

INSTITUTO FEDