreira Vilela
Membro Externo

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, que me fortaleceu nos momentos mais desafiadores desta jornada, concedendo-me forças para seguir em frente e concluir este processo.

Ao meu esposo, por estar ao meu lado desde a graduação, incentivando-me e apoiando cada etapa da minha formação. Sua presença foi essencial para que eu pudesse superar os desafios e seguir em busca deste sonho.

À minha família, pelo amor incondicional, apoio e compreensão ao longo de toda essa trajetória, especialmente nos momentos mais intensos deste trabalho.

À minha querida orientadora, Prof.^a Dra. Irlane Maia de Oliveira, pela dedicação e orientações precisas, que foram fundamentais para o desenvolvimento desta dissertação. Sua orientação foi um alicerce para minha evolução acadêmica e profissional.

Aos membros da Banca de Qualificação e da Banca de Defesa, Prof. Dr. Marcos Vinicius Vilela e Prof. Dr. Disney Douglas de Lima Oliveira, pela disponibilidade, pelas valiosas contribuições e sugestões, que enriqueceram significativamente este trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM), que contribuíram significativamente para minha formação acadêmica, compartilhando seus conhecimentos e orientações valiosas ao longo do percurso.

Ao PPGECIM-UFAM, por proporcionar a oportunidade de realizar este mestrado e oferecer um ambiente acadêmico enriquecedor, propício ao aprendizado e ao crescimento.

Aos meus colegas de mestrado, pela troca de experiências, pelo apoio mútuo e pelos momentos de aprendizado compartilhados ao longo dessa caminhada. A convivência e as discussões acadêmicas enriqueceram minha trajetória e tornaram essa jornada ainda mais especial.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), pelo fomento à pesquisa e pela concessão da bolsa de pós-graduação, que viabilizou a realização deste curso e possibilitou a dedicação necessária para a conclusão deste trabalho.

Por fim, meu sincero agradecimento a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta pesquisa. Muito obrigada!

RESUMO

As aulas de matemática geralmente são consideradas as mais desafiadoras para a maioria dos estudantes, pois eles têm dificuldade em relacionar os cálculos e fórmulas com situações reais que possam ter vivenciado. A Modelagem Matemática pode contribuir para minimizar essas dificuldades, podendo surgir como uma proposta que visa potencializar o processo de ensino por meio da interação, proporcionando significado aos conhecimentos matemáticos do currículo apresentados em sala de aula. Do exposto, este trabalho foi norteado pela seguinte Questão de Pesquisa “De que forma a Modelagem Matemática pode ser efetivamente utilizada para promover a Aprendizagem Sociocultural de estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental Anos Finais?”. Dessa forma, esta pesquisa objetivou analisar as potencialidades da Modelagem Matemática como perspectiva metodológica aplicada à luz da Teoria Sociocultural para promover a aprendizagem de estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental Anos Finais. Em consonância com os objetivos desta pesquisa, optou-se pela pesquisa qualitativa, dentro do âmbito das pesquisas qualitativas definiu-se a abordagem pesquisa-ação na pesquisa educacional. Os dados foram analisados por meio da Análise de Conteúdo de Bardin (2016). A pesquisa foi realizada em um contexto amazônico com estudantes do oitavo ano do Ensino Fundamental Anos Finais, em uma escola pública no município de Codajás, no interior do Amazonas. Os resultados da pesquisa evidenciaram que a Modelagem Matemática, enquanto perspectiva metodológica, demonstrou-se eficaz para promover a aprendizagem em contexto sociocultural. Ao longo das diferentes etapas do processo, observou-se o desenvolvimento de competências importantes nos estudantes, tais como o pensamento investigativo, a autonomia, o pensamento crítico e o aprimoramento de funções psicológicas superiores, trazendo avanços significativos na aprendizagem. Além disso, foi possível identificar que, durante as etapas da Modelagem Matemática, ocorreram aspectos da aprendizagem sociocultural, a qual se manifestou por meio de práticas de ensino estabelecidas na interação e na construção do conhecimento teórico inserido em um contexto sociocultural específico.

Palavras-chave: Ensino de Matemática; Modelagem Matemática; Contexto Amazônico; Aprendizagem Sociocultural.

ABSTRACT

Mathematics classes are generally considered the most challenging for most students, as they have difficulty relating calculations and formulas to real situations they may have experienced. Mathematical Modeling can help minimize these difficulties and may emerge as a proposal that aims to enhance the teaching process through interaction, providing meaning to the mathematical knowledge of the curriculum presented in the classroom. Based on the above, this work was guided by the following Research Question: "How can Mathematical Modeling be effectively used to promote Sociocultural Learning of 8th grade students in the Final Years of Elementary School?" Thus, this research aimed to analyze the potential of Mathematical Modeling as a methodological perspective applied in light of Sociocultural Theory to promote the learning of 8th grade students of Elementary School Final Years. In line with the objectives of this research, qualitative research was chosen, within the scope of qualitative research, the action research approach was defined in educational research. The data were analyzed through Bardin's Content Analysis (2016). The data were analyzed using Bardin's Content Analysis (2016). The research was carried out in an Amazonian context with eighth-grade students in the Final Years of Elementary School, in a public school in the municipality of Codajás, in the interior of Amazonas. The results of the research showed that Mathematical Modeling, as a methodological perspective, proved to be effective in promoting learning in a sociocultural context. Throughout the different stages of the process, the development of important skills in students was observed, such as investigative thinking, autonomy, critical thinking and the improvement of higher psychological functions, bringing significant advances in learning. In addition, it was possible to identify that, during the stages of Mathematical Modeling, aspects of sociocultural learning occurred, which was manifested through teaching practices established in the interaction and construction of theoretical knowledge inserted in a specific sociocultural context

Keywords: Teaching Mathematics; Mathematical Modeling; Amazon context; Sociocultural Learning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1 - Esquema de mediação descrito por Vygotsky..... | 54 |
| Figura 2 - Desenvolvimento de uma análise | 74 |
| Figura 3 - Estudantes reunidos em grupo para a escolha do tema..... | 79 |
| Figura 4 - Resultados de algumas pesquisas realizadas pelos estudantes | 83 |
| Figura 5 – Etapa da pesquisa por meio da visita..... | 85 |
| Figura 6 – Construção do modelo matemático | 96 |
| Figura 7 - Modelos matemáticos elaborados pelos estudantes | 98 |
| Figura 8 - Construção do Modelo Matemático..... | 100 |
| Figura 9 - Construção do Modelo Matemático..... | 101 |

QUADROS

| | |
|---|-----|
| Quadro 1 - Critérios de inclusão e exclusão..... | 35 |
| Quadro 2 - Seleção dos trabalhos, conforme critérios de inclusão | 36 |
| Quadro 3 - Descrição dos trabalhos selecionados | 36 |
| Quadro 4 - Estruturação da intervenção didática | 70 |
| Quadro 5 - Organização sistemática das Categorias a posteriori..... | 74 |
| Quadro 6 - Resultados da primeira etapa: escolha do tema..... | 79 |
| Quadro 7 - Unidade de contexto: levantamento das questões problemas..... | 88 |
| Quadro 8 - Problemas e hipóteses formulados pelos estudantes..... | 92 |
| Quadro 9 - Categoria da unidade de contexto: análise crítica das soluções..... | 104 |
| Quadro 10 - Fala dos estudantes da unidade de contexto: atividades desenvolvidas | 108 |
| Quadro 11 – Categoria da unidade de contexto: atividades desenvolvidas..... | 109 |
| Quadro 12 – Falas dos participantes da unidade de contexto: atividades desenvolvidas | 110 |
| Quadro 13 – Categoria da unidade de contexto: atividades desenvolvidas..... | 111 |
| Quadro 14 – Falas dos participantes da unidade de contexto: Modelagem Matemática | 114 |
| Quadro 15 – Categoria da unidade de contexto: Modelagem Matemática | 115 |

| | |
|--|-----|
| Quadro 16 – Falas dos participantes da unidade de contexto: Modelagem Matemática | 117 |
| Quadro 17 – Categoria da unidade de contexto: Modelagem Matemática | 118 |
| Quadro 18 – Falas dos participantes da unidade de contexto: aprendizagem matemática | 121 |
| Quadro 19 – Categoria da unidade de contexto: aprendizagem matemática | 122 |
| Quadro 20 – Falas dos participantes da unidade de contexto: aprendizagem matemática | 125 |
| Quadro 21 – Categoria da unidade de contexto: aprendizagem matemática | 126 |
| Quadro 22 – Falas dos participantes da unidade de contexto: aprendizagem sociocultural | 128 |
| Quadro 23 – Categoria da unidade de contexto: aprendizagem sociocultural | 129 |
| Quadro 24 – Falas dos participantes da unidade de contexto: aprendizagem sociocultural | 131 |
| Quadro 25 – Categoria da unidade de contexto: aprendizagem sociocultural | 132 |
| Quadro 26 – Falas dos participantes da unidade de contexto: aprendizagem sociocultural | 134 |
| Quadro 27 – Categoria da unidade de contexto: aprendizagem sociocultural | 135 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-------|---|
| BNCC | Base Nacional Comum Curricular |
| CEP | Comitê de Ética em Pesquisa |
| CNMEM | Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| ICTMA | Grupo Internacional de Modelagem Matemática e Aplicações |
| MEC | Ministério da Educação |
| MM | Modelagem Matemática |
| RSL | Revisão Sistemática da Literatura |
| SBEM | Sociedade Brasileira de Educação Matemática |
| STEM | Science, Technology, Engineering and Mathematics |
| UFAM | Universidade Federal do Amazonas |

SUMÁRIO

| | | |
|-------------------------|---|----|
| INTRODUÇÃO | 13 | |
| 1 | MODELAGEM MATEMÁTICA | 19 |
| 1.1 | Modelagem Matemática: algumas concepções..... | 19 |
| 1.2 | Modelagem Matemática na educação | 23 |
| 1.3 | Modelagem Matemática como perspectiva metodológica | 26 |
| 1.4 | Modelagem Matemática na perspectiva de dionísio burak | 31 |
| 2 | ESTUDOS RECENTES | 34 |
| 2.1 | Modelagem Matemática como proposta de ensino nos anos finais do ensino fundamental..... | 39 |
| 2.2 | Modelagem Matemática: um diálogo com outras áreas do conhecimento | 40 |
| 2.3 | Linhas teóricas de fundamentação para as propostas de Modelagem Matemática | 43 |
| 2.4 | Consideração sobre o capítulo: lacunas existentes | 45 |
| 3 | APRENDIZAGEM SOCIOCULTURAL | 47 |
| 3.1 | A Teoria Sociocultural de Vygotsky..... | 47 |
| 3.2 | A formação social da mente: o papel da interação social..... | 53 |
| 3.3 | A abordagem de vygotsky para a educação | 56 |
| 4 | PERCURSO METODOLÓGICO | 64 |
| 4.1 | Fundamentos da pesquisa..... | 64 |
| 4.2 | Contexto e sujeitos da pesquisa | 67 |
| 4.3 | Procedimentos éticos..... | 67 |
| 4.4 | Coletas de dados | 68 |
| 4.4.1 | Intervenção Didática | 69 |
| 4.4.2 | Entrevista Semiestruturada..... | 71 |
| 4.5 | Análise de dados | 72 |
| 5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 76 |
| 5.1 | Potencialidades das etapas da modelagem matemática à luz da teoria Sociocultural | 76 |
| 5.1.1 | Apresentação inicial..... | 77 |
| 5.1.2 | 1ª Etapa da Modelagem Matemática: Escolha do tema | 78 |
| 5.1.3 | 2ª Etapa da Modelagem Matemática: Pesquisa exploratória | 82 |
| 5.1.4 | 3ª Etapa: levantamento dos problemas..... | 87 |
| 5.1.5 | 4ª Etapa: resolução dos problemas e desenvolvimento dos conteúdos ... | 89 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 5.1.6 | 5ª Etapa: Análise crítica das soluções | 103 |
| 5.2 | Modelagem matemática promovendo a aprendizagem sociocultural | 107 |
| 5.2.1 | Bloco 01: Atividades Desenvolvidas | 108 |
| 5.2.2 | Bloco 02: Modelagem Matemática | 113 |
| 5.2.3 | Bloco 03: Aprendizagem Matemática..... | 121 |
| 5.2.4 | Bloco 04: Aprendizagem Sociocultural..... | 128 |
| 5.2.5 | Bloco 05: Conclusão | 137 |
| 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 139 |
| | REFERÊNCIAS | 144 |
| | ANEXO A – TERMO DE ANUÊNCIA | 151 |
| | ANEXO B – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UFAM | 152 |
| | ANEXO C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO..... | 153 |
| | ANEXO D – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO | 155 |
| | APÊNDICE A – ROTEIRO DA ENTREVISTA | 157 |
| | APÊNDICE B – PLANOS DE AULA | 158 |
| | APÊNDICE C – CARTÃO DE ATIVIDADE 01 | 165 |
| | APÊNDICE D – CARTÃO DE ATIVIDADE 02..... | 166 |
| | APÊNDICE E – CARTÃO DE ATIVIDADE 03 | 168 |

Introdução

Atualmente, a sociedade tem passado por várias mudanças em diversos setores, inclusive no âmbito educacional. Silva *et al.* (2020) enfatizam que essas mudanças têm um impacto direto na forma de ensinar matemática, exigindo a adaptação das práticas pedagógicas à realidade dos estudantes. Assim, essas constantes mudanças influenciam em nossas escolhas para promover um ensino de qualidade. Dessa forma, apresento um pouco da minha trajetória com o objetivo de salientar algumas informações sobre a minha caminhada profissional, que de certa forma influenciaram no estudo que se segue.

Concluí o Ensino Médio em uma escola pública no município de Codajás, onde sempre residi. Durante esse período escolar, percebi uma habilidade no campo das relações interpessoais e na esfera comunicativa, participando ativamente de várias apresentações em eventos e demonstrando desenvoltura no contato com as pessoas. Desde o ensino fundamental, as aulas de Matemática despertavam meu interesse de forma especial. Esse apreço pela disciplina alimentou meu desejo em cursar uma faculdade na área de exatas, combinado ao interesse por atividades que envolvessem atendimento ao público ou interação com as pessoas.

Inicialmente, pensei em seguir o curso de Ciências Contábeis. Contudo, essa opção estava disponível apenas na Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Campus Manaus, o que se mostrava inviável para minha realidade, dadas as questões financeiras. Diante disso, optei por cursar Licenciatura em Ciências: Matemática e Física, no campus da UFAM em Coari/AM, cidade vizinha.

Como mencionei anteriormente, sempre tive o desejo de trabalhar em uma área que me permitisse interagir com o público. Encontrei essa realização plena na docência e estou imensamente grata por ter sido encaminhada para essa área durante minha formação acadêmica.

Desde os primeiros anos da graduação, participei ativamente de atividades como monitorias, projetos de iniciação científica e Residência Pedagógica. Essas experiências me proporcionaram a oportunidade de desenvolver estratégias para aprimorar o ensino da Matemática. Conseqüentemente, ao longo da graduação, meu interesse pela área de ensino de Matemática cresceu significativamente, o que

me motivou a buscar um mestrado nesse campo específico.

No decorrer da minha graduação, enquanto ainda residia no município de Coari, todos fomos surpreendidos pela pandemia, o que resultou em mudanças significativas em todo o curso, com as aulas sendo transferidas para o ambiente online. Como resultado, precisei retornar ao município de Codajás e assim concluí minha graduação, de forma remota. Após obter meu diploma em Licenciatura em Ciências: Matemática e Física pela UFAM, dei início à minha jornada profissional como professora substituta.

Durante esse período, percebi que os estudantes enfrentavam grandes desafios na disciplina de Matemática. Minha experiência como professora me permitiu testemunhar em sala de aula questionamentos como: "Qual é a relevância deste conteúdo para o meu dia a dia?" e "Onde encontrarei aplicação prática desses conceitos matemáticos em minha vida?".

Nesse sentido, meu interesse em realizar esse estudo está relacionado às experiências vividas como professora substituta em uma escola pública no município de Codajás. Durante esse período, percebi a desarticulação dos conhecimentos matemáticos do currículo com a realidade local dos estudantes. Isso resultou em questionamentos sobre a relevância de certos conteúdos no dia a dia. Esses aspectos mostram como a falta de conexão com a realidade influencia na preparação dos estudantes para serem cidadãos críticos e responsáveis. Dessa forma, novas metodologias surgem como propostas que podem alcançar os objetivos do processo de ensino e aprendizagem, podendo proporcionar situações em que os estudantes compreendam os conhecimentos matemáticos como parte integrante do cotidiano.

Diante desse contexto, ao ponderar sobre minha pesquisa de mestrado, percebi a necessidade de explorar mais a fundo a prática pedagógica e os métodos para promover a construção de conhecimento, visando aprimorar o ensino da matemática. Assim, decidi analisar as potencialidades da Modelagem Matemática como perspectiva metodológica aplicada à luz da Teoria Sociocultural.

A matemática é vista comumente como uma disciplina complexa e geralmente os conteúdos são apresentados aos estudantes de maneira tradicional. Angelo *et al.* (2023) afirmam que o ensino tradicional enfatiza a centralização da imagem dominante do professor enquanto detentor do conhecimento e das ferramentas de ensino e esse fato move as instituições de ensino em busca de

metodologias para modificar essa realidade. De acordo com Orey e Rosa (2007) o método tradicional de ensino ainda predomina no sistema educacional, pois os objetivos de ensino tendem a focalizar a transmissão do conhecimento por meio de aulas expositivas e práticas repetitivas. Desse modo, a forma como a disciplina é apresentada acaba sendo, em muitos casos, rejeitada pelos estudantes. Muitos justificam essa rejeição pelo fato de não conseguirem relacionar os conteúdos abordados em sala de aula com seu dia a dia ou com atividades futuras.

Assim, intensifica-se a busca por metodologias que possibilitem uma estratégia de ensino que oportuniza ao estudante abordar conteúdos matemáticos a partir de fenômenos de sua realidade, tornando-os capazes de tomar decisões de maneira crítica e responsável. Conforme Skovsmose (2001), é fundamental para a formação crítica do cidadão que ele compreenda o papel da matemática em sua realidade. Essa premissa está alinhada com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que enfatiza a importância de fortalecer a autonomia dos estudantes “oferecendo-lhes condições e ferramentas para acessar e interagir criticamente com diferentes conhecimentos e fontes de informação” (Brasil, 2018, p 60).

Um dos fatores fundamentais para facilitar o processo de aprendizagem é a motivação, pois de acordo com Guimarães (2001), é a motivação que move um indivíduo ou o que o põe em ação, assim é necessário estratégias que promova essa motivação através de perspectivas que desenvolvam os aspectos sociais, culturais e pessoais dos estudantes, possibilitando compreender melhor as manifestações do universo por meio do saber matemático cultural.

Nesse sentido, encontram-se evidências das necessidades de inserir no ambiente escolar os aspectos sociais e culturais que cercam a realidade dos estudantes, posto isso concorda-se com Fasheh (1997), quando o autor afirma que não se pode ensinar matemática de forma neutra e que seja indiferente à realidade vivenciada pelos estudantes, pois, nesse caso, não será possível promover um ensino e aprendizagem relevante. A BNCC corrobora ao tratar sobre o seu compromisso com a educação integral que propõe uma “construção intencional de processos educativos que promovam aprendizagens sintonizadas com as necessidades, as possibilidades e os interesses dos estudantes e, também, com os desafios da sociedade contemporânea” (Brasil, 2018, p. 14).

Assim, pensando em minimizar as dificuldades dos estudantes na disciplina de matemática e proporcionar uma educação de qualidade aos estudantes, surge

como alternativa metodológica a Modelagem Matemática. Bassanezi (2002) enfatiza que “a Modelagem Matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real” (Bassanezi, 2002, p. 16).

A concepção de modelagem adotada nesta pesquisa alinha-se as ideias de Burak (1992, p. 62) que afirma que a modelagem “constitui-se em um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e a tomar decisões”. As cinco etapas da Modelagem Matemática definidas por Burak (2010) são: Escolha do tema, Pesquisa exploratória, Levantamento dos problemas, Resolução dos problemas e desenvolvimento dos conteúdos e por última a Análise crítica das soluções.

A concepção de Modelagem Matemática defendida por Burak (2010) parte de duas premissas: 1ª) o interesse do grupo de pessoas envolvidas e; 2ª) a coleta de dados no ambiente onde se dá o interesse. Nessa perspectiva, o trabalho com Modelagem considera as escolhas feitas pelos estudantes em contexto sociocultural o ponto de partida para o desenvolvimento de qualquer atividade que venha a ser desenvolvida. Esse princípio encontra apoio em argumentos fundamentados na Psicologia.

Assim, a psicologia tem sido uma importante aliada na pesquisa educacional. Na área da Educação Matemática, especificamente, a psicologia tem oferecido contribuições significativas para o estudo do processo de ensino e aprendizagem da Matemática. A teoria Sociocultural de Vygotsky¹, em particular, pode ser considerada uma dessas contribuições. Segundo essa teoria, o ser humano é ativo, social e histórico, e é dentro dessa realidade que se constrói sua condição humana (Bock, Furtado e Teixeira, 2009).

De acordo com a teoria Sociocultural de Vygotsky (1986), o ambiente sociocultural dos indivíduos e o envolvimento deles em atividades significativas, que estão relacionadas com aquele ambiente, é a base para o desenvolvimento da aprendizagem. Orey e Rosa (2007) complementaram que é pela interação social com os diversos indivíduos de um determinado grupo cultural que o aprendizado é

¹Na literatura, o nome de Vygotsky é apresentado de diferentes maneiras, variando de acordo com a tradução das obras. Ele pode ser encontrado como Vigotski, Vygotski e Vygotsky. Neste texto, adotaremos a tradução "Vygotsky".

desencadeado e estabelecido. Segundo Moreira (2017, p. 110), temos que “a interação social é, portanto, na perspectiva vygotskiana, o veículo fundamental para a transmissão dinâmica do conhecimento social, histórica e culturalmente construído”.

Marcão, De Oliveira e Santos (2021, p. 7) afirmam que “o uso da Modelagem Matemática como prática educacional se justifica como um importante recurso que possibilita ao aluno aprendizagens munidas de variadas significações referentes à sua realidade”. Dessa forma, pensando nas dificuldades dos estudantes em relacionar os conhecimentos matemáticos do currículo aplicados em problemas da vida real, bem como em contextos do interesse desses estudantes, surge o seguinte problema de pesquisa: De que forma a Modelagem Matemática pode ser efetivamente utilizada para promover a Aprendizagem Sociocultural de estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental Anos Finais?

Para responder este questionamento, estabeleceu-se como objetivo geral: analisar as potencialidades da Modelagem Matemática como perspectiva metodológica aplicada à luz da Teoria Sociocultural para promover a aprendizagem de estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental Anos Finais.

Para alcançar tal propósito, definiu-se como objetivos específicos:

- Aplicar a Modelagem Matemática à luz da teoria sociocultural e investigar o papel dessa abordagem no desenvolvimento de habilidades cognitivas dos estudantes.
- Analisar as estratégias de ensino da Modelagem Matemática em contextos socioculturais, identificando os principais obstáculos e dificuldades na implementação dessa abordagem.
- Avaliar o impacto da Modelagem Matemática na aprendizagem e no interesse dos estudantes pela Matemática em contextos socioculturais.

A estrutura deste texto foi organizada em seis capítulos. No capítulo 1, apresenta-se a fundamentação teórica sobre a Modelagem Matemática na Educação, bem como as principais concepções adotadas e autores relevantes que contribuem com o assunto, tais como Bassanezi (2002), Biembengut (2012) e Burak (1992).

O capítulo 2 apresenta os resultados de uma Revisão Sistemática da Literatura sobre Modelagem Matemática nos anos finais do Ensino Fundamental, destacando três categorias em relação aos estudos recentes sobre o tema.

O capítulo 3 discorre sobre a teoria sociocultural de Vygotsky, suas possibilidades dentro do campo educacional, abordando ainda sobre a importância da interação dos indivíduos e o envolvimento deles em atividades significativas, sendo aspectos primordiais para o desenvolvimento da aprendizagem.

O Capítulo 4 apresenta o percurso metodológico, destacando os fundamentos da pesquisa, o contexto e sujeitos da pesquisa. Além disso, descreve os instrumentos utilizados para a coleta de dados, detalha os procedimentos de análise e explora outras características essenciais para a compreensão do estudo.

No Capítulo 5, são expostos e detalhados os resultados obtidos a partir da aplicação dos instrumentos de pesquisa e dos discursos dos participantes, com o objetivo de identificar as potencialidades da Modelagem Matemática no contexto investigado.

Por fim, o Capítulo 6 reúne as considerações finais, apontando caminhos futuros e possíveis abordagens teóricas relacionadas ao tema, contribuindo para o aprofundamento do debate na área.

1 MODELAGEM MATEMÁTICA

Para o desenvolvimento de qualquer pesquisa, é fundamental construir uma base de conhecimento sólida que possibilite a realização de análises e reflexões críticas. Neste capítulo, são apresentadas quatro dimensões teóricas que compõem a fundamentação. A primeira trata de aspectos essenciais da Modelagem Matemática e suas principais concepções; a segunda discute o papel da Modelagem no contexto educacional; a terceira explora a Modelagem Matemática como uma perspectiva metodológica; e, por fim, a quarta abordagem descreve a concepção de Modelagem Matemática aplicada na pesquisa, com base nos estudos de Burak (1992).

1.1 Modelagem Matemática: Algumas concepções

De acordo com Biembengut (2012) o movimento pela Modelagem Matemática (MM) na Educação Básica e Superior passa a ocorrer a partir da década de 1970, praticamente ao mesmo tempo, em diversos países, inclusive no Brasil, de acordo com a autora o debate sobre modelagem e aplicações na Educação Matemática no cenário internacional ocorre, em especial, na década de 1960, com um movimento chamado “utilitarista”. Em seus apontamentos sobre os eventos internacionais que discorrem sobre a Modelagem Matemática, Biembegunt (2012) destaca o congresso que ocorreu em 1978, em Roskilde, o tema em questão foi sobre a Matemática e Realidade que contribuiu para a consolidação, em 1983, do Grupo Internacional de Modelagem Matemática e Aplicações – ICTMA. Esses eventos têm ajudado a consolidar a Modelagem Matemática em estudos referentes ao ensino de matemática.

Dessa forma, as iniciativas em favor da Modelagem Matemática incentivaram a adesão a essa nova tendência no Brasil tendo como referência um grupo de professores que foram fundamentais para o fortalecimento dessa abordagem na Educação Matemática, “tais como: Aristides C. Barreto, Ubiratan D’ Ambrosio, Rodney C. Bassanezi, João Frederico Mayer, Marineuza Gazzetta e Eduardo Sebastiani, que iniciaram um movimento pela modelagem no final dos anos 1970 e início dos anos 1980” (Biembegunt, 2012, p. 08).

Segundo Bassanezi (2002), na educação brasileira a Modelagem Matemática teve início com os cursos de especialização para professores, em 1983, na Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Guarapuava – FAFIG, hoje Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO. Brandt, Burak e Klüber (2016) afirmam que a partir desses cursos de especialização despertou-se a propagação dessa alternativa para o ensino da Matemática e a forma de trabalho proposta pela Modelagem Matemática buscava romper com a abordagem tradicional de ensino, a qual enfatizava os algoritmos, a memorização e a descontextualização dos conteúdos.

Assim, observa-se que a Modelagem Matemática começou a ganhar adeptos, uma vez que a preocupação predominante entre os professores era encontrar novas práticas de ensino de Matemática que se baseassem em situações cotidianas vivenciadas pelos estudantes do Ensino Fundamental e Médio.

Atualmente, no Brasil acontecem eventos voltados para a Educação Matemática que evidenciam o aumento da produção sobre Modelagem Matemática, um exemplo é a Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática – (CNMEM) que acontece bi-anualmente desde 1999, sendo promovido pelo Grupo de Trabalho “Modelagem Matemática” (GT10) da Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM) que congrega professores de Matemática da Educação Básica e do Ensino Superior, pesquisadores e estudantes que investigam sobre e/ou praticam a modelagem na perspectiva da educação matemática, o número de pesquisas e relatos de experiências em sala de aula tem aumentado de forma significativa nesses eventos.

Segundo Biembengut (2012) a Modelagem Matemática tem sido incluída nos cursos de formação de professores de Matemática, seja como disciplina autônoma ou como parte do programa da disciplina de Metodologia do Ensino da Matemática. Além disso, a autora afirma que a modelagem também é tema de um dos grupos de pesquisa da SBEM, o que impulsiona a produção de monografias, dissertações, teses e artigos acadêmicos, consolidando a modelagem, inclusive nos documentos oficiais de educação.

Assim, percebe-se que, desde suas primeiras manifestações no Brasil a partir da década de 1980, a Modelagem Matemática vem conquistando cada vez mais espaço no contexto educacional. O tema da modelagem tem sido foco de diversas pesquisas, evidenciando o aumento de sua utilização como prática em sala de aula, com o objetivo de favorecer o ensino de Matemática.

Nas pesquisas no Brasil a Modelagem Matemática engloba diferentes concepções e tendências, como uma alternativa metodológica, uma perspectiva de ensino, uma alternativa metodológica, entre outras. Essas concepções visam relacionar os conteúdos de Matemática com situações-problema vivenciadas pelos estudantes em seu cotidiano.

Carvalho (2019), com base nas produções apresentadas na X Conferência Nacional de Modelagem Matemática (CNMEM), realizada em 2017, analisou as concepções de Modelagem Matemática. Como resultado, a pesquisa mostrou que a maioria dos trabalhos de comunicação científicas (21) não apresentaram explicitamente a concepção adotada. A concepção que mais se apresentou nestes artigos foi a de “Alternativa Pedagógica”, presente em 15 trabalhos. A concepção de “Ambiente de Aprendizagem” foi adotada em 9 artigos, seguida pela concepção de “Perspectiva de Ensino”, que emergiu em 3 trabalhos. Por fim, as concepções de “Estratégia de Ensino e Aprendizagem”, “Resolver problemas reais com modelos matemáticos” e “Alternativa Metodológica” apareceram em apenas 2 trabalhos cada.

Dessa forma, dos 54 trabalhos analisados na pesquisa de Carvalho (2009), percebe-se que a maioria não adota uma concepção específica para a modelagem. No entanto, o autor afirma que é necessário enfatizar uma concepção para desenvolver as práticas de Modelagem Matemática de acordo com cada teórico:

Os teóricos que discorrem sobre as concepções para a Modelagem Matemática enaltecem algumas ações específicas em que acreditam ser o principal valor para o desenvolvimento das práticas em Modelagem Matemática no âmbito educacional. Sendo que, uma forma de se identificar o que cada teórico mais valoriza, no desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática, é analisando a concepção enunciada por cada um deles (Carvalho, 2019, p. 07).

A concepção de Modelagem Matemática defendida por Almeida e Dias (2004) é considerada uma alternativa pedagógica no processo de ensino e aprendizagem. Para essas autoras, a Modelagem Matemática representa uma forma de abordar o ensino de Matemática nas escolas, proporcionando aos discentes a oportunidade de identificar e investigar situações-problema do seu cotidiano. Esse método visa despertar maior interesse dos estudantes e promover o desenvolvimento de habilidades matemáticas.

Barbosa (2001) enfatiza as ideias de Skovsmose (2000) que apresenta a noção de ambiente de aprendizagem para se referir às condições nas quais os estudantes

são estimulados a desenvolverem determinadas atividades, ou seja, o lugar que envolve os discentes em determinada atividade refere-se a um ambiente. Dessa forma, o autor entende que a Modelagem estimula os estudantes a investigarem situações de outras áreas que não a matemática por meio da matemática. Portanto, Barbosa (2004) adota a concepção de "Ambiente de Aprendizagem" como uma abordagem da Modelagem Matemática "no qual os alunos são convidados a problematizar e investigar, por meio da matemática, situações com referência na realidade" (Barbosa, 2004, p. 3).

Para Bassanezi (2002), a concepção de Modelagem Matemática é de "Estratégia de Ensino e Aprendizagem", envolvendo um processo que combina teoria e prática. Nessa abordagem, os estudantes têm a oportunidade de agir e transformar a realidade ao seu redor, buscando compreendê-la.

A modelagem no ensino é apenas uma estratégia de aprendizagem, onde o mais importante não é chegar imediatamente a um modelo bem-sucedido, mas, caminhar seguindo etapas onde o conteúdo matemático vai sendo sistematizado e aplicado. Com a modelagem o processo de ensino-aprendizagem não mais se dá no sentido único do professor para o aluno, mas como resultado da interação do aluno como seu ambiente natural (Bassanezi, 2002, p. 38).

Biembengut (2018) enuncia como concepção da Modelagem Matemática a "Alternativa Metodológica" no qual parte de uma situação ou tema e desenvolve questões sobre eles, buscando respostas por meio do uso de ferramentas matemáticas e pesquisa sobre o tema. Essa abordagem é extremamente prazerosa e proporciona um conhecimento significativo, tanto em termos de conceitos matemáticos quanto sobre o tema estudado.

A presente pesquisa fundamenta-se nas ideias defendidas por Burak (1992) que enfatiza a concepção de Modelagem Matemática como sendo uma "Perspectiva de ensino" para o autor "a Modelagem Matemática constitui-se em um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer predições e a tomar decisões" (Burak, 1992, p. 62).

Embora a literatura apresente diversas concepções para a Modelagem Matemática, é importante ressaltar que o objetivo de todas elas é contribuir para o ensino da Matemática e proporcionar aos estudantes uma forma mais prazerosa de

aprendizado, conectada com significados de sua realidade. Biembengut (2009, p. 27) corrobora sobre as distintas concepções:

Muito embora existam concepções distintas, é essencial não perder de foco estas distinções nos aspectos que convergem no entendimento de que a modelagem pode contribuir não somente para aprimorar o ensino e a aprendizagem matemática, mas especialmente, para provocar uma reação e interação entre corpo docente e discente envolvidos na contínua e necessária produção do conhecimento, que surtirá efeitos no contexto social.

Assim, as diversas concepções de modelagem destacadas pelos autores têm um princípio comum: despertar o interesse dos estudantes nas aulas de matemática, utilizando como ponto de partida o que eles entendem e vivenciam, envolvendo os estudantes de forma ativa, conectando os conteúdos matemáticos com suas experiências e realidade, o que pode tornar o aprendizado mais significativo e interessante para eles. Dessa forma, a Modelagem Matemática pode ser utilizada em diferentes níveis de escolaridade e em diversos cursos e disciplinas, tanto para aplicação quanto para aprendizagem da Matemática.

1.2 Modelagem Matemática na Educação

No cenário educacional, constantemente discute-se sobre a superação do método tradicional nas aulas de matemática. Nesse sentido, Silva, Souza e Medeiros (2020) corroboram afirmando que esse método de ensino é muitas vezes centrado na memorização de conteúdos, tornando desmotivador para os discentes, que demonstram cada vez menos interesse em aprender. Para os autores é necessário repensar novas propostas pedagógicas para o ensino da matemática para garantir uma educação de qualidade que atenda às demandas do nosso tempo e, por conseguinte, das pessoas envolvidas no processo educacional.

Nesse contexto, diversos estudos na literatura destacam a Modelagem Matemática como uma alternativa ao método tradicional de ensino. Argumentos desenvolvidos para sua utilização como estratégia de ensino e aprendizagem podem ser encontrados em autores como Almeida e Dias (2004), Bassanezi (2002), Biembengut (2009, 2012), Barbosa (2001) e Burak (1992, 2010).

Os autores apresentam pressupostos teóricos que mostram que a Modelagem Matemática tem se tornando uma aliada no ensino e aprendizagem de matemática

promovendo motivação por meio das atividades, bem como a aplicabilidade da Matemática. Além disso, surge ainda problemas extraescolares, vinculados à competência crítica e reflexiva dos estudantes

Almeida e Dias (2004) concluem que a Modelagem Matemática, quando considerada como uma estratégia pedagógica, facilita a integração entre os conteúdos curriculares e situações reais que os discentes podem investigar e analisar.

Para Bassanezi (2002) “a Modelagem Matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real” (Bassanezi, 2002, p. 16). Dessa forma, a Modelagem Matemática se insere no contexto escolar na tentativa relacionar a realidade dos estudantes diante dos conteúdos matemáticos, como também aliar teoria e prática e afim de obter sucesso no processo de ensino.

Biembengut (2012) enfatiza que a essência da Modelagem Matemática no ensino é priorizar sempre o envolvimento dos estudantes por meio da associação de elementos relacionados ao tema em questão. Essa associação pode envolver a utilização de um modelo ou aplicação existente, uma lei fundamental ou uma mudança de variável.

Barbosa (2001) destaca que a modelagem pode ser compreendida de forma mais específica como uma oportunidade para os estudantes investigarem situações por meio da matemática, sem procedimentos fixos e com diversas possibilidades de abordagem. O autor enfatiza a importância de os professores permitirem que os estudantes desenvolvam atividades com uma abertura em relação aos conceitos e ideias matemáticas, já que muitos estudantes da educação básica nem sempre possuem o conhecimento matemático necessário para realizar uma atividade já definida em sala de aula.

Burak (1992) compreende a Modelagem Matemática como um "conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e a tomar decisões" (Burak, 1992, p. 62). Para o autor, esse conjunto de procedimentos não se resume apenas a procedimentos técnicos, mas também inclui abordagens mais abertas e contextualizadas, conferindo significado aos conteúdos matemáticos.

Dessa forma, a proposta de atividades envolvendo Modelagem Matemática possibilita ao estudante desenvolver não só conhecimento teórico e técnico da

matemática, mas garante a compreensão do papel sociocultural da matemática. Em relação aos tipos de conhecimento adquirido pelos estudantes por meio da Modelagem Matemática Skovsmose (2001) corrobora afirmando que no processo de modelagem destacam-se basicamente três tipos de conhecimento: o conhecimento matemático, o conhecimento tecnológico e o conhecimento reflexivo.

Assim, o conhecimento matemático é comumente associado a um conjunto de habilidades, que incluem a capacidade de reproduzir teoremas e provas, assim como dominar diversos algoritmos. Já o conhecimento tecnológico está relacionado à aplicação da matemática e à capacidade de construir modelos. Por outro lado, o conhecimento reflexivo envolve a habilidade de refletir sobre o uso da matemática e avaliá-lo. Essas reflexões incluem a avaliação das consequências que esse uso pode ter para a sociedade.

Sendo assim, ao adotar a Modelagem Matemática como método de ensino de matemática, o objetivo é que o professor possa contribuir para motivar os estudantes a se desenvolverem como cidadãos e futuros profissionais, tornando-se críticos e participantes ativos das mudanças sociais. Além disso, é possível despertar nos estudantes a motivação pela pesquisa, por meio de atividades relacionadas ao seu cotidiano.

Na pesquisa de Petry *et al.* (2020), é discutida a Modelagem Matemática como uma metodologia investigativa nas aulas de matemática. Os autores concluem que a Modelagem Matemática, ao buscar solucionar e compreender situações-problema, representa, dessa forma, um caminho para a pesquisa científica e a Investigação Matemática em sala de aula oferece um ambiente que estimula nos estudantes o espírito criativo, crítico e investigativo.

Ao proporcionar experiências que estimulem e valorizem as capacidades matemáticas dos discentes, desenvolve-se neles a confiança e a habilidade para resolver problemas, o que está em consonância com a BNCC que enfatiza que para o desenvolvimento das habilidades previstas para o Ensino Fundamental – Anos Finais é imprescindível:

levar em conta as experiências e os conhecimentos matemáticos já vivenciados pelos alunos, criando situações nas quais possam fazer observações sistemáticas de aspectos quantitativos e qualitativos da realidade, estabelecendo inter-relações entre eles e desenvolvendo ideias mais complexas (Brasil, 2018, p. 298).

Desse modo, a Modelagem Matemática na educação ganha destaque ao potencializar o ensino e a aprendizagem em matemática, permitindo que os estudantes participantes dessa abordagem se tornem protagonistas na construção de seu próprio conhecimento.

1.3 Modelagem Matemática como Perspectiva Metodológica

No contexto escolar, a Matemática é vista como uma ciência distante da realidade, de difícil compreensão e, principalmente, causadora de uma porcentagem alta de reprovações (D'Ambrósio, 1986). Assim, a matemática continua sendo vista por muitos estudantes como uma disciplina que apresenta maior nível de dificuldade em relação as resoluções das atividades dos conteúdos proposto pelo professor em sala de aula.

Perante o exposto, se faz necessário mostrar que a matemática pode ser aplicada em diversos segmentos do nosso cotidiano, bem como evidenciar através da história da matemática o uso de suas aplicações nos afazeres do dia a dia e salientar sua colaboração para quantificar e representar relações nos mais diversos setores das ciências, tais como quantidades, volume, área, força, sejam eles físicos, químicos, econômicos e sociais, entre outros (Muderno, 2017).

Nesse contexto, tornam-se evidentes as dificuldades enfrentadas pelos estudantes durante o processo de ensino e aprendizagem de matemática. Nesse sentido, o papel do professor é fundamental, pois ele deve mediar o conhecimento utilizando ferramentas pedagógicas e metodologias capazes de despertar o interesse dos estudantes e facilitar a compreensão dos conteúdos. O uso de tecnologia, jogos e a aplicação da Modelagem Matemática são estratégias que podem contribuir significativamente para esse propósito.

Segundo Duarte (2018) entende-se como ensino tradicional o processo de ensino em que o professor é o detentor do conhecimento e o estudante é o receptor passivo, no entanto esse modelo de ensino vem sofrendo mudanças significativas uma vez que os discentes não devem mais apenas serem receptores passivos e sim serem os protagonistas de sua formação.

Dessa forma, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) propõe que a escola deve valorizar mais a voz do estudante a fim de favorecer um maior interesse e

engajamento do mesmo, na construção de seu conhecimento (Brasil, 2018). Por esse motivo, cada vez mais a comunidade escolar busca por metodologias eficazes para tornarem as aulas de Matemática mais dinâmicas e contextualizadas, fugindo assim do modelo tradicional de ensino.

Na busca por proporcionar uma educação de qualidade aos estudantes, surge a Modelagem Matemática como alternativa metodológica. Marcão, Oliveira e Santos (2021, p. 5) afirmam que "a Modelagem Matemática surgiu a partir do momento em que problemas práticos do cotidiano passaram a ser solucionados usando os conhecimentos matemáticos, evoluindo junto com a própria História da Matemática". Assim, essa abordagem integra a matemática a problemas reais vivenciados pelos estudantes.

Burak (2016) corrobora, argumentando que a Modelagem Matemática deve ser abordada de uma perspectiva distinta da Matemática Aplicada, sendo vista como uma metodologia de ensino específica para a Educação Básica. Nesse sentido, a Modelagem Matemática é introduzida no ambiente escolar com o propósito de conectar a realidade dos estudantes com os conceitos matemáticos, buscando integrar teoria e prática para alcançar êxito no processo de ensino.

De acordo com a BNCC "o conhecimento matemático é necessário para todos os alunos da Educação Básica, seja por sua grande aplicação na sociedade contemporânea, seja pelas suas potencialidades na formação de cidadãos críticos, cientes de suas responsabilidades sociais" (Brasil, 2018, p. 265).

Nesse contexto, todos os estudantes da Educação Básica devem ter acesso ao conhecimento matemático de forma significativa, por isso entende-se que a Modelagem Matemática como metodologia se torna uma aliada nesse processo, pois abordar os conceitos matemáticos contextualizados a uma temática presente na realidade do estudante poderá tornar o processo de ensino mais leve e dinâmico. Bassanezi (2002) alega que a modelagem eficiente permite fazer previsões, tomar decisões, explicar e entender, ou seja, participar do mundo real com capacidade de influenciar em suas mudanças.

Essa metodologia pedagógica pode proporcionar momentos de interação entre professor e estudante, pois é uma forma diferente de se estudar e ensinar matemática. Em corroboração Almeida e Dias (2004) diz que:

A Modelagem Matemática em sala de aula pode ser vista como uma atividade essencialmente cooperativa, onde a cooperação e a interação entre os alunos e entre professor e aluno têm um papel importante na construção do conhecimento. Por outro lado, a relação com a sociedade também pode ser fortemente estimulada, uma vez que o problema investigado pelo aluno tem nela a sua origem (Almeida; Dias, 2004, p. 5).

Diante desse contexto, a Modelagem Matemática pode surgir como uma perspectiva metodológica de grande potencial no ensino de Matemática. Ao incentivar a interação entre a realidade vivenciada pelos estudantes e os conceitos abordados em sala de aula, as atividades de modelagem podem contribuir para facilitar a construção do conhecimento dos estudantes.

Dessa forma, para aplicar a Modelagem Matemática como perspectiva metodológica é necessário o desenvolvimento de algumas etapas para alcançar os objetivos dessa abordagem e principalmente a construção do modelo matemático. Assim, nas atividades de Modelagem Matemática, a criação de modelos matemáticos surge como uma maneira de analisar os problemas levantados anteriormente pelos estudantes. De acordo com Almeida e Dias (2004) a Modelagem pode ser vista como um estudo matemático de um problema que não é essencialmente matemático, envolve a formulação de hipóteses e simplificações apropriadas na criação de modelos matemáticos para analisar o problema em questão.

Dessa forma, Bassanezi (2002) esclarece o conceito de modelo matemático como "um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam, de alguma forma, o objeto estudado" (Bassanezi, 2002, p. 20). Assim, nas atividades de Modelagem Matemática, é essencial construir um modelo matemático, que consiste em uma representação simplificada de um fenômeno, sistema ou situação da vida real, utilizando conceitos, equações e relações matemáticas.

Para Almeida, Silva e Vertuan (2012, p. 14) "Um modelo matemático pode ser escrito utilizando-se para isso diferentes sistemas de representação", no qual corrobora Barbosa (2001, p. 02) ao afirmar que "a compreensão de Modelagem é apresentada em termos do processo de construção do modelo matemático, traduzido em esquemas explicativos". Portanto, para realizar as atividades envolvendo Modelagem Matemática se estabelecem algumas etapas descritas por autores como Almeida, Silva e Vertuan (2012); Bassanezi (2002); Biembengut, (2009); e Burak (2010).

Almeida, Silva e Vertuan (2012) propõem um processo de Modelagem Matemática que se desenvolve em cinco fases distintas: Inteiração, Matematização, Resolução, Interpretação dos Resultados e Validação.

Na fase da Inteiração, ocorre o primeiro contato com a situação-problema, visando compreender suas características e especificidades. Essa fase conduz à formulação do problema e à definição de metas para sua resolução, com foco na escolha do tema e na busca de informações relevantes (ibidem).

A fase de Matematização é marcada pela transição entre diferentes linguagens e formas de representação para descrever a situação em termos matemáticos. Esse processo envolve a formulação de hipóteses, a seleção de variáveis relevantes e a simplificação das informações em relação ao problema definido na fase anterior, a Inteiração. Na fase da Resolução, constrói-se um modelo matemático que descreve a situação, permitindo analisar seus aspectos relevantes e responder às perguntas formuladas sobre o problema investigado (ibidem).

A Interpretação dos Resultados implica analisar a resposta obtida para o problema, sendo um processo avaliativo realizado pelos envolvidos na atividade. Isso implica também na “validação da representação matemática associada ao problema, considerando tanto os procedimentos matemáticos quanto a adequação da representação à situação em questão” (ibidem, p.16).

De acordo com Biembengut (2009, p. 21) a Modelagem Matemática de uma situação ou problema real deve seguir uma sequência de etapas, que serão descritas abaixo:

Percepção: requer da pessoa que vai fazer um modelo matemático – representação externa – que reconheça a situação problema (delimitação do problema) e familiarize-se com o assunto a ser modelado (referencial teórico);

Compreensão: é momento da matematização, etapa mais desafiante que exige do pesquisador compreensão suficiente para poder levantar hipóteses, formular um modelo matemático (desenvolvimento) e resolver o problema a partir do modelo (aplicação);

Significação – modelo: a última etapa é momento final em que se faz interpretação da solução e validação do modelo além da avaliação.

Dessa forma, na etapa da percepção deve acontecer uma interação com o assunto, sobre o reconhecimento do problema e familiarização com o assunto a ser modelado. Caso o modelo não atenda as perspectivas gerada nas hipóteses, devem retornar para a segunda etapa e tentar novamente, dessa forma os estudantes terão mais autonomia para a formação conceitual em matemática.

Bassanezi (2002) sugere as seguintes etapas Experimentação, Abstração, Resolução, Validação e Modificação.

Experimentação – É uma atividade essencialmente laboratorial onde se processa a obtenção de dados. Os métodos experimentais, quase sempre são ditados pela própria natureza do experimento e objetivo da pesquisa.

Abstração - É o procedimento que deve levar à formulação dos Modelos Matemáticos, nessa fase devem ocorrer a seleção de variáveis, a problematização ou formulação aos problemas teóricos numa linguagem própria da área em que se está trabalhando, a formulação de hipóteses e a simplificação.

Resolução de modelos - atividade própria do matemático, podendo ser completamente desvinculada da realidade modelada.

Validação - É o processo de aceitação ou não do modelo proposto.

Modificação - Alguns fatores ligados ao problema original podem provocar a rejeição ou aceitação dos modelos, podendo ocorrer sua modificação.

Barbosa (2001) pensando na integração da modelagem no currículo e assumindo que essa integração não é tão simples o autor sugere que essa integração deve ser de diversas formas, para que os professores e estudantes sejam encaminhados para o ambiente de aprendizagem que a Modelagem Matemática proporciona, de investigação e conexão com o cotidiano dos estudantes.

Assim, cada configuração curricular de Modelagem é vista em termos de casos, referindo-se às diferentes possibilidades de organização curricular da Modelagem. Barbosa (2001, p. 9) apresenta esses três casos que mostra a participação do professor nas etapas de modelagem.

Caso 1. O professor apresenta a descrição de uma situação-problema, com as informações necessárias à sua resolução e o problema formulado, cabendo aos estudantes o processo de resolução.

Caso 2. O professor traz para a sala um problema de outra área da realidade, cabendo aos discentes a coleta das informações necessárias à sua resolução.

Caso 3. A partir de temas não-matemáticos, os estudantes formulam e resolvem problemas. Eles também são responsáveis pela coleta de informações e simplificação das situações-problema.

Desse modo, os casos mencionados por Barbosa (2001) para enfatizar a participação do professor nas etapas de Modelagem Matemática direcionam-se para a potencialização do processo de construção do conhecimento dos estudantes uma vez que eles ganham confiança ao decorrer das etapas e conseguem formular e resolverem problemas reais.

Nesse cenário, onde a modelagem proporciona ao estudante a capacidade de pensar e agir numa situação social o processo de ensino e aprendizagem se torna significativo, as competências específicas de matemática indicadas pela BNCC propõe como realizar o processo de ensino aos estudantes e aliada a temática Modelagem Matemática uma das competências afirma que é necessário “desenvolver o raciocínio lógico, o espírito de investigação e a capacidade de produzir argumentos convincentes, recorrendo aos conhecimentos matemáticos para compreender e atuar no mundo.” (Brasil, 2018, p. 267).

1.4 Modelagem Matemática Na Perspectiva De Dionísio Burak

A trajetória de Dionísio Burak e sua contribuição para a Modelagem Matemática foram construídas ao longo de vários anos, a partir de experiências acumuladas em seu mestrado, doutorado, orientações acadêmicas, publicações e trabalhos desenvolvidos em contextos escolares. Todas essas vivências foram fundamentais para que o autor elaborasse uma concepção própria de Modelagem Matemática.

As primeiras manifestações da Modelagem Matemática marcaram um ponto de mudanças no ensino da Matemática no Brasil, ao introduzir novas perspectivas para a prática pedagógica e para a formação de educadores (Burak, 2016). Inicialmente, a Modelagem Matemática foi compreendida como uma vertente da Matemática Aplicada. No entanto, segundo Burak (2016) ao longo do processo de consolidação dessa abordagem, ocorreram transformações significativas na forma de concebê-la, especialmente no que se refere ao papel da Modelagem no ensino e na aprendizagem da Matemática.

Dessa forma, Dionísio Burak iniciou sua trajetória fortemente focada na abordagem clássica da Modelagem, alinhada à perspectiva da Matemática Aplicada. No entanto, ao longo da sua experiência, essa concepção foi sendo gradualmente adaptada e reformulada para atender às singularidades do ensino na Educação Básica. Com isso, o autor passou a conceber a Modelagem como uma metodologia de ensino da Matemática, voltada para promover uma aprendizagem mais significativa nesse nível de ensino.

O embasamento teórico de Burak (1992; 2016) é sustentado por bases nas teorias Construtivista, Sociointeracionista e da Aprendizagem Significativa. Segundo

o autor, “do ponto de vista epistemológico, considerar a construção do conhecimento e a interação que o sujeito exerce sobre o objeto de conhecimento é fundamental para uma atividade de Modelagem” (Burak, 2013, p. 45), destacando a importância do papel ativo do estudante no processo de aprendizagem.

Diante desse contexto, a presente pesquisa fundamenta-se na concepção de Modelagem Matemática na perspectiva de Burak (1992, 1998, 2010, 2016). O autor destaca que, ao longo do desenvolvimento das etapas da modelagem, há uma transformação na maneira tradicional de abordar o ensino da matemática na escola. Isso porque, durante o processo de construção do modelo matemático, os estudantes podem identificar a possibilidade de utilizar diferentes modelos para representar e resolver o mesmo problema. Em outras palavras, não há necessariamente uma única forma correta de solucionar a questão, mas sim vários caminhos que podem levar a respostas adequadas.

Nesse sentido, Burak (1998) ressalta que os conteúdos matemáticos do currículo são mobilizados de acordo com as demandas do problema em questão. Assim, nem sempre é possível antecipar quais conteúdos matemáticos serão necessários para a resolução do problema proposto, uma vez que a situação pode exigir a integração de diversos conteúdos para a construção de soluções resolvidas. Assim, o conteúdo matemático do currículo pode emergir durante as aplicações das etapas da Modelagem Matemática.

Burak (2010) propõe cinco etapas que podem favorecer a implementação da Modelagem Matemática em sala de aula: escolha do tema, pesquisa exploratória, levantamento dos problemas, resolução dos problemas e desenvolvimento dos conteúdos no contexto do tema, e análise crítica das soluções.

A primeira etapa é a escolha do tema, segundo o autor o tema deve ser escolhido com base no interesse e na curiosidade dos estudantes, conforme a primeira premissa mencionada. A pesquisa exploratória, segunda etapa, é o momento em que os estudantes se reúnem para coletar dados, permitindo que se envolvam e discutam as problemáticas que os cercam.

Na terceira etapa, ocorre o levantamento dos problemas, na qual os estudantes realizam atividades como coleta de informações, elaboração de hipóteses, análise e tomada de decisões, tornando-se mais autônomos. Na quarta etapa, o conteúdo matemático ganha importância e significado, pois os estudantes começam a resolver os problemas e a desenvolver os conteúdos no contexto do tema.

Por fim, a última etapa, conforme Burak (2004), é a análise crítica das soluções, na qual ocorre o aprofundamento tanto dos aspectos matemáticos quanto dos não matemáticos trabalhados durante a prática com Modelagem Matemática. Assim, o professor analisa e discute com os estudantes as soluções encontradas, as hipóteses levantadas e a relação entre elas.

Portanto, a concepção de Modelagem Matemática proposta por Burak (2010; 2016) fundamenta-se em duas premissas essenciais. A primeira diz respeito ao interesse do grupo de pessoas envolvidas no processo, considerando que a motivação e o engajamento dos participantes são fatores determinantes para o desenvolvimento significativo da modelagem. A segunda questão refere-se à importância da coleta de dados diretamente no ambiente em que o problema está inserido, o que possibilita uma compreensão mais contextualizada e concreta da situação a ser modelada. Dessa forma, para o autor, a Modelagem Matemática se estabelece como uma atividade que integra o interesse dos assuntos e a realidade do contexto, promovendo uma aprendizagem mais autêntica e significativa.

2 Estudos recentes

Neste capítulo, são apresentados os resultados de uma revisão sistemática da literatura (RSL) cujo objetivo foi sintetizar os trabalhos sobre Modelagem Matemática aplicada à aprendizagem sociocultural nos últimos anos e identificar lacunas existentes na temática. A revisão sistemática é um tipo de revisão da literatura que busca sintetizar o conhecimento científico existente sobre um determinado tema. Ela apresenta de forma clara e concisa os procedimentos metodológicos utilizados, seguindo critérios bem definidos em seu desenvolvimento.

Conforme Brizola e Fantin (2017), a Revisão Sistemática da Literatura (RSL) pode ajudar os pesquisadores a compararem os dados coletados por eles com os de pesquisas anteriores, pois destaca as pesquisas recentes realizadas na área. Além disso, a RSL evita que o pesquisador repita informações já conhecidas ou refute descobertas já estabelecidas, além de impedir a busca por respostas a questões que já foram respondidas.

Primeiramente, foi elaborado um protocolo da RSL, com o objetivo de orientar a pesquisa. Em seguida, procedeu-se com as cinco etapas definidas por Mendes e Pereira (2020) para a realização de uma revisão sistemática, que são: I - Definição do objetivo e da pergunta da pesquisa; II - Busca dos trabalhos relevantes; III - Seleção dos estudos adequados; IV - Análise das produções selecionadas; V - Apresentação dos resultados da revisão sistemática.

Conforme a primeira etapa descrita por Mendes e Pereira (2020) definiu-se as perguntas para nortear as RSL: O que se mostra nos trabalhos na área de Ensino e Educação Matemática nos últimos 10 anos, quanto as práticas de Modelagem Matemática desenvolvidas com estudantes dos Anos Finais do Ensino Fundamental? Quais relações são identificadas nos artigos selecionados entre a Modelagem Matemática e uma teoria de aprendizagem? Assim, definiu-se o objetivo como realizar um RSL acerca dos trabalhos realizados no período de 2014 a 2023 em relação ao tema Modelagem Matemática no ensino de matemática nos Anos Finais do Ensino Fundamental.

Em seguida, iniciou-se a busca por trabalhos relevantes, escolhendo-se bases de dados que contemplassem a literatura nacional em Modelagem Matemática, com referências conceituadas na área de Educação Matemática. Optou-se por realizar a

busca nas bases de dados Scientific Electronic Library Online (SciELO), no portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Foram utilizados os seguintes descritores: "Modelagem Matemática" AND "Ensino Fundamental" e "Modelagem Matemática" AND "anos finais".

Na terceira etapa, que diz respeito à busca por trabalhos adequados, a seleção dos mesmos ocorreu através dos critérios de inclusão e exclusão previamente definidos no protocolo da RSL, conforme apresentado no quadro a seguir:

Quadro 1 - Critérios de inclusão e exclusão

| <i>Critério de Inclusão</i> | <i>Critério de Exclusão</i> |
|--|---|
| I- Possuir relação com a Modelagem Matemática | Não possui relação com a Modelagem Matemática. |
| II- Trabalhos entre 2014-2023 | Trabalhos anteriores a 2014 e posteriores a 2023. |
| III- Língua Portuguesa | Esteja na Língua Estrangeira. |
| IV- A produção deve ser um artigo científico publicado em um periódico com <i>qualis</i> de A1 a B2. | Produções como TCC, Dissertações, Teses, Jornais, Manuscritos, Resenha Crítica, entre outros. |
| V- A pesquisa encontrada deve ser uma aplicação da Modelagem Matemática | A produção apresenta apenas um estudo teórico sobre o tema. |
| VI- A pesquisa deve ser aplicada em turmas do ensino fundamental anos finais | As pesquisas desenvolvidas no ensino fundamental anos iniciais, Ensino Médio e Ensino Superior. |

Fonte: Autoria própria.

Após a seleção dos trabalhos com base nos critérios de inclusão e exclusão estabelecidos anteriormente, avançou-se para a quarta etapa da RSL no que tange a análise das produções selecionadas. Para analisar os dados, foi adotada a estratégia de realizar uma leitura completa das produções para identificar os dados comuns e detectar as categorias emergentes e relevantes com o objetivo de responder as perguntas norteadoras.

A última etapa consiste na apresentação dos resultados da revisão sistemática. Após as leituras dos trabalhos, elencaram-se três tópicos que auxiliam na resposta às perguntas norteadoras da RSL.

Durante a pesquisa nas bases de dados, foram identificados 2281 estudos com as palavras-chave selecionadas, sendo 319 na SCIELO e 1962 no Portal de Periódicos da CAPES. Após uma análise mais detalhada, foram excluídas as

produções que não atendiam aos critérios de inclusão, resultando em 14 artigos para análise, conforme Quadro 2.

Quadro 2 - Seleção dos trabalhos, conforme critérios de inclusão

| Periódico | Total de estudos (somente com as palavras-chaves) | Critérios de inclusão I, II, III e IV. | Todos os critérios de inclusão anteriores foram mantidos, além do critério V. | Todos os critérios de inclusão anteriores foram mantidos, além do critério VI. |
|---------------|---|--|---|--|
| CAPES | 1962 | 632 | 51 | 12 |
| SCIELO | 319 | 83 | 19 | 2 |
| TOTAL | 2281 | 715 | 70 | 14 |

Fonte: Autoria própria.

Esses 14 estudos foram então analisados e para facilitar a exposição dos resultados, apresentamos a seguir as principais características de cada obra. O Quadro 3 resume a caracterização das investigações, incluindo o código de seleção, título, objetivo, bases de dados de origem, autores, ano de publicação.

Quadro 3 - Descrição dos trabalhos selecionados

| Código | Título | Objetivo | Base de dados | Autores (ano de publicação) |
|--------|--|---|---------------|-------------------------------|
| A1 | Porcentagem: uma proposta para o Ensino Fundamental de Modelagem Matemática a partir do controle calórico de alimentos | Investigar, por meio da realidade do aluno, o controle calórico dos alimentos consumidos diariamente por ele, contribuindo de forma significativa na aprendizagem dos conceitos de porcentagem. | CAPES | Michelon e Meggiolaro (2020) |
| A2 | Educação Financeira na Escola Básica: um experimento com Modelagem Matemática | Evidenciar a importância e inserção da temática de estudo da educação financeira já na escola básica. | CAPES | Silva e Reinheimer (2019) |
| A3 | Integração STEM na Educação Básica veiculada por atividades de Modelagem Matemática com experimentação | Investigar como a educação STEM é mobilizada no desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática com experimentação. | CAPES | Silva, Araki e Borssoi (2022) |
| A4 | Modelagem Matemática e o ensino remoto no contexto da pandemia | Fazer uma análise sobre a viabilidade de se desenvolver remotamente uma | CAPES | Reis (2021) |

| | | | | |
|-----|--|--|-------|--|
| | | atividade de Modelagem Matemática por meio de recursos suportados pelas tecnologias digitais de informação e comunicação. | | |
| A5 | Explorando conceitos estatísticos por meio da Modelagem Matemática: uma proposta para a Educação do Campo | Discutir em que medida questões culturais aliadas à Modelagem Matemática podem contribuir e proporcionar aos alunos uma Aprendizagem Significativa. | CAPES | Vargas e Bisognin (2020) |
| A6 | A Modelagem Matemática na construção de uma horta sustentável: uma perspectiva socioambiental | Apresentar o relato da utilização do conhecimento matemático, como instrumento político-social, na construção de uma horta sustentável por estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, por meio da Modelagem Matemática (MM). | CAPES | Eça e Madruga (2021) |
| A7 | Comunicação Dialógica na Articulação dos Conhecimentos Matemático, Tecnológico e Reflexivo a Partir de uma Prática de Modelagem na Educação Básica | Evidenciar a relevância da comunicação dialógica na articulação dos conhecimentos matemático, tecnológico e reflexivo a partir de uma atividade de Modelagem Matemática evidenciando a necessidade da interpretação dos modelos matemáticos. | CAPES | Dalvi, Rezende e Lorenzoni (2020) |
| A8 | Diferentes encaminhamentos para um mesmo tema em atividades de Modelagem Matemática | Discutir como diferentes atividades de Modelagem Matemática podem surgir de um mesmo tema de interesse. | CAPES | Castro e Veronez (2018) |
| A9 | Práticas de Modelagem Matemática e dimensões da aprendizagem da geometria | Investigar como a aprendizagem da geometria acontece nas práticas de Modelagem Matemática. | CAPES | Brito e Almeida (2021) |
| A10 | A Matemática da confecção de roupas: da aprendizagem significativa ao vestir-se bem | Apresentar as contribuições que um ambiente de Modelagem Matemática proporciona para a aprendizagem de conteúdos matemáticos. | CAPES | Bitencourt, Felicetti e Hoernig (2019) |

| | | | | |
|-----|--|--|--------|-----------------------------------|
| A11 | Intervenções docentes em atividades de Modelagem Matemática: foco na matematização | Apresentar uma discussão referente à avaliação e ao desenvolvimento de competências envolvidas no processo de matematização de uma atividade experimental investigativa em contexto de Modelagem Matemática. | CAPES | Araki, Silva e Mendes (2021) |
| A12 | Uma possível aproximação da Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica e os registros de representação semiótica | Aproximar a Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica da teoria dos registros de representação semiótica analisando a formação do conceito do número racional | CAPES | Dalvi, Rezende e Lorenzoni (2020) |
| A13 | Aspectos da educação ambiental crítica no ensino fundamental por meio de atividades de Modelagem Matemática | Apresentar e discutir as implicações da prática da educação ambiental na disciplina de Matemática em turmas do 9º ano do ensino fundamental à luz das perspectivas conservadora e crítica da educação ambiental e de aspectos teórico-metodológicos da modelagem matemática. | SCIELO | Costa e Pontarolo (2019) |
| A14 | Modelagem Matemática e o Desenvolvimento do Pensamento Integral | Propor e caracterizar uma primeira versão de um constructo teórico denominado pensamento integral. | SCIELO | Araújo e Avelar (2022) |

Fonte: Autoria própria.

Após a seleção e análise dos trabalhos, emergiram informações que foram agrupadas em três categorias: a) Modelagem Matemática como proposta de ensino nos anos finais do ensino fundamental; b) Interação entre a Modelagem Matemática e outras áreas do conhecimento (MM: um diálogo com outras áreas do conhecimento); c) Linhas teóricas de fundamentação das propostas de Modelagem Matemática. Dessa forma, os resultados obtidos na análise dessas produções são apresentados.

2.1 Modelagem Matemática como Proposta de Ensino nos Anos Finais do Ensino Fundamental

A Modelagem Matemática busca enriquecer o ensino de matemática ao contextualizar os conteúdos matemáticos com a realidade dos estudantes. Nesse sentido, percebe-se a importância de incorporar essa metodologia como proposta de ensino nos anos finais do ensino fundamental.

No entanto, a pesquisa de Pereira, Dalto e Silva (2020) indica que, embora haja um campo vasto para estudos e pesquisas sobre a Modelagem e o ensino, o número de experiências nos anos finais do Ensino Fundamental ainda não é tão expressivo. Isso revela a carência de abordagens direcionadas a esse nível de escolaridade. Dessa forma, foram analisados somente 14 trabalhos encontrados nas bases de dados que estão direcionados aos anos finais do ensino fundamental.

Na análise das pesquisas nesta revisão, percebeu-se a necessidade de romper com práticas pedagógicas que abordam o ensino de matemática de forma mecânica e descontextualizada. Em relação ao desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática para os anos finais do ensino fundamental, os artigos apresentam diversas concepções sobre a Modelagem Matemática, bem como metodologias de aplicação variadas.

A concepção para a Modelagem Matemática (MM) adotada nos estudos A7, A12, A13 e A14 refere-se a um ambiente de aprendizagem descrito por Barbosa (2001, 2004). Segundo Barbosa (2004), a adoção da Modelagem Matemática como ambiente de aprendizagem convida os estudantes a questionar e investigar situações do cotidiano ou de outras disciplinas, utilizando a matemática como ferramenta. Dessa forma, os estudos que adotam essa concepção apresentaram em seus trabalhos um convite para os estudantes dos anos finais do ensino fundamental indagar situações reais da realidade por meio da matemática.

Os estudos A1 e A5 consideram a MM como uma metodologia no ensino da Matemática, os estudos apresentam essa concepção para a Modelagem afirmando que essa metodologia pode proporcionar aos estudantes uma melhor compreensão dos conceitos matemáticos.

Nas pesquisas A3 e A9 abordam a concepção de prática pedagógica para o ensino de Matemática, enquanto o artigo A10 e A11 enfatizam como concepção de

MM como sendo uma ferramenta pedagógica e alternativa pedagógica respectivamente. Embasados pela concepção de Burak (2004) o artigo A4 evidencia a MM como um conjunto de procedimentos. O artigo A6 salienta que a MM refere-se a um método aplicado ao ensino, conforme descreve Biembengut (2016).

Os estudos A2 e A8 não assumem uma concepção fixa para a Modelagem Matemática, mas se enquadram nas definições e etapas colocadas pelos autores Bassanezi (2002), Biembengut e Hein (2007) e Almeida, Silva e Vertuan (2013).

2.2 Modelagem Matemática: Um diálogo com outras áreas do conhecimento

A utilização da Modelagem Matemática no ensino de matemática contribui para a formação dos estudantes, auxiliando no desenvolvimento da habilidade de resolver problemas que são relevantes para a realidade local. Segundo Biembengut (2012, p. 126) "a Modelagem Matemática proporciona aos estudantes a capacidade de utilizar a matemática na resolução de problemas e na tomada de decisões em outras áreas do conhecimento e em diferentes contextos, para além dos limites escolares".

Os artigos analisados demonstram a aplicação da Modelagem Matemática em diversos contextos interdisciplinares. No estudo A1, os autores propuseram uma abordagem utilizando a Modelagem Matemática que se conectava com a realidade dos estudantes, incluindo um diálogo com outra área do conhecimento, o controle calórico dos alimentos consumidos diariamente. Essa proposta foi implementada em uma turma do 7º ano do Ensino Fundamental. Os autores afirmam que a adoção da Modelagem Matemática e o diálogo com a temática dos alimentos contribuíram significativamente para o ensino dos conceitos de porcentagem para essa turma.

O trabalho A11 buscou estabelecer conexões entre atividades experimentais investigativas e a prática da Modelagem Matemática com estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental. Assim como no estudo A1, que abordou a temática dos alimentos, o estudo A11 também se concentrou nessa área do conhecimento. Nele, os estudantes tiveram que identificar o calor liberado na combustão de diversos alimentos e sua relação com algumas variáveis, como a massa do alimento, o volume do frasco dentro do calorímetro e o valor energético do alimento.

Na pesquisa A2 foi realizado um experimento de ensino no Ensino Fundamental, utilizando a Modelagem Matemática para abordar conceitos de

Educação Financeira. Durante o estudo, foram discutidos temas como despesas, receitas, gastos supérfluos, planejamento e poupança. Os autores destacaram que a pesquisa permitiu aos discentes desenvolverem estratégias, tornando-os críticos, capazes de criar e implementar planos de ação individuais e coletivos, resultando no crescimento de todos os envolvidos.

No estudo A3, os autores investigaram como a educação STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) é mobilizada no desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática com experimentação. Eles propuseram atividades que combinam Modelagem Matemática e experimentação, as quais foram desenvolvidas com uma turma de 12 estudantes do 9º ano de uma escola particular. A turma foi dividida em três grupos, sendo que cada grupo escolheu um tema para o experimento de sua atividade. Os temas escolhidos foram o efeito crioscópico do sal, slime e pilha de limão. Esse estudo mostra como a Modelagem Matemática pode ser integrada a outras áreas do conhecimento, proporcionando uma abordagem mais ampla e interdisciplinar.

Em A4 foi realizada uma análise sobre a viabilidade de desenvolver uma atividade de Modelagem Matemática remotamente, utilizando recursos apoiados pelas tecnologias digitais de informação e comunicação. A atividade foi proposta e conduzida com uma turma do nono ano do ensino fundamental, na qual os estudantes escolheram o tema para desenvolver a atividade de modelagem. Assim, como nos demais trabalhos envolvendo Modelagem, os estudantes optaram por uma temática envolvendo outra área do conhecimento, optando por estudar sobre vendas. Como resultado dessa interação, a autora afirma que a metodologia da modelagem se mostrou eficaz na associação dos conteúdos curriculares com a matemática aplicada na vida dos discentes.

A Modelagem Matemática envolve uma série de relações do mundo real, abrangendo atividades econômicas de uma determinada localidade. O estudo A5 relata a experiência dos autores em uma aplicação dessa atividade com um grupo de estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola rural na região oeste do estado do Rio Grande do Sul, com a temática da Pesca. Os autores destacam que um dos resultados desse trabalho foi a capacidade de ressaltar aspectos como a contribuição da Pesca para a economia e sua importância para a comunidade.

O estudo E8 tem como objetivo discutir como diferentes atividades de Modelagem Matemática podem surgir a partir de um mesmo tema de interesse. Para

analisar essa questão, os autores aplicaram a atividade de Modelagem Matemática, escolhendo o tema da fumicultura, que era familiar aos participantes e considerado mais fácil para buscar informações. Um dos resultados obtidos foi a capacidade de compreender e descrever situações reais utilizando conhecimentos matemáticos, o que possibilitou o desenvolvimento de duas atividades de Modelagem Matemática com o mesmo tema: fumicultura.

O estudo A9 investigou como a aprendizagem da geometria ocorre nas práticas de Modelagem Matemática. Os dados dessa pesquisa foram obtidos por meio do desenvolvimento de práticas de modelagem com duas turmas de estudantes do ensino fundamental. A questão em foco foi a discussão de um local adequado para a construção de uma escola de período integral para o ensino médio. Como resultado, os autores afirmam que a prática desenvolvida permitiu analisar como os estudantes aprendem a utilizar o conceito geométrico de centroide para determinar o centro médio de uma população.

Na pesquisa A10, os autores destacam as contribuições que um ambiente de Modelagem Matemática oferece para a aprendizagem de conteúdos matemáticos. A atividade de modelagem foi relacionada de forma relevante a outra área do conhecimento, que foi a confecção de roupas. De acordo com os autores, os modelos estudados e trabalhados correspondem à modelagem de roupas, um processo que envolve conceitos de geometria e estatística, relacionados às medidas e grandezas.

Durante a análise dos trabalhos selecionados para essa revisão, foi possível observar diversos diálogos da Modelagem Matemática com outras áreas do conhecimento. No entanto, uma área em particular se destacou, pois estava presente em vários dos trabalhos analisados. Os estudos A6, A7, A12, A13 e A14 abordaram temáticas relacionadas as questões ambientais, como horta sustentável, consumo de água, rompimento de barragem e educação ambiental.

Ao analisar os trabalhos que desenvolveram atividades com Modelagem Matemática nos anos finais do Ensino Fundamental, nota-se que todos apresentaram alguma temática relacionada ao contexto da realidade dos estudantes. Isso estabelece um diálogo entre a Modelagem Matemática e outras áreas do conhecimento.

2.3 Linhas Teóricas de Fundamentação para as propostas de Modelagem Matemática

No que se refere à relação entre as concepções sobre Modelagem Matemática e o embasamento teórico, Zukauskas (2012), em sua pesquisa, enfatiza as contribuições de Barbosa, Burak e Caldeira, os quais defendem que a adoção da teoria possibilita deslocar o foco da visão Matemática para uma visão dialógica em relação ao Ensino e à Aprendizagem.

O objetivo das pesquisas e dos professores que propõem a Modelagem Matemática como uma alternativa é potencializar o ensino de matemática e promover a aprendizagem dos estudantes. Segundo Viecili (2006, p. 19), para atingir esse objetivo, “não basta ao professor preparar uma boa aula e trabalhar bem os conteúdos; ele deve ter claras as concepções teóricas que fundamentam a sua prática”.

O estudo A2 aborda aspectos da Educação Financeira por meio da Modelagem Matemática. Os autores apresentam reflexões sobre as ações executadas durante as atividades, evidenciando encaminhamentos teóricos na direção da Educação Matemática Crítica. Dessa forma, a pesquisa viabiliza a análise dos resultados sob a perspectiva de Skovsmose (2001), que defende a educação crítica.

A pesquisa A3, aborda o acrônimo STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), que representa um movimento chamado Educação STEM, enfatizando a Ciência, a Tecnologia, a Engenharia e a Matemática. O estudo investigou-se como a Educação STEM é aplicada no desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática com experimentação por estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental. Os resultados e reflexão dessa pesquisa são subsidiadas pelo quadro teórico relativo à Modelagem Matemática e experimentação, bem como por articulações entre Modelagem Matemática e Educação STEM.

Os estudos A5 e A10 analisam atividades de Modelagem Matemática desenvolvidas com base na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, a qual enfatiza a importância de valorizar o conhecimento prévio dos estudantes como âncora para a construção de significados mais elaborados. Os resultados das pesquisas demonstraram que os estudantes alcançaram aprendizagem significativa tanto em relação à matemática e à pesca, quanto à matemática e ao design de moda.

Dessa forma, a análise dos resultados foi fundamentada na teoria da aprendizagem significativa, que destaca a interação entre os conhecimentos novos e os prévios.

Na pesquisa A7, os autores abordam a importância de articular os conhecimentos matemáticos, tecnológicos e reflexivos na educação matemática, visando favorecer a formação cidadã dos estudantes. Eles fundamentam suas atividades de Modelagem Matemática no Modelo de Cooperação Investigativa (Modelo CI) de Alro e Skovsmose. Esse modelo destaca que a comunicação em sala de aula influencia diretamente na qualidade da aprendizagem, sendo essencial que seja vista como uma oportunidade na qual cada perspectiva verbalizada pode ser o ponto de partida para uma investigação, contribuindo assim para a aquisição de novos conhecimentos tanto por parte do professor quanto dos estudantes.

O objetivo do estudo E9 é compreender como a aprendizagem da geometria acontece nas práticas de Modelagem Matemática, para a análise da pesquisa fundamentaram-se em um estudo que propõem uma taxonomia de seis situações que demandam a construção de um modelo numa prática de modelagem. Os autores propõem um quadro teórico que identifica seis dimensões da aprendizagem da geometria mediada por práticas de modelagem.

A pesquisa A12 apresenta uma linha teórica de fundamentação para sua proposta de Modelagem Matemática, os autores analisam a aplicação da atividade por meio da teoria dos registros de representação semiótica de Raymond Duval. Segundo Duval (2009) as representações semióticas, além de cumprirem a função de comunicação, desempenham um papel essencial no desenvolvimento das representações mentais, que dependem da interiorização de representações semióticas.

O estudo A14 propõe caracterizar uma primeira versão de um constructo teórico denominado pensamento integral, a proposta de atividade com Modelagem Matemática relaciona-se com a temática rompimento da barragem de rejeitos e os autores fundamentam-se em um estudo que propõem quatro marcos conceituais para uma estrutura hierárquica que se encaminha para o conceito de integração.

Dos quatorze artigos analisados, seis não apresentam linhas teóricas para fundamentar suas propostas de Modelagem Matemática. São eles os estudos A1, A4, A6, A8, A11 e A13. Essa ausência de fundamentação teórica sugere uma possível manutenção de uma visão tradicional da Matemática, sem considerar abordagens

mais contemporâneas que poderiam enriquecer o processo de ensino e aprendizagem.

2.4 Consideração sobre o Capítulo: Lacunas existentes

Com base nas considerações presentes nos estudos teóricos e nas pesquisas empíricas analisadas e relacionadas, é possível identificar diversas concepções para a Modelagem Matemática. No entanto, há um consenso entre os autores de que a Modelagem Matemática surge no cenário educacional com o propósito de aprimorar o ensino de Matemática.

É importante ressaltar também a escassez de trabalhos relacionados à aplicação da Modelagem Matemática nos anos finais do ensino fundamental. As contribuições da Modelagem Matemática para o ensino de Matemática nessa etapa são vastas, pois essa abordagem proporciona aos estudantes uma participação ativa nas aulas, estimula a reflexão crítica, promove aulas dinâmicas, favorece a interação entre estudantes e professores, contextualiza os conteúdos e atribui sentidos e significados aos mesmos.

Ao analisar os estudos, foi observado que todos eles estabelecem uma relação entre a Modelagem Matemática e outros temas, evidenciando que essa abordagem proporciona uma série de conexões com situações do cotidiano, tais como cultura, economia e diversos conteúdos de outras áreas do conhecimento. Isso indica que, de fato, os estudos futuros que investigarem a Modelagem Matemática devem seguir essa estratégia de relacionar a temática com o contexto sociocultural dos estudantes.

Outro ponto analisado nos trabalhos diz respeito à adoção de linhas teóricas para fundamentar as propostas de Modelagem Matemática. Foi observado que seis pesquisas não adotaram essa fundamentação para suas práticas de MM, fazendo apenas descrições das práticas com Modelagem sem estabelecer relações com a abordagem e o ensino e aprendizagem de Matemática.

Enquanto as outras pesquisas que se fundamentaram em uma teoria conseguiram deixar claro as concepções teóricas que embasam sua prática, evidenciando um diálogo entre a prática de MM e o ensino e aprendizagem de matemática. Esse resultado evidencia uma lacuna nos estudos sobre MM, indicando

que é necessário que as pesquisas nessa área adotem uma linha teórica para fundamentar suas práticas.

3 APRENDIZAGEM SOCIOCULTURAL

Neste capítulo, são discutidos os aspectos relacionados à Teoria Sociocultural de Vygotsky, apresentando o contexto histórico em que o autor desenvolveu sua teoria, além da abordagem de Vygotsky para a educação, com destaque para suas principais contribuições nesse campo.

3.1 A Teoria Sociocultural de Vygotsky

As condições que determinam os caminhos que o trabalho de um pesquisador seguirá estão intimamente ligadas ao contexto histórico e geográfico em que ele nasce e vive. Segundo Duarte (1996), o pensamento de Lev S. Vygotsky foi profundamente influenciado pelo contexto histórico em que ele viveu, marcado pela busca da construção de uma sociedade socialista. Diante desse contexto, as obras de Vygotsky estão alinhadas com os reflexos de sua época, marcada pelo auge revolucionário em todas as esferas.

Para contextualizar melhor esse período e compreender o contexto da teoria de Vygotsky é importante abordar alguns dados cronológicos e biográficos do autor. O período que vai do nascimento ao início da vida adulta coincide com um momento de intensas turbulências políticas e sociais na Rússia. Segundo Rego (2014) havia uma preocupação para que as produções acadêmicas buscassem desenvolver abordagens históricas para a pesquisa de diferentes objetos de estudos. No qual Oliveira (1997, p. 14) relata que:

O momento histórico vivido por Vygotsky, na Rússia pós-Revolução, contribuiu para definir a tarefa intelectual a que se dedicou, juntamente com seus colaboradores: a tentativa de reunir, num mesmo modelo explicativo, tanto os mecanismos cerebrais subjacentes ao funcionamento psicológico, como o desenvolvimento do indivíduo e da espécie humana, ao longo de um processo sócio-histórico.

Lev Semenovich Vygotsky nasceu em 17 de novembro de 1896 em Orsha na Bielo-Rússia, era membro de uma família judia, sendo o segundo de oito irmãos, seu pai era chefe de departamento em um banco e sua mãe professora formada, mas não exercia a profissão.

De acordo com Veer e Valsiner (1996) a família de Vygotsky tinha condições financeiras para garantir uma educação de qualidade aos seus filhos, eles moravam em um apartamento espaçoso que possuía biblioteca e os todos os filhos tinham tutores particulares para auxiliar nos estudos. Assim, Lev cresceu em um ambiente de estimulação intelectual e desde cedo ele se interessou por várias áreas do conhecimento, tinha um enorme gosto pela leitura e através dessa constante prática tomou gosto pelos estudos e aprendeu diversas línguas.

Sua educação formal foi realizada em casa pelos tutores até os 15 anos de idade, somente a partir dessa idade que começou a frequentar um colégio privado, formando-se com uma medalha de ouro em 1913. A admissão de Vygotsky na universidade foi influenciada pelo fato de ele ser judeu. Na época, durante o regime da Rússia czarista, foi estabelecida uma cota para a admissão de estudantes judeus em instituições de ensino superior (ibidem).

Tanto as universidades de Petersburgo quanto as de Moscou tinham uma cota equivalente a três por cento. Isso significava que os estudantes judeus com medalha de ouro tinham sua vaga garantida. No entanto, para surpresa de Vygotsky, quando chegou a sua vez, o ministro da educação anunciou que a matrícula de estudantes judeus seria feita por sorteio. Essa notícia foi particularmente difícil para ele, pois, nesse caso, sua conquista da medalha de ouro praticamente não teve impacto (ibidem).

No entanto, Vygotsky foi um dos poucos afortunados que conseguiu uma vaga e iniciou seus estudos em Moscou. Mais uma vez, sua origem judaica teve influência na escolha de suas disciplinas. Dado que os judeus não tinham permissão para serem funcionários públicos, por isso não optou por História e Filosofia, já que isso o limitaria a ser apenas um professor particular. Em vez disso, escolheu cursar Direito, mesmo diante da insistência de seus pais para que ele optasse por Medicina (ibidem).

Inicialmente, Lev chegou a se candidatar para o curso de Medicina, mas um mês depois mudou para Direito, formando-se em 1917. Paralelamente à sua carreira universitária principal, ele participou de outros cursos, incluindo filosofia e história. Além disso, aprofundou seus estudos em psicologia, literatura e filosofia, contribuindo significativamente para o desenvolvimento de sua carreira profissional (ibidem).

Com o objetivo de aprofundar sua compreensão do funcionamento psicológico humano, Lev dedicou-se também ao estudo da medicina, realizando parte de seus estudos em Moscou e parte em Kharkov. Seu interesse particular voltou-se para

questões neurológicas, demonstrando sua busca por uma compreensão abrangente da psicologia. O percurso acadêmico do psicólogo, assim como sua carreira profissional, foi notavelmente caracterizado pela interdisciplinaridade. Ele transitou por diversas áreas, desde artes e linguística até cultura, ciências sociais, psicologia e outros, conforme destacado por Rego (2014).

Dessa forma, aos 21 anos, após a Revolução Russa de 1917, Vygotsky iniciou sua carreira como psicólogo, ele destacou-se ao compartilhar suas ideias em diversas instituições, ministrando palestras sobre literatura, ciências e psicologia. Nesse período, já demonstrava uma preocupação notável com questões relacionadas à pedagogia. O interesse de Vygotsky pela psicologia acadêmica teve origem em sua experiência ao lidar com crianças que apresentavam defeitos congênitos. De acordo com Rego (2014), essa vivência motivou Vygotsky a buscar alternativas para auxiliar no desenvolvimento dessas crianças com deficiência, proporcionando-lhe uma oportunidade valiosa para compreender os processos mentais superiores. Essa temática, mais tarde, tornou-se um destaque em suas pesquisas.

De acordo com Rego (2014) o ano de 1924 marcou um ponto crucial em sua carreira intelectual e profissional, pois a partir dessa data, Vygotsky passou a dedicar-se de maneira sistemática à psicologia.

Durante um congresso renomado, considerado um dos principais da época e reunindo diversos cientistas ligados à psicologia, Lev destacou-se ao apresentar de forma eloquente suas ideias revolucionárias sobre o estudo do comportamento consciente humano (ibidem).

Impressionados com sua abordagem inovadora, os participantes do congresso ficaram tão favoravelmente impressionados que o psicólogo foi convidado a trabalhar no Instituto de Psicologia de Moscou. Aceitando esse desafio, ele fundou posteriormente o Instituto de Estudos das Deficiências. Além disso, Vygotsky chegou a dirigir um departamento de Educação voltado para esse público específico, resultado de suas investigações sobre deficientes físicos e mentais (ibidem)

Desde 1920, Vygotsky conviveu com a tuberculose, uma condição que, infelizmente, o levou à morte em 1934, aos 37 anos de idade, onde mesmo debilitante, demonstrou um notável ritmo de produção intelectual. Além de aprimorar seu programa de pesquisa, ele continuou suas leituras e ainda lecionava. De acordo com Rego (2014), o trabalho de Vygotsky tinha como foco a tentativa de estudar os

processos de transformação do desenvolvimento humano nas dimensões filogenética, histórico-social e ontogenética.

Vygotsky (2007) destaca-se pela origem social da linguagem e do pensamento, sendo o primeiro psicólogo moderno a sugerir os mecanismos pelos quais a cultura se torna parte da natureza de cada indivíduo. Desde o início de sua carreira, Vygotsky via o pensamento marxista como uma fonte científica valiosa. Assim, sua teoria sociocultural dos processos psicológicos superiores está alinhada com uma aplicação da concepção marxista do materialismo histórico e dialético:

Vygotsky viu nos métodos e princípios do materialismo dialético a solução dos paradoxos científicos fundamentais com que se defrontavam seus contemporâneos. Um ponto central desse método é que todos os fenômenos sejam estudados como processos em movimento e em mudança. Em termos do objeto da psicologia, a tarefa do cientista seria a de reconstruir a origem e o curso do desenvolvimento do comportamento e da consciência. Não só todo fenômeno tem sua história, como essa história é caracterizada por mudanças qualitativas (mudança na forma, estrutura e características básicas) e quantitativas. Vygotsky aplicou essa linha de raciocínio para explicar a transformação dos Processos psicológicos elementares em processos complexos (Vygotsky, 1991, p.10).

Dessa forma, o psicólogo concentrou-se na análise dos mecanismos psicológicos mais sofisticados, conhecidos como funções psicológicas superiores. Essas funções compreendem mecanismos característicos da espécie humana, como atenção e lembrança voluntária, pensamento abstrato, e capacidade de planejamento, entre outros (Vygotsky, 2007).

Um ponto central de sua teoria é a ideia de que as funções psicológicas superiores têm origem sociocultural e emergem a partir de processos psicológicos elementares. Ele argumentou que a complexidade da estrutura humana resulta do desenvolvimento profundamente enraizado nas interações entre a história individual e social (ibidem).

Vygotsky também realizou reflexões significativas sobre a questão da educação e seu papel no desenvolvimento humano. Nessa fase, ele explorou uma área ainda mais abrangente do que a psicologia “usando frequentemente o termo 'pedologia' que pode ser grosseiramente traduzido por ‘psicologia educacional’” (Vygotsky, 1991, p. 12). Esta área refere-se à ciência da criança, englobando aspectos biológicos, psicológicos e antropológicos, conforme destacado por Rego (2014). Portanto, é evidente o impacto dos importantes contribuições de Lev no campo educacional.

Segunda Oliveira (1997, p. 21) a produção escrita de Vygotsky não chegou a “constituir um sistema explicativo completo, articulado, do qual pudéssemos extrair uma ‘teoria vygotskiana’ bem estruturada”. No entanto, segundo o autor, existiu um grupo de trabalho que deu continuidade na obra do psicólogo, os colaboradores mais conhecidos era Luria e Leontiev. Esse grupo, baseados na crença da emergência de uma nova sociedade, tinha como objetivo a busca pelo “novo”. Assim, a fim de aproximar a produção científica do novo regime social, Vygotsky e seu grupo buscavam a construção de uma “nova psicologia” ao mesmo tempo que tentavam aliar as duas tendências da época que era a psicologia como ciência natural (processos elementares sensoriais) e a psicologia como ciência mental (processos psicológicos superiores).

Assim, ao buscar o "novo", Vygotsky sintetizou as tendências anteriores e promoveu a interação entre esses elementos, gerando novos fenômenos. Ele trouxe a integração entre o homem enquanto corpo e mente, como ser biológico e social, como membro da espécie humana e participante de um processo histórico (Oliveira, 1997).

A partir desses pressupostos para a psicologia, emergem as ideias centrais de Vygotsky, as quais, de acordo com Oliveira (1997, p. 23), podem ser consideradas os pilares fundamentais do seu pensamento:

As funções psicológicas têm um suporte biológico pois são produtos da atividade cerebral;
O funcionamento psicológico fundamenta-se nas relações sociais entre o indivíduo e o mundo exterior, as quais desenvolvem-se num processo histórico;
A relação homem/mundo é uma relação mediada por sistemas simbólicos.

Nesse contexto, o pensamento de Vygotsky em relação a busca pela nova psicologia, deu início a consolidação de sua teoria que enfatiza como as relações sociais exercem uma influência significativa nas mudanças cognitivas das funções mentais superiores da consciência humana. Segundo Vygotsky (2007), essas transformações cognitivas ocorrem em uma perspectiva mediada pelo mundo.

A teoria de Vygotsky é vista como uma contribuição significativa para a compreensão do desenvolvimento humano, especialmente no que diz respeito à influência do ambiente social e cultural, no qual Ivic (2010, p. 15) relata que:

Se houvesse que definir a especificidade da teoria de Vygotsky por uma série de palavras e de fórmulas chave, seria necessário mencionar, pelo menos, as seguintes: sociabilidade do homem, interação social, signo e instrumento, cultura, história, funções mentais superiores.

A Teoria Sociocultural parte do pressuposto de que o ser humano é um ser ativo, social e histórico, e que é dentro desta realidade que se constrói a sua condição humana (Bock; Furtado; Teixeira, 2009). De acordo com a teoria (Vygotsky, 1986) o ambiente sociocultural dos indivíduos e o envolvimento deles em atividades significativas, que estão relacionadas com aquele ambiente, é a base para o desenvolvimento da aprendizagem.

Orey e Rosa (2007) complementaram que é pela interação social com os diversos indivíduos de um determinado grupo cultural que o aprendizado é desencadeado e estabelecido. Segundo Moreira (2017) “A interação social é, portanto, na perspectiva vygotskyana, o veículo fundamental para a transmissão dinâmica do conhecimento social, histórica e culturalmente construído” (Moreira, 2017, p.110).

Nesse contexto, percebe-se que a teoria de Vygotsky procura dar uma explicação para o desenvolvimento do funcionamento psicológico do homem. Veer e Valsiner (1996, p. 211) corrobora afirmando que:

Vygotsky, essencialmente, apresentou a teoria do homem, sua origem e formação, seu estado atual entre outras espécies e um esquema para o futuro. A imagem do homem que deriva dessa teoria é a do homem como ser racional que assume o controle de seu próprio destino e emancipa-se para além dos limites restritivos da natureza.

Assim, Vygotsky define o homem em sua teoria como um ser racional, confirmando as diferenças fundamentais entre animais e seres humanos. Enquanto os animais são quase totalmente dependentes da herança de traços genéticos básicos, os seres humanos têm a capacidade de transmitir e dominar os produtos da cultura. Veer e Valsiner (1996, p. 213) afirmam que “os traços especificamente humanos, portanto, são adquiridos no domínio da cultura por meio da interação social com os outros”.

3.2 A Formação Social da Mente: O Papel da Interação Social

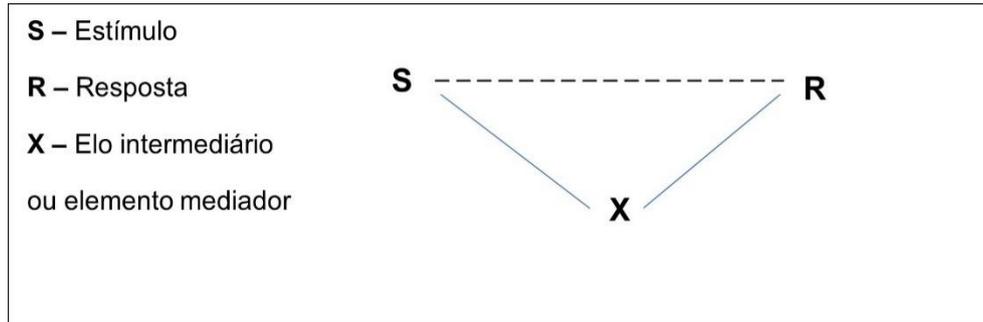
Em suas teorias, Vygotsky destaca que a interação do ser humano com seu meio sociocultural resulta nas características tipicamente humanas, estabelecendo uma relação intrínseca entre o indivíduo e a sociedade. Rego (2014, p. 41) reforça essa ideia ao afirmar que "ao mesmo tempo em que o ser humano transforma o seu meio para atender suas necessidades básicas, transforma-se a si mesmo". Dessa forma, as funções psicológicas específicas do ser humano têm origem nas relações do indivíduo com seu contexto cultural e social, destacando a importância da interação social para a formação da mente.

Segundo Oliveira (1997, p. 24), um dos pressupostos do trabalho de Lev reside na ideia de que "o homem transforma-se de biológico em sócio-histórico, num processo em que a cultura é parte essencial da constituição da natureza humana". Dessa forma, o desenvolvimento psicológico ocorre nos modos culturalmente construídos pelo indivíduo. Para a compreensão dos aspectos envolvidos no fundamento sócio-histórico das funções psicológicas superiores, Vygotsky enfatizou o conceito de mediação como sendo "o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação; a relação deixa, então, de ser direta e passa a ser mediada por esse elemento" (Oliveira, 1997, p. 26). Para exemplificar o conceito de mediação, o autor descreve uma relação de um indivíduo com a chama de uma vela:

Quando o indivíduo aproxima sua mão da chama de uma vela e a retira rapidamente ao sentir dor está estabelecida uma relação direta entre o calor da chama e a retirada da mão. Se, no entanto, o indivíduo retirar a mão quando apenas sentir o calor e lembrar-se da dor sentida em outra ocasião, a relação entre a chama da vela e a retirada da mão estará mediada pela lembrança da experiência anterior. Se, em outro caso, o indivíduo retirar a mão quando alguém lhe disser que pode se queimar, a relação estará mediada pela intervenção dessa outra pessoa (Oliveira, 1997, p. 26).

Sendo assim, Vygotsky enfatiza que o processo simples estímulo-resposta é substituído por um ato complexo, mediado, conforme representação descrita abaixo:

Figura 1 - Esquema de mediação descrito por Vygotsky



Fonte: adaptado de Oliveira (1997, p. 27).

Assim, no exemplo da vela, o estímulo (S) seria o calor da chama e a resposta (R) seria a retirada da mão. Já a lembrança da dor ou alguém avisando o indivíduo que a mão pode queimar seriam o elemento mediador (X) entre o estímulo e a resposta. Martins e Moser (2012) corroboram sobre a mediação:

Se toda ação humana supõe uma mediação, do mesmo modo a aprendizagem se faz com a mediação semiótica ou pela interação com o outro, na interação social, na qual as palavras são empregadas como meio de comunicação ou de interação. A essa mediação, Vygotsky e seus discípulos denominaram de sociointeracionismo – a ação se dá numa interação sócio-histórica ou historicocultural (Martins; Moser, 2012, p. 10).

Vygotsky enfatiza que a relação do homem com o mundo é mediada. Diante das funções psicológicas superiores e da relação entre o homem e o mundo real, surgem as ferramentas auxiliares da atividade humana, evidenciando a mediação mencionada. O autor distinguiu dois tipos de elementos mediadores: os instrumentos e os signos (Vygotsky, 2007).

Ampliou o conceito de mediação na interação entre o homem e o ambiente, incluindo não apenas o uso de instrumentos, mas também o uso de signos. Ele afirmou que "os sistemas de signos (a linguagem, a escrita, o sistema de números), assim como o sistema de instrumentos, são criados pelas sociedades ao longo do curso da história humana e mudam a forma social e o nível de seu desenvolvimento cultural" (Vygotsky, 1991, p. 11).

Por meio do estudo da origem e desenvolvimento humano, o psicólogo busca compreender aspectos fundamentais da natureza humana. Em suas observações, percebeu como a formação da sociedade humana com base no trabalho são características que distinguem o homem como uma espécie única. É por meio do

trabalho que o homem estabelece uma relação com a natureza, criando sua cultura (Vygotsky, 1991). O trabalho também é fundamental para o surgimento das relações sociais e para a criação e utilização de instrumentos. Oliveira (1997, p. 29) corrobora sobre alguns aspectos do instrumento:

O instrumento é um elemento interposto entre o trabalhador e o objeto de seu trabalho, ampliando as possibilidades de transformação da natureza. O machado, por exemplo, corta mais e melhor que a mão humana; [...] O instrumento é feito ou buscado especialmente por um certo objetivo. Ele carrega consigo, portanto, a função para a qual foi criado e o modo de utilização desenvolvido durante a história do trabalho coletivo. É, pois, um objeto social e mediador da relação entre o indivíduo.

Outro elemento mediador é o signo, que se diferencia do instrumento por auxiliar nos processos psicológicos superiores, enquanto o instrumento faz essa mediação nas ações concretas. Vygotsky (1991, p. 38) retrata o uso do signo como meio auxiliar para resolver um determinado problema psicológico.

A invenção e o uso de signos como meios auxiliares para solucionar um dado problema psicológico (lembrar, comparar coisas, relatar, escolher, etc.) é análoga à, invenção e uso de instrumentos, só que agora no campo psicológico. O signo age como um instrumento da atividade psicológica de maneira análoga ao papel de um instrumento no trabalho. Mas essa analogia, como qualquer outra, não implica uma identidade desses conceitos similares. Não devemos esperar encontrar muitas semelhanças entre os instrumentos e aqueles meios de adaptação que chamamos signos. E, mais ainda, além dos aspectos similares e comuns partilhados pelos dois tipos de atividade, vemos diferenças fundamentais.

Segundo Vygotsky, os seres humanos utilizam recursos para auxiliar o processo de memorização, e esses recursos têm caráter de signos. Como exemplos de signos, ele citou "palavras, números, recursos mnemotécnicos, símbolos algébricos, obras de arte, sistemas de escrita, esquemas, diagramas, mapas, plantas etc." (Veer e Valsiner, 1996, p. 241).

Portanto, a teoria sociocultural dos processos psicológicos superiores indica que após a transição do processo psicológico elementar para um mais complexo, o indivíduo passa a ter ações mediadas. Isso ocorre seja por meio do trabalho com instrumentos, seja em tarefas que exigem memória e, conseqüentemente, o uso de signos. Ambos os elementos fazem parte do contexto sociocultural do indivíduo e contribuem para a formação social da mente, conforme preconizado por Vygotsky

(2007), que acreditava que essas operações com signos são produto das condições de desenvolvimento social.

3.3 A Abordagem de Vygotsky para a Educação

Durante sua trajetória, Vygotsky demonstrou interesse pelo desenvolvimento de funções psicológicas complexas, ao mesmo tempo em que evidenciava preocupação com questões educacionais. Dedicou parte de seus estudos à pesquisa dos problemas do ensino escolar, especialmente no que se refere à relação entre aprendizagem na escola e desenvolvimento cognitivo. Neves e Damiani (2006) destacam que a concepção de aprendizagem de Vygotsky diferia das ideias predominantes da época, pois ele acreditava que a aprendizagem não se limitava à mera aquisição de informações nem ocorria apenas por associação de ideias armazenadas na memória, mas era um processo interno, ativo e interpessoal.

Nesse contexto, os estudos de Vygotsky apresentam importantes colaborações para a educação. Segundo Rego (2014) para compreender a originalidade dessas contribuições, é necessário destacar algumas concepções das teorias psicológicas já formuladas sobre a constituição do psiquismo humano, como o inatismo e o ambientalismo. Assim, Rego (2014, p. 85-86) complementa afirmando que “essas abordagens revelam diferentes concepções e modos de explicar as dimensões biológicas e culturais do homem e a forma pela qual o sujeito aprende e se desenvolve, e mais particularmente as possibilidades da ação educativa”.

Prado e Buiatti (2016, p. 20) abordam o inatismo, inicialmente citando expressões populares como “Pau que nasce torto, não tem jeito morre torto” e “Filho de peixe, peixinho é”. Segundo os autores, essas expressões refletem uma visão inatista do desenvolvimento humano, que sugere que o desenvolvimento é determinado principalmente por fatores biológicos.

Dessa forma, essa abordagem pressupõe que as capacidades básicas do indivíduo estão praticamente prontas desde o seu nascimento, indicando que ele já nasce com padrões inatos de comportamento. Portanto, os eventos que ocorrem após o nascimento são excluídos e não considerados importantes para o desenvolvimento, assim como as interações socioculturais (ibidem).

Segundo Rego (2014), essa concepção tem implicações diretas no contexto educacional, uma vez que, na abordagem inatista, a educação alteraria pouco ou quase nada as determinações inatas, visto que o desenvolvimento é considerado um pré-requisito para o aprendizado.

A segunda concepção das teorias psicológicas sobre a constituição do psiquismo humano é o ambientalismo, podendo também ser chamada de associacionista, comportamentalista ou behaviorista. Prado e Buiatti (2016, p. 22) novamente recorrem a expressões populares para exemplificar essa concepção. Segundo os autores, expressões como "o bebê é como uma argila" ou "o bebê é como uma folha em papel branco" podem sugerir que a criança nasce sem características psicológicas predeterminadas, implicando que o desenvolvimento infantil é principalmente moldado pelo ambiente.

Nessa visão, o ambiente molda a criança da maneira que julga correta, destacando que as características humanas são determinadas por fatores externos ao indivíduo. As implicações dessa abordagem na educação são enfatizadas por Rego (2014, p. 89):

A visão e a prática da pedagogia tradicional (na sua versão conservadora, diretiva ou tecnicista) é permeada pelos pressupostos do ambientalismo. O papel da escola e do ensino é supervalorizado, já que o aluno é um receptáculo vazio (alguém que em princípio não sabe nada). A preocupação primordial da escola é a preparação moral e intelectual do aluno para assumir sua posição na sociedade. [...]

Nessa perspectiva os conteúdos e procedimentos didáticos não precisam ter nenhuma relação com o cotidiano do aluno e muito menos com as realidades sociais. É a predominância da palavra do professor, das regras impostas e da transmissão verbal do conhecimento.

Assim, na abordagem ambientalista, surge o ensino tradicional, no qual os estudantes não podem questionar, tirar dúvidas ou interagir com os colegas. O ensino é centrado no professor, que deve ministrar a aula com rigor e pode aplicar punições para direcionar o comportamento dos estudantes.

As teorias psicológicas sobre a constituição do psiquismo humano, como o inatismo e o ambientalismo, apresentam abordagens distintas para a educação. O inatismo sugere que a educação tem limitações, pois o desenvolvimento do indivíduo ocorre de acordo com padrões inatos de comportamento. Por outro lado, o ambientalismo propõe moldar o caráter, comportamento e conhecimento para alcançar o modelo ideal de adulto.

Quais dessas concepções Vygotsky se apoiou para descrever suas abordagens para a educação? De acordo com Rego (2014), os postulados de Vygotsky diferem das concepções anteriores, pois ele tinha uma visão diferente sobre a origem e evolução do psiquismo humano, bem como sobre as relações entre indivíduo e sociedade, e um novo entendimento em relação à educação. Sua concepção é, portanto, interacionista.

Prado e Buiatti (2016) ressaltam que Vygotsky enfatiza o caráter interacionista do indivíduo com o meio ambiente durante o processo de ensino e aprendizagem. Além disso, Vygotsky (1991) indica que o contexto cultural desempenha um papel crucial na formação do conhecimento, o que o torna mais apropriado considerá-lo como sociointeracionista.

Segundo Giusta (1985), a concepção interacionista enfatiza duas verdades fundamentais. De acordo com a autora, as práticas pedagógicas baseadas nessa concepção devem apoiar-se na ideia de que todo conhecimento provém da prática social e a ela retorna, e na ideia de que o conhecimento é um empreendimento coletivo, não podendo ser produzido na solidão do sujeito, pois essa solidão é impossível.

Portanto, Rego (2014) afirma que a concepção adotada por Vygotsky é que o desenvolvimento humano não é decorrente apenas de fatores isolados que amadurecem, nem apenas de fatores ambientais que agem sobre o organismo controlando seu comportamento. Para Vygotsky (2007), o desenvolvimento ocorre por meio de trocas recíprocas estabelecidas ao longo da vida entre o indivíduo e o meio, sendo que cada aspecto influencia o outro.

Vygotsky demonstrou em suas obras uma preocupação com o desenvolvimento humano, sendo este um tema central em seus trabalhos, assim como sua relação com o aprendizado, o autor enfatizou ainda sobre as concepções correntes da relação entre desenvolvimento e aprendizado em crianças, que foram reduzidas a três grandes posições teóricas:

A primeira centra-se no pressuposto de que os processos de desenvolvimento da criança são independentes do aprendizado.

O aprendizado é considerado um processo puramente externo que não está envolvido ativamente no desenvolvimento. Ele simplesmente se utilizaria dos avanços do desenvolvimento ao invés de fornecer um impulso para modificar seu curso.

A segunda grande posição teórica é a que postula que aprendizado é desenvolvimento. [...] O desenvolvimento é visto como o domínio dos reflexos

condicionados, não importando se o que se considera é o ler, o escrever ou a aritmética, isto é, o processo de aprendizado está completa e inseparavelmente misturado com o processo de desenvolvimento. A terceira posição teórica sobre a relação entre aprendizado e desenvolvimento tenta superar os extremos das outras duas, simplesmente combinando-as (Vygotsky, 1991, p. 53-54).

Segundo o autor, a aprendizagem capacita uma série de processos de desenvolvimento que têm seu próprio curso de evolução. Nesse sentido, "Vygotsky levanta sua hipótese principal: o ensino só é efetivo quando aponta para o caminho do desenvolvimento" (Veer e Valsiner, 1996, p. 358).

Oliveira (1997) enfatiza que é por meio do aprendizado alinhado ao contato do indivíduo com um ambiente cultural específico que os processos internos do desenvolvimento ocorrem. Dessa forma, Vygotsky enfatiza a importância do papel do outro social no desenvolvimento dos indivíduos, introduzindo o conceito específico que contribui para um melhor entendimento da relação entre desenvolvimento e aprendizado: a zona de desenvolvimento proximal.

Segundo Rego (2014), o interesse central de Vygotsky foi direcionado para o estudo da origem dos processos psicológicos tipicamente humanos, dentro do contexto histórico-cultural. Assim, para este teórico a aprendizagem é um processo que ocorre por meio da interação com outras pessoas, assim como a interação entre aprendizado e desenvolvimento. Nesse sentido, no texto em questão o autor explora como o desenvolvimento mental das crianças está intrinsecamente ligado ao seu sucesso nas salas de aula escolares, abordando a influência desses fatores no processo educacional.

Para enfatizar sua teoria, Vygotsky aborda sobre aspectos das funções psicológicas superiores, mostrando que o desenvolvimento cognitivo se apresenta interligado com o processo de aprendizagem, tais funções "consistem no modo de funcionamento psicológico tipicamente humano, tais como a capacidade de planejamento, memória voluntária, imaginação, etc." (Rego, 2014, p. 39).

Em se tratando do processo de aprendizagem, Vygotsky enfatizava a importância da interação entre aprendizado e desenvolvimento, pois quando a criança consegue fazer algo sozinha é sinal de que ela está conseguindo se desenvolver, essa concepção foi chamada de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP).

Vygotsky (2007) cita o exemplo da proposição de tarefas a serem realizadas por duas crianças de mesma idade cronológica e desenvolvimento mental. Segundo

o autor, se uma das crianças for acompanhada e tiver ajuda, ela poderá desenvolver tarefas que seriam consideradas para uma idade mental mais avançada. Assim, ao perceber que a capacidade das crianças com iguais níveis de desenvolvimento mental para aprender sob a orientação de um professor variava enormemente, tornou-se evidente que essas crianças não tinham a mesma idade mental. Vygotsky (2007, p. 97) define assim o conceito de ZDP:

É a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes.

Assim, o conceito de ZDP implica reflexões sobre a relação entre desenvolvimento e aprendizado. Muitas vezes, apenas é considerado o que as crianças conseguem fazer sozinhas, sem considerar as funções que estão em processo de maturação, o que é um fato crucial para o desenvolvimento mental (Vygotsky, 2007).

O texto de Vygotsky, intitulado "A Dinâmica do Desenvolvimento Mental do Escolar e a Instrução", aborda diversas características fundamentais referente a relação entre desenvolvimento e aprendizado. Ao longo do texto, o autor destaca quatro grandezas: o nível de desenvolvimento mental da criança, sua zona de desenvolvimento iminente, a idade ideal da turma e a relação entre a idade ideal da turma e a zona de desenvolvimento (Vygotsky, 2021).

O objetivo do texto é abordar aspectos sobre o desenvolvimento mental da criança e o curso do ensino, inicialmente o autor levanta o seguinte questionamento, "como os fundadores da literatura clássica imaginavam a relação entre desenvolvimento mental da criança e curso de ensino?" De acordo com Vygotsky (2021) Binet, Meumann e outros representantes da psicologia clássica, fundamentavam-se pela lei da maturação das funções, onde o amadurecimento de certas funções é condição necessária para o ensino.

Vygotsky (2021) afirma que a lei da maturação das funções é infringida, pois se isso fosse verdade, quanto mais tarde se iniciasse o ensino, mais fácil seria ensinar à criança. Por exemplo, para ensinar a fala são necessárias condições como atenção, memória e intelecto, o pesquisador exhibe resultados de vários estudos, um deles demonstra que o ensino da fala escrita aos 5 ou 6 anos ocorre com mais facilidade do

que aos 8 ou 9 anos, nesse contexto Vygotsky (2021, p. 179) enfatiza que “se é verdadeiro que para o ensino é necessário o amadurecimento dessas funções, então, torna-se incompreensível o fato de ele ser mais difícil numa idade maior”.

Para abordar a questão da dinâmica do desenvolvimento mental da criança na escola, Vygotsky dividiu as crianças em quatro categorias de acordo com seu desenvolvimento mental alto, médio e baixo, refletindo na definição do chamado coeficiente de desenvolvimento mental, ou como é conhecido por QI. Após o pesquisador definir os grupos por desenvolvimento mental, ele ressalta o seguinte questionamento “quais dessas crianças saem-se melhor ou pior nos estudos?” após as análises dos QI dos grupos, definiu que em comparação as outras crianças, as que têm o QI alto podem estar à frente, mas em comparação a si mesma, seu QI alto diminui ao longo do ensino escolar, assim como acontece com as crianças de QI baixo, onde elas têm a tendência de elevar seus QI em relação a si própria. Já as crianças com o QI médio têm a tendência em conservá-lo (Vygotsky, 2021).

Outro ponto importante levantado no texto refere-se ao que o psicólogo chamou de problema do aproveitamento absoluto e relativo, em relação ao primeiro, é todo o conhecimento adquirido em um determinado período, enquanto o segundo refere-se aquilo que a criança conseguiu avançar de acordo com o que ela já sabia, para o pesquisador essa questão do aproveitamento relativo adquire significado expressivo para as escolas que lidam com crianças com retardo mental (Vygotsky, 2021).

Em relação a zona de desenvolvimento iminente o autor explica que essa zona é a distância entre o nível de desenvolvimento atual, definido pela realização autônoma de tarefas, e o nível de desenvolvimento possível da criança, definido pela realização de tarefas que são resolvidas por ela com a orientação de adultos e em colaboração com os companheiros mais aptos (ibidem).

A última grandeza denominada no texto refere-se ao nível de exigências apresentadas pela escola, ou seja, de idade mental ideal. Assim, o autor manifesta o seguinte questionamento “qual a idade mental necessária para uma criança estudar na 4ª série?” Vygotsky (2021) integra uma relação entre a idade ideal da turma e a zona de desenvolvimento eminente, assim se o desenvolvimento mental real da criança é de 8 anos, para o autor a idade ideal da classe para essa criança é de 10 anos, portanto a idade ideal da classe escolar coincide com a sua zona de desenvolvimento iminente.

Diante desse contexto, percebe-se a atenção dedicada por Vygotsky à educação. O autor argumentou sobre alguns aspectos envolvendo o papel da escola no desenvolvimento e aprendizado. Segundo Rego (2014), Vygotsky acreditava que a escola desempenha um papel único e insubstituível na apropriação, pelo sujeito, da experiência culturalmente acumulada.

Dessa forma, a escola oferece o conhecimento formalmente organizado, podendo os estudantes terem acesso a atividades que irão possibilitar a construção de funções complexas, bem como novas formas de pensamentos que ajudarão na forma que como eles pensarão o mundo a sua volta podendo atuar e transformar seu meio social. No entanto, na visão de Vygotsky é necessário melhoria nas condições de ensino que as escolas apresentam para que todos tenha acesso ao ensino. Contudo, Rego (2014) enfatiza que essa relação entre a escola e um ensino de qualidade estão relacionadas a fatores de ordem social, política e econômica que podem interferir, pois a escola não é uma instituição independente, mas faz parte do tecido social.

Para Vygotsky (1991, p. 61) “Cada assunto tratado na escola tem a sua própria relação específica com o curso do desenvolvimento da criança, relação essa que varia à medida que a criança vai de um estágio para outro.” Nessa perspectiva, é enfatizado que o aprendizado ocorre sem a necessidade de esperar que o desenvolvimento ocorra primeiro, ou seja, para que o ensino seja considerado eficaz ele deve adiantar-se ao desenvolvimento e fazer acontecer as funções psicológicas que estão sendo amadurecidas.

Dessa forma, surge a inserção do papel do outro na construção do conhecimento. Essa abordagem já foi citada ao definir o conceito de ZDP, onde os processos das funções superiores, que estão em fase de maturação, são desenvolvidos com a ajuda de alguém mais experiente. Em um cenário escolar, temos a figura do professor e dos colegas que, porventura, já compreendem melhor o assunto.

Assim, percebe-se a essência da teoria de Vygotsky ao enfatizar a importância das interações sociais na construção do conhecimento, pois as funções psicológicas humanas estão intrinsecamente vinculadas ao aprendizado e à apropriação do legado cultural de seu grupo (Rego, 2014).

Nesse contexto, surge a figura do professor como mediador, deixando de ser o detentor do conhecimento e passando a ser um agente que estabelece interações

entre os estudantes, promovendo assim um avanço no processo de aprendizagem. Ressalta-se novamente a importância do papel do professor na teoria de Vygotsky, pois, no contexto escolar, ele aparece como o indivíduo que possui mais experiência para atuar na zona de desenvolvimento proximal e auxiliar no processo educativo dos estudantes.

Portanto, a teoria de Vygotsky traz grandes contribuições para a educação ao salientar a importância do aprendizado para o desenvolvimento, enfatizando a necessidade de considerar os estudantes como agentes ativos no processo de aquisição de conhecimento. Além disso, destaca a importância do papel do outro e das interações sociais na construção do conhecimento, sugere melhorias para a escola e menciona o papel dos professores e suas contribuições alinhadas à sua teoria.

4 PERCURSO METODOLÓGICO

Apresenta-se, a seguir, o percurso metodológico adotado nesta pesquisa, iniciando pelos fundamentos da pesquisa. Na sequência, são detalhados o contexto e os participantes do estudo, os procedimentos éticos adotados, as estratégias de coleta de dados e os instrumentos utilizados. Por fim, descreve-se o processo de análise dos dados, destacando os critérios e métodos usados para a interpretação dos resultados.

4.1 Fundamentos da pesquisa

A presente pesquisa tem como objetivo analisar as potencialidades da Modelagem Matemática como perspectiva metodológica para promover a aprendizagem em contextos socioculturais, buscando identificar suas contribuições e desafios. Dessa forma, acredita-se que esse processo de investigação requer uma abordagem qualitativa, pois, segundo Lakatos e Marconi (2007, p. 269), "a metodologia qualitativa preocupa-se em analisar e interpretar aspectos mais profundos, descrevendo a complexidade do comportamento humano". Assim, essa abordagem permitirá compreender de forma mais detalhada a investigação nessa pesquisa.

De acordo com Silva (2014), a pesquisa qualitativa na educação coloca o pesquisador em uma posição ativa, assumindo um papel mediador entre o conhecimento já existente na área e as novas evidências que surgem da pesquisa. O autor afirma que a inserção do pesquisador no espaço dos sujeitos estudados é fundamental para compreender a evolução da aplicabilidade das pesquisas qualitativas no cenário educacional.

Para Zanella (2013) o método qualitativo difere-se do quantitativo, pois preocupa-se em conhecer a realidade segundo a perspectiva dos sujeitos participantes da pesquisa. "Os métodos qualitativos descrevem uma relação entre o objetivo e os resultados que não podem ser interpretados através de números" (Praça, 2013, p. 81).

Minayo e Sanches (1993, p. 244) corroboram sobre a abordagem qualitativa na pesquisa:

A abordagem qualitativa realiza uma aproximação fundamental e de intimidade entre sujeito e objeto, uma vez que ambos são da mesma natureza: ela se envolve com empatia aos motivos, às intenções, aos projetos dos atores, a partir dos quais as ações, as estruturas e as relações tornam-se significativas.

Rodrigues *et al.* (2021) afirmam que as pesquisas qualitativas buscam captar o fenômeno a partir do contexto social, considerando as perspectivas e o envolvimento das pessoas nesse meio, pois a pesquisa é construída a partir das percepções dos participantes.

Minayo (2009) descreve a pesquisa qualitativa como uma espiral processual. Ela começa com um questionamento ou problema, passa por uma fase exploratória para traçar objetivos, segue para o trabalho de campo com a coleta de dados por meio de instrumentos, depois as informações coletadas são analisadas e interpretadas, e, por fim, resulta no conhecimento científico gerado após todo o processo.

Dentro do âmbito das pesquisas qualitativas, optou-se pela abordagem pesquisa-ação, segundo Tripp (2005, p. 445) afirma que “a pesquisa-ação educacional é principalmente uma estratégia para o desenvolvimento de professores e pesquisadores de modo que eles possam utilizar suas pesquisas para aprimorar seu ensino e, em decorrência, o aprendizado de seus alunos”. Em seus estudos, Toledo e Jacobi (2013, p. 169):

Evidenciam-se o uso da pesquisa-ação como extremamente adequada na área da educação, já que ambos os processos objetivam estimular a autonomia dos sujeitos, por meio da construção dialógica de saberes, o desenvolvimento de práticas cidadãs e a busca de soluções para os problemas de forma participativa.

De acordo com Ghedin e Franco (2011, p. 212) quando se “opta por trabalhar com pesquisa-ação, decerto se investe da convicção de que pesquisa e ação podem e devem caminhar juntas, tendo em vista a transformação da prática”. Thiollent (2011, p. 20) entende que essa pesquisa é “realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo”. Toledo e Jacobi (2013, p. 161) afirmam que “ao investigar e agir, pesquisadores e atores sociais desenvolvem um processo de aprendizagem coletiva, já que os resultados encontrados no decorrer do processo oferecerão novos ensinamentos a todos.”

Ghedin e Franco (2011) descrevem três abordagens diferentes para pesquisa-ação: colaborativa, crítica e estratégica. Na pesquisa-ação colaborativa, o pesquisador integra-se a um processo de mudança iniciado pelos participantes do grupo, conferindo-lhe um enfoque científico. Já na pesquisa-ação estratégica, a transformação é planejada previamente sem a participação dos sujeitos, cabendo apenas ao pesquisador acompanhar os efeitos e avaliar os resultados de sua aplicação.

Segundo Pimenta e Franco (2008, p. 52) “a abordagem crítica da pesquisa-ação compromete-se tanto com a produção de conhecimento sobre a realidade social como com sua transformação em um sentido emancipatório.” Nessa perspectiva, Pimenta e Franco (2008, p. 53) descrevem as condições básicas para desenvolver a pesquisa-ação crítica:

- a) ser uma pesquisa que integre, formativamente, os pesquisadores e os participantes, comprometida com processos de emancipação de todos os sujeitos que dela participam e vinculada a compromissos sociais com o coletivo, ou seja, ela deve emergir da complexidade da práxis;
- b) ser uma forma de pesquisa que induza, motive e potencialize os mecanismos cognitivos e afetivos dos sujeitos, na direção de irem assumindo, com autonomia, seu processo de autoformação;
- c) ser uma pesquisa que trabalhe com a complexidade dialética do processo formativo: que implique uma flexibilidade criativa; que evolua de acordo com a imprevisibilidade do contexto; que ofereça espaço ao não-previsto, ao novo e emergente, ao mesmo tempo em que oferece possibilidade de inteligibilidade aos conhecimentos que vão emergindo no processo;
- d) ser uma pesquisa que permita aos professores, em processo de formação: aprender a dialogar consigo próprios, dando direção e sentido a seu desenvolvimento pessoal; aprender a dialogar com a prática docente, quer a exercida por eles próprios, quer a exercida por colegas, e que nesse diálogo possam ir construindo um olhar crítico e reflexivo sobre elas; aprender, também, a dialogar com os contextos de sua prática, os condicionantes de sua profissão.

Dessa forma, a pesquisa-ação aplicada à educação demonstra um forte potencial para contribuir para a transformação das práticas institucionais, além de promover o desenvolvimento da cidadania e do empoderamento, elementos essenciais para a mediação de situações de conflito.

Portanto, este trabalho adota essa abordagem da pesquisa-ação crítica com o objetivo de promover uma pesquisa que estimule a colaboração e interação entre o pesquisador e os participantes, sendo um agente mobilizador e gerador de conhecimento interdisciplinar e soluções coletivas.

4.2 Contexto e sujeitos da pesquisa

A pesquisa foi realizada em uma escola pública localizada no município de Codajás, interior do Amazonas. A instituição oferece, no turno matutino, turmas do Ensino Fundamental - Anos Finais e do Ensino Médio Regular. O estudo contou com a participação voluntária de 21 estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental, todos pertencentes ao turno matutino.

A escolha da escola esteve relacionada à familiaridade da pesquisadora com o ambiente escolar e ao interesse em desenvolver a investigação em uma instituição do interior de Codajás, inserida no contexto sociocultural da própria pesquisadora. Essa conexão proporcionou uma compreensão mais aprofundada das dinâmicas locais, favorecendo a análise dos dados coletados.

O município de Codajás situa-se na margem esquerda do Rio Solimões, a aproximadamente 240 km da capital do estado, Manaus. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2022, a população do município é estimada em 23.549 habitantes (IBGE, 2022).

Do ponto de vista econômico, Codajás tem sua principal fonte de renda na agricultura e na pesca. Destaca-se, especialmente, o cultivo do açaí e a produção do vinho de açaí, atividades que impulsionam a economia local por meio da distribuição para municípios vizinhos e outros estados do Brasil. O açaí, além de seu valor econômico, possui grande relevância cultural para a população, conferindo ao município o título simbólico de "terra do açaí".

4.3 Procedimentos Éticos

Para a realização desta pesquisa, foram obtidas as devidas autorizações das instituições e dos sujeitos envolvidos. A permissão para o desenvolvimento do estudo no ambiente escolar foi solicitada à gestão da instituição por meio do Termo de Anuência (Anexo A).

A pesquisa foi submetida à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), sendo aprovada conforme o Parecer Consubstanciado Nº 7.009.108 (Anexo B). Para garantir a confidencialidade dos

participantes, seus nomes e imagens foram preservados, mitigando possíveis riscos decorrentes da investigação.

Na análise dos resultados, a fim de garantir o anonimato dos participantes, optou-se pela utilização de um sistema de identificação alfanumérico. Dessa forma, os estudantes foram nomeados como E1, E2, e assim sucessivamente até E21. Para as atividades desenvolvidas em equipe durante a intervenção pedagógica, foram atribuídas identificações coletivas, como G1, G2, e assim por diante.

Considerando que todos os participantes eram menores de 18 anos, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo C) foi entregue aos responsáveis. Além disso, os estudantes voluntários assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (Anexo D). Ambos os documentos foram entregues em duas vias, garantindo a formalização do consentimento para a participação na pesquisa.

4.4 Coletas de Dados

Segundo Marconi e Lakatos (2002, p.32) a coleta de dados “é a etapa da pesquisa em se inicia a aplicação dos instrumentos elaborados e das técnicas selecionadas, a fim de se efetuar a coleta dos dados previstos”.

Creswell (2014) explica que, na pesquisa qualitativa, o pesquisador é o principal instrumento na coleta de dados, pois vivencia os fenômenos e significados produzidos e observados pela pesquisa. Nesse contexto, a interação entre o pesquisador e os participantes torna-se valiosa e positiva.

Rodrigues *et al.* (2021) concordam que, nesta fase, as técnicas de coleta de dados devem ser escolhidas com base no problema de pesquisa e nos objetivos do estudo, requerendo um planejamento cuidadoso por parte do pesquisador para evitar a coleta de dados em excesso, o que poderia resultar em um tempo excessivo gasto na análise dos mesmos.

Ludke e André (1986) corroboram que a pesquisa qualitativa utiliza o ambiente natural como fonte direta de dados, tendo o pesquisador como seu principal instrumento. Os dados coletados são predominantemente descritivos. Os autores destacam a observação como um dos principais instrumentos de coleta de dados nas abordagens qualitativas. Além disso, destacam a entrevista como outro instrumento básico, ressaltando que uma das grandes vantagens desse método é

a interação estabelecida entre pesquisador e entrevistado, ao contrário de outros métodos, como a observação unidirecional, que estabelece uma relação hierárquica entre ambos.

Rodrigues *et al.* (2021), baseando-se nas ideias de Creswell (2014), mencionam outros instrumentos para a coleta de dados, como a coleta de documentos e material audiovisual, que podem incluir fotografias, gravações de áudio ou vídeo, entre outros.

Dessa forma, a coleta de dados desta pesquisa foi conduzida por meio de uma intervenção pedagógica que foi realizada tanto em espaços formais como em não formais. De acordo com Costa (2022, p.145) os espaços não formais refere-se a “espaços que apresentam potencialidade para o estabelecimento de relações entre ideias matemáticas mobilizadas no desenvolvimento de práticas socioculturais”.

Os instrumentos selecionados para este estudo incluíram as entrevistas semiestruturadas, registros fotográficos, gravações dos encontros, cartões de atividades, bem como diários de campo dos estudantes, intitulado “Diário da Modelagem Matemática”, e da pesquisadora. Os registros no diário referem-se as etapas da Modelagem Matemática, ideias e opiniões dos participantes, bem como a criação dos modelos.

Dessa forma, foram levadas em consideração as produções dos estudantes, as observações realizadas e os depoimentos coletados por meio de entrevistas. Para isso, foram empregados atividades individuais e em grupos, cartões de atividade, diário da modelagem com registros das atividades e observações todos esses inerentes à intervenção didática.

4.4.1 Intervenção Didática

Para alcançar o objetivo da pesquisa, realizou-se uma intervenção didática composta por um conjunto de atividades estruturadas e interconectadas para o desenvolvimento das etapas da Modelagem Matemática. Seguindo as concepções de Burak (2016), a intervenção não se limitou à transmissão de conteúdos, mas buscou incentivar o pensamento crítico, a investigação e a valorização da diversidade de perspectivas. Além disso, potencializar a autonomia, a criatividade e

as habilidades dos estudantes.

Durante o processo de coleta de dados desta pesquisa, as etapas da Modelagem Matemática foram implementadas por meio da intervenção. A estruturação das atividades seguiu a abordagem de Burak (1992), que defende que a Modelagem Matemática oferece aos estudantes liberdade para raciocinar, conjecturar, estimar e expressar o pensamento criativo, estimulando sua curiosidade e motivação. Segundo o autor, a Modelagem Matemática envolve as seguintes etapas: escolha do tema, pesquisa exploratória, levantamento dos problemas, resolução dos problemas e desenvolvimento dos conteúdos, além da análise crítica das soluções.

Nesse contexto, o Quadro 4 apresenta a organização do desenvolvimento da intervenção didática, destacando as atividades planejadas para contemplar cada uma das etapas da Modelagem Matemática. O propósito dessa estruturação foi tanto conduzir o processo de ensino e aprendizagem quanto viabilizar a coleta de dados da pesquisa. Os planos de aula correspondentes às atividades estão disponíveis no Apêndice B.

Quadro 4 - Estruturação da intervenção didática

| Enc. | Atividade proposta | Objetivo | Recursos e Estratégias |
|-------------|---|---|--|
| 01 | Apresentação inicial com uma dinâmica para as apresentações. Apresentação do | Incentivar a interação inicial entre os estudantes e a professora pesquisadora. | Dinâmicas e brindes. |
| 02 | Primeira etapa da Modelagem Matemática: Escolha do tema em contexto sociocultural. | Promover a interação dos estudantes, bem como sua criatividade incentivando o envolvimento dos estudantes desde o início. | Aula interativa por meio de atividade em grupos. |
| 03 | Segunda etapa da Modelagem Matemática: Pesquisa exploratória. Os estudantes reuniram-se para coletar dados. | Proporcionar a familiarização dos estudantes com a temática da Modelagem Matemática. | Atividade de pesquisa em grupo, utilizando recursos tecnológicos. |
| 04 | Etapa pesquisa exploratória: os estudantes retornaram com as pesquisas feitas e apresentaram. | Analisar a participação dos estudantes, bem como suas escolhas em relação à pesquisa. | Apresentação da pesquisa por meio de uma roda de conversa. |
| 05 | Etapa pesquisa exploratória: visitas aos espaços não formais, Costa (2022). | Proporcionar a familiarização dos estudantes com o tema diante de um contexto sociocultural. | Visitas em espaços não formais. |
| 06 | Terceira etapa: Levantamento dos problemas. Nesta etapa os estudantes realizaram atividades como coleta de informações, construção de | Promover a autonomia dos estudantes, por meio da formulação dos problemas relacionando-os com a realidade em seu contexto | Atividade em grupo, utilizaram o diário da Modelagem Matemática para |

| | | | |
|-------------|---|--|--|
| | hipóteses, análise e tomada de decisões. | sociocultural. | registrar as evoluções dos grupos. |
| 07 | Quarta etapa: Resolução dos problemas e desenvolvimento dos conteúdos: Nesta etapa os estudantes receberam problemas em duas etapas: com os dados coletados somente para resolver, já o outro problema eles coletaram os dados. | Preparar os estudantes para a criação do modelo matemático. | Atividade em grupo, utilizando o diário da Modelagem Matemática. |
| 08, 09 e 10 | Resolução dos problemas e desenvolvimento dos conteúdos: Nesta etapa, o conteúdo matemático ganhou importância e significado, pois os estudantes elaboraram e resolveram os problemas dos conteúdos no contexto do tema. | Analisar a forma dos estudantes de representar e resolver o problema. | Atividade em grupo, utilizando o diário da Modelagem Matemática. |
| 11 | Quinta etapa da modelagem: análise crítica das soluções. Foram analisados e discutido com os estudantes as soluções encontradas, as hipóteses levantadas e a relação entre elas. | Possibilitar o aprofundamento dos aspectos matemáticos e não matemáticos trabalhados durante a prática com Modelagem Matemática. | Atividade em grupo, apresentação por meio de roda de conversa e utilizando o diário da Modelagem Matemática. |
| 12 | Avaliação da aplicação da Modelagem Matemática aplicada à aprendizagem sociocultural. | Analisar a participação crítica dos estudantes e a relevância da Modelagem Matemática aplicada à luz da teoria sociocultural. | Entrevista semiestruturada. |

Legenda: Enc.: Encontro

Fonte: Autoria própria.

4.4.2 Entrevista Semiestruturada

Em relação a entrevista, Marconi e Lakatos (2002) descreve como um método de pesquisa que constitui um dos principais recursos para a coleta de dados. Consiste em uma interação entre duas pessoas, sendo uma o entrevistador e a outra o entrevistado. A entrevista tem como propósito principal a obtenção de informações relevantes e a compreensão das perspectivas e experiências dos entrevistados.

Para Minayo e Costa (2018, p. 13) a entrevista semiestruturada permite uma combinação de um roteiro com questões previamente formuladas e outras abertas “permitindo ao entrevistador um controle maior sobre o que pretende saber sobre o campo e, ao mesmo tempo, dar espaço a uma reflexão livre e espontânea do

entrevistado sobre os tópicos assinalados”.

Marconi e Lakatos (2002) relatam que, na entrevista semiestruturada, o entrevistador tem liberdade para desenvolver cada situação em qualquer direção que considere adequada. É uma forma de poder explorar mais amplamente a questão.

Dessa forma, após as intervenções e atividades realizadas com os estudantes, conduziu-se uma entrevista semiestruturada (Apêndice A) para avaliar o impacto da proposta da pesquisa na aprendizagem dos estudantes, assim definiu-se cinco blocos no roteiro para a realização das entrevistas:

- Participação nas atividades (sentimento dos estudantes em relação a participação nas atividades);
- Modelagem Matemática (aspectos sobre as atividades de MM);
- Aprendizagem Matemática (impacto da MM na aprendizagem dos estudantes);
- Aprendizagem Sociocultural (contribuições da aprendizagem sociocultural);
- Conclusão.

4.5 Análise de dados

A análise dos dados da pesquisa foi realizada por meio da análise de conteúdo das informações obtidas nas entrevistas e materiais resultante das atividades implementadas durante os encontros. A análise de conteúdo pode ser considerada como “um conjunto de técnicas de análise das comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens” (Bardin, 1977, p. 38).

Dentre as diversas técnicas propostas por Bardin (1977, p. 153) na Análise de Conteúdo, optou-se pela análise temática ou categorial, no qual, as categorias foram definidas a posteriori, essa técnica “funciona por operações de desmembramento do texto em unidades, em categorias segundas reagrupamentos analógicos”. A escolha dessa abordagem justifica-se por sua capacidade de organizar e interpretar dados qualitativos de forma sistemática e significativa. Além disso, o método categorial permitiu obter uma visão ampla e estruturada sobre os aspectos envolvidos nos

resultados da pesquisa, favorecendo a identificação de padrões e a análise detalhada das informações coletadas.

Dessa forma, para obter as informações que ajudaram a responder ao problema desta investigação, a presente pesquisa fundamentou-se no conjunto de etapas estruturadas para análise dos dados. Segundo Bardin (2016), a análise de conteúdo é conduzida com base em três procedimentos que devem ser seguidos em ordem sequencial:

- 1) a pré-análise;
- 2) a exploração do material;
- 3) o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação

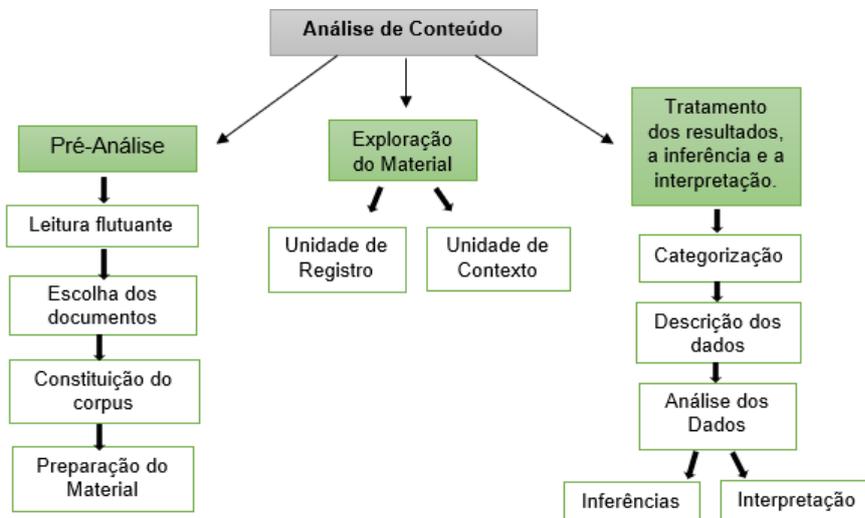
Inicialmente, com os dados já reunidos, foi realizada primeiramente uma leitura exploratória de todo o material, permitindo uma familiarização geral com o conteúdo e uma compreensão preliminar do tema abordado. Assim, a primeira fase é a pré-análise, que consiste na organização dos dados com o objetivo de sistematizar as ideias iniciais e constituir o corpus da pesquisa. Conforme Bardin (1977, p. 96), "o corpus é o conjunto dos documentos considerados para serem submetidos aos procedimentos analíticos".

A próxima etapa é a exploração do material, que envolve a codificação do conteúdo. Neste processo, o material foi fragmentado em unidades de registro, como palavras, frases ou trechos de texto, que foram então agrupados em subcategorias e categorias com base em seu significado e conteúdo. De acordo com Bardin (1977, p. 117), as categorias são "rubricas ou classes que agrupam um conjunto de elementos (unidades de registro, no caso da análise de conteúdo) sob um título genérico, sendo este agrupamento feito com base nas características comuns desses elementos."

A última fase é o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação. Segundo Bardin (1977), nesta fase os resultados da análise foram interpretados e organizados para responder aos objetivos da pesquisa. Isso inclui a identificação de padrões, tendências e relações entre as categorias. A interpretação também ocorreu, onde os resultados são analisados à luz dos objetivos da pesquisa e de teorias relevantes. Isso permitiu a elaboração de conclusões e a discussão dos resultados em relação ao contexto da pesquisa.

Nesse contexto, a figura 2 apresenta o seguimento da análise da pesquisa, fundamentado em Bardin (2016):

Figura 2 - Desenvolvimento de uma análise



Fonte: adaptado de Bardin (2016).

A partir da análise temática ou categorial, adotada nesta pesquisa, foi possível organizar e interpretar os dados qualitativos de maneira sistemática e significativa. Por meio do desmembramento do corpus textual em unidades de sentido, emergiram as categorias a posteriori, conforme ilustrado no Quadro 5 a seguir.

Quadro 5 - Organização sistemática das Categorias a posteriori

| Instrumentos | Unidades de Contexto | Categorias |
|---|---|---|
| Intervenção didática, Observações, Gravações e Diários. | Primeira etapa: escolha do tema | <i>Escolhas em contexto sociocultural</i> |
| | Segunda etapa: Pesquisa exploratória | <i>A pesquisa como desenvolvimento de habilidades</i> |
| | Terceira etapa: levantamento das questões problemas | <i>Análise Crítica e Tomada de Decisões</i> |
| | Quarta etapa: resolução dos problemas | <i>Desenvolvendo Funções Psicológicas Superiores</i> |
| | Quinta etapa: análise crítica das soluções | <i>Aprendizagem Sociocultural</i> |
| Entrevista Semiestruturada | Primeiro Bloco de Perguntas: atividades desenvolvidas | - <i>Aprendizagem ativa e contextualizada;</i> - <i>Desafios na aplicação da MM.</i> |
| | Segundo Bloco de Perguntas: Modelagem Matemática | - <i>Percepções sobre a MM;</i> - <i>Potencialidades da MM.</i> |

| | | |
|--|--|--|
| | Terceiro Bloco de Perguntas: Aprendizagem Matemática | <ul style="list-style-type: none">- <i>Processos de aprendizagem matemática;</i>- <i>MM: facilitando a aprendizagem;</i>- <i>Superação de desafios a partir da aprendizagem sociocultural.</i> |
| | Quarto Bloco de Perguntas: Aprendizagem Sociocultural | <ul style="list-style-type: none">- <i>Desenvolvimento colaborativo e engajamento nas atividades;</i>- <i>Contribuição do contexto sociocultural para a compreensão e reflexão.</i> |

Fonte: Dados da Pesquisa.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta os resultados obtidos a partir da análise dos dados encontrados durante a intervenção didática e da entrevista semiestruturada, na qual os estudantes participaram das etapas da Modelagem Matemática. Com o propósito de responder à questão norteadora da pesquisa e em consonância com a fundamentação teórica, o capítulo foi estruturado em duas seções.

A primeira, intitulada “Potencialidades das etapas da Modelagem Matemática à luz da Teoria Sociocultural”, apresenta a análise dos encontros realizados com os estudantes ao longo da intervenção didática, bem como das gravações cartão de atividades e Diários, destacando as possibilidades das etapas da modelagem, desafios e contribuições desse processo para a aprendizagem. Já a segunda, “Modelagem Matemática Promovendo a Aprendizagem Sociocultural”, apresenta os resultados da análise das entrevistas realizadas com os participantes, destacando suas percepções sobre o processo de aprendizagem.

5.1 Potencialidades das Etapas da Modelagem Matemática à Luz da Teoria Sociocultural

Esta seção apresenta a descrição e análise das atividades realizadas durante os encontros nos quais foram realizadas as etapas da Modelagem Matemática. O processo foi conduzido com base na Teoria Sociocultural de Vygotsky (1991), que enfoca a aprendizagem mediada pela interação social, e nas contribuições de Burak (1992, 2016), que concebe a Modelagem Matemática como um conjunto de procedimentos para a construção de representações matemáticas de fenômenos do cotidiano, possibilitando uma compreensão mais ampla e contextualizada da realidade.

Os encontros foram organizados de modo a contemplar as etapas da Modelagem Matemática propostas por Burak (1992): escolha do tema, pesquisa exploratória, levantamento dos problemas, resolução dos problemas e desenvolvimento dos conteúdos, além da análise crítica das soluções. Durante essas etapas, constatou-se um envolvimento ativo dos estudantes, que passaram a discutir

e propor soluções baseadas em suas experiências e no contexto sociocultural em que estão inseridos.

5.1.1 Apresentação inicial

No primeiro encontro, ocorreu o primeiro contato entre os estudantes e a pesquisadora. O objetivo desse momento inicial foi realizar apresentações por meio de uma dinâmica, permitindo que os participantes compreendessem o motivo da presença da professora-pesquisadora naquele momento em sala de aula. O professor titular da turma iniciou uma interação, apresentando a pesquisadora aos estudantes e esclarecendo que eles participariam de uma atividade, a qual seria detalhadamente explicada pela professora.

A sala de aula foi organizada em círculo, garantindo que todos pudessem visualizar e participar das atividades propostas. Em seguida, fez-se uma dinâmica de apresentação: cada estudante foi convidado a ir até o centro da sala, pegar um chocolate com a professora e apresentar um colega da turma. Porém, antes de entregar o presente, deveria apresentar o amigo, destacando uma qualidade. Observou-se que todos participaram da atividade com entusiasmo, contribuindo para um ambiente descontraído entre os estudantes e a pesquisadora, fazendo com que os educandos se sentissem mais à vontade.

Em seguida, iniciou-se uma interação entre os participantes da pesquisa e a pesquisadora, por meio de um diálogo no qual ela destacou a importância da atenção e da participação de todos naquele momento. Durante a conversa, foi apresentada a proposta de intervenção a ser realizada com a turma, enfatizando a sua relevância para o ensino de Matemática. Constatou-se que a maioria dos estudantes demonstrou curiosidade e entusiasmo em relação às informações compartilhadas sobre a pesquisa, como evidenciado nos comentários feitos pelos estudantes E15 e E18:

Ah, professora. Eu até gostei do início da aula, tipo... a senhora até começou com chocolate e brincadeira, mas agora já falou em atividades com Matemática. Não gosto dessa matéria, não. É muito difícil, sabe? (E15)

Professora, parece ser legal essa atividade aí... (com Modelagem Matemática). Mas, como funciona esse negócio de... como é quem é mesmo o nome? "Modelagem Matemática?" Isso mesmo, é... nós vamos fazer trabalho com massinha de modelar? (E18)

A partir dos comentários dos estudantes, é possível observar que, ao se referirem às atividades de Matemática, eles expressam não apenas suas relações com a disciplina, mas também revelam suas percepções iniciais sobre a Modelagem Matemática. Evidenciando tanto suas experiências anteriores quanto suas expectativas, refletindo curiosidade, interesse ou até possíveis dúvidas sobre essa abordagem. Esses comentários permitem identificar tanto as perspectivas individuais quanto as concepções coletivas sobre o tema, oferecendo subsídios importantes para compreender o envolvimento dos estudantes com a proposta pedagógica.

Após ouvir os comentários, a pesquisadora pediu que os estudantes se acalmassem, garantindo que explicaria todos os detalhes. Assim, foram esclarecidas as dúvidas dos estudantes, com a pesquisadora detalhando os principais aspectos da Modelagem Matemática e explicando como deveriam ser incluídas as etapas da intervenção didática relacionadas a essa abordagem.

5.1.2 1ª Etapa da Modelagem Matemática: Escolha do tema

No segundo encontro, cada estudante recebeu uma pasta contendo caneta, lápis, borracha e um “Diário da Modelagem Matemática”. Esse material foi fornecido para auxiliar no desenvolvimento das atividades propostas durante a intervenção e permitir o registro de todas as informações relevantes. Após a distribuição, iniciou-se a preparação para a escolha do tema a ser trabalhado. Conforme Burak (1992), essa escolha deve, preferencialmente, ser feita pelos estudantes e estar alinhada aos interesses do grupo.

Dessa forma, a turma foi organizada em equipes para favorecer o trabalho colaborativo, em consonância com Vygotsky (2007), que enfatiza a importância da interação com o outro na resolução de problemas. As equipes foram formadas de maneira voluntária, com base na afinidade entre os estudantes, resultando em cinco grupos com uma distribuição equilibrada de membros. A figura 3 mostra a turma reunida em equipe para realizar a primeira etapa da Modelagem Matemática.

Figura 3 - Estudantes reunidos em grupo para a escolha do tema



Fonte: Dados da Pesquisa.

Solicitou-se aos estudantes que eles escolhessem temas do interesse deles e que estivessem relacionados ao contexto sociocultural dos mesmos, os integrantes das equipes deveriam escolher algumas temáticas e discutirem entre si e depois cada equipe deveria apresentar algumas de suas sugestões. Informou-se aos educandos que após o trabalho colaborativo entre eles, aconteceria um momento de explanação dos temas escolhidos pelas equipes e que juntos todos iriam escolher uma temática geral para ser trabalhada nas atividades seguintes.

As equipes interagiram e foram criativas ao selecionar diversos temas para o debate. O quadro 6 apresenta as unidades de registro das escolhas feitas pelos estudantes, assim como a categoria e subcategorias que emergiram a partir dessas unidades.

Quadro 6 - Resultados da primeira etapa: escolha do tema

| G. | Unidade de Registro | Subcategorias | Descrição | C. |
|-----------------|--|------------------------------------|---|---|
| G1, G2, G4 e G5 | “plantação de açaí, poluição do rio; descarte do caroço de açaí; poluição da cidade; lixo na cidade” | Meio Ambiente e Sustentabilidade | Temas relacionados à preservação ambiental, descarte de resíduos, poluição e uso sustentável de recursos naturais. | <i>Escolhas em contexto sociocultural</i> |
| G1, G2, G3 e G4 | “fabricação de açaí; falta de energia elétrica; buracos nas ruas; falta de sinal de celular” | Infraestrutura e Serviços Públicos | Temas que envolvem envolvimento fornecido de energia, acesso à tecnologia, comunicações e questões relacionadas à estrutura urbana. | |
| G1 e G3 | “festa do açaí; barracas com matéria prima do açaí; futebol; vôlei” | Cultura e Lazer | Temas ligados a eventos culturais, tradições, esportes e entretenimento. | |

| | | | | |
|---------|------------------------------------|--------------------|---|--|
| G3 e G5 | "internet ruim; minecraft; tiktok. | Tecnologia e Jogos | Temas relacionados à internet, redes sociais, aplicativos e jogos digitais. | |
|---------|------------------------------------|--------------------|---|--|

Legenda: C.: Categoria; G.: Grupos.

Fonte: Dados da Pesquisa.

Durante o período de aplicação da pesquisa, o município de Codajás enfrentou alguns problemas significativos, como ocorrências ocasionais no fornecimento de energia elétrica, falhas no sinal da operadora de celular e poluição causada pelo descarte inadequado de resíduos sólidos.

Paralelamente a essas dificuldades, a região vivenciava o período da safra de açaí, um momento crucial para a economia local, já que o cultivo de açaí é a principal fonte de renda para muitos agricultores. Além disso, o município se preparou para a tradicional Festa do Açaí, que voltou a ocorrer após um intervalo de três anos devido à pandemia. Essa combinação de desafios e eventos marcou o contexto sociocultural e econômico da comunidade no momento da pesquisa.

A categoria "escolhas em contextos sociocultural" revelam que os temas destacados pelos estudantes refletem diretamente com a realidade local dos mesmos. Isso fica evidente em suas sugestões de investigar questões como a falta de energia elétrica ou a plantação de açaí, demonstrando uma conexão direta entre as escolhas temáticas e o cotidiano vivenciado por eles. Tais escolhas apontam para uma percepção crítica dos estudantes em relação às condições de sua comunidade e destacam a relevância de temas relacionados ao contexto sociocultural na construção do conhecimento.

Resultados semelhantes foram apresentados no estudo de Reis (2021), que proporcionou aos participantes a oportunidade de escolher um tema alinhado ao contexto em que estavam inseridos. O autor destaca que os discentes optaram por estudar vendas, pois, em meio à pandemia da Covid-19, enfrentavam dificuldades financeiras em suas famílias e desejavam contribuir para ajudar seus pais. Diante dessa realidade, o grupo entendeu que esse tema seria o mais relevante naquele momento.

Da mesma forma, Araújo e Avelar (2022) ressaltam que a escolha do tema na Modelagem Matemática deve estar inserida no contexto sociocultural dos estudantes. Em seu estudo, as autoras demonstram que o tema abordado foi o rompimento da

barragem de Brumadinho, um evento diretamente relacionado à vivência dos participantes da pesquisa.

Assim, esta etapa foi concluída em consonância com as ideias de Burak (2016), que destaca a importância de selecionar temas intimamente ligados à realidade e ao cotidiano dos estudantes, de modo a fomentar uma leitura crítica do mundo. Segundo Burak (1992), alguns princípios para a escolha do tema são: 1) partir do interesse do grupo de pessoas envolvidas; e 2) obter as informações e os dados no ambiente onde se localiza o interesse do grupo.

Dessa forma, os resultados analisados, que deram origem à categoria “escolha em contexto sociocultural”, confirmam essa perspectiva, uma vez que os temas escolhidos pelos estudantes refletem diretamente os desafios e experiências vivenciadas em sua comunidade.

Após as apresentações das equipes sobre as propostas de temas, decidiu-se por escolher uma única temática geral para toda a turma trabalhar. Para isso, foi realizada uma votação, na qual a turma optou pela temática “Açaí”. Os estudantes notaram que todas as equipes, em suas propostas, mencionaram de alguma forma aspectos relacionados ao açaí, como evidenciado nos comentários dos estudantes E4 e E6:

Professora, eu sugeri o tema futebol porque eu gosto muito de jogar lá na quadra... só que estou vendo que todo mundo falou algo do açaí. E, claro que como sou de Codajás, né, amo açaí (risos). Então, acho melhor todo mundo escolher açaí mesmo e a senhora compra uns litros pra gente tomar (risos) (E4).

Eu também acho que devemos escolher o açaí, é... porque também faz parte da nossa cultura, né? Todo mundo sabe alguma coisa, até eu já bati açaí com meu tio. Ah, professora, a senhora precisava provar, tava muito gostoso e bem madurinho (E6).

Dessa forma, as falas dos participantes confirmaram que a temática “Açaí” está profundamente inserida no contexto sociocultural de todos. Ao serem questionados sobre suas vivências relacionadas ao açaí, os estudantes expressaram diversas experiências, como consumir o fruto, produzir o vinho de açaí com seus familiares ou até mesmo confeccionar artesanatos durante períodos festivos. Todos os participantes, sem exceção, demonstraram algum tipo de conexão com o tema. Isso evidencia que a escolha da temática pelos estudantes não reflete apenas a realidade vivida por eles, mas também se apresenta como uma excelente opção para trabalhar a Modelagem Matemática, promovendo uma aprendizagem contextual.

5.1.3 2ª Etapa da Modelagem Matemática: Pesquisa exploratória

Com a definição do tema, os estudantes avançaram para a segunda etapa da Modelagem, conforme descrito por Burak (2004), que corresponde ao momento da pesquisa exploratória que é dedicada à investigação aprofundada do tema, à coleta de dados diversos e à sua sistematização. Para orientar essa fase, os discentes foram instruídos a pesquisar sobre diferentes aspectos relacionados ao açaí, incluindo dimensões econômicas, culturais e sociais.

Ainda na sala de aula, os estudantes se organizaram em novas equipes para discutir coletivamente o que já sabiam sobre o tema. Durante as conversas, ficou evidente que os diálogos compartilhados giravam em torno de experiências pessoais com o fruto do açaí, revelando uma forte conexão com o cotidiano. No entanto, poucos mencionaram dados quantitativos relacionados à temática, evidenciando a necessidade de aprofundar a investigação para incorporar informações mais objetivas e sistemáticas.

Dessa forma, os estudantes foram orientados a utilizar recursos tecnológicos, como celulares e internet para dar continuidade à pesquisa exploratória sobre o tema. Reforçou-se que o objetivo principal dessa etapa da Modelagem Matemática, conforme descrito por Burak (2004), era obter o máximo de informações possíveis sobre o tema, realizando a coleta de dados e sua sistematização. Além disso, os discentes foram incentivados a expandir a investigação para além do ambiente escolar, dando continuidade à pesquisa em casa com o apoio de seus familiares. Para facilitar o processo, cada estudante recebeu o cartão de atividade 01 (Apêndice C), contendo perguntas norteadoras para orientar a coleta de informações.

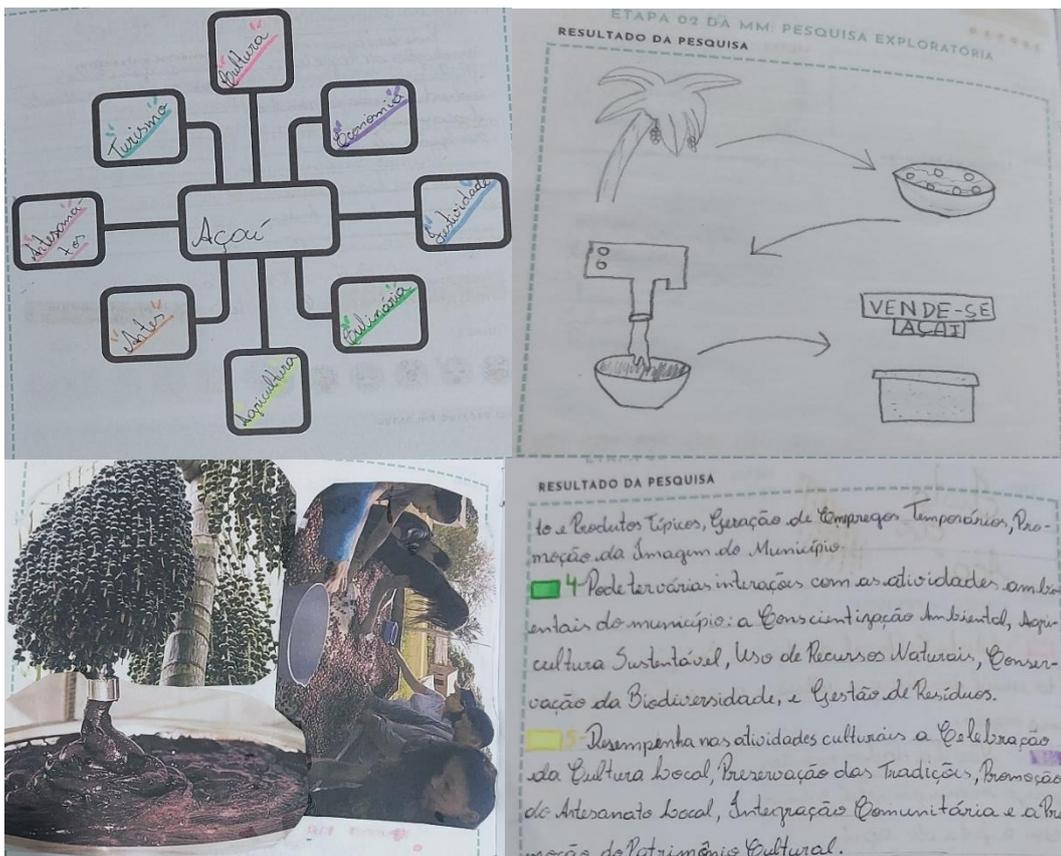
No quarto encontro, deu-se continuidade à segunda etapa da Modelagem Matemática com as apresentações das pesquisas exploratórias realizadas pelos estudantes. Por meio do Diário da Modelagem Matemática, foi proposta a criação de um mapa mental, com o objetivo de ajudar os discentes a sintetizarem as principais informações obtidas em suas pesquisas.

As pesquisas realizadas pelos estudantes revelaram uma diversidade de perspectivas sobre a temática, abrangendo aspectos culturais, econômicos e sociais. Enquanto alguns investigaram os valores envolvidos na produção e comercialização

do açaí, outros se aprofundaram nos elementos culturais e ambientais relacionados ao tema.

Durante o encontro, os estudantes compartilharam um resumo de suas investigações em uma roda de conversa, promovendo uma troca de ideias e reflexões. A Figura 4 ilustra algumas das pesquisas realizadas pelos participantes, evidenciando a diversidade de abordagens e informações levantadas.

Figura 4 - Resultados de algumas pesquisas realizadas pelos estudantes



Fonte: Autoria própria.

O desenvolvimento desta etapa revelou, por meio dos relatos dos estudantes, que ela contribuiu significativamente para várias descobertas sobre o tema, bem como o aprimoramento do pensamento crítico e investigativo. Além disso, promoveu a autonomia e estimulou a criatividade dos discentes, como evidenciado nos comentários dos estudantes E2, E4, E5, E7 e E16.

Ah, professora. Quando fui pesquisar mais sobre o açaí, hum... tinha muita coisa, então fiquei pensando e me veio uma curiosidade: quais as vitaminas tem no açaí? Então eu pesquisei (pensamento investigativo e autonomia) sobre isso e coloquei no Diário (E2).

pesquisei sobre várias coisas envolvendo o açaí, mas o que mais chamou minha atenção durante a pesquisa foi a parte das questões ambientais, sabe por quê? Eu nunca tinha parado pra pensar (pensamento crítico) sobre o que é feito com os caroços de açaí depois que é batido aqui, e aí... eu acho que daria pra usar esses caroços em alguma coisa, porque eu vi na pesquisa sobre essas coisas de uso de recursos naturais (E4).

*eu fui pesquisar sobre 'valor' porque queria saber (pensamento investigativo) quanto tá saindo a saca de açaí... e aí eu perguntei do titio e ele disse que atualmente tava R\$ 150,00. Fiquei "oh", os apanhadores de açaí trabalham tanto e esse preço tá barato né, professora? (pensamento crítico) (E5).
 "quando fui pensar em que pesquisar, me bateu a curiosidade (pensamento investigativo) de saber quanto litros de açaí mais ou menos são feitos em um ano, aí eu descobri que são muitos... nossa! É... então eu vi no vídeo lá no youtube que é de 25 mil a 30 mil e não é em um ano porque a safra dura uns cinco ou seis meses, hum... por essa eu não esperava (descobertas), oh (risos) (E7).*

eu pesquisei sobre como é feito o açaí e como ele se popularizou e depois resolvi fazer um trabalho de corte e colagem (autonomia e criatividade) no diário de imagens mostrando como é feito essa produção (E16).

Ao analisar as unidades de registro a partir das falas dos participantes da pesquisa, inferiu-se a categoria de análise "A pesquisa como desenvolvimento de habilidades", evidenciando as potencialidades da segunda etapa da Modelagem Matemática. As respostas dos estudantes indicam que, ao longo dessa etapa, houve o desenvolvimento de habilidades essenciais, como autonomia, criatividade, pensamento investigativo e pensamento crítico.

Observou-se que a prática investigativa, inerente à Modelagem Matemática, não apenas permitiu a ampliação do conhecimento sobre o tema em estudo, mas também fomentou uma postura ativa dos estudantes no processo de aprendizagem. Esse envolvimento favoreceu a construção do pensamento crítico e investigativo, além de estimular a autonomia na busca por soluções e a criatividade na formulação de estratégias para abordar os problemas propostos. Assim, a Modelagem Matemática demonstrou ser uma abordagem metodológica capaz de potencializar o desenvolvimento cognitivo e reflexivo dos estudantes.

Resultados semelhantes foram encontrados por Eça e Madruga (2021) ao realizarem uma atividade de Modelagem Matemática para a construção de uma horta sustentável. Durante o processo, os autores enfatizaram a importância da pesquisa exploratória, incorporando essa etapa às suas atividades. Segundo eles, essa fase tem como objetivo reunir um amplo conjunto de informações, contemplando tanto aspectos quantitativos quanto qualitativos relevantes ao tema. Dessa maneira, busca-

se construir uma visão descritiva e ampla do contexto, permitindo uma análise mais precisa e eficiente.

Esses resultados estão em consonância com as ideias de Burak (2016, p. 38), que destaca a relevância da pesquisa nas etapas da Modelagem Matemática. Segundo o autor, essa abordagem integra de forma “natural e indissociável o ensino e a pesquisa”, promovendo, assim, o fortalecimento da autonomia do educando.

Dessa forma, os resultados reforçam o potencial da Modelagem Matemática como metodologia que não apenas articula teoria e prática, mas também capacita os estudantes a assumirem um papel ativo na construção do conhecimento.

Para finalizar a segunda etapa da Modelagem Matemática, realizou-se uma visita com os estudantes. No entanto, nesse encontro ocorreram alguns contratemplos, pois o local pretendido para a visita seria na fábrica de açaí do município. Contudo, não foi possível conseguir o ônibus que levaria os estudantes até o local. Dessa forma, houveram mudanças no local de visitas.

A visita foi realizada no espaço fora da sala de aula, onde encontravam-se artesões da cidade, bem como os funcionários da escola que estavam confeccionando uma barraca com matéria prima do açaí para uma competição de barracas. Desse modo, os estudantes foram até o local e foram orientados a fazerem várias anotações sobre o que eles iriam observar durante a visita, inclusive aspectos envolvendo a matemática. A figura 5 mostra alguns momentos dessa visita.

Figura 5 – Etapa da pesquisa por meio da visita



Fonte: Dados da pesquisa.

Com essa fase da pesquisa exploratória, objetivou-se inserir os estudantes em um ambiente sociocultural e que eles pudessem ver na prática algumas ações envolvendo o contexto da temática “açai”. Dessa forma, percebeu-se que com a visita os estudantes fizeram novas descobertas, conforme o comentário dos estudantes E8 e E11:

Professora, eu observei que estavam fazendo artesanatos com capemba e cobrindo com o negócio que eu não consegui saber o que era... aí eu fui lá e perguntei da professora que estava fazendo o trabalho e ela me disse que aquele material era a borra e semente do açai, eu fiquei tipo... como assim? não sabia que era possível aproveitar a borra do açai e aquelas sementes que cai do açazeiro. Nossa! Eu fiquei surpresa, foi muito legal ver como eles produzem... é... porque eu só via a barraca pronta, mas nunca tinha visto ela sendo feita assim (E8).

O que mais chamou minha atenção foi como eles estavam conseguindo fazer um tapete com a palha do açai... (o Estudante E4 interrompeu a fala do colega e argumentou: “aquilo não era palha, era capemba”) é... isso mesmo. E tinha muita gente ao mesmo tempo tecendo tapete... aí perguntei deles quantas tiras eram necessárias pra fazer um tapete e eles responderam que dependia do tamanho do tapete, naquele que eles estavam fazendo já tinham usado mais de 40 tiras...hum, eu achei incrível... não sabia que com a capemba dava pra fazer tanta coisa. Agora eu vi mesmo que o açai não serve só pra tomar (risos) tem outras utilidades, né? (E11).

As falas dos estudantes evidenciaram o impacto significativo da segunda etapa da Modelagem Matemática, especialmente ao incluir uma visita a um espaço não formal. Conforme Costa (2022), os espaços não formais possuem o potencial de favorecer conexões entre conceitos matemáticos e as práticas socioculturais em que estão inseridos. Dessa forma, essa etapa da modelagem proporcionou aos estudantes o contato com um ambiente rico em informações contextualizadas no cenário sociocultural.

Essa experiência permitiu que, por meio da interação direta com os artesãos, os estudantes fizessem novas descobertas e observassem práticas relacionadas à fabricação de uma barraca, promovendo uma aprendizagem situada e conectada à realidade local. Essa vivência reforça a ideia de que o aprendizado não ocorre de forma isolada, mas está profundamente enraizado no contexto cultural e nas interações sociais.

Vygotsky (1986) já destacou que o ambiente sociocultural e o envolvimento em atividades significativas, relacionados ao cotidiano dos indivíduos, são elementos fundamentais para o desenvolvimento da aprendizagem. Complementando essa

perspectiva, Orey e Rosa (2007) afirmam que a interação social com diferentes membros de um grupo cultural é o motor que desencadeia e solidifica o aprendizado.

Dessa forma, a prática realizada não apenas validou teoricamente esses princípios, mas também foi demonstrada, na prática, como a Modelagem Matemática pode integrar ensino e vivência sociocultural, ampliando o significado da aprendizagem para os estudantes.

5.1.4 3ª Etapa: levantamento dos problemas

Neste encontro, iniciou-se a preparação para a terceira etapa da Modelagem Matemática. Os estudantes foram orientados a recapitular todas as informações obtidas na etapa anterior e organizá-las. Além disso, foi explicado que, nesta fase, eles deveriam focar no levantamento de questões de interesse para eles, bem como na construção de hipóteses levando em consideração tudo o que foi desenvolvido e discutido anteriormente, bem como as curiosidades que surgiram durante a pesquisa exploratória.

Com base nisso, iniciou-se uma discussão entre os grupos para lembrar os resultados da etapa anterior, coletar informações, identificar problemas, formular hipóteses, realizar análises e tomar decisões. Durante o processo de levantamento de problemas, alguns estudantes compartilharam suas ideias, dúvidas e dificuldades, como evidenciado nos comentários dos participantes E1, E3 e E16:

Como na visita anotei a quantidade de verniz (resultado da etapa anterior) que eles estavam usando pra pintar uma parede, agora consigo criar uma questão (identificação de problemas) pra saber quantos verniz vai ser usado na barraca toda, né? (E1).

Ah, professora... hum... a senhora tem certeza que tem matemática nesse tema do açai? não estou conseguindo pensar em nada...(dificuldades) (E3).

Professora, toda vez que passo em frente dos sítios eu vejo como tem muito açazeiros, aí né?... eu me perguntava quantos açazeiros tinha ali. Com a pesquisa que a gente fez deu pra saber o tamanho de terreno que precisa pra plantar um pé de açai. Então... posso fazer um problema é... mais ou menos assim (ideias para levantamento de problemas) (E16).

Essa etapa se mostrou mais desafiadora em comparação às duas anteriores, pois alguns estudantes enfrentaram dificuldades para formular perguntas com base na pesquisa realizada na segunda etapa, conforme evidenciado na fala do E3. Esse

resultado indica que os estudantes não estão habituados a assumir um papel ativo no processo de ensino e aprendizagem, evidenciando a predominância de práticas tradicionais em sua formação.

Achados semelhantes são apontados por Ceolim e Caldeira (2016), cujos estudos demonstram que os estudantes tendem a enfrentar dificuldades ao serem inseridos em abordagens como a MM, que exigem maior protagonismo e envolvimento crítico. Os autores destacam que muitos alunos estão acostumados a reproduzir respostas prontas e a aplicar fórmulas de maneira mecânica. Assim, o desafio identificado nesta pesquisa corrobora a necessidade de práticas pedagógicas que incentivem a autonomia intelectual dos estudantes e promovam uma aprendizagem mais ativa e reflexiva.

Dessa forma, esta etapa contou com a participação ativa da professora pesquisadora, que auxiliou os estudantes a tirarem dúvidas e facilitar o processo de assimilação. Para tornar a atividade mais clara, foi apresentado um exemplo prático de formulação de um problema e suas respectivas hipóteses, utilizando a temática 'água'.

Com o suporte da professora, os estudantes começaram a registrar aspectos que despertaram sua curiosidade em relação ao tema e, a partir disso, elaboraram questionamentos e formularam algumas hipóteses. Após a discussão em grupo, os estudantes identificaram questões relevantes para a formulação dos problemas. A análise das unidades de registro resultou em cinco subcategorias principais inferindo assim a categoria “*Análise Crítica e tomada de decisões*” que refletem as abordagens levantadas pelos estudantes. O quadro 7 a seguir apresenta a categoria emergente:

Quadro 7 - Unidade de contexto: levantamento das questões problemas

| C. | Subcategorias | Descrição |
|--------------------------------------|---|---|
| Análise Crítica e Tomada de Decisões | Custos e Orçamentos | Questionamentos em relação a custos e lucros envolvidos na comercialização do açaí. |
| | Consumo e Produção de Recursos Naturais | Indagações sobre o consumo de água e demais recursos naturais na produção do açaí. |
| | Planejamento de Espaço e Terrenos | Interrogações referente as áreas e organização de espaços para o cultivo de açaizeiros, considerando as necessidades de espaçamento e eficiência do plantio |
| | Proporcionalidade: rendimento e quantidades | Proporcionalidade direta, como a produção de tapetes ou o cálculo de consumo em escalas maiores. |

| | | |
|--|--------|--|
| | | Rendimento de elementos como cachos de açaí, sacas e litros. |
| | Outros | Levantamento de questões envolvendo periodicidade. |

Legenda: C.: Categoria
Fonte: Própria autora.

Diante dos resultados, constatou-se que os estudantes levantaram suas questões problemas sobre o plantio de açaí, a produção do vinho, a comercialização e a utilização de materiais do fruto na cultura. Evidenciando o contexto sociocultural de acordo com a pesquisa exploratória feita anteriormente. A categoria que emergiu abrange a capacidade dos estudantes que refletiram sobre dados e informações coletadas, relações matemáticas e suas implicações em diferentes contextos.

Os resultados desta etapa estão em consonância com os resultados encontrados na pesquisa de Vicentin (2016), que desenvolveu um estudo sobre Modelagem Matemática e evidenciou aspectos característicos da terceira etapa do processo. De acordo com o autor, nesse momento, os estudantes envolvidos na pesquisa realizam a problematização das informações coletadas, enquanto o professor assume um papel fundamental como mediador do conhecimento.

No mesmo sentido, Burak e Klüber (2008, p. 641) destacam que, no contexto do Ensino Fundamental, a fase de levantamento do problema incentiva os estudantes a “conjeturarem sobre tudo que pode ter relação com a Matemática, elaborando problemas simples ou complexos que permitam vislumbrar a possibilidade de aplicar ou aprender conteúdos matemáticos”. Além disso, os autores reforçam a importância da atuação docente, enfatizando que o professor não deve se isentar do processo, mas sim desempenhar um papel mediador, orientando e estimulando a construção do conhecimento pelos estudantes.

5.1.5 4ª Etapa: resolução dos problemas e desenvolvimento dos conteúdos

Neste encontro, deu-se início à preparação para a quarta etapa da Modelagem Matemática. Conforme Burak (2004), essa etapa é crucial, pois é nela que o conteúdo matemático assume importância e significado, uma vez que os estudantes começam a resolver os problemas propostos e a desenvolver os conteúdos no contexto do tema trabalhado.

Nesta etapa, solicitou-se aos estudantes que eles identificassem, a partir das questões-problema levantadas na terceira etapa, os conteúdos matemáticos necessários para as possíveis resoluções. Como resultado, os estudantes conseguiram identificar que seriam necessários os conteúdos de aritmética e geometria, conforme demonstrado nas falas dos estudantes E9 e E16:

professora, olhando aqui o que anotei no diário sobre a questão-problema... é... com certeza vou precisar fazer multiplicação e divisão (aritmética) (E9). não só eu, mas outros colegas também colocaram algo sobre o tamanho do terreno... então, acho que vai precisar calcular a área de alguma coisa... (geometria plana) (E16).

Constatou-se que, embora alguns estudantes tenham sido capazes de identificar alguns conteúdos matemáticos do currículo relacionados às questões-problema, ainda havia uma carência de conhecimentos mais específicos, como expressões algébricas, proporção e regra de três. Esse cenário ressalta a importância da mediação do pesquisador para aprofundar a compreensão e orientar os estudantes na construção do conhecimento matemático necessário para a resolução dos problemas.

Nesse sentido, esta etapa envolveu uma organização cuidadosa por parte da pesquisadora, de modo a garantir que os estudantes compreendessem a proposta e fossem capazes de desenvolver os modelos matemáticos. Para isso, a etapa foi subdividida em três fases. As duas primeiras envolveram a mediação da professora pesquisadora para auxiliar na preparação dos estudantes na criação dos modelos. Como parte desta preparação, realizou-se um nivelamento dos conhecimentos matemáticos do currículo, incluindo a resolução de questões envolvendo expressões numéricas e algébricas, geometria plana, proporcionalidade e regra de três.

Assim, foi realizada uma atividade em grupo, na qual cada equipe recebeu um cartão de atividade 2 (Apêndice D) contendo problemas prontos que envolviam os conteúdos trabalhados e os dados da questão já coletados. O objetivo desta atividade foi promover um momento de colaboração entre os grupos, incentivando-os a pensar coletivamente em soluções para os problemas propostos. Nesta etapa inicial, os dados já estavam disponíveis, permitindo que os estudantes se concentrassem exclusivamente na resolução da parte que envolve os cálculos matemáticos.

Durante as tentativas para resolver as questões, alguns estudantes apresentaram dificuldades para aplicar seus conhecimentos prévios e realizar a

resolução das questões, as argumentações dos estudantes E2 e E10 evidenciam este momento:

professora, não estou conseguindo lembrar como eu faço pra calcular a área desse terreno... na verdade aqui já tem o valor da área, né?... eita... então o que a gente faz pra achar a área de cada casa? Poxa... ninguém do grupo tá conseguindo pensar em nada (E2).

eu acho que eu nunca vi esse negócio de achar o valor de x , não... tá muito difícil, professora... a gente conversou aqui no grupo e o estudante E13 disse que a gente tem que deixar o x sozinho de um lado e passar os números para o outro lado pra poder achar o valor, é... mas não lembro como faz... (E10).

Dessa maneira, a professora pesquisadora percorreu cada grupo para identificar as dúvidas e, assim, oferecer o suporte necessário aos estudantes. Para auxiliá-los, foi realizada uma revisão, abordando pontos fundamentais relacionados a expressões numéricas e algébricas, geometria plana, proporcionalidade e regra de três.

No oitavo encontro, deu-se continuidade às atividades com a segunda fase, na qual os estudantes receberam o cartão de atividade 3 (Apêndice E). Esse cartão continha novos problemas, mas, diferentemente da etapa anterior, os dados necessários para a resolução não foram fornecidos. Cabia aos próprios estudantes interpretarem e coletar as informações possíveis de forma autônoma.

Durante a realização desta etapa, constatou-se um dos maiores momentos de dificuldade dos estudantes. Inicialmente, a maioria dos estudantes não conseguiu fazer a interpretação para coletar os dados do problema, as falas dos estudantes E20 e E21 demonstram essas dificuldades:

professora, não estou conseguindo organizar os dados da questão... é... eu tenho que multiplicar a quantidade de saia pela quantidade de metro? (E20).

consegui resolver aqui oh... descobri o valor que o fazendeiro vai gastar pra comprar os bois, mas não estou conseguindo calcular o lucro tem que tirar essa porcentagem? (E21).

Dessa forma, mais uma vez a professora pesquisadora desempenhou o papel de mediadora, auxiliando no processo de construção e maturação da aprendizagem dos estudantes. Esse resultado vai ao encontro com a discussão de Cambi e Caldeira (2023), que destaca que, ao trabalhar com a Modelagem Matemática, o professor deve atuar como mediador e facilitador, criando situações e momentos que favoreçam o desenvolvimento pleno das capacidades e potencialidades dos discentes. Esse

processo deve sempre considerar as particularidades de cada estudante, respeitando os diferentes avanços de seus estágios de desenvolvimento psicológico.

No encontro 9, o foco voltou-se para a resolução dos problemas. Conforme descrito no encontro anterior, as duas primeiras fases da quarta etapa foram concluídas, durante as quais os estudantes resolveram alguns problemas com o apoio dos colegas e da professora pesquisadora, além de terem praticado a coleta de dados a partir dos problemas apresentados.

Na terceira fase dessa etapa, os estudantes revisitaram as questões-problema e as hipóteses levantadas no encontro 6, dando início à formulação dos problemas que serviriam como base para o desenvolvimento dos modelos matemáticos. Constatou-se que alguns estudantes tiveram dificuldades em elaborar um problema, enquanto outros conseguiram formulá-los de forma rápida.

Após decidirem sobre as questões-problema relacionadas à temática escolhida, os estudantes registraram suas reflexões e ideias no Diário. O quadro 8 apresenta os problemas formulados pelos estudantes.

Quadro 8 - Problemas e hipóteses formulados pelos estudantes

| E. | Problemas levantados | Hipótese |
|-----------|---|--|
| E1 | Uma escola está produzindo sua barraca para a festa do açaí. Para pintar uma parede da barraca que mede 4 m ² , gastou 1 lata de verniz de 1 litro que custou R\$ 30,00. Quanto essa escola gastou para pintar as quatro paredes da barraca? | Todas as paredes tem a mesma medida. |
| E2 | Carlos apanhador de açaí tem uma meta diária de entregar 3 sacas de açaí de 50 kg. Quantos cachos é necessário Carlos apanhar para cumprir sua meta? | Cada cacho rende 25 kg. |
| E3 | Quanto vai gastar um batedor de açaí que precisa comprar 10 sacas de açaí? | A saca de açaí está custando R\$ 150,00. |
| E4 | Em um período sem chuvas, quantos litros de água um agricultor gasta para regar 15 pés de açaizeiros durante um dia? | Um açaizeiro consome 20 litros de água por dia. |
| E5 | Seu José quer comprar um fogão na Bemol que custa R\$ 1.500,00. Para isso, quer juntar esse valor com as vendas de açaí. Quantas sacas de açaí são necessárias vender para obter o valor do fogão? | Considerando que a saca de açaí custa R\$ 150,00. |
| E6 | Quantos litros de água serão necessários para bater 5 sacas de açaí de 50 kg? | Para bater uma saca de 50kg de açaí utiliza-se 80 litros de água. |
| E7 | Quantas safras de açaí são necessárias para produzir 100 mil litros de açaí? | Uma safra de açaí em Codajás produz em média 25 mil a 30 mil litros de açaí. |
| E8 | Qual a área aproximadamente de um terreno que foi plantado 10 açaizeiros? | Consideramos o espaçamento indicado de 16 m ² . |
| E9 | Quantos litros de açaí são possíveis obter com 5 sacas de açaí? | Uma saca de açaí de 30 kg rende 18 litros. |

| | | |
|-----|--|---|
| E10 | Qual o valor eu preciso ter pra comprar 55 litros de açaí? | Valor do Açaí R\$ 8,00. |
| E11 | Na barraca, produziram um tapete de 4 m ² utilizando 40 tiras. Quantas tiras de capemba são necessários para fazer um tapete de 8 m ² ? | Considere que todas as tiras de capemba tenha as mesmas medidas. |
| E12 | Seu João apanha açaí de 3 em 3 dias e bacaba de 4 em 4 dias. Na segunda-feira, ele apanhou os dois frutos no mesmo dia. Qual será o próximo dia da semana que isso acontecerá novamente? | Consideramos os 7 dias da semana. |
| E13 | No bairro Grande Vitória são 500 famílias, cada família consome 3 litros em um dia. Quantos litros de açaí as famílias do bairro consumirão em uma semana? | O valor do litro do açaí é R\$ 8,00. Uma semana tem 7 dias. |
| E14 | Quantos metros quadrados de um terreno são necessários para plantar 10 açazeiros? | Para plantar uma muda de açazeiro são necessários 16 m ² . |
| E15 | Quantas entregas um entregador de açaí precisa fazer pra ganhar R\$ 120 em um dia? | Ganha R\$ 2,00 por entrega. |
| E16 | Qual a medida um terreno precisa ter para que seja plantado 5 mil mudas de açaí? | Considere um espaçamento de 5 m ² x 5m ² . |
| E17 | Um vendedor de açaí precisa mandar 2550 litros para Manaus. Quantos quilos de fruto ele precisa comprar para produzir essa quantidade de litros? | Uma saca de açaí equivale a 50 kg. Uma saca produz 30 litros. |
| E18 | Quantos açazeiros são necessários para extrair 12 sacas de açaí de 50 kg? | Considere que um açazeiro tem em média 3 cachos. Cada cacho pesa em média 40 kg. |
| E19 | Maria ganha R\$ 100 por semana, ela quer saber quanto vai sobrar se durante 3 semanas ela comprar 1 litro de açaí todo dia. | Valor do litro de açaí R\$ 8,00. |
| E20 | Quanto que dá em dinheiro 500 litros de açaí? | Cada litro de açaí custa R\$ 7,00. |
| E21 | Qual valor vai custar 50 sacas de açaí? | A saca custa R\$ 200,00. |

Legenda: E.: Estudantes.

Fonte: Dados da pesquisa.

Na formulação dos problemas, alguns estudantes basearam-se na pesquisa exploratória e nas questões-problemas anteriormente levantadas, enquanto outros elaboraram novos questionamentos que surgiram ao longo do processo de Modelagem Matemática, demonstrando um aprofundamento na investigação e na construção do conhecimento.

Com os problemas definidos, ainda na quarta etapa, no décimo encontro, os estudantes foram orientados em desenvolver a resolução de forma individual. Após esse processo de resolução, informou-se aos discentes que eles deveriam reunir-se em grupo para escolher apenas um problema por grupo para a construção dos Modelos Matemáticos. Nesta fase da quarta etapa, os conteúdos matemáticos emergiram e adquiriram significado, conforme preconizado por Burak (2010).

Para resolver as questões, os estudantes precisaram revisitar diversos conteúdos matemáticos, como adição, subtração, multiplicação, divisão, expressões algébricas, geometria plana, proporção, regra de três e mínimo múltiplo comum (MMC). Nesse processo, as orientações e explicações fornecidas pela professora pesquisadora desempenharam um papel essencial, oferecendo suporte e esclarecendo dúvidas dos grupos.

Ao analisar as unidades de contexto, a partir da participação dos estudantes nas atividades para a resolução dos problemas, bem como para a construção do modelo, inferiu-se por meio das unidades de registros que os estudantes conseguiram desenvolver novas funções psicológicas superiores.

Durante essa etapa, os estudantes desenvolveram habilidades como planejar, comparar, escolher e lembrar. Todos esses aspectos estão alinhados ao que Vygotsky (1991) chamou de signo que é um elemento mediador, sendo usado como meio auxiliar para resolver um determinado problema psicológico.

Dessa forma, durante o desenvolvimento dessa etapa da modelagem os estudantes utilizaram este elemento mediador para resolver os problemas e construir o modelo, assim emergiu a categoria “*desenvolvendo funções psicológicas superiores*”.

O grupo 1 escolheu a questão-problema sobre o consumo de água para regar as plantações de açaí. O estudante E4 formulou este problema e desenvolveu a resolução, inicialmente o estudante apresentou dificuldades para perceber os dados que se apresentavam na questão, o diálogo a seguir demonstra essa ocorrência:

E4: Professora, já elaborei meu problema e quero saber quanto de água que vai ser gasto.

Pesquisadora: Muito bem, E4. Agora o próximo passo é organizar as informações que você já tem. O que você já sabe sobre essa questão?

E4: Bom, como eu fiz a pesquisa... já sei que um açazeiro consome 20 litros de água por dia.

Pesquisadora: Ótimo! Dessa forma, você já tem três informações e já é possível você descobrir a resposta do seu problema.

E4: Como assim, professora? Eu não tenho três... é... tenho apenas duas a quantidade de água que o açazeiro consome e a informação do problema dos quinze açazeiros que quero descobrir”

Pesquisadora: Exatamente, você já sabe que 1 (um) açazeiro equivale ao consumo de 20 (vinte) litros de água, então a pergunta é: quantos litros de água vai consumir os 15 (quinze) litros que estão pedindo no seu problema?

E4: Ah, agora entendi... então esse valor que quero descobrir é o x, igual aquelas questões que a senhora fez com a gente naquele dia, né?

Pesquisadora: Isso mesmo, sempre o valor que quero descobrir é uma incógnita. Agora, organize as informações e faça o cálculo. Você lembra como faz?

E4: Sim, professora... eu chamo a senhora qualquer dúvida...

Após esse primeiro momento de interpretação da questão-problema e identificação dos conteúdos matemáticos envolvidos, os estudantes deram continuidade à resolução de forma colaborativa, auxiliando-se mutuamente e contando com o apoio da professora. Esse processo de construção coletiva do conhecimento é evidenciado no diálogo a seguir.

E4: Professora, eu resolvi aqui... a senhora pode ver se tá certo...

Pesquisadora: Sim, E4. Deixa-me ver... Me explica como chegou nesse valor?

E4: Ah, sim... é... eu tinha que achar o valor de x como a senhora me ajudou, aí o colega E6 me ajudou a fazer as contas ele disse que era regra de três.

Pesquisadora: Muito bem, está correto. Vocês descobriram a quantidade de água que 15 açazeiros consomem.

E21: Professora, então com esse cálculo que a gente fez, podemos descobrir a quantidade de água pra qualquer quantidade de açai?

Pesquisadora: Isso mesmo, E21. É exatamente isso, vocês podem criar o modelo matemático e por meio dele poderá descobrir o consumo de água para qualquer quantidade de açai.

E4: Olha... que legal, em. Como faz o modelo?

Pesquisadora: Basta, vocês verificarem as informações que são fixas e a informações que mudam. Faz a relação dessas informações para descobrir a quantidade de litros de água.

E6: Hum... no caso aqui o valor fixo é sempre a quantidade de litros de água que 1 (um) açazeiro consome, né? E o os valores que vão mudar é a quantidade de açazeiro que vão ser regado?

Pesquisadora: Isso, mesmo. Agora, tentem colocar isso no papel e relacionar...

E8: Então temos que fazer tipo aquela que a senhora ensinou pra achar o valor de x ?

Pesquisadora: Sim, isso mesmo.

E4: Olha aqui, professora... é... chamei a quantidade de açazeiros de x e fiz assim (mostrou o modelo no papel)

Pesquisadora: Isso.

E12: Professora, só que a quantidade de água também é uma incógnita, né?

Pesquisadora: Verdade, vocês precisam também atribuir uma "letra" para esse valor...

E4: Ah, entendi... então vou chamar de x a quantidade de litros e a quantidade de açazeiro de y , pode ser?

P: Pode sim, agora ficou ótimo. Parabéns! Organizem essas informações no diário.

Dessa forma, após o estudante E4 apresentar suas dificuldades em um diálogo com a professora, o mesmo juntamente com seu grupo conseguiu construir o modelo por meio da mediação tanto da pesquisadora quanto dos colegas. A Figura 6 apresenta os registros desse processo de construção do modelo matemático.

Figura 6 – Construção do modelo matemático

• Problema: Em um período sem chuva quantos litros de água um agricultor gasta para regar 15 pés de açaizeiros durante um dia?

• Hipótese: um açaizeiro consome 20 litros de água por dia

• cálculo:

$$\begin{array}{r} 1a - 20L \\ 15a - xL \end{array}$$

$$1x = 20L \cdot 15a$$

$$x = 300$$

• Modelo Matemático

$$x = 20L \cdot y$$

x → é a quantidade total de litros
y → é a quantidade de açaizeiros a ser regados

Handwritten calculations on the left side of the page:

$$\begin{array}{r} 20 \\ 15 \\ \hline 180 \\ 20 \\ \hline 300 \end{array}$$

Fonte: Dados da pesquisa.

O modelo matemático seguinte, elaborado pelos estudantes do grupo 2, refere-se a uma questão-problema envolvendo a plantação de açaí em um terreno. Durante o desenvolvimento da resolução da questão, constatou-se uma assimilação dos estudantes com os conhecimentos matemáticos necessários para a construção do modelo, o diálogo a seguir demonstra um fragmento desse processo:

E16: Professora, eu anotei aqui algumas informações que já tenho (mostrou a coleta de dados do problema) ... quero saber se estou no caminho certo.

Pesquisadora: Deixa-me ver, E16. Olha, muito bem. Você já tem todas as informações que precisa, pode começar a resolução. Você sabe qual conteúdo matemático é necessário para fazer a resolução?

E16: Estava aqui pensando... hum... acho que preciso descobrir a área do terreno pra plantar um açaizeiro e depois consigo achar o tamanho do terreno pra plantar mais de um... eu acho que utilizando a regra de três, né?

Pesquisadora: Eita, E16 (reação de surpresa) ... sua linha de pensamento tá ótima, em... Pode iniciar a resolução.

[...]

E16: Já, já, professora... acho que consegui...

Pesquisadora: Ótimo! Me explique como você fez.

E16: Eu primeiro achei a área do terreno pra plantar um açaizeiro... usei a fórmula base vezes a altura pra achar a área, aí depois eu coloquei esses valores aqui na regra de três (mostrou no diário). Ainda me enrolei um pouquinho pra achar o valor de x, sabe? Mas, depois consegui.

Pesquisadora: Olha, E16! Você está de Parabéns. Agora, juntamente com o grupo pensem em como fazer um modelo matemático para que qualquer

pessoa descubra o tamanho de um terreno pra plantar uma certa quantidade de açaí.

E13: Professora... hum... vamos tentar aqui, qualquer coisa chamo a senhora.

Pesquisadora: Tudo bem, E13. Vocês vão conseguir!

Nesse contexto, observou-se que o estudante E16 demonstrou domínio e conseguiu interpretar o que se pedia para a resolução do problema. Após o diálogo com a professora, os estudantes se dedicaram à construção do modelo e, com o apoio dos colegas, obtiveram sucesso. O diálogo a seguir revela o raciocínio dos integrantes do grupo ao desenvolverem o modelo matemático, enquanto a Figura 7 apresenta os registros desse processo de construção.

E16: Professora, acho que conseguimos criar um modelo matemático... é... demoramos um pouco pra entender, mas nós conseguimos desenvolver, será que tá certo?

Pesquisadora: Poderia me explicar como vocês pensaram?

E7: a gente já sabe que toda vez pra plantar um açazeiro é necessário um terreno de 25 m^2 (vinte e cinco metros quadrados), aí a gente organizou nessa equação.

E10: O E13 disse que o valor de x é o tamanho do terreno que a gente quer achar e o y é a quantidade de açaí que se quer plantar.

Pesquisadora: Entendi... e vocês acham que com esse modelo matemático, qualquer pessoa descobriria o tamanho necessário do terreno pra começar a plantar açaí?

E16: Sim, é exatamente isso que a gente fez, porque no lugar do y a pessoa pode colocar qualquer quantidade de açazeiro, sabe?

E13: no caso, é... se a pessoa quer saber qual o tamanho do terreno pra plantar até 2 mil açazeiros, só é ela trocar e colocar esse número no lugar do y , né?

Pesquisadora: Olha, vocês arrasaram em (risos de felicidade) ... Parabéns.

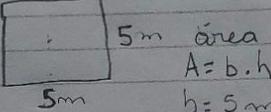
Figura 7 - Modelos matemáticos elaborados pelos estudantes

No encontro de hoje vocês terão que elaborar e resolver os problemas dos conteúdos no contexto do tema, por meio de modelos matemáticos.

→ Qual a medida um terreno precisa ter para que seja plantado 5 mil mudos de açaí?

→ hipótese: Considere um espaçamento de $5m \times 5m$

→ Resolução



1 açaíeiro → $25m^2$ $A = b \cdot h$
 5000 açaíeiros → $x m^2$ $b = 5m$
 $x = 5000 \cdot 25$ $h = 5m$
 $x = 125000 m^2$

Para saber qual o tamanho de um terreno para plantar uma certa quantidade de açaí basta utilizar o modelo matemático abaixo

$x = 25y$

x → é o tamanho do terreno que quero descobrir
 y → é quantidade de açaíeiros que se quer plantar

Fonte: Dados da pesquisa.

O grupo 3 elaborou um modelo matemático com o objetivo de determinar a quantidade de caroço de açaí, em quilos, necessária para produzir uma certa quantidade de litros de açaí. A questão-problema foi formulada pelo estudante E17, que, juntamente com os demais integrantes do grupo, contribuiu de forma colaborativa para a resolução e o desenvolvimento do modelo. O diálogo a seguir destaca trechos das interações que ocorreram ao longo desse processo.

E17: eu acho que temos que achar primeiro a quantidade de sacas para produzir essas quantidades toda de litros de açaí né, professora?

Pesquisadora: Exatamente, qual as informações que vocês já têm sobre a questão?

E2: bom... a gente já tem de hipótese que 1 (uma) saca de açaí equivale a 50 (cinquenta) quilos de caroço de açaí.

Pesquisadora: Ótimo! E quantos litros de açaí é possível obter com uma saca dessa de 50 kg?

E18: levando em consideração a pesquisa que a gente fez, se fizer um açaí bom e grosso, rende até 30 (trinta) litros com uma saca de 50 kg.

Pesquisadora: Muito bom, então vocês vão trabalhar com essas informações. Qual o conteúdo matemático que utilizamos quando temos umas três informações e queremos descobrir mais uma?

E2: já sei! Aquele de achar o valor de x ?

E18: ah, regra de três?

Pesquisadora: Isso mesmo, vamos lá! Vocês conseguem.

Após esse primeiro contato, no qual os estudantes, de forma colaborativa, identificaram as informações relevantes da questão e compreenderam a aplicação da matemática no contexto do problema, eles conseguiram chegar a uma solução. Embora algumas dificuldades tenham sido encontradas para organizar os dados e aplicar os conceitos matemáticos, o trabalho em equipe foi fundamental, permitindo que se ajudassem mutuamente até alcançarem o sucesso. Em seguida, iniciou-se o processo de construção do modelo matemático. O diálogo a seguir ilustra as estratégias elaboradas pelo grupo para chegar ao modelo final.

E2: chegamos na resolução desse problema, e agora?

Pesquisadora: agora vocês devem pensar em como criar um modelo matemático que qualquer pessoa consiga saber a quantidade de quilos de frutos de açaí ela vai precisar para que consiga produzir uma certa quantidade de litros de açaí.

E17: mas, professora... nesse caso a gente fez a questão para uma saca de açaí de 50 kg e se for aquelas sacas de 30 kg?

Pesquisadora: Nesse caso, vocês têm que deixar claro que o modelo criado é levando em consideração a saca de 50 kg.

E17: Ah, sim. Entendi.

E2: a gente sabe que o quilo da saca de açaí é um valor fixo e qual seria o outro valor fixo?

E17: hum... acho que seria a quantidade de litros de açaí...

E18: acho que não pessoal, porque a quantidade de litros depende de quanto a pessoa vai querer, acho que isso muda. O que é fixo é a quantidade de que uma saca de açaí rende.

Pesquisadora: Isso mesmo, E18. Agora organizem esses dados no modelo, atribuindo as incógnitas para aqueles valores que não são fixos.

Durante o processo de desenvolvimento do modelo matemático, os estudantes enfrentaram algumas dúvidas. No entanto, por meio do diálogo entre eles e com a mediação da professora, essas questões foram sendo esclarecidas, permitindo que o grupo avançasse na construção do modelo. Como resultado, os estudantes finalizaram a elaboração do modelo matemático final, conforme ilustrado na Figura 8 a seguir.

Figura 8 - Construção do Modelo Matemático

No encontro de hoje vocês terão que elaborar e resolver os problemas dos conteúdos no contexto do tema, por meio de modelos matemáticos.

Um vendendor de açai precisa transportar 2550 litros para morar. Quantos quilos de frutas de açai comprar para produzir uma quantidade de litros?

Hipótese: uma saca de açai equivale a 50 kg, uma saca produz 30 litros.

$$\begin{array}{r} 1 \text{ saca (50 kg)} - 30 \text{ litros} \\ X \text{ saca} - 2550 \text{ litros} \\ X = \frac{2550}{30} \Rightarrow X = 85 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2550 \\ 30 \overline{) 2550} \\ \underline{240} \\ 150 \\ \underline{150} \\ 0 \\ 0 \\ \hline 85 \end{array}$$

1 saca - 50 kg para produzir
 85 saca - X kg 2550 litros de açai
 X = 4250 kg. Vai ser necessário 4250 kg de fruta.

* Modelo matemático

$$X = \frac{5y}{3}$$

X = Quantidade de quilos de frutas.
 y = Quantidade de litros de açai.

Fonte: Dados da pesquisa.

O grupo 4 escolheu uma questão-problema com o objetivo de calcular o valor gasto, em reais, para a compra de vernizes destinados ao envernizamento de uma barraca. O estudante E1 formulou a questão e realizou a resolução inicial, compartilhando suas ideias com os demais integrantes. A partir disso, a equipe colaborou ativamente na elaboração de um modelo matemático. O diálogo a seguir apresenta trechos de discussão entre os estudantes, evidenciando o processo de construção do raciocínio até a obtenção do resultado final.

- E1: bom, cheguei aqui no resultado final... é... para envernizar as quatro paredes vão ser necessários 4 (quatro) latas de verniz.
 E11: quanto ficou o tamanho das quatro paredes?
 E1: ficou 16 (dezesesseis) metros quadrados
 E5: então, pra gente criar o modelo matemático temos que fixar esse valor de 16 (dezesesseis) né, professora?
 Pesquisadora: olha, vamos analisar a questão. Nessa questão-problema vocês estão querendo saber a quantidade gasto com verniz para envernizar uma barraca, certo? No entanto, essa barraca tem uma medida própria dela. E se uma pessoa quiser saber o valor gasto para uma outra medida, por exemplo, uma barraca maior.

E11: ah, professora... então essa medida muda mesmo, o que é fixo é o valor do verniz que é R\$ 30,00 (trinta reais), né?

Pesquisadora: Isso mesmo, e tem mais uma medida fixa nessa questão. Alguém sabe qual é?

E1: sim, é a informação inicial de que uma lata de verniz pinta uma parede de 4 (quatro) metros quadrados.

Pesquisadora: Verdade, E1. Agora sim, com as informações que vocês debateram agora já podem relacionar e criar o modelo matemático.

Figura 9 - Construção do Modelo Matemático

No encontro de hoje vocês terão que elaborar e resolver os problemas dos conteúdos no contexto do tema, por meio de modelos matemáticos.

Questão: Uma escola está produzindo sua barroca para a festa do café. Para pintar uma parede da barroca que mede $4m^2$, gastou 1 lata de verniz de 1 litro que custou R\$ 30,00. Quanto essa escola gastou para pintar as quatro paredes da barroca?

Hipótese: todas as paredes tem a mesma medida.

| | |
|--------------------------|---------------------|
| 1 lata — $4m^2$ | 1 parede = $4m^2$ |
| \times latas — $16m^2$ | 4 paredes = $16m^2$ |
| $4x = 16$ | |
| $x = \frac{16}{4}$ | |
| $x = 4$ latas | |

| | |
|---------------------------|------------|
| 1 lata = 30,00 | 30 |
| \times 4 latas = 120,00 | $\times 4$ |
| | 120 |

Para pintar as quatro paredes vai gastar R\$ 120,00.

Modelo Matemático

| | |
|---------------------|---|
| $x = \frac{30y}{4}$ | $x =$ O valor que vai ser gasto |
| | $y =$ tamanho do local que vai ser pintado em m^2 . |

Fonte: Dados da pesquisa.

Assim, por meio da análise das falas dos estudantes, durante esse processo, constatou-se que havia funções psicológicas superiores em processo de maturação, evidenciando que os estudantes estavam em fase de desenvolvimento. A mediação da professora e a colaboração entre os colegas foram fundamentais para esse progresso. Esses resultados podem ser compreendidos à luz da teoria Sociocultural de Vygotsky (1991, p. 58), que defende a importância da ZDP no processo de aprendizado, sendo:

a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes.

De acordo com Vygotsky (1991) muitos teóricos não consideram essas funções que estão em estado embrionário de igual importância com aquelas que os estudantes já conseguem fazer sozinhos. No entanto, Vygotsky (1991, p. 57) destaca que “aquilo que uma criança consegue fazer com a ajuda dos outros pode ser, de alguma maneira, muito mais indicativo de seu desenvolvimento mental do que aquilo que consegue fazer sozinha”.

Nesse sentido, os resultados da pesquisa indicam que a quarta etapa da Modelagem Matemática, dedicada à resolução de problemas, desempenhou um papel fundamental no processo de desenvolvimento dos estudantes. Esse progresso ocorreu por meio da mediação, que favoreceu o amadurecimento das funções psicológicas superiores. Vygotsky (1991) destaca que tais funções estão diretamente relacionadas ao processo de aprendizagem, evidenciando o papel central da interação social e do apoio pedagógico na construção do conhecimento.

A assimilação ou revisão dos conteúdos contribuíram significativamente para a formulação das fórmulas matemáticas, que foram interpretadas como modelos matemáticos aplicados às situações apresentadas. Em outras palavras, o processo de mobilizar conhecimentos matemáticos já adquiridos ou de aprender novos conteúdos ajudou os estudantes a elaborarem os modelos matemáticos focados na utilização de algoritmos matemáticos.

Verificou-se que, ao longo das etapas da Modelagem Matemática, os estudantes não apenas adquiriram novos conhecimentos do currículo, mas também conseguiram aplicá-los de maneira eficaz na resolução de problemas e na construção de modelos. Esse processo de aprendizagem está alinhado com a perspectiva de Skovsmose (2001), que identifica três tipos de conhecimentos essenciais no contexto da Modelagem Matemática: o conhecimento matemático, o tecnológico e o reflexivo.

Skovsmose (2001) afirma que, nos processos de Modelagem Matemática, estão presentes o conhecimento matemático, o tecnológico e o reflexivo. Segundo o autor o conhecimento matemático refere-se a um conjunto de habilidades, incluindo a capacidade de reproduzir teoremas, realizar projeções e dominar algoritmos. Já o conhecimento tecnológico está relacionado à aplicação da matemática na prática, especialmente na construção de modelos que representam e solucionam problemas do mundo real. Por fim, o conhecimento reflexivo envolve uma habilidade de analisar criticamente o uso da matemática, considerando suas implicações e impactos sociais.

Nesse sentido, demonstrou-se que, durante o processo de resolução dos problemas, os estudantes desenvolveram habilidades para reproduzir fórmulas matemáticas, aplicar conceitos na construção de modelos e, sobretudo, refletir sobre a utilidade desses modelos para a sociedade. Essa capacidade de teoria articulada à prática e reflexão evidencia o desenvolvimento dos três tipos de conhecimentos propostos por Skovsmose (2001), consolidando a MM como uma abordagem que promove a aprendizagem.

Resultados semelhantes foram observados na pesquisa de Roque (2007), que desenvolveu uma atividade de MM com estudantes do ensino fundamental, investigando o peso das mochilas que eles carregavam. Ao longo das etapas da atividade, a autora destaca que os conteúdos e conceitos matemáticos ensinados e revisados foram fundamentais tanto para a compreensão do problema quanto para a busca de soluções possíveis. Isso porque, nessa fase, os estudantes precisaram elaborar um modelo matemático capaz de responder às questões levantadas até aquele momento.

Nesse sentido, as questões-problemas levantadas pelos participantes, considerando seu contexto sociocultural, foram solucionadas e interligadas por meio dos modelos matemáticos desenvolvidos. Esse processo reforça o aprendizado construído pelos discentes, evidenciando mais uma das potencialidades das etapas da MM.

5.1.6 5ª Etapa: Análise crítica das soluções

Nos encontros anteriores, os estudantes desenvolveram os problemas e modelos matemáticos. Após essa etapa, os grupos da etapa anterior que criaram os modelos matemáticos se reuniram para iniciar a preparação da quinta etapa da MM. Inicialmente, realizaram uma discussão em grupo, analisando de forma crítica as soluções encontradas, as hipóteses levantadas e as relações possíveis. Em seguida, os grupos foram orientados para apresentarem suas análises críticas aos restantes da turma.

Realizou-se uma roda de conversa para que os estudantes apresentassem suas reflexões, constatou-se que as análises críticas dos participantes da pesquisa evidenciaram não só aspectos matemáticos relacionados ao contexto, mas também outros pontos envolvidos no contexto sociocultural. As falas dos estudantes

emergiram por meio das unidades de registros e foram agrupadas em 5 subcategorias inferindo a categoria “aprendizagem sociocultural” como mostra o quadro 9:

Quadro 9 - Categoria da unidade de contexto: análise crítica das soluções

| C. | Subcategorias | Descrição |
|----------------------------|-----------------------|--|
| Aprendizagem Sociocultural | Reflexões Matemáticas | Apresenta reflexões sobre a Matemática utilizada para resolver o problema. Sobre os modelos matemáticos aplicados, a importância da matemática para interpretar os dados. |
| | Reflexões Sociais | Integra reflexões sociais sobre como o problema abordado impacta ou reflete a sociedade, ou seja, as implicações no contexto sociocultural específico. |
| | Reflexões Culturais | Abrange reflexões culturais que englobaram aspectos relacionados as tradições e práticas culturais que influenciaram para escolha do problema, além de elementos culturais locais que ajudaram na interpretação ou solução do problema. |
| | Reflexões Econômicas | Inclui análises relacionadas aos aspectos financeiros e econômicos do problema, como investimentos necessários, distribuição e alocação de recursos, ou custos envolvidos na solução, bem como a relação entre questões econômicas e o contexto sociocultural em que o problema está inserido. |
| | Reflexões Ambientais | Engloba reflexões ambientais reforçando a importância das e interações do problema com o meio ambiente |

Legenda: C.: Categoria.

Fonte: Autoria própria.

Em relação as reflexões matemáticas, os estudantes enfatizaram os conteúdos utilizados para a resolução de problemas e destacaram a importância da criação dos modelos para facilitar previsões em atividades diárias de pessoas que trabalham com o açaí. A fala do estudante E7 da equipe 02 evidencia características dessa subcategoria de análise:

nossa interpretação aqui do grupo é que a matemática é importante pra ajudar a resolver os problemas, porque a gente lembrou daquele assunto que a senhora ajudou a gente... é... regra de três... antes da sua revisão a gente não sabia muito como fazer esses cálculos. Então... eu e os outros colegas achamos muito legal aprender mais esse assunto e viu que ele serviu pra resolver os problemas que a gente fez (E7).

Os estudantes também fizeram reflexões sobre aspectos sociais, essas ponderações referem-se sobre o quanto o problema abordado, bem como a criação

de modelos refletem na sociedade, ou seja, as implicações das questões levantadas por eles para no contexto sociocultural específico em que eles estavam vivenciando, o comentário do estudante E14 da equipe 3 mostra elementos desta subcategoria:

professora, a gente fez algumas reflexões sobre as questões que a gente escolheu e... pelo modelo matemático que a gente fez... é... acho que é possível qualquer pessoa calcular a quantidade de sacas para produzir uma certa quantidade de açaí, então... isso ajuda na tarefa do dia a dia, como lá na fábrica de açaí que eles fazem muitos litros para mandar pra Manaus, eu acho que é pra Manaus (risos) né? (E14).

Durante a segunda etapa da MM, que se refere a pesquisa exploratória, os estudantes descreveram em seus diários vários aspectos envolvendo o açaí incluindo as questões culturais. Assim, a equipe 04 escolheu para fazer a análise crítica um dos problemas que abordaram questões voltadas para a parte cultural do município. O comentário do estudante E11 esboça as reflexões culturais que englobaram aspectos relacionados as tradições e práticas culturais, além de uma reflexão voltada para conscientização de gastos excessivos.

a gente gostou muito de dois problemas aqui..., mas só que vamos falar desse (apontou para o diário), porque eu e os colegas vimos que com esse modelo que foi feito dá pra ajudar o pessoal que faz barraca e fantasia para a festa do açaí... ah, outra coisa, professora... usando a fórmula (modelo matemático) que a gente fez pra calcular a quantidade de verniz para uma barraca, acho que dá pra fazer lá no palco do centro cultural que é maior, né? E aí, saberia o tanto certo, pra não gastar muito (E11).

Durante as análises realizadas pelos estudantes, as reflexões voltadas para aspectos econômicos se destacaram com frequência. Ao circular entre os grupos, observou-se que a maioria dos estudantes relacionou as soluções dos problemas às demandas cotidianas, especialmente no que diz respeito a gastos e lucros envolvendo o açaí, como mostra a fala do estudante E19:

Nosso grupo percebeu que a maioria fez sua pergunta sobre algo que envolve compra ou venda do açaí, hum... por isso, a gente resolveu analisar sobre isso... bom... a conta (modelo matemático) feita para chegar no resultado ajudou a saber o gasto de uma pessoa comprando açaí e quanto que sobra do dinheiro dela, é... isso ajuda a pessoa a organizar seus gastos e não ficar sem dinheiro (E19).

Os argumentos apresentados pelo estudante E19, evidenciaram um pensamento crítico nas discussões do grupo. Por meio da análise das soluções

propostas, foi possível perceber que os estudantes abordaram questões relacionadas à educação financeira de forma significativa.

A subcategoria intitulada "Reflexões Ambientais" reúne as considerações dos estudantes sobre questões ambientais, destacando um discurso de conscientização voltado para o cuidado com o meio ambiente, a partir das problematizações propostas. Esse aspecto fica evidente no comentário do estudante E4, do grupo 1, que expressou sua análise da seguinte forma:

professora, nossa equipe conversou aqui e teve um negócio que fez a gente pensar melhor... é sobre a questão da água... olhando pra continha (modelo matemático) que foi feito pra resolver esse problema ela pode ajudar todas as pessoas que planta açaí, né?... porque eles irão saber a quantidade de água certa e daí já evita o desperdício da água, ainda mais quando não tá chovendo que fica quente, quente (E4).

As análises e reflexões dos estudantes sobre as soluções propostas evidenciam o desenvolvimento do pensamento crítico, ao revelar as diversas dimensões envolvidas na construção dos modelos matemáticos em um contexto sociocultural específico.

A partir das discussões, as categorias possibilitaram organizar e interpretar essas reflexões de forma estruturada, oferecendo uma visão integrada das múltiplas perspectivas abordadas ao longo da atividade. Esse processo não apenas fortaleceu a compreensão dos modelos matemáticos, mas também estimulou uma postura analítica e questionadora por parte dos estudantes.

Esse resultado é semelhante ao encontrado na pesquisa de Burak (2008, p. 07), que ressalta a importância da análise crítica das soluções, destacando que essa atividade “favorece o desenvolvimento do pensamento crítico e a argumentação lógica, discutindo, também, a coerência da solução dos problemas nas situações da realidade”.

Por fim, o encontro 12 marcou a etapa final da intervenção didática, na qual foi realizada uma entrevista com os participantes da pesquisa para analisar a aplicação da MM na aprendizagem sociocultural.

Inicialmente, os estudantes foram convidados a um espaço previamente organizado para a realização das entrevistas que ocorreram de forma individual. Antes do início, foram informados de que poderiam responder livremente, de acordo com

suas percepções e experiências. As análises dessas entrevistas serão abordadas na próxima seção.

Após a etapa de entrevistas, houve um momento de descontração, com brincadeiras e interações entre os participantes. Para finalizar, foi compartilhado um lanche com açaí, encerrando a atividade de forma leve e acolhedora, reforçando o vínculo entre os envolvidos e consolidando as aprendizagens adquiridas ao longo da intervenção.

5.2 Modelagem Matemática Promovendo a Aprendizagem Sociocultural

Nesta seção, são apresentadas as análises das entrevistas realizadas com os participantes. Segundo Minayo e Costa (2018), a entrevista semiestruturada permite aos entrevistados uma reflexão livre e espontânea sobre os aspectos abordados. Assim, esta seção apresenta os resultados da análise das falas dos participantes, destacando suas percepções sobre as etapas da Modelagem Matemática desenvolvidas e o processo de aprendizagem mediado por essa abordagem.

As entrevistas foram compostas por 10 perguntas, organizadas em cinco blocos, conforme o roteiro apresentado no Apêndice A. As unidades de registros das falas dos participantes referem-se as seguintes unidades de contexto: Atividades Desenvolvidas, Modelagem Matemática, Aprendizagem Matemática, Aprendizagem Sociocultural e Conclusão. Após o registro das respostas, iniciou-se o processo de transcrição das falas, exploração do material, categorização e inferência e interpretação dos dados.

Com base na inferência e interpretação das unidades de registro das respostas dos estudantes, foram estabelecidas subcategorias que deram origem às seguintes categorias de análise: aprendizagem ativa e contextualizada; desafios na aplicação da Modelagem Matemática; percepções sobre a Modelagem Matemática; potencialidades da Modelagem Matemática; processos de aprendizagem na Modelagem Matemática; Modelagem Matemática: facilitando a aprendizagem; superação de desafios a partir da aprendizagem sociocultural; desenvolvimento colaborativo e engajamento nas atividades; e contribuição do contexto sociocultural para a compreensão e reflexão.

5.2.1 Bloco 01: Atividades Desenvolvidas

5.2.1.1 Aprendizagem ativa e contextualizada

No primeiro bloco da entrevista, os estudantes foram questionados sobre as atividades realizadas durante a intervenção didática. A primeira pergunta, intitulada "O que você mais gostou nas atividades desenvolvidas?", teve como objetivo compreender como as atividades baseadas na Modelagem Matemática, enquanto perspectiva metodológica, foram percebidas pelos discentes. O Quadro 10 apresenta as unidades de registro que evidenciam as falas dos estudantes em relação às suas preferências nas atividades realizadas.

Quadro 10 - Fala dos estudantes da unidade de contexto: atividades desenvolvidas

| Unidade de Contexto: atividades desenvolvidas | |
|---|---|
| 1. O que você mais gostou nas atividades desenvolvidas? | |
| Codificação | Unidade de Registro |
| E1 | "foi a aula de sexta-feira, que foi a <u>resolução dos problemas em grupo</u> " |
| E2 | "foi da <u>visita</u> que a gente anotou no diário as observações que a gente fez da barraca" |
| E3 | "gostei muito da <u>atividade em grupo</u> que todo mundo se ajudou" |
| E4 | "foi da <u>dinâmica lá do primeiro dia de apresentar os amigos e também de aprender e resolver questões sobre regra de três</u> " |
| E5 | "é... eu gostei mais assim do <u>momento na visita</u> que a gente viu a produção de artesanatos com açaí" |
| E6 | "foi na sua aula que a senhora <u>ensinou o desenvolvimento do x</u> , eu gostei muito de lembrar" |
| E7 | "eu gostei quando a gente <u>resolveu as questões em grupo</u> " |
| E8 | "foi no dia da <u>visita</u> que a gente anotou as informações no diário" |
| E9 | "eu gostei de conseguir <u>achar o valor de x naquela atividade</u> " |
| E10 | "acho que naquela aula que a gente <u>escolheu o tema açaí</u> e depois <u>viu o tema na matemática</u> " |
| E11 | "ah, eu gostei na hora que <u>consequi ver a matemática aplicada no tema do açaí...</u> " |
| E12 | "foi da... <u>pesquisa sobre o açaí no dia da visita</u> " |
| E13 | "é... naquele dia que a gente <u>fez um trabalho em grupo</u> que a gente fez a Modelagem Matemática, eu gostei muito da atividade nesse dia" |
| E14 | "hum... foi na parte de <u>pegar o tema do açaí pra resolver as questões</u> " |
| E15 | "eu gostei <u>da atividade em grupo</u> " |
| E16 | "eu gostei <u>dos trabalhos em grupos uma coisa diferente, sabe?</u> " |
| E17 | "é... gostei de vários momentos... mas acho que gostei mais de... <u>resolver as questões sobre o tema açaí</u> " |
| E18 | "foi na... <u>visita da barraca eu fiquei tipo bem interessada no momento</u> " |
| E19 | "naquele dia lá da <u>atividade em grupo</u> " |
| E20 | "Gostei daquela atividade que os <u>grupos se reuniram pra resolver os problemas</u> " |

| | |
|-----|--|
| E21 | <i>“foi naquela aula lá... é... que a gente criou o modelo matemático”</i> |
|-----|--|

Fonte: Dados da pesquisa.

As respostas dos estudantes revelam diferentes momentos que despertaram interesse e tornaram as atividades mais cativantes. A partir da análise dos trechos das falas, esses momentos foram organizados em quatro subcategorias que se originaram em uma categoria principal, o Quadro 11 demonstra as inferências obtidas:

Quadro 11 – Categoria da unidade de contexto: atividades desenvolvidas

| Unidade de Contexto: atividades desenvolvidas | | |
|---|--|-------------------------------|
| 1. O que você mais gostou nas atividades desenvolvidas? | | |
| Categoria | Subcategorias | Quantidade |
| <i>Aprendizagem ativa e contextualizada</i> | Atividades em grupo | E3, E13, E15, E16, E19 e E20. |
| | Pesquisa exploratória e visitas | E2, E5, E8, E12 e E18. |
| | Resolução do problema e criação do Modelo Matemático | E1, E4, E6, E7, E9 e E21. |
| | Contextualização do tema “açai” | E10, E11, E14 e E17 |

Fonte: Dados da pesquisa.

Os estudantes destacaram os aspectos das atividades desenvolvidas que consideraram mais atrativos. Entre as práticas mencionadas, ressaltaram o trabalho em grupo, a pesquisa, a visita, a resolução de problemas, a criação do modelo e a contextualização do açai. Esses momentos foram marcantes para os alunos, proporcionando interação, colaboração e participação ativa no processo de aprendizagem. Isso pode ser observado nas falas dos estudantes E3 e E17: *“Gostei muito da atividade em grupo, porque todo mundo se ajudou”* (E3) e *“é... gostei de vários momentos... mas acho que gostei mais de resolver as questões sobre o tema açai”* (E17).

A partir dessas respostas, emergiu a categoria *“Aprendizagem ativa e contextualizada”*, pois percebe-se que as atividades destacadas pelos estudantes promoveram um papel ativo no aprendizado, caracterizando uma abordagem baseada na interação e na resolução de problemas. Além disso, a escolha da temática do açai favoreceu a contextualização, tornando o conhecimento mais próximo da realidade dos discentes e contribuindo para um aprendizado mais significativo.

Os resultados desta pesquisa corroboram com os achados de Zukauskas (2012), que evidenciou que a utilização da Modelagem Matemática como método de ensino promove um aprendizado mais significativo ao atribuir aos estudantes um papel ativo na construção do conhecimento. Ao participarem ativamente das atividades, os discentes tornam-se mais responsáveis pelo próprio aprendizado, o que contribui para uma compreensão mais profunda dos conteúdos matemáticos.

Além disso, a autora destaca que essa abordagem, ao favorecer a contextualização e estabelecer conexões entre a Matemática e outras áreas do conhecimento, aumenta a motivação dos estudantes (Zukauskas, 2012). A pesquisa demonstrou que, à medida que os conteúdos matemáticos eram apresentados em interação com questões do contexto dos alunos, houve um maior engajamento e interesse pela aprendizagem, evidenciando a relevância da MM como estratégia pedagógica para tornar o ensino mais dinâmico e significativo.

Dessa forma, ao indicarem as atividades de que mais gostaram, os estudantes revelaram uma diversidade de preferências, o que evidencia a efetividade das estratégias adotadas em promover uma aprendizagem mais ativa e contextualizada. Esse resultado reforça mais uma vez a potencialidade da Modelagem Matemática como perspectiva metodológica, capaz de engajar os discentes de diferentes maneiras e aproximar o conhecimento matemático de sua realidade, tornando o processo de ensino mais significativo e dinâmico.

5.2.1.2 Desafios na aplicação da Modelagem Matemática

Ainda no primeiro bloco de perguntas, questionou-se aos estudantes sobre as dificuldades enfrentadas durante o processo. A segunda pergunta, intitulada "Durante as atividades, em qual momento você sentiu mais dificuldade?", teve como objetivo identificar os desafios e dificuldades enfrentados pelos estudantes durante todas as atividades desenvolvidas por meio da Modelagem Matemática. O Quadro 12 apresenta as unidades de registro que evidenciam as falas dos estudantes em relação às suas dificuldades durante as atividades realizadas.

Quadro 12 – Falas dos participantes da unidade de contexto: atividades desenvolvidas

| |
|--|
| Unidade de Contexto: atividades desenvolvidas |
|--|

| 2. Durante as atividades, em qual momento você sentiu mais dificuldade? | |
|---|--|
| Codificação | Unidade de Registro |
| E1 | " <i>professora, senti um pouco de <u>dificuldade na hora de criar o problema</u></i> " |
| E2 | " <i>eu gostei de tudo que foi feito, mas senti um pouquinho de <u>dificuldade para criar o modelo matemático</u></i> " |
| E3 | " <i>tive muita <u>dificuldade em associar a matemática com o tema</u></i> " |
| E4 | " <i>parece que foi naquele dia que teve que <u>resolver o problema individual</u></i> " |
| E5 | " <i>acho que na hora dos problemas que eu <u>não sabia colocar os dados para achar o valor de x</u></i> " |
| E6 | " <i>na parte da <u>pesquisa que tinha muita coisa eu não sabia o que colocar pra fazer o mapa mental</u></i> " |
| E7 | " <i>acho que <u>não lembrar alguns conteúdos pra resolver os problemas</u></i> " |
| E8 | " <i>eu tive <u>dificuldade de saber alguns conteúdos pra resolver os problemas</u></i> " |
| E9 | " <i>acho que foi dessa atividade dos problemas mesmo que a gente <u>tinha que pensar bem e lembrar os assuntos</u></i> " |
| E10 | " <i>foi naquela aula pra <u>encontrar o valor de x</u></i> " |
| E11 | " <i>achei difícil a <u>etapa da construção do modelo matemático</u></i> " |
| E12 | " <i>acho que foi do... de resolver <u>aquelas continhas</u> lá, antes da senhora revisar"</i> |
| E13 | " <i>foi a <u>etapa da pesquisa, tinha tanta informação</u></i> " |
| E14 | " <i>acho que foi quando eu <u>não sabia calcular a área, mas depois eu aprendi</u></i> " |
| E15 | " <i>naquele dia da atividade das questões de <u>achar o valor de x</u>, eu fiquei um pouco perdida ali e achei mais difícil"</i> |
| E16 | " <i>acho que só daquele dia que teve que <u>criar o problema</u> com o tema do açaí, mas depois que a gente entendeu, foi."</i> |
| E17 | " <i>achei difícil na hora que eu <u>não sabia como resolver o problema de regra de três</u></i> " |
| E18 | " <i>na hora de <u>criar o modelo matemático</u>, foi meio que difícil..., mas depois eu consegui"</i> |
| E19 | " <i>acho que daquele lá que era pra <u>criar as próprias questões</u></i> " |
| E20 | " <i>no dia de coletar os dados das questões e <u>resolver os problemas</u></i> " |
| E21 | " <i>acho que senti mais dificuldade antes da sua aula de revisão, porque antes dessa aula eu não sabia <u>como achar o valor de x</u></i> " |

Fonte: Dados da pesquisa.

A partir da análise dos trechos das falas, as dificuldades foram organizadas em três subcategorias e posteriormente emergiu a categoria de análise denominada "Desafios na aplicação da Modelagem Matemática". O Quadro 13 apresenta os resultados obtidos.

Quadro 13 – Categoria da unidade de contexto: atividades desenvolvidas

| Unidade de Contexto: atividades desenvolvidas | | |
|---|--|--|
| 2. Durante as atividades, em qual momento você sentiu mais dificuldade? | | |
| Categoria | Subcategorias | Quantidade |
| <i>Desafios na aplicação da Modelagem Matemática</i> | Dificuldades relacionadas ao conteúdo matemático | E5, E7, E8, E9, E10, E12, E14, E15, E17 e E21. |
| | Dificuldades relacionadas as etapas da Modelagem | E1, E2, E4, E6, E11, E13, E16, E18, E19 e E20. |
| | Dificuldades de relacionar a matemática ao tema | E3 |

Fonte: Dados da pesquisa.

Durante as atividades desenvolvidas os estudantes apresentaram algumas dificuldades para concluir as tarefas propostas, a partir das respostas dos estudantes concluiu-se que as principais dificuldades foram relacionadas ao conteúdo matemático, onde a maioria dos participantes não lembrava o conteúdo matemático necessário para a resolução dos problemas e criação dos modelos, assim como evidencia na fala do estudante E7 “*acho que não lembrar alguns conteúdos pra resolver os problemas*”.

Outra dificuldade identificada nas falas dos estudantes refere-se a algumas etapas da modelagem, como na etapa da pesquisa exploratória o estudante E6 relata sua dificuldade em sintetizar as informações “*na parte da pesquisa que tinha muita coisa eu não sabia o que colocar pra fazer o mapa mental*”. As outras duas etapas que os estudantes apresentaram muita dificuldade foi na terceira e quarta etapa que consiste no levantamento e resolução dos problemas, bem como na criação do modelo matemático. As falas dos estudantes E19 e E20 demonstram as dificuldades citadas “*acho que daquele lá que era pra criar as próprias questões*” (E19), “*no dia de coletar os dados das questões e resolver os problemas*” (E20).

Dessa forma, a categoria de análise “*Desafios na aplicação da Modelagem Matemática*” refere-se as dificuldades enfrentadas pelos estudantes durante todo processo desenvolvido na intervenção didática. Concluiu-se que muitos estudantes apresentaram dificuldades relacionadas ao conteúdo matemático necessário para a resolução dos problemas e criação dos modelos, quando as questões-problemas foram formuladas, muitos não sabiam qual conteúdo utilizar. Esses momentos de dificuldades foram marcados por uma reflexão por parte da pesquisadora, que constatou a necessidade de uma intervenção para auxiliar os estudantes em relação aos conteúdos matemáticos.

Durante as etapas da Modelagem Matemática, os estudantes enfrentaram desafios significativos, especialmente no levantamento e resolução de problemas e na criação dos modelos matemáticos. Dentre as dificuldades observadas, destacam-se a interpretação de problemas, a identificação dos conteúdos matemáticos adequados para sua resolução e, na fase de modelagem, a elaboração de um modelo capaz de ser aplicado a situações semelhantes. Além disso, na etapa da pesquisa, alguns estudantes relataram insegurança sobre como iniciar o processo investigativo, demonstrando a necessidade de maior orientação nessa fase.

Resultados semelhantes foram encontrados por Ceolim e Caldeira (2016), que investigaram professores com experiência em Modelagem Matemática e identificaram desafios na implementação dessa abordagem. Um dos aspectos destacados pelos autores é a dificuldade dos estudantes em se engajar ativamente nesse ambiente de aprendizagem, principalmente devido à forte influência das práticas tradicionais de ensino. Os estudantes estão acostumados a reproduzir respostas prontas e a aplicar fórmulas de maneira mecânica, o que dificulta o desenvolvimento do pensamento crítico e aprofundado necessário para a resolução de problemas dentro da MM.

Outro fator apontado pelos autores diz respeito à postura investigativa dos educandos. Muitos professores relataram que os estudantes não estavam preparados para realizar pesquisas de forma autônoma, o que se tornou um obstáculo para a implementação de todas as etapas da Modelagem Matemática (Ceolim; Caldeira, 2016).

Diante dessas dificuldades, constatou-se que a aplicação da MM como perspectiva metodológica exige um olhar atento e flexível por parte do professor, a fim de identificar e superar as fragilidades apresentadas pelos estudantes ao longo do processo. Com base nas dificuldades diagnosticadas, foram inseridas ações mediadoras nas etapas seguintes, possibilitando o desenvolvimento das funções cognitivas que ainda estavam em processo de maturação, conforme preconiza Vygotsky (1991). Essas intervenções reforçam a importância do papel do professor como mediador, garantindo que os estudantes possam avançar em sua aprendizagem de maneira significativa e progressiva.

5.2.2 Bloco 02: Modelagem Matemática

5.2.2.1 Percepções sobre Modelagem Matemática

No segundo bloco de perguntas que se refere a unidade de contexto “Modelagem Matemática” procurou-se investigar as percepções dos estudantes quanto a modelagem o que eles conseguiam falar dessa abordagem após as

atividades desenvolvidas, além do questionamento sobre a relação dos conteúdos matemáticos e o contexto sociocultural.

Dessa forma, a primeira pergunta direcionada aos estudantes foi “Se um amigo seu falasse hoje ‘Explique para mim o que é a Modelagem Matemática’ como você responderia?”. O Quadro 14 mostram as unidades de registro que evidenciam as falas dos estudantes em relação às suas percepções da Modelagem Matemática.

Quadro 14 – Falas dos participantes da unidade de contexto: Modelagem Matemática

| Unidade de Contexto: Modelagem Matemática | |
|---|---|
| 3. Se um amigo seu falasse hoje “Explique para mim o que é a MM” como você responderia? | |
| Codificação | Unidade de Registro |
| E1 | “é... acho que tudo <u>que tá ao nosso redor</u> e... é... <u>transformar em problema matemática</u> ” |
| E2 | “professora, eu <u>não sei muito não</u> ” |
| E3 | “ <u>não saberia dizer exatamente o que é, não</u> ” |
| E4 | “ <u>ia falar que é resolver contas com assuntos que a gente conhece</u> é... tipo a pesca também” |
| E5 | “é um projeto que é... envolve a matemática e dentro desse projeto <u>vai envolver vários problemas da nossa realidade</u> com vários métodos para <u>avançar na matemática</u> ” |
| E6 | “eu ia falar que é... várias atividades para <u>resolver problemas</u> que pode envolver qualquer coisa que ele soubesse <u>como o açaí</u> ” |
| E7 | “acho que eu diria que é um assunto muito interessante que a gente percebe que <u>a matemática tá em tudo que a gente faz hoje em dia</u> ” |
| E8 | “bom... é... a Modelagem Matemática tem muita coisa relacionada nela, né? Pode ser... <u>resolver problemas matemáticos relacionado a dança</u> ” |
| E9 | “tipo... ia dizer que é uma atividade que mostra <u>que no nosso dia a dia tem muita coisa a ver com matemática</u> ” |
| E10 | “ <u>não sei definir muito bem, professora. Mas, falaria que é muito legal, porque têm várias atividades diferentes pra fazer</u> ” |
| E11 | “é... acho que falaria que é uma aula com várias atividades divertidas e que a gente fez <u>as contas de matemática de forma bem legal</u> ” |
| E12 | “ia dizer que é uma atividade <u>muito legal</u> e a gente tem que <u>criar nossos próprios problemas</u> ” |
| E13 | “eu ia falar que com a Modelagem Matemática a <u>gente percebe que a matemática tá no nosso dia a dia</u> ” |
| E14 | “é... seria um pouquinho de cada coisa, tipo... tem que resolver problemas e <u>ver que quase todo canto tem matemática</u> ” |
| E15 | “eu falaria que é um projeto, tipo que envolve <u>várias atividades muito legal</u> ” |
| E16 | “é... em relação a que <u>a gente vive</u> e que <u>tem relacionado com a matemática</u> ” |
| E17 | “falaria que é tipo... umas <u>aulas bem divertidas com atividades em grupo</u> ” |
| E18 | “seria tipo <u>algo do nosso dia a dia que exige matemática, pra mim né?</u> ” |
| E19 | “ia falar que <u>são várias atividades bem legais que fazem a gente querer participar</u> ” |
| E20 | “é... <u>várias coisas legais como pesquisas, trabalhos em grupos</u> e resolver <u>problemas com temas diferentes</u> ” |
| E21 | “diria que é um modelo que a gente tem que <u>criar</u> e que a gente consegue <u>ver o conteúdo nas coisas do nosso dia a dia</u> ” |

Fonte: Dados da pesquisa.

Os fragmentos das falas dos estudantes revelam que após a intervenção didática a maioria dos participantes conseguiria explicar para um colega aspectos relacionados a Modelagem Matemática. Dessa forma, agrupou-se as respostas dos estudantes em três subcategorias e após as análises dos dados emergiu a categoria “*Percepções sobre a Modelagem Matemática*”. O Quadro 15 manifesta os resultados obtidos.

Quadro 15 – Categoria da unidade de contexto: Modelagem Matemática

| Unidade de Contexto: Modelagem Matemática | | |
|---|---|--|
| Se um amigo seu falasse hoje “Explique para mim o que é a Modelagem Matemática”, como você responderia? | | |
| Categoria | Subcategorias | Quantidade |
| <i>Percepções sobre a Modelagem Matemática</i> | Relacionando a Matemática em contexto sociocultural | E1, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E13, E14, E16, E18 e E21 |
| | Aulas dinâmicas e mais prazerosas | E10, E11, E12, E15, E17, E19 e E20 |
| | Não conseguiu explicar | E2 e E3 |

Fonte: Dados da pesquisa.

Nos primeiros dias da intervenção didática, alguns estudantes demonstraram curiosidade sobre o que seria a Modelagem Matemática mencionada pela professora pesquisadora. À medida que o processo avançava, foi explicado de maneira acessível e interativa como essa abordagem funciona, buscando integrar as etapas da Modelagem de forma clara e dinâmica. Dessa maneira, os estudantes puderam identificar não apenas o início de cada etapa, mas também sua conexão com as demais fases do processo.

Com o objetivo de analisar as potencialidades da Modelagem Matemática, avaliou-se o impacto dessa abordagem na percepção dos estudantes. A partir dessa análise, emergiu a categoria “*Percepções sobre a Modelagem Matemática*”, que revela como os discentes compreenderam o funcionamento dessa metodologia. Essa categoria permite identificar o que os estudantes assimilaram sobre a Modelagem, evidenciando tanto a construção do conhecimento quanto a forma como essa estratégia foi internalizada ao longo da experiência didática.

A partir das respostas dos estudantes, observou-se que a Modelagem Matemática foi compreendida como uma abordagem que relaciona a Matemática a situações do cotidiano, ou seja, dentro de um contexto sociocultural. Esse

entendimento é evidenciado nas falas dos estudantes E9 e E16: *“tipo... ia dizer que é uma atividade que mostra que no nosso dia a dia tem muita coisa a ver com matemática”* (E9). *“é... em relação a que a gente vive e que tem relacionado com a matemática”* (E16).

Essas respostas demonstram que a Modelagem Matemática foi desenvolvida em consonância com os pressupostos teóricos de Burak (1992), que defende que essa abordagem deve ir além de um conjunto de procedimentos técnicos, promovendo um aprendizado mais aberto e contextualizado, conferindo significado aos conteúdos matemáticos. O autor enfatiza que a Modelagem deve estar ancorada em dois princípios fundamentais: o interesse do grupo e a obtenção de informações do ambiente relacionado a esse interesse. Dessa forma, ao adotar essa perspectiva, a Modelagem Matemática leva em conta os sujeitos, seu meio social e cultural, distanciando-se de uma visão puramente tecnicista e próxima da epistemologia da Matemática aplicada.

Além disso, outros estudantes associaram a Modelagem Matemática a aulas mais dinâmicas e envolventes, como demonstram as falas de E11 e E17: *“é... acho que falaria que é uma aula com várias atividades divertidas e que a gente fez as contas de matemática de forma bem legal”* (E11). *“falaria que é tipo... umas aulas bem divertidas com atividades em grupo”* (E17).

Esses relatos corroboram com as ideias de Burak (1987), que destaca a Modelagem como uma abordagem que torna o ensino de Matemática mais dinâmico e significativo para o estudante. Ao proporcionar um ambiente de aprendizagem mais interativo e conectado à realidade dos discentes, essa metodologia favorece o engajamento e a participação ativa no processo de construção do conhecimento matemático. Dessa forma, após as atividades desenvolvidas os estudantes concluíram que a MM está relacionada a uma abordagem com aulas mais dinâmicas e prazerosas.

Ainda que dois estudantes não tenham conseguido responder à pergunta, concluiu-se que a intervenção didática contribuiu significativamente para que os estudantes compreendessem aspectos essenciais da MM. Isso evidencia o impacto positivo dessa abordagem na aprendizagem, permitindo que os estudantes percebam

a Matemática como uma disciplina contextualizada, dinâmica e próxima de sua realidade.

5.2.2.2 Potencialidades da Modelagem Matemática

Ainda no segundo bloco de perguntas, questionou-se também aos estudantes se eles perceberam a relação dos conteúdos matemáticos e o contexto sociocultural e em que momento isso aconteceu. O Quadro 16 revela por meio das unidades de registro das falas dos estudantes se ocorreu essa percepção e em que momento ocorreu.

Quadro 16 – Falas dos participantes da unidade de contexto: Modelagem Matemática

| Unidade de Contexto: Modelagem Matemática | |
|--|---|
| 4. Você percebeu a relação dos conteúdos matemáticos e o contexto sociocultural? Em que momento das atividades isso aconteceu? | |
| Codificação | Unidade de Registro |
| E1 | <i>“acho que foi na sexta-feira lá... que a gente <u>fez os problemas e eu calculei a quantidade de verniz da barraca</u>”</i> |
| E2 | <i>“sim, quando a gente <u>foi pensar nos problemas</u> eu vi que para saber a quantidade de cacho de açaí tinha que fazer a conta lá, sabe?”</i> |
| E3 | <i>“professora quando a senhora disse que o tema da aula de matemática era açaí, pra mim nem tinha como, né? Mas vi que tem mesmo muita matemática no tema e comecei a perceber quando <u>eu tive que criar meu problema</u>”</i> |
| E4 | <i>“é... do dia dos <u>problemas que a gente criou</u>, acho que a conta que a gente fez tem tudo a ver com a nossa realidade, sabe? Porque é algo da nossa cidade”</i> |
| E5 | <i>“em vários momentos, como <u>na resolução dos problemas</u> que a gente viu a área pra plantar um tanto de açaí”</i> |
| E6 | <i>“foi naquele dia que a gente <u>resolveu os problemas</u> que eu vi que com o assunto que a gente revisou era necessário para saber a questão da saca de açaí”</i> |
| E7 | <i>“professora, em vários momentos eu percebi, é... <u>naquele dia da visita</u> lá foi um momento que eu vi que quem estava fazendo as coisas na barraca estava medindo os tamanhos”</i> |
| E8 | <i>“eu percebi naquela aula que a gente <u>fez os problemas</u>, tipo... pra saber a área do terreno pra plantar o açaí eu <u>fiz o cálculo</u>”</i> |
| E9 | <i>“quando a gente <u>criou aqueles problemas</u> eu vi o quanto a matemática aparece mesmo no nosso dia a dia e logo no açaí também, né?”</i> |
| E10 | <i>“eu acho que naquele dia que <u>os grupos apresentaram seus problemas</u>, todo mundo falou um pouquinho dos conteúdos e do açaí”</i> |
| E11 | <i>“no momento que a gente se reuniu em grupo e cada um falou de seu problema, né? Aí... a gente <u>resolveu com os assuntos matemáticos</u>”</i> |
| E12 | <i>“foi... naquele dia que a gente <u>pesquisou várias coisas sobre o açaí</u> e depois eu vi que tinha que fazer umas contas mesmo pra saber as coisas lá...”</i> |

| | |
|-----|---|
| E13 | <i>“naquele lá... é... que foi em grupo que a gente <u>calculou os problemas</u>”</i> |
| E14 | <i>“é... acho que <u>nas pesquisas</u>, porque eu vi o custo da saca, dos litros e tudo que tá envolvido na produção do açaí”</i> |
| E15 | <i>“no início eu fiquei imaginando o que matemática tem a ver com açaí ou barraca, mas depois da visita e quando a gente <u>criou os problemas</u>, eu fui percebendo mais o quanto tem matemática mesmo”</i> |
| E16 | <i>“sim, percebi na etapa que a gente <u>pesquisou sobre plantação do açaí</u>”</i> |
| E17 | <i>“acredito que foi... é... no dia <u>que os grupos apresentaram sua resolução e explicaram o modelo na temática do açaí</u>”</i> |
| E18 | <i>“professora, foi naquela etapa que <u>a gente mesmo fez os problemas e as hipóteses</u>”</i> |
| E19 | <i>“foi <u>na etapa das pesquisas</u> que a gente descobriu os valores da saca de açaí e eu vi a quantidade de cálculos que temos que fazer na produção do açaí”</i> |
| E20 | <i>“percebi naquela fase que a gente <u>resolveu nossas questões</u>”</i> |
| E21 | <i>“acho que <u>foi na pesquisa</u> que eu comecei a ver os valores da saca de açaí, as quantidades que são produzidos... aí... eu percebi a matemática nesse contexto”</i> |

Fonte: Dados da pesquisa.

Uma das particularidades da Modelagem Matemática no contexto escolar refere-se a tentativa de relacionar a realidade dos estudantes diante dos conteúdos matemáticos. Dessa forma, buscando alcançar um dos objetivos específicos da pesquisa, investigou-se por meio desse bloco de perguntas o impacto da Modelagem Matemática para a aprendizagem dos estudantes. As respostas dos estudantes foram organizadas em duas subcategorias e em seguida a categoria “Potencialidades da Modelagem Matemática”. O Quadro 17 apresenta as subcategorias e categoria resultante.

Quadro 17 – Categoria da unidade de contexto: Modelagem Matemática

| Unidade de Contexto: Modelagem Matemática | | |
|---|---|--|
| Você percebeu a relação dos conteúdos matemáticos e o contexto sociocultural? Em que momento das atividades isso aconteceu? | | |
| Categoria | Subcategorias | Quantidade |
| <i>Potencialidades da Modelagem Matemática</i> | Potencialidades: segunda e terceira etapa da MM | E2, E3, E4, E7, E9, E12, E14, E15, E16, E18, E19 e E21 |
| | Potencialidades: quarta e quinta etapa da MM | E1, E5, E6, E8, E10, E11, E13, E17 e E20 |

Fonte: Dados da pesquisa.

Todos os estudantes afirmaram que, em algum momento, perceberam a relação entre os conteúdos matemáticos e o contexto sociocultural. No entanto, a identificação dessa conexão ocorreu em diferentes etapas do processo. Alguns relataram que essa percepção aconteceu durante a segunda e terceira etapa da MM. Esse é o caso do E21, que destacou ter percebido essa relação na segunda etapa, conforme seu relato: *“acho que foi na pesquisa que eu comecei a ver os valores da saca de açai, as quantidades que são produzidos... aí... eu percebi a matemática nesse contexto”*.

Essa percepção está alinhada com as reflexões de Klüber e Burak (2008), que enfatizam que, na segunda etapa da Modelagem Matemática, os estudantes iniciam um processo de busca por materiais e subsídios teóricos diversos, que fornecem informações e noções prévias sobre o tema investigado. Segundo os autores, “A pesquisa pode ser bibliográfica ou contemplar um trabalho de campo, fonte rica de informações e estímulo para a execução da proposta” (Klüber; Burak, 2008, p. 21).

Dessa forma, constatou-se que o levantamento de informações sobre a temática, seja por meio da pesquisa bibliográfica ou do trabalho de campo com as visitas, proporcionou aos estudantes os momentos necessários para que eles conseguissem relacionar a matemática com o contexto sociocultural envolvido, confirmando a potencialidade dessa etapa da Modelagem.

Já a E15 relatou que só conseguiu perceber essa relação mais claramente na terceira etapa: *“no início eu fiquei imaginando o que matemática tem a ver com açai ou barraca, mas depois da visita e quando a gente criou os problemas, eu fui percebendo mais o quanto tem matemática mesmo”*.

Essa fala sugere que a terceira etapa da Modelagem foi fundamental para que a estudante estabelecesse uma conexão entre o conteúdo matemático e a temática explorada. Esse achado corrobora os estudos de Klüber e Burak (2008), que destacam que, na terceira etapa, os estudantes começam a refletir sobre os aspectos investigados e suas relações com a Matemática. É nesse momento que eles elaboram problemas – simples ou complexos – que permitem visualizar a aplicação e a aprendizagem dos conteúdos matemáticos envolvidos.

Os estudantes E8 e E17 fizeram apontamentos que evidenciam as potencialidades da quarta e da quinta etapa da Modelagem Matemática. Segundo Marcão, Oliveira e Santos (2021, p. 08), a quarta etapa “geralmente ocorre concomitantemente com a etapa anterior, pois à medida que os problemas são

levantados pelos educandos, é necessário desenvolver os conteúdos matemáticos e modelos matemáticos”.

No contexto desta pesquisa, a quarta etapa refere-se à resolução de problemas, momento em que a E8 afirmou ter percebido a relação entre o conteúdo matemático e o contexto sociocultural, como demonstra sua fala: *“eu percebi naquela aula que a gente fez os problemas, tipo... pra saber a área do terreno pra plantar o açaí eu fiz o cálculo”* (E8).

Esse relato indica que, durante o desenvolvimento dessa etapa, surgiu a necessidade de compreender e resolver os problemas levantados anteriormente. No caso da E8, o cálculo da área de um terreno para o plantio de açaí foi um elemento-chave para estabelecer essa relação. Esse movimento evidencia o potencial da Modelagem Matemática para conectar os conteúdos escolares com situações do cotidiano, tornando o aprendizado mais significativo.

Por outro lado, o E17 indicou que essa relação ficou mais clara na última etapa, na qual os estudantes refletiram sobre os modelos matemáticos criados. Sua resposta ilustra essa percepção: *“acredito que foi... é... no dia que os grupos apresentaram sua resolução e explicaram o modelo na temática do açaí”* (E17).

Esse relato está alinhado com as ideias de Burak (1992), que destaca que a quinta etapa da Modelagem Matemática envolve reflexões sobre os resultados obtidos ao longo do processo. Durante essa fase, os estudantes analisam de que forma as ações realizadas podem ser aprimoradas, promovendo uma aprendizagem crítica e contribuindo para a formação de cidadãos participativos, capazes de intervir e transformar a realidade em que estão inseridos.

A partir das respostas dos estudantes, constatou-se que a percepção da relação entre os conteúdos matemáticos e o contexto sociocultural ocorreu em diferentes momentos do processo: na pesquisa exploratória, no levantamento e resolução de problemas, na criação dos modelos matemáticos e nas análises críticas das soluções. Esses achados evidenciam a importância das diversas etapas da Modelagem Matemática para que os estudantes consigam estabelecer conexões entre a matemática e seu contexto sociocultural. Assim, os resultados reforçam a relevância de investigar em que momentos específicos da atividade essa relação se torna mais perceptível para os discentes, contribuindo para um ensino mais contextualizado e significativo.

5.2.3 Bloco 03: Aprendizagem Matemática

5.2.3.1 Processos de aprendizagem na Modelagem Matemática

No terceiro bloco de perguntas da entrevista investigou-se sobre os aspectos da aprendizagem matemática durante a aplicação das atividades. Dessa forma, questionou-se aos estudantes em que momento, durante as atividades, eles conseguiram compreender melhor a matemática. Este questionamento está em consonância com o terceiro objetivo específico da pesquisa que é avaliar o impacto da Modelagem Matemática na aprendizagem. O Quadro 18 apresenta os trechos das respostas dos estudantes.

Quadro 18 – Falas dos participantes da unidade de contexto: aprendizagem matemática

| Unidade de Contexto: aprendizagem matemática | |
|--|--|
| 5. Durante as atividades, em que momento você conseguiu compreender melhor a matemática? | |
| Codificação | Unidade de Registro |
| E1 | <i>“é... foi naquele dia que eu <u>percebi que dava pra calcular a quantidade de tinta lá, pra barraca</u>”</i> |
| E2 | <i>“foi quando <u>a senhora ajudou a gente e explicou mais sobre aquele assunto de regra de três</u>”</i> |
| E3 | <i>“no dia <u>do trabalho em grupo</u> que eu falei onde a matemática pode ser vista ao nosso redor”</i> |
| E4 | <i>“acho que foi quando a gente fez os <u>problemas no tema do açaí</u>”</i> |
| E5 | <i>“<u>naquelas suas explicações sobre o assunto de matemática</u>”</i> |
| E6 | <i>“é... no dia que a gente <u>fez os modelos</u>, eu percebi que daquele modelo poderíamos calcular pra qualquer quantidade”</i> |
| E7 | <i>“foi aquela último lá... que a gente fez <u>o trabalho em grupo</u> e todo mundo falou um pouco, aí... a gente viu que <u>o modelo que a gente fez pode mesmo ajudar a calcular o tamanho do terreno pra plantar açaí</u>”</i> |
| E8 | <i>“naquele dia que teve <u>várias explicações sobre os conteúdos</u>”</i> |
| E9 | <i>“quando a gente fez o... não estou lembrando o nome é... que <u>a senhora ajudou a gente a relembrar pra achar o valor de x</u>”</i> |
| E10 | <i>“no dia que consegui <u>resolver aquela conta sobre açaí</u>”</i> |
| E11 | <i>“professora, acho que naquela atividade que até disse que o papai cobrava vinte e cinco reais para tirar uma saca de açaí, <u>a senhora ajudou a resolver, lembra? Depois que a senhora falou como fazer consegui aprender de boa...</u>”</i> |
| E12 | <i>“foi... daquele que <u>a senhora ensinou a achar o valor de x</u>”</i> |
| E13 | <i>“um dos que eu achei mais legal foi aquele que <u>foi em grupo</u> e... que a senhora perguntou se o nosso modelo respondia nossa pergunta inicial, a gente <u>teve que pensar sobre isso</u> e aí a gente respondeu que sim, então... acho que nesse dia eu vi bem a matemática”</i> |
| E14 | <i>“acho que o momento que aprendi mais a matemática foi quando <u>o grupo se reuniu e percebeu que aquele modelo serviria para calcular vários outros problemas</u>”</i> |
| E15 | <i>“acho que quando a gente <u>resolveu aqueles problemas do açaí</u>”</i> |

| | |
|-----|---|
| E16 | <i>“eu acho que foi naquele dia <u>que teve a revisão</u>, porque a gente já tinha estudado aquele assunto, mas a senhora <u>ajudou a fixar mais</u>”</i> |
| E17 | <i>“quando resolvi <u>a questão sobre o açaí pra mandar pra Manaus</u>”</i> |
| E18 | <i>“professora, foi quando <u>a senhora lembrou aquelas continhas do x</u>”</i> |
| E19 | <i>“aquele dia lá daquele trabalho <u>que teve os problemas com a temática açaí</u>”</i> |
| E20 | <i>“no dia que a <u>gente fez aqueles modelos lá... e criando no tema do açaí</u> foi muito legal”</i> |
| E21 | <i>“é... foi quando <u>percebi como aplicar no tema do açaí</u>, eu já sabia um pouco de cálculo, mas quando fiz meu problema eu entendi melhor”</i> |

Fonte: Dados da pesquisa.

Os fragmentos das respostas dos estudantes indicam que o conhecimento relacionando a matemática foi adquirido por meio das etapas da Modelagem Matemática aplicada à luz da Teoria Sociocultural. Desse modo, as respostas agruparam-se em três subcategorias que se refere ao conhecimento matemático por meio da mediação, contextualização: adquirindo conhecimento tecnológico e interação: adquirindo conhecimento reflexivo. O Quadro 19 demonstra os resultados obtidos.

Quadro 19 – Categoria da unidade de contexto: aprendizagem matemática

| Unidade de Contexto: aprendizagem Matemática | | |
|---|---|---------------------------------------|
| Durante as atividades, em que momento você conseguiu compreender melhor a matemática? | | |
| Categoria | Subcategorias | Quantidade |
| <i>Processos de aprendizagem matemática</i> | Mediação: adquirindo conhecimento matemático | E2, E5, E8, E9, E11, E12, E16 e E18. |
| | Contextualização: adquirindo conhecimento tecnológico | E1, E4, E6, E10, E15, E17, E19 e E20. |
| | Interação: adquirindo conhecimento reflexivo | E3, E7, E13, E14 e E21. |

Fonte: Dados da pesquisa.

A partir das respostas e das subcategorias, emergiu a categoria “*Processos de aprendizagem matemática*” que aborda os processos envolvidos e os momentos em que os estudantes compreenderam melhor a matemática e indica o tipo de conhecimento adquirido por ele diante da aplicação da Modelagem Matemática.

Assim, alguns estudantes indicaram que o momento em que eles compreenderam melhor a matemática foi quando houve a mediação por parte da professora. Durante os encontros, foram realizados nivelamentos para ajudar a lembrar e conhecer alguns conteúdos matemáticos necessários, conforme

evidencia a fala do E2 *“foi quando a senhora ajudou a gente e explicou mais sobre aquele assunto de regra de três”*.

Esses momentos de mediação ajudaram aos estudantes a adquirirem o conhecimento matemático que conforme Skovsmose (2001) refere-se a um conjunto de habilidades que incluem a capacidade de reproduzir teoremas e provas, ou seja, os estudantes começaram a compreender alguns algoritmos matemáticos que ajudaram nas atividades.

A segunda subcategoria integra os fragmentos das falas dos estudantes que afirmaram que compreenderam melhor a matemática a partir da contextualização da temática trabalhada. As etapas da modelagem contribuíram para organizar esse processo de aprendizagem de forma contextualizada, esses momentos ocorreram quando os estudantes levantaram e resolveram problemas levando em consideração a pesquisa sobre o açaí e por fim criaram seus modelos.

Dessa forma, os estudantes passaram a compreender melhor a matemática pois visualizaram a partir da temática do açaí vários questionamentos possíveis de ser resolvidos por meio da matemática, conforme mostra a resposta do estudante E6 *“é... no dia que a gente fez os modelos, eu percebi que daquele modelo poderíamos calcular pra qualquer quantidade”* e E17 *“quando resolvi a questão sobre o açaí pra mandar pra Manaus”*.

Esse conhecimento adquirido refere-se ao tecnológico, pois de acordo com Skovsmose (2001) o conhecimento tecnológico está relacionado à aplicação da matemática e à capacidade de construir modelos. Dessa forma, os estudantes visualizaram os problemas diante da temática do açaí e conseguiram criar os modelos configurando em uma aprendizagem matemática impulsionada pela aplicação da Modelagem Matemática.

As respostas dos estudantes que originou a última subcategoria indicam que foi por meio da interação com os colegas e o compartilhamento de ideias através da última etapa da Modelagem Matemática que os participantes compreenderam melhor a matemática. A resposta dos estudantes E7 e E13 apontam trechos que remetem a este momento.

*foi aquela último lá... que a gente fez o trabalho em grupo e todo mundo falou um pouco, aí... a gente viu que o modelo que a gente fez pode mesmo ajudar a calcular o tamanho do terreno pra plantar açaí (E7)
um dos que eu achei mais legal foi aquele que foi em grupo e... que a senhora perguntou se o nosso modelo respondia nossa pergunta inicial, a gente teve*

que pensar sobre isso e aí a gente respondeu que sim, então... acho que nesse dia eu vi bem a matemática (E13)

Assim, a última etapa da modelagem que consiste na análise crítica das soluções promoveu aos estudantes um momento de reflexão sobre a utilização da matemática, bem como a criação dos modelos. Para esse conhecimento Skovsmose (2001) denominou de conhecimento reflexivo, segundo o autor esse conhecimento envolve a habilidade de refletir sobre o uso da matemática e avaliá-lo. Essas reflexões incluem a avaliação das consequências que esse uso pode ter para a sociedade.

Portanto, a categoria de análise “Processos de aprendizagem na Modelagem Matemática” evidencia que para os estudantes o momento em que eles consideraram que aprenderam melhor a matemática foi a partir da Modelagem Matemática aplicada à aprendizagem sociocultural, ou seja, a partir da mediação da professora, a contextualização da temática relacionada aos conteúdos matemáticos e a interação entre os estudantes, todos esses elementos ajudaram a aprimorar a aprendizagem e conforme preconiza Vygotsky (1991) promoveu o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.

Vygotsky (1991) sugere que, ao passar de processos psicológicos elementares para mais complexos, o indivíduo passa a agir de forma mediada por ferramentas e signos. Esses elementos, inseridos no contexto sociocultural, são essenciais para a formação da mente social. Segundo Vygotsky (2007), essas operações resultam do desenvolvimento social por meio da interação.

Resultados semelhantes são apresentados por Kaczmarek e Burak (2018), que investigaram as interações entre estudantes e entre estudante e professor durante o desenvolvimento de uma atividade de Modelagem. Os autores destacam que a Modelagem Matemática fortalece os vínculos sociais ao estimular um desenvolvimento dinâmico e dialógico, promovendo a zona de desenvolvimento proximal, conforme os princípios de Vygotsky. Além disso, ressaltam que a mediação ocorre por meio do diálogo, consolidando a comunicação como um vínculo essencial entre o social e o individual.

5.2.3.2 Modelagem Matemática: Facilitando a aprendizagem

No terceiro bloco de perguntas, que aborda a aprendizagem matemática durante a aplicação das atividades, os estudantes foram questionados se o ensino da Matemática, a partir da Modelagem Matemática, facilitou a aprendizagem dos conteúdos e de que forma essa abordagem facilitou sua compreensão. Buscando atender ao segundo objetivo específico da pesquisa, o Quadro 20 apresenta trechos das respostas fornecidas.

Quadro 20 – Falas dos participantes da unidade de contexto: aprendizagem matemática

| Unidade de Contexto: aprendizagem matemática | |
|--|---|
| 6. O ensino de Matemática, a partir da MM, facilitou a aprendizagem dos conteúdos? Como? | |
| Codificação | Unidade de Registro |
| E1 | <i>“acho que sim, as <u>atividades foram bem legais e ajudaram a entender melhor</u>”</i> |
| E2 | <i>“facilitou, né? Porque teve vários momentos que eu <u>senti mais vontade de participar</u>”</i> |
| E3 | <i>“não sei, professora... acho que sim, pois comecei <u>a prestar mais atenção nas aulas com as atividades</u>”</i> |
| E4 | <i>“sim, nessa parte de fazer os <u>problemas olhando para o açai</u>”</i> |
| E5 | <i>“hum, acho que sim, já que a gente conseguiu aprender melhor com o <u>assunto que a gente escolheu</u>”</i> |
| E6 | <i>“facilitou, tipo... quando teve <u>atividade em grupo e a gente criou o modelo lá</u>”</i> |
| E7 | <i>“sim, professora. Essas atividades fez a gente <u>querer saber como resolver o problema</u>”</i> |
| E8 | <i>“sim, eu <u>entendi melhor com sua explicação</u>”</i> |
| E9 | <i>“acho que sim... porque com <u>as atividades que foram legais comecei a resolver mais questões</u>”</i> |
| E10 | <i>“sim, com certeza... o <u>problema com o tema do açai</u> fez a gente querer entender mais”</i> |
| E11 | <i>“facilitou... é... eu comecei a ver <u>mais problemas de matemática quando o papai estava trabalhando com o açai</u>”</i> |
| E12 | <i>“sim, sim... durante as fases <u>eu fui gostando de participar</u> mais e quis entender o conteúdo”</i> |
| E13 | <i>“sim, ajudou mesmo... eu entendi melhor o conteúdo <u>aplicando ele no meu problema sobre o açai</u>”</i> |
| E14 | <i>“bom, eu acho que sim... já que com as <u>atividades que a senhora fez eu consegui aprender mais a resolver os problemas</u>”</i> |
| E15 | <i>“é... acredito que sim... as vezes não gosto muito de matemática, mas <u>essas atividades até que eu gostei e consegui fazer algumas contas</u>”</i> |
| E16 | <i>“facilitou sim, várias coisas que a senhora fez <u>como a pesquisa, o trabalho em grupo e sua ajuda com os assuntos</u>”</i> |
| E17 | <i>“sim, quando comecei a conseguir formular <u>a questão sobre o açai</u>”</i> |
| E18 | <i>“sim, facilitou... principalmente quando a senhora ajudou a gente”</i> |
| E19 | <i>“acho que sim, professora... é... entendi melhor quando fiz o <u>problema sobre a compra de açai lá de casa</u>”</i> |

| | |
|-----|---|
| E20 | <i>“sim, até porque com as dinâmicas que a senhora fez eu gostei <u>e quis participar ainda mais</u>”</i> |
| E21 | <i>“achei que facilitou muito, quando a gente ficou com dificuldade pra achar o valor de x e teve aquelas atividades que a senhora <u>ajudou a revisar</u>”</i> |

Fonte: Dados da pesquisa.

As respostas dos estudantes revelam que o ensino de Matemática, por meio da Modelagem Matemática, facilitou a aprendizagem dos estudantes considerando alguns aspectos inerentes a modelagem que foram percebidos pelos estudantes, como a aplicação em contexto sociocultural, a mediação e interação e a motivação e interesse promovido diante das atividades desenvolvidas. Assim, as respostas foram agrupadas em três subcategorias, conforme mostra o Quadro 21.

Quadro 21 – Categoria da unidade de contexto: aprendizagem matemática

| Unidade de Contexto: aprendizagem matemática | | |
|---|--|-------------------------------------|
| O ensino de Matemática, a partir da MM, facilitou a aprendizagem dos conteúdos? Como? | | |
| Categoria | Subcategorias | Quantidade |
| <i>Modelagem Matemática: facilitando a aprendizagem</i> | Aprendizagem facilitada pela aplicação em contexto sociocultural | E4, E5, E10, E11, E13, E17 e E19. |
| | Aprendizagem facilitada por meio da mediação e interação | E6, E8, E14, E16, E18 e E21. |
| | Aprendizagem facilitada por meio da motivação e interesse nas atividades | E1, E2, E3, E7, E9, E12, E15 e E20. |

Fonte: Dados da pesquisa.

As subcategorias englobam a percepção dos estudantes quanto as estratégias de ensino da Modelagem Matemática, alguns estudantes enfatizaram que a aprendizagem foi facilitada pela aplicação em contexto sociocultural como mostram as respostas dos estudantes E10: *“sim, com certeza... o problema com o tema do açaí fez a gente querer entender mais”* e E13: *“sim, ajudou mesmo... eu entendi melhor o conteúdo aplicando ele no meu problema sobre o açaí”*.

Resultados parecidos podem ser visto nos estudos de Costa e Pontarolo (2019) que realizaram um estudo envolvendo aplicação com Modelagem relacionando a matemática com a temática do meio ambiente. Como resultado, os autores enfatizaram que a maioria dos estudantes afirmaram que a aulas contextualizadas com a temática do meio ambiente despertou a atenção e o interesse pela matemática porque os conteúdos foram relacionados com coisas simples de entender da realidade

daqueles estudantes. Dessa forma, a aprendizagem foi facilitada pela aplicação da Modelagem em contexto sociocultural.

Seis estudantes indicaram que a aprendizagem foi facilitada por estratégias que envolveram a mediação da professora e a interação nas atividades em grupo. O E6 afirmou: *“facilitou, tipo... quando teve atividade em grupo e a gente criou o modelo lá”* Já a estudante E16 destacou: *“facilitou sim, várias coisas que a senhora fez como a pesquisa, o trabalho em grupo e sua ajuda com os assuntos”*.

A análise dessas respostas revela que as atividades envolvendo Modelagem Matemática proporcionaram um ambiente propício à discussão e à construção colaborativa do conhecimento. A mediação da professora e o trabalho em grupo foram aspectos fundamentais para esse processo, pois possibilitaram a troca de ideias e a participação ativa dos estudantes na resolução de problemas.

Esses achados convergem com os pressupostos teóricos de Vygotsky (2007), que enfatiza a importância da interação social e da mediação pedagógica no desenvolvimento das funções psicológicas superiores, fatores essenciais para a aprendizagem. Assim, as falas dos estudantes reforçam que as estratégias de ensino baseadas na Modelagem Matemática contribuíram significativamente para o aprendizado, promovendo maior engajamento e compreensão dos conteúdos abordados.

Os demais oito estudantes consideraram que a aprendizagem foi facilitada a partir das próprias motivações e interesses nas atividades que foram geradas através das estratégias de ensino alinhadas as etapas da Modelagem Matemática. As respostas evidenciam que essa abordagem contribuiu para um maior envolvimento dos alunos, conforme relatado por E2: *“facilitou, né? Porque teve vários momentos que eu senti mais vontade de participar”*. Da mesma forma, E12 destacou: *“sim, sim... durante as fases eu fui gostando de participar mais e quis entender o conteúdo”*.

Esses depoimentos corroboram a perspectiva de Almeida e Dias (2004), que argumentam que a Modelagem Matemática promove a motivação dos estudantes por permitir a construção do conhecimento a partir de situações concretas e contextualizadas. Segundo as autoras, essa abordagem torna o aprendizado mais significativo e agradável em comparação com a mera abstração, favorecendo, assim, a compreensão dos conteúdos.

Dessa análise emergiu a categoria *“Modelagem Matemática: facilitando a aprendizagem”*, a qual evidencia, a partir das percepções dos estudantes, que as

estratégias utilizadas nesse processo foram determinantes para tornar a aprendizagem mais acessível e estimulante.

5.2.4 Bloco 04: Aprendizagem Sociocultural

5.2.4.1 Superação de desafios a partir da aprendizagem sociocultural

Para responder à questão norteadora desta pesquisa, estabeleceu-se como um dos objetivos específicos a aplicação da Modelagem Matemática à luz da teoria sociocultural, com o intuito de investigar seu papel no desenvolvimento das habilidades cognitivas dos estudantes. Assim, no quarto bloco de perguntas da entrevista, os participantes foram questionados sobre aspectos relacionados à aprendizagem sociocultural. As respostas foram analisadas, e o Quadro 22 apresenta trechos das respostas fornecidas pelos estudantes.

Quadro 22 – Falas dos participantes da unidade de contexto: aprendizagem sociocultural

| Unidade de Contexto: aprendizagem sociocultural | |
|---|---|
| 7. Você experimentou alguma situação em que enfrentou dificuldades para realizar uma atividade, mas conseguiu superá-las? Descreva como você conseguiu. | |
| Codificação | Unidade de Registro |
| E1 | <i>“teve... tipo naquela hora que eu chamei a senhora que eu <u>não estava conseguindo mesmo</u>, né? <u>Aí a senhora me ajudou</u>”</i> |
| E2 | <i>“sim, naquele dia que não estava conseguindo resolver um problema sozinho e <u>aí o estudante E13 me ajudou no assunto e daí eu consegui</u>”</i> |
| E3 | <i>“sim, professora... a senhora sabe que senti muita dificuldade, né? <u>Então sua ajuda foi essencial pra eu conseguir fazer o problema</u>”</i> |
| E4 | <i>“sim, <u>o estudante E17 me ajudou em uma questão</u>”</i> |
| E5 | <i>“foi naquele momento daquelas perguntas <u>que foi em grupo, todos os colegas contribuíram para gente conseguir finalizar</u>”</i> |
| E6 | <i>“sim, teve alguma coisa no diário que eu não estava conseguindo terminar e os <u>colegas do grupo me ajudaram</u>”</i> |
| E7 | <i>“naquele último momento lá professora de criar o modelo, a gente tinha algumas ideias, mas <u>com sua ajuda ficou mais fácil pra terminar</u>”</i> |
| E8 | <i>“estava com dificuldade em uma atividade em grupo, <u>aí... a estudante E19 me ajudou</u>”</i> |
| E9 | <i>“sim, professora. Naquela questão dos irmãos eu <u>não estava conseguindo e a senhora me auxiliou</u>”</i> |
| E10 | <i>“em vários momentos eu não consegui fazer as tarefas <u>e tanto a senhora como os colegas me ajudaram</u>”</i> |
| E11 | <i>“teve sim, duas situações que eu fiquei com muita dúvida, <u>aí eu perguntei para os colegas do grupo cada um deu sua opinião isso me ajudou a concluir a questão</u>”</i> |
| E12 | <i>“naquele dia que a gente <u>estava em grupo... aí a gente tinha que resolver o problema do terreno do seu Raimundo e os colegas ajudaram</u>”</i> |

| | |
|-----|---|
| E13 | <i>“em uma das tarefas eu fiquei com dúvidas, quer dizer... na verdade eu sabia fazer parte dela e <u>com a sua ajuda eu entendi o que eu estava errando e daí eu terminei a tarefa</u>”</i> |
| E14 | <i>“sim, naquele trabalho que era individual... é... eu não estava conseguindo fazer e <u>o E21 tirou minha dúvida</u>”</i> |
| E15 | <i>“teve sim, em vários momentos eu não estava conseguindo fazer e <u>a senhora e a E19 me ajudaram muito</u>”</i> |
| E16 | <i>“tive um pouco de dificuldade em formular o problema com a temática, mas <u>pedi sua ajuda e depois consegui</u>”</i> |
| E17 | <i>“durante a criação do modelo, <u>o grupo todo se ajudou pra poder sair</u>”</i> |
| E18 | <i>“sim, professora... foi quando eu não estava conseguindo fazer uma questão e aí eu e o E11 se juntou e daí ele disse: ‘E18, porque tu não tenta multiplicar e eu dividir’. E a partir daí <u>a gente percebeu que era divisão mesmo, então nós dois nos ajudamos mesmo, né?</u>”</i> |
| E19 | <i>“achei difícil uma parte de uma questão lá, aí <u>pedi sua ajuda pra ajudar a entender o assunto e aí consegui terminar</u>”</i> |
| E20 | <i>“eu tive dificuldade naquela questão da saia e <u>pedi sua ajuda e depois consegui</u>”</i> |
| E21 | <i>“sim, teve momentos difíceis e foi por meio <u>da sua ajuda que foi muito importante para eu conseguir fazer o meu problema</u>”</i> |

Fonte: Dados da pesquisa.

Os fragmentos das respostas dos estudantes revelam que todos enfrentaram alguma dificuldade durante as atividades. No entanto, essas dificuldades foram superadas com a colaboração entre colegas nas atividades em grupo ou com o auxílio da professora, evidenciando que a aplicação da MM, fundamentada na Teoria Sociocultural, contribuiu para o desenvolvimento dos estudantes. As respostas foram organizadas em duas subcategorias, conforme apresentado no Quadro 23.

Quadro 23 – Categoria da unidade de contexto: aprendizagem sociocultural

| Unidade de Contexto: Aprendizagem Sociocultural | | |
|--|---|--|
| Você experimentou alguma situação em que enfrentou dificuldades para realizar uma atividade, mas conseguiu superá-las? Descreva como você conseguiu. | | |
| Categoria | Subcategorias | Quantidade |
| Superação de desafios a partir da aprendizagem sociocultural | Consolidação do desenvolvimento por meio da ZDP | E1, E2, E3, E4, E7, E8, E9, E10, E13, E14, E15, E16, E19, E20 e E21. |
| | Aprendizagem mediada pela colaboração | E5, E6, E11, E12, E17 e E18. |

Fonte: Dados da pesquisa.

A fala do estudante E2: *“sim, naquele dia que não estava conseguindo resolver um problema sozinho e aí o estudante E13 me ajudou no assunto e daí eu consegui”* indica que a dificuldade foi superada por meio da colaboração com um colega que, naquele momento, já possuía uma função psicológica superior desenvolvida e pôde auxiliar o outro estudante, que ainda estava em processo de maturação. Por sua vez, a declaração do estudante E19: *“achei difícil uma parte de uma questão lá, aí pedi sua”*

ajuda pra ajudar a entender o assunto e aí consegui terminar” destaca o papel essencial da mediação da professora no desenvolvimento das habilidades necessárias para a resolução da questão.

Ambas as respostas demonstram que os estudantes necessitaram de apoio para o desenvolvimento das funções psicológicas superiores. Esse processo se alinha ao conceito de (ZDP), definido por Vygotsky (1991), que explica como as funções cognitivas em fase de maturação podem ser potencializadas por meio da interação com alguém mais experiente, seja um colega ou um professor. Dessa forma, os relatos evidenciam a importância da mediação social no aprendizado, reforçando a perspectiva sociocultural aplicada à Modelagem Matemática.

Um grupo de estudantes destacou em suas respostas que as dificuldades foram superadas por meio da colaboração entre os colegas. A fala do estudante E11: “teve sim, duas situações que eu fiquei com muita dúvida, aí eu perguntei para os colegas do grupo cada um deu sua opinião isso me ajudou a concluir a questão”, e da estudante E5: “foi naquele momento daquelas perguntas que foi em grupo, todos os colegas contribuíram para gente conseguir finalizar”, evidenciam que a interação e o trabalho coletivo foram fundamentais para a resolução das atividades.

Essas respostas foram agrupadas na categoria “superação de desafios a partir da aprendizagem sociocultural”. Os relatos indicam que, apesar dos desafios enfrentados, a Modelagem Matemática, aplicada à luz da teoria sociocultural, proporcionou um ambiente de aprendizagem em que os estudantes puderam contar com o apoio mútuo para desenvolver suas funções psicológicas superiores em processo de maturação. Isso significa que, diante de dificuldades, eles recorreram a colegas que já dominavam determinados conteúdos, tornando a colaboração um elemento essencial para a construção do conhecimento.

Esses resultados corroboram os pressupostos de Vygotsky (1991), que enfatiza a importância da aprendizagem como um processo mediado socialmente, no qual o desenvolvimento ocorre por meio da interação com indivíduos mais experientes. Assim, a experiência relatada pelos estudantes reforça a ideia de que a Zona de Desenvolvimento Proximal se manifesta de maneira concreta no contexto educacional, tornando a cooperação entre pares um mecanismo essencial para o avanço cognitivo.

5.2.4.2 Desenvolvimento colaborativo e engajamento nas atividades

Ainda no quarto bloco de perguntas da entrevista, os estudantes foram questionados sobre sua percepção em relação às atividades em grupo. Embora, na pergunta anterior, eles já tenham destacado a importância do trabalho em equipe para superar desafios, buscou-se aprofundar a investigação com a questão: *“De que forma as atividades em grupo ajudaram no desenvolvimento das etapas da Modelagem?”* Os fragmentos das respostas estão apresentados no Quadro 24.

Quadro 24 – Falas dos participantes da unidade de contexto: aprendizagem sociocultural

| Unidade de Contexto: aprendizagem sociocultural | |
|---|--|
| 8. De que forma as atividades em grupo ajudaram você a desenvolver as etapas da MM? | |
| Codificação | Unidade de Registro |
| E1 | <i>“eu gostei de trabalhar em grupo, porque cada um fez um pouquinho, sabe? Quando um não sabia algo o outro ajudava”</i> |
| E2 | <i>“é... quando a gente se juntou e viu que todos estavam <u>pensando de um jeito até que isso contribuiu pra resolver a questão</u>”</i> |
| E3 | <i>“ah, professora... acho que <u>me ajudou a querer participar mais</u>... é... sei lá, acho que as atividades em grupo foram legal”</i> |
| E4 | <i>“as atividades em grupo foram de boa, porque a gente conversava e <u>cada um dava sua ideia... aí tipo... deu certo</u>”</i> |
| E5 | <i>“ajudou a conversa entre nós, <u>porque um ajudou o outro</u> e isso fez com que a gente resolvesse mais rápido”</i> |
| E6 | <i>“na etapa da pesquisa <u>cada um integrante do grupo falou sua vivência com o açaí, essa parte ajudou a gente pensar no problema depois</u>”</i> |
| E7 | <i>“os trabalhos que são feitos em grupo ajudam muito, porque... o nosso grupo é muito unido sabe, professora? A gente gosta de trabalhar assim que todos nós ajudamos uns aos outros e <u>faz a gente querer resolver bem rápido</u>”</i> |
| E8 | <i>“quando <u>todo mundo se juntou</u> aí tipo... isso ajudou a achar o modelo”</i> |
| E9 | <i>“na parte de fazer o mapa mental, eu já estava sem vontade de fazer... é que... era pra cada um fazer o seu, mas eu pedi ajuda no grupo pra saber como eles estavam fazendo e daí <u>me interessei a voltar fazer de novo</u>”</i> |
| E10 | <i>“naquele dia que a gente tinha que escolher o tema, <u>uns falaram do açaí outros da falta de energia</u>”</i> |
| E11 | <i>“com certeza as atividades que foram em grupo me ajudaram muito, tipo... <u>cada um deu sua contribuição que ajudou bastante</u>”</i> |
| E12 | <i>“acho que o grupo ajudou pra gente fazer as coisas mais rápido, <u>cada um falou o que achava que era...</u>”</i> |
| E13 | <i>“sim, professora... meu grupo me ajudou bastante, quando um tinha dúvida o outro ajudava e isso <u>fez a gente gostar de fazer as atividades</u>”</i> |
| E14 | <i>“o grupo ajudou no dia que a gente estava tentando criar o modelo, aí como todo mundo estava trabalhando em equipe <u>motivou a gente a chegar no resultado</u>”</i> |
| E15 | <i>“naquela etapa da escolha do tema <u>todo mundo do grupo sugeriu algo</u> e foi muito bom”</i> |
| E16 | <i>“no meu caso ajudou muito, aquelas atividades em grupo... tipo... uns colegas faziam multiplicação e não dava certo aí os outros já <u>estavam fazendo de outro jeito... até que uma hora deu certo</u>”</i> |
| E17 | <i>“na etapa da criação do modelo, <u>o grupo todo se ajudou</u>”</i> |

| | |
|-----|---|
| E18 | <i>“na hora de criar o modelo eu vi que <u>todos os integrantes do grupo se ajudaram</u>, por isso que gosto de trabalhar em grupo”</i> |
| E19 | <i>“as tarefas que foram feitas em grupo <u>me motivaram a participar mais e até ajudar os colegas</u>”</i> |
| E20 | <i>“sim, as atividades em grupo <u>fazem a gente querer participar mais</u>”</i> |
| E21 | <i>“as atividades em grupos foram essenciais pra ajudar nas etapas, a senhora lembra daquela última da reflexão? <u>Ouvir a opinião de todo mundo foi importante</u>”</i> |

Fonte: Dados da pesquisa.

As respostas dos estudantes evidenciam que as atividades em grupo desempenharam um papel significativo na motivação para a participação nas tarefas, além de proporcionarem um ambiente favorável à construção coletiva do conhecimento. Diante disso, as respostas foram organizadas em duas subcategorias, conforme apresentado no Quadro 25.

Quadro 25 – Categoria da unidade de contexto: aprendizagem sociocultural

| Unidade de Contexto: Aprendizagem Sociocultural | | |
|--|--|---|
| De que forma as atividades em grupo ajudaram você a desenvolver as etapas da MM? | | |
| Categoria | Subcategorias | Quantidade |
| <i>Desenvolvimento colaborativo e engajamento nas atividades</i> | Troca de conhecimentos e diferentes perspectivas | E1, E2, E4, E5, E6, E8, E10, E11, E12, E15, E16, E17, E18 e E19 |
| | Maior interesse e motivação | E3, E7, E9, E13, E14, E19 e E20. |

Fonte: Dados da pesquisa.

A maioria dos estudantes responderam que as atividades em grupo contribuíram para desenvolver as etapas da Modelagem a partir da troca de conhecimentos que gerou com as interações dos grupos. Conforme mostra a resposta do estudante E1: *“eu gostei de trabalhar em grupo, porque cada um fez um pouquinho, sabe? Quando um não sabia algo o outro ajudava”*, essa fala em destaque demonstra que as atividades em grupo proporcionaram uma troca de ideias que auxiliaram na conclusão das tarefas.

Ainda dentro dessa subcategoria, o E6 respondeu ao questionamento enfatizando a contribuição do trabalho em grupo na etapa da pesquisa exploratória: *“na etapa da pesquisa cada um integrante do grupo falou sua vivência com o açaí, essa parte ajudou a gente pensar no problema depois”*. Assim, como o estudante E21 que em sua fala destacou a importância de ouvir a opinião dos colegas do grupo na última etapa da Modelagem Matemática: *“as atividades em grupos foram essenciais*

pra ajudar nas etapas, a senhora lembra daquela última da reflexão? Ouvir a opinião de todo mundo foi importante”.

Na segunda subcategoria, sete estudantes enfatizaram em suas falas que as atividades em grupo despertaram maior interesse e motivação para desenvolver as etapas da Modelagem Matemática, assim como mostra a resposta do estudante E14: *“o grupo ajudou no dia que a gente estava tentando criar o modelo, aí como todo mundo estava trabalhando em equipe motivou a gente a chegar no resultado”*. A E19 respondeu: *“as tarefas que foram feitas em grupo me motivaram a participar mais e até ajudar os colegas”*. A fala da E19 demonstra que a atividade em grupo despertou a motivação para participar das etapas da Modelagem, bem como o interesse para contribuir com os colegas que estavam com mais dificuldades.

A análise das respostas dos estudantes levou à identificação da categoria *“Desenvolvimento colaborativo e engajamento nas atividades”*, que reflete a percepção dos participantes sobre o trabalho em grupo. Essa categoria evidencia que as atividades coletivas, estruturadas ao longo das etapas da Modelagem Matemática, favoreceram a construção colaborativa do conhecimento e contribuíram para um maior engajamento dos estudantes no processo de aprendizagem.

Esses resultados estão alinhados com a Teoria Sociocultural de Vygotsky (1991), que ressalta a importância do papel do outro no desenvolvimento cognitivo. Para o autor, a aprendizagem ocorre por meio da interação social, sendo mediada pelo contato com colegas e professores. Nesse sentido, durante as etapas da Modelagem Matemática, a colaboração entre os estudantes possibilitou a troca de saberes, a exposição de diferentes perspectivas e o aprimoramento da comunicação, elementos essenciais para a aprendizagem compartilhada.

Além disso, o trabalho em equipe fomentou a cooperação e a participação ativa dos alunos, tornando o processo de aprendizagem mais dinâmico e significativo. Resultados semelhantes foram observados no estudo de Lessa (2020), que investigou uma proposta educacional baseada na Aprendizagem Sociocultural. O autor destaca que a pesquisa indicou que a aplicação dos princípios vygotskianos auxiliou na organização dos estudantes em grupos, aspecto fundamental para o desenvolvimento das interações sociais e para a troca de conhecimentos a partir das experiências vivenciadas. Esses achados reforçam a relevância das estratégias colaborativas no

contexto da Modelagem Matemática, evidenciando seu potencial para promover um ambiente de aprendizado mais envolvente e participativo.

5.2.4.3 Contribuição do contexto sociocultural para a compreensão e reflexão

O último questionamento do quarto bloco da entrevista foi: “*De que forma o contexto sociocultural contribuiu para facilitar as atividades de Modelagem Matemática?*” Essa pergunta está diretamente alinhada ao segundo objetivo específico da pesquisa, que visa analisar as estratégias de ensino da Modelagem Matemática em contextos socioculturais. Ao investigar essa relação, buscou-se compreender de que maneira a realidade dos estudantes influenciou a abordagem metodológica, tornando a aprendizagem mais significativa e conectada ao seu cotidiano. As respostas fornecidas pelos estudantes estão apresentadas no Quadro 26.

Quadro 26 – Falas dos participantes da unidade de contexto: aprendizagem sociocultural

| Unidade de Contexto: aprendizagem sociocultural | |
|---|---|
| 9. De que forma o contexto sociocultural contribuiu para facilitar as atividades de MM? | |
| Codificação | Unidade de Registro |
| E1 | <i>“contribuiu pra gente <u>refletir mais o quanto a matemática tá presente no nosso dia a dia e durante as atividades facilitou mais pra resolver as questões</u>”</i> |
| E2 | <i>“facilitou... porque tipo <u>a gente já conhece muito de açaí por aqui...</u>”</i> |
| E3 | <i>“é... a gente <u>já sabe muita coisa de açaí, né? Aí... acho que quando a gente fez a pesquisa ajudou mais ainda e... tipo fazer as outras tarefas também</u>”</i> |
| E4 | <i>“acho que <u>como a gente já conhecia sobre o açaí... é... contribuiu pra gente pensar na hora de formular o problema</u>”</i> |
| E5 | <i>“ajudou bastante... porque tipo... o que a gente viu são <u>coisas da nossa vivência mesmo</u>”</i> |
| E6 | <i>“é... naquela parte de levantar as hipóteses do problema, acho que <u>como a gente estava falando de um tema que gosta muito ajudou bastante a desenvolver aquela etapa</u>”</i> |
| E7 | <i>“contribuiu e muito de diversas formas... durante <u>os debates na sala de aula eu aprendi muito mais sobre matemática e o açaí que é uma cultura aqui da nossa região</u>”</i> |
| E8 | <i>“sim, professora... até porque teve <u>tudo a ver com os acontecimentos da nossa cidade</u>”</i> |
| E9 | <i>“com certeza facilitou, professora... <u>justamente por ser algo do nosso cotidiano</u>”</i> |
| E10 | <i>“por ser <u>algo que a gente ver sempre em nossa cidade, né? Ajudou muito a gente fazer as atividades</u>”</i> |
| E11 | <i>“eu acho que durante a pesquisa que a gente descobriu sobre a produção na safra e depois <u>a gente debateu bastante sobre o tema pra criar o modelo</u>”</i> |

| | |
|-----|---|
| E12 | <i>“esse contexto facilitou, sim... durante a etapas teve momentos que <u>a gente discutiu sobre... é... o quanto tem matemática em tudo... tipo... nunca tinha parado pra pensar a matemática no açaí que é algo que tá bem presente na nossa vida, né?</u>”</i> |
| E13 | <i>“eu acredito que facilitou porque a gente <u>já tá acostumado com coisas relacionadas ao açaí</u>, agora imagine se fosse um assunto que só tem lá em São Paulo, né? Ia ficar mais difícil...”</i> |
| E14 | <i>“na etapa de criar o problema, acho que uma das coisas que ajudou eu conseguir visualizar a matemática foi que o problema que eu criei tinha a ver com algo que eu queria saber sobre o açaí, então <u>escolher um tema que a gente gosta ajuda muito</u>”</i> |
| E15 | <i>“ajudou muito, quando a gente <u>criou os problemas com o tema do açaí achei que ficou mais fácil</u>”</i> |
| E16 | <i>“durante as etapas a gente foi vendo o quanto a matemática aparece nesse tema e como é <u>algo que todos nós temos contato ajudou muito</u>”</i> |
| E17 | <i>“eu comecei a <u>refletir mais sobre a importância da matemática no nosso cotidiano</u>, porque eu vi o quanto ela tá presente nesse tema que a gente escolheu”</i> |
| E18 | <i>“achei que contribuiu, porque fazer contas matemáticas as vezes não é fácil, mas quando a gente consegue <u>ver que o problema é algo que a gente vive... é... facilita muito, né?</u>”</i> |
| E19 | <i>“quando a gente estava escolhendo o tema não pensei que ia ter tanta matemática nesse... e... foi <u>muito bom elaborar os modelos com esse tema e depois a gente analisou</u>”</i> |
| E20 | <i>“facilitou quando a gente <u>refletiu na última etapa e percebeu o quanto a matemática está presente no nosso dia a dia</u>”</i> |
| E21 | <i>“ah... como <u>esse tema faz parte da nossa realidade</u> e ele ajudou a gente a ter uma aprendizagem melhor, né? Com certeza facilitou mais trabalhar com ele”</i> |

Fonte: Dados da pesquisa.

As respostas dos estudantes evidenciam que o contexto sociocultural foi um elemento facilitador no desenvolvimento das atividades de Modelagem, contribuindo para a construção do conhecimento de maneira contextualizada. A partir dessas respostas, emergiram duas subcategorias de análise, conforme apresentado no Quadro 27.

Quadro 27 – Categoria da unidade de contexto: aprendizagem sociocultural

| Unidade de Contexto: Aprendizagem Sociocultural | | |
|--|------------------------------|---|
| De que forma o contexto sociocultural contribuiu para facilitar as atividades de MM? | | |
| Categoria | Subcategorias | Quantidade |
| <i>Contribuição do contexto sociocultural para a compreensão e reflexão</i> | Familiaridade com a temática | E2, E3, E4, E5, E6, E8, E9, E10, E13, E14, E15, E16, E18, E19 e E21 |
| | Reflexões e debates | E1, E7, E11, E12, E17 e E20 |

Fonte: Dados da pesquisa.

Ao analisar de que forma o contexto sociocultural contribuiu, boa parte dos estudantes indicaram que as atividades de Modelagem Matemática foram facilitadas

devido ao fato de a temática utilizada fazer parte da realidade dos participantes, ou seja, as respostas convergiram para aspectos como familiaridade com a temática. A E5 enfatizou que a temática trabalhada faz parte da vivência dos estudantes: *“ajudou bastante... porque tipo... o que a gente viu são coisas da nossa vivência mesmo”*.

A resposta do estudante E6 também aponta a importância do contexto sociocultural, pois geralmente engloba uma temática do interesse dos estudantes: *“é... naquela parte de levantar as hipóteses do problema, acho que como a gente estava falando de um tema que gosta muito ajudou bastante a desenvolver aquela etapa”*. Nessa fala do E6 destaca-se também o quanto o contexto sociocultural contribuiu para facilitar a terceira etapa da Modelagem Matemática, pois no momento de levantar as hipóteses é importante que os estudantes tenham interesse em investigar algo a mais daquela temática em questão.

As falas dos estudantes E8: *“sim, professora... até porque teve tudo a ver com os acontecimentos da nossa cidade”* e E13: *“eu acredito que facilitou porque a gente já tá acostumado com coisas relacionadas ao açai, agora imagine se fosse um assunto que só tem lá em São Paulo, né? Ia ficar mais difícil...”* também evidenciam que o contexto sociocultural facilitou o desenvolvimento das etapas da Modelagem, pois abarcou aspectos que representam familiaridade para os estudantes.

A segunda subcategoria inferiu-se a partir das respostas dos estudantes em afirmar que o contexto sociocultural facilitou as atividades de Modelagem Matemática na medida que ao trabalhar com uma temática da realidade e com os debates realizados durante o processo, desencadeou nos estudantes uma maior reflexão sobre a o quanto a Matemática em si está presente na realidade dos mesmos.

A partir dessas reflexões os estudantes conseguiram resolver com mais facilidade seus problemas, conforme mostra a resposta dos E1: *“contribuiu pra gente refletir mais o quanto a matemática tá presente no nosso dia a dia e durante as atividades facilitou mais pra resolver as questões”* e E12: *“esse contexto facilitou, sim... durante a etapas teve momentos que a gente discutiu sobre... é... o quanto tem matemática em tudo... tipo... nunca tinha parado pra pensar a matemática no açai que é algo que tá bem presente na nossa vida, né?”*

Diante das respostas dos educandos e após as análises emergiu a categoria *“Contribuição do contexto sociocultural para a compreensão e reflexão”*, a qual evidencia que a Modelagem Matemática, quando aplicada em um contexto sociocultural, favorece uma aprendizagem mais significativa. Isso ocorre porque a

familiaridade com os temas abordados possibilita uma maior compreensão e reflexão sobre os conteúdos matemáticos, tornando-os mais acessíveis e conectados à realidade dos estudantes.

Ao integrar situações concretas do cotidiano à sala de aula, a Modelagem Matemática permitiu que os alunos estabelecessem relações entre o conhecimento matemático e suas vivências, o que contribuiu para um maior envolvimento e assimilação dos conceitos trabalhados. Esse processo não apenas facilitou a aprendizagem, mas também incentivou uma postura mais reflexiva e crítica diante dos conteúdos abordados.

Resultados semelhantes foram observados na pesquisa de Vargas (2020), que investigou a influência da Modelagem Matemática na construção de uma aprendizagem significativa. A autora analisou como a inclusão dos saberes cotidianos, oriundos do contexto sociocultural dos discentes, impactou o processo de aprendizagem. Como conclusão, Vargas (2020) destacou que essa abordagem despertou maior interesse dos estudantes e, ao longo da sua aplicação, a colaboração e a coletividade foram fundamentais para a construção de novos conhecimentos matemáticos. Esses achados reforçam a importância de considerar o contexto sociocultural dos alunos no ensino da Matemática, potencializando a aprendizagem e promovendo uma experiência educacional mais próxima da realidade dos estudantes.

5.2.5 Bloco 05: Conclusão

No último bloco de perguntas da entrevista, os estudantes foram convidados a compartilhar quaisquer observações adicionais sobre a intervenção pedagógica. A maioria expressou gratidão pela oportunidade de participar da experiência, enquanto outros destacaram aspectos que consideraram mais significativos, como o aprendizado contextualizado, as visitas realizadas, a construção do modelo matemático e as interações promovidas ao longo do processo. Além disso, alguns estudantes mencionaram as dificuldades enfrentadas durante as atividades, ressaltando que apreciaram a forma como suas dúvidas foram esclarecidas.

Esses relatos reforçam a importância de uma abordagem pedagógica que valorize o contexto sociocultural dos estudantes, como proposto por Burak (1992), ao integrar a Modelagem Matemática como um meio de tornar a aprendizagem mais

próxima da realidade dos estudantes. Além disso, a pesquisa se fundamentou nos pressupostos teóricos de Vygotsky (1991), cuja teoria sociocultural enfatiza o papel da interação e da mediação no desenvolvimento cognitivo. A participação ativa dos discentes e o ambiente colaborativo observados durante a intervenção evidenciam as potencialidades dessa abordagem para promover uma aprendizagem mais significativa e engajadora.

Por fim, a professora pesquisadora agradeceu a cada estudante por sua participação e contribuição, reconhecendo que as reflexões compartilhadas foram essenciais para o aprofundamento da análise e para a compreensão dos impactos da Modelagem Matemática no processo de ensino e aprendizagem.

6 Considerações finais

A questão norteadora desta pesquisa foi: “De que forma a Modelagem Matemática pode ser efetivamente utilizada para promover a Aprendizagem Sociocultural de estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental Anos Finais?”. Buscando responder a essa questão, analisou-se as potencialidades da Modelagem Matemática como perspectiva metodológica aplicada à luz da Teoria Sociocultural de Vygotsky, investigando de que maneira essa abordagem poderia contribuir para a aprendizagem dos estudantes.

O estudo fundamentou-se nas concepções de Burak (1992) sobre Modelagem Matemática e na Teoria Sociocultural de Vygotsky (1991), realizando uma intervenção didática baseada nas etapas da Modelagem Matemática. Participaram da pesquisa 21 estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública do município de Codajás. Durante a análise das unidades de contexto e de registro dos encontros, emergiram categorias que evidenciaram diferentes dimensões do processo de aprendizagem mediado pela Modelagem Matemática.

Os resultados desta pesquisa corroboram as concepções de Vygotsky (1991), ao demonstrar que a aprendizagem ocorre de forma mais significativa quando mediada pela interação social e pelo contexto sociocultural dos estudantes. A escolha dos temas com base na realidade dos discentes fomentou o engajamento e a motivação para a construção do conhecimento matemático, como evidenciado na categoria “Escolhas em contexto sociocultural”. Esse achado reforça o argumento de Burak (1992) de que a Modelagem Matemática deve partir de problemas reais, favorecendo uma aprendizagem contextualizada e significativa.

Além disso, a pesquisa evidenciou que a Modelagem Matemática potencializa o desenvolvimento de habilidades investigativas e o pensamento crítico, conforme observado na categoria “A pesquisa como desenvolvimento de habilidades”. Os estudantes não apenas buscaram informações e confrontaram diferentes fontes, mas também aprimoraram sua capacidade de argumentação e tomada de decisões, como descrito na categoria “Análise crítica e tomada de decisões”. Esse achado reforça que, ao serem desafiados a resolver problemas contextualizados, os estudantes desenvolvem habilidades cognitivas superiores, conforme preconizado por Vygotsky.

A análise das interações durante a resolução dos problemas evidenciou a categoria “Desenvolvendo funções psicológicas superiores”, revelando a importância da mediação na construção do conhecimento matemático. Os estudantes utilizaram diferentes estratégias para solucionar os desafios propostos, o que reforça a importância da diversidade de caminhos no aprendizado e corrobora a ideia de que a Modelagem Matemática é uma abordagem que permite múltiplas formas de construção do conhecimento.

Por fim, a categoria “Aprendizagem sociocultural” demonstrou como a colaboração e o compartilhamento de ideias entre os estudantes foram fundamentais para consolidar os conteúdos matemáticos trabalhados. A socialização das análises e a reflexão sobre as soluções encontradas proporcionaram uma aprendizagem mais significativa, pois os estudantes não apenas compreenderam os conteúdos matemáticos, mas também passaram a enxergar a Matemática como uma ferramenta para interpretar e intervir na realidade, consolidando assim a aprendizagem em um contexto sociocultural.

Apesar dos resultados positivos, a pesquisa também evidenciou desafios e limitações na aplicação da Modelagem Matemática. A categoria “Desafios na aplicação da Modelagem Matemática” revelou que, em alguns momentos, os estudantes demonstraram dificuldades com os conteúdos matemáticos emergentes ao longo das atividades. Essas dificuldades, em alguns casos, geraram desmotivação, exigindo da pesquisadora movimentações pedagógicas para reinserir os estudantes no processo de forma dinâmica e estimulante.

Esse achado indica que a Modelagem Matemática, embora possua etapas bem definidas, precisa ser aplicada de maneira flexível, considerando a necessidade de adaptações metodológicas durante o processo. Portanto, sugere-se que futuros estudos investiguem formas de tornar a Modelagem Matemática mais adaptativa, inserir uma postura epistemológica mais flexível durante as etapas da Modelagem Matemática, incorporando estratégias didáticas que favoreçam a manutenção do engajamento dos estudantes ao longo de todas as etapas.

Outro aspecto que impactou a aplicação da Modelagem Matemática foi a dificuldade de alinhamento entre a intervenção proposta e os conteúdos previstos no currículo escolar, conforme estabelecido pela BNCC. Durante o desenvolvimento da atividade, os conhecimentos matemáticos que emergiram do processo investigativo não correspondiam, em muitos momentos, aos conteúdos que estavam sendo

trabalhados na disciplina naquele período. Essa experiência evidenciou a necessidade de refletir criticamente sobre as diretrizes curriculares e suas abordagens, especialmente no que diz respeito à flexibilização do ensino. Metodologias que valorizam a autonomia do estudante, o protagonismo discente e a construção coletiva do conhecimento, como a Modelagem Matemática, enfrentam desafios para serem plenamente integradas à prática docente, quando o currículo é tratado de forma rígida e linear.

A necessidade de um maior tempo para o desenvolvimento das atividades, foi mais um desafio encontrado. Algumas etapas demandaram mais tempo do que o previsto, o que impactou o aprofundamento de certas discussões matemáticas. Isso sugere que futuras pesquisas possam explorar formas de otimizar a aplicação da Modelagem Matemática dentro da carga horária disponível nas escolas.

Esta pesquisa traz contribuições significativas tanto para a prática pedagógica quanto para os estudos sobre Modelagem Matemática e Aprendizagem Sociocultural. Ao evidenciar como a Modelagem Matemática pode ser utilizada para promover uma aprendizagem mais significativa e contextualizada, este estudo reforça a necessidade de abordagens pedagógicas que valorizem o contexto sociocultural dos estudantes.

Dessa forma, um outro resultado importante refere-se à categoria de análise: “superação de desafios a partir da aprendizagem sociocultural” que demonstra que apesar das dificuldades enfrentadas durante o processo os estudantes juntamente com a pesquisadora conseguiram superar esses desafios por meio dos aspectos envolvidos na aprendizagem sociocultural.

Além disso, os resultados demonstram que a Modelagem Matemática favorece o desenvolvimento de habilidades essenciais para a educação matemática, como pensamento crítico, autonomia e capacidade investigativa. Essas habilidades são fundamentais para a formação de cidadãos capazes de compreender e intervir em sua realidade.

A pesquisa também destaca a importância da mediação pedagógica e da interação social no processo de aprendizagem, reafirmando os pressupostos de Vygotsky (1991) sobre o papel do outro na construção do conhecimento. Dessa forma, este estudo contribui para a discussão sobre práticas pedagógicas inovadoras que promovam um ensino mais dinâmico e significativo para os estudantes.

O conhecimento produzido por esta pesquisa gerou impactos significativos tanto para a escola quanto para os estudantes envolvidos, contribuindo efetivamente

para a transformação de suas realidades. Ao trabalhar com a temática do açaí, elemento central na economia e na cultura do município de Codajás, a Modelagem Matemática possibilitou aos discentes uma releitura crítica do seu próprio contexto, promovendo a valorização de saberes locais e o reconhecimento da Matemática como uma ferramenta de análise e intervenção social.

Os estudantes passaram a compreender que o conhecimento escolar pode dialogar com suas vivências, despertando maior engajamento, senso de pertencimento e autonomia intelectual. Essa vivência formativa favoreceu o desenvolvimento de habilidades como pensamento crítico, argumentação e tomada de decisão, ampliando a visão dos sujeitos sobre seu papel na sociedade.

Para a escola, a pesquisa mostrou caminhos para integrar práticas pedagógicas inovadoras que respeitam o contexto sociocultural dos alunos, fortalecendo o vínculo entre educação e comunidade. Assim, a intervenção realizada não apenas promoveu a aprendizagem matemática, mas também contribuiu para a promoção da autonomia dos sujeitos e para a construção de uma educação mais significativa, contextualizada e transformadora.

Essa experiência pode fomentar futuras iniciativas educacionais que valorizem os saberes locais e incentivem o protagonismo discente, contribuindo para uma educação mais contextualizada, reflexiva e transformadora no interior do Amazonas.

Diante das limitações e dos achados desta pesquisa, sugere-se que futuras investigações aprofundem a análise sobre estratégias para manter o engajamento dos estudantes ao longo das etapas da Modelagem Matemática, especialmente em momentos de maior complexidade matemática e ainda investigar as possibilidades de adaptação metodológica que tornem a Modelagem Matemática mais flexível e responsiva às necessidades dos estudantes, sem comprometer sua estrutura essencial.

De maneira geral, os resultados desta pesquisa indicam que a Modelagem Matemática, aliada à Teoria Sociocultural de Vygotsky, favorece a aprendizagem por meio da interação, da problematização e do envolvimento ativo dos estudantes. Os achados reforçam a relevância dessa abordagem para o ensino da Matemática em contextos socioculturais, destacando a importância da mediação, do trabalho colaborativo e da contextualização dos conteúdos. Espera-se que os resultados obtidos possam inspirar novas práticas pedagógicas e contribuir para o avanço das

pesquisas sobre Modelagem Matemática e Aprendizagem Sociocultural, fortalecendo o ensino da Matemática de forma mais significativa e contextualizada.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. M. W.; DIAS, M. R. Um estudo sobre o uso da Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem. **Bolema-Boletim de Educação Matemática**, v. 17, n. 22, p. 19-35, 2004.

ALMEIDA, L. W; SILVA, K. P.; VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na Educação Básica**. São Paulo: Contexto, 2012.

ANGELO, D F. S. et al. **Metodologias ativas e sua implementação no processo de ensino-aprendizagem: uma revisão integrativa**. Editora Licuri, p. 126-143, 2023.

ARAKI, P. H. H.; SILVA, K. A. P. DA; MENDES, M. T. Intervenções docentes em atividades de Modelagem Matemática: foco na matematização. **Educação Matemática em Revista**, v. 26, n. 72, p. 58-75, out. 2021.

ARAÚJO, J. DE L.; AVELAR, P. R. N. Modelagem Matemática e o Desenvolvimento do Pensamento Integral. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 36, n. 72, p. 239–261, jan. 2022.

BARBOSA, J. C. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: **Reunião Anual da Anped**, 24., 2001, Caxambu. Anais... Rio Janeiro: ANPED, 2001.

BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática: O que é? Por que? Como? **Veritati**, n. 4, p. 73-80, 2004.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BASSANEZI, R. C. **Ensino - aprendizagem com Modelagem Matemática**. São Paulo: Editora Contexto, 2002.

BIEMBENGUT, M. S. Perspectivas metodológicas em Educação Matemática: um caminho pela Modelagem e Etnomatemática. **Revista Caderno Pedagógico**, v. 9, n. 1, 2012.

BIEMBENGUT, M. S. 30 Anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. **Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia**, v. 2, n. 2, p. 7-32, 2009.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem Matemática no ensino**. 5. ed., 5ª reimpressão. São Paulo: Contexto, 2018.

BITENCOURT, A. L. FELICETTI, V. L. HOERNIG, B. A. Matemática da confecção de roupas: da aprendizagem significativa ao vestir-se bem. **Atos de Pesquisa em Educação**, Blumenau, v. 14, n. 2, p. 568 – 588, 2019.

BOCK, A. M., FURTADO, O., & TEIXEIRA, M. L. **Psicologias: Uma introdução ao estudo de Psicologia**. São Paulo: Saraiva, 2009.

BOGDAN, R. C. BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora, 1994.

BRANDT, C. F; BURAK, D; KLÜBER, T. E. **Modelagem Matemática: perspectivas, experiências, reflexões e teorizações**. Editora UEPG, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRITO, D. S; DE ALMEIDA, L. M. W. Práticas de Modelagem Matemática e dimensões da aprendizagem da geometria. **Actualidades Investigativas en Educación**, v. 21, n. 1, p. 1–29, 2021.

BRIZOLA, J; FANTIN, N. Revisão da literatura e revisão sistemática da literatura. **Revista de Educação do Vale do Arinos – RELVA**, v. 3, n. 2, 2017.

BURAK, D. **Modelagem Matemática: uma metodologia alternativa para o ensino de matemática na 5ª série**. 1987. 185 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1987.

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

BURAK, D. Critérios norteadores para a adoção da Modelagem Matemática no ensino secundário e fundamental. **Zetetike**, Campinas, SP, v. 2, n. 1, p. 47–60, 1994.

BURAK, D. Formação dos pensamentos algébricos e geométricos: uma experiência com Modelagem Matemática. **Pró-Mat. – Paraná**, v.1, n.1, p.32-41, 1998.

BURAK, D. Modelagem Matemática na Escola. In: Congresso Nacional de Educação Matemática, I, 2008, Ijuí. **A Gestão da Sala de Aula: Perspectivas, Pesquisa e Desafios**. Ijuí: Editora da Unijui, 2008. v. 1. p. 1-13.

BURAK, D.; KLÜBER, T. E. Atividades de Modelagem no Ensino Fundamental. In: III Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática - III EPMEM, 2008, Guarapuava, PR. **Perspectivas da Modelagem Matemática no Ensino**. Guarapuava, PR: UNICENTRO, 2008. v. 1. p. 638-655.

BURAK, D. Uma perspectiva de Modelagem Matemática para o ensino e a aprendizagem da Matemática. BRANDT, CF, BURAK, D., and KLÜBER, T. E, orgs. **Modelagem Matemática: perspectivas, experiências, reflexões e teorizações** [online]. 2. ed. rev. and enl. Ponta Grossa: Editora UEPG, p. 17-40, 2016.

CAMBI, B; CALDEIRA, A. D. Modelagem Matemática, professor mediador-orientador e construtivismo: entrelaçamentos discursivos na constituição da figura docente. **Revista Brasileira de Educação**, v. 28, p. 1-22, 2023.

CARVALHO, D. S. Concepções de Modelagem Matemática presentes em pesquisas brasileiras na educação matemática. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 6, n. 1, 2019.

CASTRO, E. M. V; VERONEZ, M. R. D. Diferentes encaminhamentos para um mesmo tema em atividades de Modelagem Matemática. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 3, n. 3, p. 471-488, 2018.

CEOLIM, A. J.; CALDEIRA, A. D. Modelagem Matemática na Educação Básica: dificuldades apresentadas pelos professores recém-egressos formados em Modelagem na perspectiva da Educação Matemática. **Revista NUPEM**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 15, p. 121-136, 2016.

COSTA, D. D. E.; PONTAROLO, E. Aspectos da educação ambiental crítica no ensino fundamental por meio de atividades de Modelagem Matemática. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 100, n. 254, p. 149–168, jan. 2019.

COSTA, L. F. M. Reflexões acerca do ensino de matemática em espaços não formais. COTTA, T. M. ALMEIDA, W. A. COSTA, M. G. (Org). **Ensino de ciências: currículo, cognição e formação de professores**. Manaus (AM): Editora UEA, 2022.

CRESWELL, J. W. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa: escolhendo entre cinco abordagens**. Porto Alegre, RS: Penso, 2014.

DALVI, S. C; REZENDE, O. L. T; LORENZONI, L. L. Uma possível aproximação da Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica e os registros de representação semiótica. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, Belém, v. 16, n. 37, p. 119-134, dez. 2020.

DALVI, S. C.; REZENDE, O. L. T.; LORENZONI, L. L. Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica: ambiente para a comunicação dialógica. **Educação Matemática Debate**, Montes Claros, v. 4, n. 10, p. 1–23, 2020.

D'AMBRÓSIO, U. **Da realidade à ação: reflexões sobre educação e matemática**. Grupo Editorial Summus, 1986.

DUARTE, N. **Educação Escolar, Teoria do Cotidiano e a Escola de Vigotski**. Campinas, SP. Editora Autores Associados, 1996.

DUARTE, S. M. **Os impactos do modelo tradicional de ensino na transposição didática e no fracasso escolar**. 2018. 120f. Dissertação (Mestrado em Educação) Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2018.

DUVAL, R. **Semiósis e Pensamento Humano**. São Paulo-SP: Editoria Livraria da Física, 2009.

EÇA, J. L. M; MADRUGA, Z. E. F. A modelagem matemática na construção de uma horta sustentável: uma perspectiva socioambiental. **Revista de Educação da Universidade Federal do Vale do São Francisco**, v. 11, n. 24, p. 509-537, 2021.

FASHEH, M. Is Math in classroom neutral or dead? A view from Palestine. **For the Learning of Mathematics**, v. 17, n. 20, p. 24-27, 1997.

GHEDIN, E. FRANCO, M. A. S. **Questões de método na construção da pesquisa em educação**. 2. ed. – São Paulo: Cortez, 2011.

GIUSTA, A. S. Concepções de aprendizagem e práticas pedagógicas. **Educação em Revista**, n. 01, p. 25-31, 1985.

GUIMARÃES, S. É. R. **Motivação intrínseca, extrínseca e o uso de recompensas em sala de aula**. Petrópolis: Vozes, 2001. p.37-57.

IBGE, I. B. de Geografia e E. Censo Demográfico 2022. 2022. Acesso em: 20 out. 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/am/codajas.html>

IVIC, I. **Lev Semionovich Vygotsky**. Recife: Editora Massangana, Fundação Joaquim Nabuco, 2010.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 2007.

LESSA, J. L. M. **Máquinas eletrostáticas no ensino fundamental**: uma proposta educacional para motivar o ensino de física conduzida por uma aprendizagem sociocultural. 2020. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2020.

LUDKE, M; ANDRÉ, M. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. **Em Aberto**, v. 5, n. 31, 1986.

MARCÃO, D. G.; DE OLIVEIRA, G. S.; SANTOS, A. O. Modelagem como uma estratégia metodológica para ensinar matemática. **Revista Valore**, v. 6, p. 4-22, 2021.

MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**. 5ª. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MARTINS, O. B.; MOSER, A. Conceito de mediação em Vygotsky, Leontiev e Wertsch. **Revista Intersaberes**, v. 7, n. 13, p. 8–28, 2012.

MENDES, L. O. R. PEREIRA, A. L. Revisão sistemática na área de Ensino e Educação Matemática: análise do processo e proposição de etapas. **Educação Matemática Pesquisa**, 2020, 3, 196-228. <https://doi.org/10.23925/1983-3156.2020v22i3p196-228>

MICHELON, K. R; MEGGIOLARO, G. P. Porcentagem: uma proposta para o Ensino Fundamental de Modelagem Matemática a partir do controle calórico de alimentos. **REMAT**: Revista Eletrônica da Matemática, Bento Gonçalves, RS, v. 6, n. 1, p. 01-16, jan. 2020. DOI: <https://doi.org/10.35819/remat2020v6i1id3480>

MINAYO, M. C. S.; SANCHES, O. Quantitativo-qualitativo: oposição ou complementaridade?. **Cadernos de saúde pública**, v. 9, p. 237-248, 1993.

MINAYO, M. C. **O desafio da pesquisa social**. In: Minayo, M. C. (Org.). Pesquisa social: teoria, método e criatividade. Rio de Janeiro, RJ: Vozes, 2009

MINAYO, M. C. S; COSTA, A. P. Fundamentos teóricos das técnicas de investigação qualitativa. **Revista Lusófona de Educação**, n. 40, p. 11-25, 2018.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. 2. ed. Ampl. São Paulo, SP: E.P.U., 2017.

MUDERNO, J. R. Modelagem Matemática aplicada à piscicultura: estudo voltado à construção de uma represa. **Revista FAROL**, v. 5, n. 5, p. 162-177, 2017.

NEVES, R. A.; DAMIANI, M. F. Vygotsky e as teorias da aprendizagem. **Unirevista**, v. 1, n. 2, p. 1-10, 2006.

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento, um processo sócio-histórico**. 4 ed. São Paulo: Scipione, 1997.

OREY, D. C. ROSA, M. A dimensão crítica da Modelagem Matemática: ensinando para a eficiência sociocrítica. **Horizontes**, v. 25, n. 2, p. 197-206, jul./dez. 2007.

PETRY, P. P. C et al. A Modelagem Matemática como uma metodologia investigativa e crítica nas aulas de Matemática. **Educação Matemática Debate**, v. 4, p. 1-25, 2020.

PIMENTA, S. G.; FRANCO, M. A. S. **Pesquisa em educação. Possibilidades investigativas/formativas da pesquisa-ação**. São Paulo: Edições Loyola, 2008.

PRAÇA, F. S. G. Metodologia da pesquisa científica: organização estrutural e os desafios para redigir o trabalho de conclusão. **Revista Eletrônica “Diálogos Acadêmicos**, v. 8, n. 1, p. 72-87, 2015.

PRADO, C. G; BUIATTI, V. P. **Psicologia na Educação**. Uberlândia, MG: UFU, 2016. 2016.

REIS, J. S. Modelagem Matemática e o ensino remoto no contexto da pandemia. **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática**, v. 8, n. 23, p. 987–1001, 2021.

REGO, T. C. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. 25. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

RODRIGUES, T. D. F.; OLIVEIRA, G.S.; SANTOS, J. A. As pesquisas qualitativas e quantitativas na educação. **Revista Prisma**, v. 2, n. 1, p. 154-174, 25 dez. 2021.

ROQUE, C. C. E. **Modelagem Matemática no ensino fundamental**. Programas e Projetos-Produções PDE-Artigos–Matemática. Curitiba: SEED, 2007.

SILVA, W. S. A pesquisa qualitativa em educação. **Horizontes-Revista de Educação**, v. 2, n. 3, p. 97-105, 2014.

SILVA, A. G. S; SOUSA, F. J. F de; MEDEIROS, J. L. Ensino de matemática: aspectos históricos. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 9, n. 8, p. 1-18, 2024.

SILVA, R. S. da; REINHEIMER, M. A. Educação Financeira na Escola Básica: um experimento com Modelagem Matemática. **Revista Educar Mais**, v. 3, n. 2, p. 246–255, 2019.

SILVA, K. A. P. ARAKI, P. H. H. BORSSOI, A. H. Integração STEM na Educação Básica veiculada por atividades de Modelagem Matemática com experimentação. **EMP: Educação Matemática e Pesquisa**, v. 24, n. 3, p. 323-354, 2022.

SKOVSMOSE, O. Cenários para investigação. **Bolema-Boletim de Educação Matemática**, v. 13, n. 14, p. 66-91, 2000.

SKOVSMOSE, O. **Educação matemática crítica**: a questão da democracia. São Paulo: Papirus, 2001. 160 p.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

TOLEDO, R. F; JACOBI, P. R. Pesquisa-ação e educação: compartilhando princípios na construção de conhecimentos e no fortalecimento comunitário para o enfrentamento de problemas. **Educação & Sociedade**, v. 34, p. 155-173, 2013.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, v. 31, n. 3, p. 443–466, set. 2005.

VARGAS, A. F. **Do campo à matemática**: os princípios da modelagem matemática para uma aprendizagem significativa. 2020. 142f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Franciscana, Santa Maria - RS.

VARGAS, A. F.; BISOGNIN, E. Explorando conceitos estatísticos por meio da Modelagem Matemática: uma proposta para a Educação do Campo. **Educação Matemática Debate**, Montes Claros, v. 4, n. 10, p. 1–24, 2020.

VEER, R. V. D; VALSINER, J. **Vygotsky**: uma síntese. 4. ed. São Paulo: Loyola, 1996. 477 p.

VICENTIN, F. R. Modelagem Matemática: o relato e implicações de uma experiência no Ensino Médio. In: BRANDT, C. F.; BURAK, D.; KLÜBLER, T. E., (Orgs). **Modelagem Matemática**: perspectivas, experiências, reflexões e teorizações. 2. ed. Ponta Grossa: UEPG, p. 87-103, 2016.

VIECILI, C. R. C. **Modelagem Matemática: uma proposta para o ensino da matemática**. 2006. 119 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

VYGOTSKY, L.S. **Pensamento e linguagem**. Cambridge, MA: MIT Press. 1986.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. 4. ed. São Paulo: Martins, 1991.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. 7. ed. São Paulo: Martins, 2007.

VYGOTSKY, L. S. **Psicologia, educação e desenvolvimento: escritos de LS Vigotski**. Tradução e organização de Zoia Prestes e Elizabeth Tunes. São Paulo: Expressão Popular, 2021.

ZANELLA, L. C. H. **Metodologia de pesquisa**. 2. ed. reimp. – Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/ UFSC, 2013.

ZUKAUSKAS, N. S. T. **Modelação matemática no ensino fundamental: motivação dos estudantes em aprender geometria**. 2012. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

ANEXO A – TERMO DE ANUÊNCIA**TERMO DE ANUÊNCIA**

Declaramos para os devidos fins que estamos de acordo com a execução do projeto de pesquisa intitulado “Modelagem Matemática como perspectiva metodológica aplicada à aprendizagem sociocultural”, sob a coordenação e a responsabilidade do(a) pesquisador(a) Prof(a). Dayane Vieira Magno, e assumimos o compromisso de apoiar o desenvolvimento da referida pesquisa a ser realizada nessa instituição, no período de ____/____/____ a ____/____/____, após a devida aprovação no Sistema CEP/CONEP.

Codajás, ____ de _____ de 2024.

Silvia Gonçalves Reis

Diretora

ANEXO B – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UFAM

UNIVERSIDADE FEDERAL DO
AMAZONAS - UFAM

Continuação do Parecer: 7.009.108

| | | | | |
|---|-----------------------------|------------------------|------------------------|--------|
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | Termo_de_Assentimento.pdf | 18/06/2024 12:02:00 | DAYANE VIEIRA MAGNO | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TCLE.pdf | 18/06/2024 11:45:25 | DAYANE VIEIRA MAGNO | Aceito |
| Folha de Rosto | CEPfolhaDeRostoAssinado.pdf | 18/06/2024 11:42:27 | DAYANE VIEIRA MAGNO | Aceito |

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

MANAUS, 15 de Agosto de 2024

Assinado por:
Eliana Maria Pereira da Fonseca
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Teresina, 4950

Bairro: Adrianópolis

CEP: 69.057-070

UF: AM

Município: MANAUS

Telefone: (92)3305-1181

E-mail: cep.ufam@gmail.com

ANEXO C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

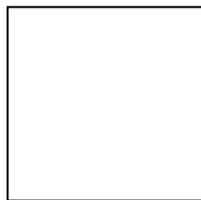
O estudante pelo qual o (a) Sr. (a) é responsável, está sendo convidado a participar da pesquisa intitulada “Modelagem Matemática como perspectiva metodológica aplicada à aprendizagem sociocultural”, na responsabilidade da pesquisadora Dayane Vieira Magno sob orientação da Dra. Irlane Maia de Oliveira. O objetivo da pesquisa é analisar a eficácia da Modelagem Matemática como perspectiva metodológica para promover a aprendizagem em contextos socioculturais, buscando identificar suas contribuições e desafios. Como qualquer pesquisa que envolve seres humanos, há risco aos participantes. Nesta pesquisa, o possível risco seria o desconforto durante a realização da entrevista, provocados pela evocação de memórias no momento que os estudantes estiverem respondendo aos questionamentos. Caso ocorra a detecção do desconforto, o estudante poderá desistir a qualquer momento. A participação do seu filho(a) será por meio de questionários, entrevistas e atividades em sala de aula, que incluirão registros fotográficos e gravação de áudio. Esses dados serão usados exclusivamente para a pesquisa científica, garantindo o sigilo da identificação do estudante. A participação é voluntária, sem custos ou recompensas, e o estudante tem o direito de desistir a qualquer momento. Além disso, o participante da pesquisa terá garantido o direito de ressarcimento através de comprovantes de valores gastos e indenização, através de dinheiro em espécie e assinatura de documento comprovando pagamento, no caso de quaisquer gastos e danos eventualmente produzidos pela pesquisa. O (A) sr. (a) tem de plena liberdade de recusar a participação do estudante mediante à não assinatura deste documento, e mesmo que assine, poderá recorrer da decisão a qualquer momento entrando em contato com a pesquisadora através do e-mail: daymagnovieira@gmail.com. Este mesmo contato de e-mail poderá ser utilizado para o esclarecimento de qualquer dúvida que possa surgir com relação à esta pesquisa. Caso seja necessário, o (a) sr. (a) também pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Amazonas (CEP/UFAM), um colegiado multidisciplinar e independente, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa, dentro de padrões éticos. O CEP/UFAM fica localizado na Escola de Enfermagem de

Manaus (EEM/UFAM) - Sala 07, Rua Teresina, 495, Adrianópolis – Manaus /AM, Fone: (92) 3305-1181 Ramal 2004, E-mail: cep@ufam.edu.br. Caso o sr. (a) permita a participação do estudante, os benefícios serão para a produção científica na área do Ensino de Matemática, o que poderá contribuir com a melhoria da qualidade de ensino. Para tal, os resultados da pesquisa serão divulgados cientificamente, sendo garantido o anonimato do estudante permanentemente. O documento segue em duas vias, para garantir que a pesquisadora e o responsável do estudante tenham acesso a essas informações quando necessário. Após a leitura do Termo de Consentimento Livre Esclarecido, se você concorda com a participação do estudante, por gentileza preencher os campos abaixo nas duas vias que lhe serão entregues.

CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO.

Eu _____ (nome completo do responsável) autorizo o estudante _____ (nome completo do menor de 18 anos), a participar da pesquisa intitulada “Modelagem Matemática como perspectiva metodológica aplicada à aprendizagem sociocultural” sob responsabilidade da pesquisadora Dayane Vieira Magno.

Assinatura do responsável



Polegar direito
(caso não saiba assinar)

Codajás, ____ de _____ de 2024.

ANEXO D – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) a participar de um projeto de pesquisa “Modelagem Matemática como perspectiva metodológica aplicada à aprendizagem sociocultural”, na responsabilidade da pesquisadora Dayane Vieira Magno sob orientação da Dra. Irlane Maia de Oliveira. O objetivo da pesquisa é analisar a eficácia da Modelagem Matemática como perspectiva metodológica para promover a aprendizagem em contextos socioculturais, buscando identificar suas contribuições e desafios. Caso você possa contribuir com esta pesquisa, sua participação será através de uma entrevista semiestruturada, questionários e participação em atividades que ocorrerá na sua escola.

As questões abordadas irão tratar sobre a realidade ao qual você está inserido(a). Desta forma, solicito sua autorização para registro audiovisual da entrevista e registros fotográficos que será utilizado unicamente para este fim.

A sua participação é voluntária, e seu responsável deverá autorizar e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para que a entrevista de fato ocorra. Mesmo tendo assinado, o seu responsável poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação em qualquer momento da pesquisa, seja antes ou depois da coleta de dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo ou penalidade (item II.24 Resolução CNS nº 466/2012).

Você não receberá nenhuma vantagem financeira ao participar, nem mesmo irá obter pontuações extras nas notas escolares, sua participação também não irá gerar custos financeiros, porém, caso ocorram, estes lhe serão ressarcidos mediante a comprovação.

Todas as pesquisas que envolvem seres humanos oferecem riscos. Nesta coleta de dados, os riscos podem ser de que você se sinta constrangido ao não saber responder a algum questionamento, ou possa sentir-se lesado caso a entrevista esteja tomando muito de seu tempo, podendo também correr o risco de que você sinta que sua privacidade está sendo invadida. Todos os riscos citados serão fortemente evitados, visto que a pesquisadora estará atenta a qualquer sinal de desconforto.

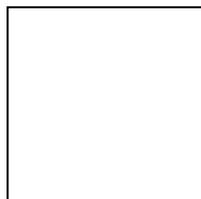
Ao participar das atividades você poderá ser beneficiado de seguinte forma: poderá receber um ensino de matemática mais contextualizado, que contempla e valoriza elementos comuns a seu cotidiano dentro do contexto escolar. Tal benefício poderá ser alcançado mediante a divulgação dos resultados desta pesquisa para o público em geral, bem como docentes que atuam na rede pública de ensino. Para tal, os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas sua identidade não será divulgada, sendo guardada em sigilo.

Se você tiver interesse em mais detalhes da pesquisa, bem como resultados da mesma, sinta-se livre para fazer contato com a pesquisadora Dayane Vieira Magno, pelo e-mail: daymagnovieira@gmail.com.

Este termo de assentimento encontra-se impresso em duas VIAS originais: sendo que uma será arquivada pela pesquisadora responsável, e a outra será fornecida a você.
CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO.

Eu _____ (seu nome completo) fui informado(a) dos objetivos desta pesquisa, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar dessa pesquisa, sabendo que não vou ganhar nada e que posso sair quando quiser. Recebi uma cópia deste termo e esclareci todas as minhas dúvidas.

Assinatura do participante



Polegar direito
(caso não saiba assinar)

Codajás, ____ de _____ de 2024.

APÊNDICE A – Roteiro da entrevista

| |
|---|
| Bloco 1. Participação nas atividades |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. O que você mais gostou nas atividades desenvolvidas? 2. Durante as atividades, em qual momento você sentiu mais dificuldade? |
| Bloco 2. Modelagem Matemática |
| <ol style="list-style-type: none"> 3. Se um amigo seu falasse hoje “Explique para mim o que é a MM” como você responderia? 4. Você percebeu a relação dos conteúdos matemáticos e o contexto sociocultural? Em que momento das atividades isso aconteceu? |
| Bloco 3. Aprendizagem Matemática |
| <ol style="list-style-type: none"> 5. Durante as atividades, em que momento você conseguiu compreender melhor a matemática? 6. O ensino de Matemática, a partir da MM, facilitou a aprendizagem dos conteúdos? Como? |
| Bloco 4. Aprendizagem Sociocultural |
| <ol style="list-style-type: none"> 7. Você experimentou alguma situação em que enfrentou dificuldades para realizar uma atividade, mas conseguiu superá-las? Descreva como você conseguiu. 8. De que forma as atividades em grupo ajudaram você a desenvolver as etapas da MM? 9. De que forma o contexto sociocultural contribuiu para facilitar as atividades de MM? |
| Bloco 5. Conclusão |
| <ol style="list-style-type: none"> 10. Existe algo a mais que você gostaria de mencionar e que não tenha sido abordado até agora? |

APÊNDICE B – Planos de aula

Plano de aula

| Identificação da turma | | | |
|------------------------|-----------|-----------------------------------|--------------|
| Série: 8º ano | Turma: 01 | Turno: Matutino | Bimestre: 2º |
| Tempo de aula: 50 min | | Componente Curricular: Matemática | |

| Plano de Aula |
|---|
| AULA 1 |
| <p>DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES:</p> <p>Primeiro momento – Apresentações e informações sobre as atividades</p> <p>No primeiro momento, conduzirei uma roda de conversa para me apresentar e explicar o propósito da minha presença ali com eles. Em seguida, irei explicar sobre nossos encontros que acontecerão por meio da intervenção didática. Após essa apresentação, cada estudante receberá uma pasta contendo os seguintes materiais: um diário da Modelagem Matemática, uma caneta, lápis, borracha e os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e de Assentimento para respectivas assinaturas dos responsáveis. Os estudantes serão orientados a entregar os termos no próximo encontro.</p> <p>Atividade - No final do encontro, será proposta uma atividade para casa, chamada "Matemática no Papel", que consiste em criar uma arte que demonstre a relação dos estudantes com a disciplina de Matemática. Serão fornecidos materiais para que os estudantes possam expressar sua criatividade. O objetivo desse momento é analisar o sentimento dos estudantes em relação à disciplina de forma descontraída.</p> |
| <p>AVALIAÇÃO:</p> <p>- Participação nas atividades.</p> |
| <p>RECURSOS DIDÁTICOS:</p> <p>Pincel, apagador, questionário, folha de papel A4 e lápis de cor.</p> |

| Plano de Aula |
|---|
| AULA 2 |
| <p>DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES: PRIMEIRA ETAPA DA MODELAGEM MATEMÁTICA</p> <p>Primeiro momento – Conversa inicial</p> |

No início, será realizada uma conversa para explicar o conceito de Modelagem Matemática, seus objetivos e as etapas que a compõem. Em seguida, a sala será dividida em grupos para iniciar a primeira etapa da Modelagem Matemática.

Objetivo: Promover a interação dos estudantes e sua criatividade, incentivando o envolvimento desde o início.

Atividade 2 – Sugestão de temas

Após a formação dos grupos, os estudantes discutirão entre si para escolher temas do seu interesse dentro do contexto sociocultural para trabalhar com Modelagem. Todas as ideias serão anotadas no "Diário da MM". Depois de levantarem vários possíveis temas, os estudantes deverão reduzir suas escolhas para apenas um.

Atividade 3 – Escolha do tema

Após a discussão em grupo, será feita uma apresentação. Cada grupo falará um pouco sobre suas escolhas e, a partir disso, será feita a escolha final do tema para dar continuidade às etapas da Modelagem Matemática.

AVALIAÇÃO:

- Participação nas atividades.
- Trabalho em equipe.

RECURSOS DIDÁTICOS:

Pincel, apagador, questionário, folha de papel A4 e lápis de cor.

Plano de Aula

AULA 3

DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES: SEGUNDA ETAPA DA MODELAGEM MATEMÁTICA

Primeiro Momento – Conversa Inicial

Para começar, será explicada a importância da segunda etapa da Modelagem e como ela se desenvolve. Os grupos serão convidados a se reunir para iniciar a primeira fase da pesquisa exploratória.

Atividade 1 – Discussão em Grupo

Neste momento, os estudantes irão discutir entre si o que sabem sobre o tema, compartilhando experiências pessoais ou familiares para enriquecer a discussão sobre a temática escolhida em seu contexto sociocultural.

Atividade 2 – Continuação da Pesquisa

Na segunda fase, os estudantes contarão com recursos tecnológicos (celulares e internet) para dar continuidade à pesquisa exploratória sobre o tema. O objetivo deste encontro é que os estudantes se familiarizem o máximo possível com o tema, conforme preconiza a segunda etapa da Modelagem Matemática de Burak.

Atividade para Casa

Os estudantes deverão dar continuidade à pesquisa em casa, com a colaboração de seus familiares. Cada estudante receberá o cartão de atividade 01 (Apêndice C), que descreve a assistência necessária para a realização da atividade.

AVALIAÇÃO:

- Participação nas atividades.

RECURSOS DIDÁTICOS:

Pincel, apagador, computador, celulares e internet.

| Plano de Aula |
|---|
| AULA 4 |
| DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES: SEGUNDA ETAPA DA MODELAGEM MATEMÁTICA |
| <p style="text-align: center;">Primeiro Momento – Apresentação das Pesquisas</p> <p>Continuando as atividades da segunda etapa da Modelagem Matemática, o quarto encontro será dedicado à apresentação das pesquisas realizadas pelos estudantes. Cada um terá a oportunidade de compartilhar um pouco sobre sua pesquisa por meio do mapa mental construído no Diário.</p> |
| AVALIAÇÃO: |
| - Apresentação das pesquisas. |
| RECURSOS DIDÁTICOS: |
| Mapa mental produzido pelos estudantes |

| Plano de Aula |
|--|
| AULA 5 |
| DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES: SEGUNDA ETAPA DA MODELAGEM MATEMÁTICA |
| <p>Neste encontro, os estudantes serão convidados a realizar uma visita a um espaço não formal, que será definido quando o tema for escolhido. O objetivo dessa visita é familiarizar os estudantes com o tema, fazendo com que observem as relações das atividades desenvolvidas no local com a Matemática, para que possamos dar continuidade às etapas da Modelagem Matemática posteriormente.</p> <p>Com a autorização dos pais ou responsáveis e da gestora da escola, os estudantes seguirão de ônibus até o local escolhido. A previsão é que a visita dure 1 hora. Após as observações, retornaremos para a escola e os estudantes seguirão com suas atividades normais.</p> |
| AVALIAÇÃO: |
| - Participação nas atividades. |
| RECURSOS DIDÁTICOS: |
| Transporte escolar disponibilizado pela SEMED |

| Planos de Aulas |
|--|
| AULA 6 |
| <p>DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES: TERCEIRA ETAPA:f LEVANTAMENTO DOS PROBLEMAS.</p> <p>Primeiro Momento – Conversa Inicial Inicialmente, será explicada a importância da terceira etapa da Modelagem e como ela se desenvolve. Os grupos serão convidados a se reunir para iniciar esta etapa.</p> <p>Atividade 1 – Discussão em Grupo Neste momento, os estudantes irão discutir entre si e lembrar os resultados da pesquisa exploratória para coletar informações sobre o tema. Durante essa fase, os estudantes deverão lembrar o que despertou a curiosidade deles em relação ao tema e assim eles deverão levantar alguns questionamentos sobre aspectos envolvidos no tema em seguida formular algumas hipóteses Exemplo - Tema: Água Formulação do Problema: Quantos litros de água são gastos por dia em uma família com 5 integrantes? Formulação de Hipóteses:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O consumo médio de água por pessoa por dia é de X litros. • A família utiliza água de poço ou de rede pública. • A família pratica hábitos de consumo consciente de água. • A família possui um sistema de captação de água da chuva para uso não potável. • A água é utilizada para atividades domésticas, higiene pessoal, consumo e/ou outras finalidades. <p>Atividade 2 – Tomada de Decisão Após as discussões em grupo, os estudantes deverão decidir qual será a questão-problema em relação à temática escolhida, e em seguida realizar as anotações no Diário.</p> <p>Atividade para Casa Como atividade para casa, os estudantes serão convidados a refletir sobre suas decisões para que no próximo encontro já venham com ideias sobre como resolver o problema.</p> |
| <p>AVALIAÇÃO: - Participação nas tomadas de decisões.</p> |
| <p>RECURSOS DIDÁTICOS: Pincel, apagador e Diário.</p> |

| Planos de Aulas |
|--|
| AULA 7 |
| <p>DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES: QUARTA ETAPA RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS E DESENVOLVIMENTO DOS CONTEÚDOS</p> <p>Primeiro Momento – Conversa Inicial</p> |

Nesta etapa, os estudantes iniciarão o desenvolvimento de modelos matemáticos. Essa etapa será dividida em três fases, a primeira e a segunda consistem na mediação do professor pesquisador para ajudar na preparação dos estudantes na criação dos modelos.

Atividade 1: Resolução de Problema com os dados coletados

Nessa atividade, os estudantes irão receber dois problemas prontos e já com os dados coletados, conforme cartão de atividade 2 (Apêndice D). Todos os integrantes deverão conversar entre si para resolver esse problema.

Atividade 2: Resolução de Problema sem os dados coletados

Nessa segunda atividade, os estudantes receberão somente o problema sem os dados coletados, conforme cartão de atividade 3 (Apêndice E). Nesse caso, eles mesmos terão que interpretar o problema e coletar os dados para resolver.

Observação: Nesta fase da Modelagem Matemática, o professor atua como mediador para auxiliar os estudantes com os conteúdos matemáticos em que eles estão enfrentando dificuldades, ou seja, em processo de maturação da aprendizagem.

Atividade para Casa

Como atividade para casa, os estudantes serão convidados a refletir sobre suas decisões para que no próximo encontro já venham com ideias sobre como resolver o problema.

AVALIAÇÃO:

- Participação nas tomadas de decisões.

RECURSOS DIDÁTICOS:

Pincel, apagador e Diário.

Planos de Aulas

AULA 8 e 9

DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES: QUARTA ETAPA RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS E DESENVOLVIMENTO DOS CONTEÚDOS

Primeiro Momento – Conversa Inicial

Como mencionado na aula anterior, esta etapa de resolução de problemas será dividida em três fases. As duas primeiras serão executadas na aula 6, enquanto a terceira fase será desenvolvida nas aulas 7 e 8. Nas primeiras fases, haverá bastante mediação e ajuda, mas nesta última fase, os estudantes tentarão mostrar sua autonomia ao formular os problemas sozinhos.

Nesta etapa, o conteúdo matemático ganha importância e significado, pois os estudantes terão que elaborar e resolver problemas relacionados aos conteúdos no contexto do tema, criando assim seus modelos matemáticos.

Como esta etapa da Modelagem Matemática demanda mais tempo, serão reservadas duas aulas para sua realização.

Aula 08 – Início das atividades de Resolução de Problema

Neste primeiro momento, cada estudante criará seu próprio problema e depois seu modelo matemático para resolução.

Aula 09 – Continuação das atividades de Resolução de Problema

Na segunda aula, os estudantes vão dar continuidade na etapa da resolução e escolher um único modelo por grupo para fazer a análise e finalizar esta etapa.

Observação: Nesta fase da Modelagem Matemática, o professor atua como mediador para auxiliar os estudantes com os conteúdos matemáticos em que eles estão enfrentando dificuldades, ou seja, em processo de maturação da aprendizagem.

AVALIAÇÃO:

- Resolução dos problemas.
- Autonomia

RECURSOS DIDÁTICOS:

Pincel, apagador, lápis, borracha e Diário.

| |
|------------------------|
| Planos de Aulas |
|------------------------|

| |
|----------------|
| AULA 10 |
|----------------|

| |
|--|
| DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES: QUINTA ETAPA ANÁLISE CRÍTICA DAS SOLUÇÕES |
|--|

Primeiro Momento – Discussão em Grupo

Nesta primeira parte da quinta etapa, os estudantes iniciarão um debate analisando as soluções encontradas, as hipóteses levantadas e suas relações.

Segundo Momento – Roda de Conversa

Em seguida, haverá uma roda de conversa para que todos possam compartilhar suas análises e avaliar se o modelo elaborado responde às questões que motivaram sua criação.

AVALIAÇÃO:

- Participação nos debates.
- Análises críticas

RECURSOS DIDÁTICOS:

Pincel, apagador, lápis, borracha e Diário.

| |
|------------------------|
| Planos de Aulas |
|------------------------|

| |
|----------------|
| AULA 11 |
|----------------|

| |
|---|
| DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES: AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DA MODELAGEM MATEMÁTICA APLICADA À APRENDIZAGEM SOCIOCULTURAL |
|---|

Primeiro momento – Entrevista

Inicialmente, convido-os a uma dinâmica para iniciar as entrevistas. Será reservado um local especial para as entrevistas, garantindo que cada estudante se sinta confortável para responder às perguntas da maneira que preferir.

Segundo momento – Encerramento

Primeiramente, agradeço aos estudantes pela contribuição com a pesquisa. Em seguida será feito um momento de descontração com todos e um lanche para finalizar as atividades.

AVALIAÇÃO:

- Participação na entrevista.

RECURSOS DIDÁTICOS:

Gravador de voz e diário do pesquisador

APÊNDICE C – Cartão de atividade 01

| CARTÃO DE ATIVIDADE 01 | |
|---|--|
| Nome: | Série/Turma: |
| <p>Nesta atividade, você deve realizar uma pesquisa sobre o tema, podendo questionar familiares mais velhos e consultar arquivos disponíveis na internet. As respostas e imagens coletadas devem ser inseridas no "Diário da Modelagem Matemática".</p> | |
| Perguntas guia para a pesquisa. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Qual é o seu conhecimento sobre o tema? 2. Quais são os dados mais recentes relacionados a esse tema? 3. Como esse tema está relacionado às atividades econômicas do município? 4. Como esse tema está relacionado às questões ambientais do município? 5. Como esse tema está relacionado às questões culturais do município? 6. Quais lugares na cidade podem estar relacionados com o tema escolhido? |
| Atividade Prática | Após a pesquisa exploratória, você deve preencher o mapa mental no Diário com palavras-chave relacionadas ao tema e apresentá-lo na próxima aula. |

APÊNDICE D – Cartão de Atividade 02

| CARTÃO DE ATIVIDADE 02 | |
|--|--|
| Problemas matemáticos com dados coletados | |
| <i>Grupo:</i> | <i>Série/Turma:</i> |
| <p>Nesta atividade, você resolverá os dois primeiros problemas com a ajuda dos seu grupo. Todos devem ler atentamente a questão; Após a leitura, todos devem opinar sobre como resolver o problema da questão; Todos devem chegar a um consenso e resolver o problema; Por fim, façam a resolução e passe para o diário da MM.</p> | |
| <p>Problemas para resolver em grupo.</p> | <p>1) No bairro Bela Vista, seu Raimundo comprou um terreno com 1.260 m² de área total, ele pretende construir para seus três filhos, três casas de mesmo tamanho e um espaço de área de lazer de 740 m². Qual deve ser a área de cada casa?</p> <p>Vamos aos dados iniciais:</p> <p>Temos um terreno de 1260 metros quadrados ou 1260 m². Serão construídas 3 casas do mesmo tamanho; Temos que a área de lazer do terreno para as 3 casas corresponde a 740 m². Qual a área de cada casa? Temos que descobrir a área das três casas e depois dividir por 3 para achar a área de cada casa.</p> <div style="text-align: center; margin: 20px 0;"> <p>O diagrama mostra um retângulo azul que representa o terreno total. À esquerda dele, o texto '1260 m²' indica a área total. O retângulo azul é dividido horizontalmente. A parte superior é um retângulo vermelho rotulado 'Área de lazer' e '740 m²'. Abaixo dele, o terreno é dividido verticalmente em três retângulos brancos rotulados 'Casa 1', 'Casa 2' e 'Casa 3'. Cada retângulo branco também tem o rótulo 'Área de lazer' na parte superior.</p> </div> <p>2) Ana e Pedro são dois irmãos que querem fazer uma viagem de férias para Manaus, eles guardam suas economias mensais em um cofre. Cada um deles tem seu próprio cofre. Ana possui atualmente R\$ 1.325,00 e Pedro, R\$ 932,00. A partir de agora, Ana depositará R\$ 32,90 por mês e Pedro, R\$ 111,50. Depois de quanto meses os dois irmãos terão quantias iguais no cofre para comprarem suas passagens?</p> <p>Vamos aos dados iniciais:</p> |

Queremos saber quantos meses os irmãos terão a mesma quantia;
Vamos considerar a quantidade de meses igual a x ;
Dessa forma, podemos representar o valor final da quantia de cada irmão;

Quantia de Ana: $1325 + 32,90x$

Quantia de Pedro: $932 + 111,50x$

Como queremos saber o valor de x , basta igualar a duas quantias.

APÊNDICE E – Cartão de Atividade 03

| CARTÃO DE ATIVIDADE 03 | | | | | | | | | |
|--|------------------------------|---------------------|------------------------------|-------|-----|-----|-----|--------|-----|
| Problemas matemáticos sem os dados coletados | | | | | | | | | |
| Nome: | Série/Turma: | | | | | | | | |
| <p>Nesta atividade, você resolverá o primeiro problema em dupla e o segundo problema você tentará resolver sozinho. Todos devem ler atentamente a questão; Após a leitura, todos devem refletir sobre como resolver o problema da questão; Por fim, façam a resolução e passe para o diário da MM.</p> | | | | | | | | | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1) Em uma fazenda localizada na estrada Codajás-Anori, um fazendeiro comprou 135 bois a R\$ 960,00 por cabeça. Como pagou a vista, fizeram-lhe um desconto de 8%. Morreram 22 bois, e os restantes foram vendidos a R\$ 1.150,00 cada um. O negociante saiu com lucro ou prejuízo nesta negociação? De quanto? 2) Dona Joana é costureira e para confeccionar 10 saias do mesmo tamanho utiliza de 20 metros de tecido. Se ela recebeu uma encomenda de 25 saias para a quadrilha Junica Eldorado, quantos metros de tecido ela precisa comprar? 3) O gráfico abaixo mostra o resultado das vendas de sacas de farinha por uma família de agricultores no ano de 2023. | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <caption>Valores da saca de farinha</caption> <thead> <tr> <th>Valor da saca (R\$)</th> <th>Quantidade de sacas vendidas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>50,00</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>200,00</td> <td>500</td> </tr> </tbody> </table> | | Valor da saca (R\$) | Quantidade de sacas vendidas | 50,00 | 100 | 100 | 300 | 200,00 | 500 |
| Valor da saca (R\$) | Quantidade de sacas vendidas | | | | | | | | |
| 50,00 | 100 | | | | | | | | |
| 100 | 300 | | | | | | | | |
| 200,00 | 500 | | | | | | | | |
| <ol style="list-style-type: none"> a) Qual o total de sacas de farinha vendidas durante o ano? b) Qual o valor total das vendas realizadas pela família durante todo o ano? c) Considerando o valor total de vendas e a quantidade de sacas vendidas, qual valor médio em reais das sacas vendidas no ano passado? | | | | | | | | | |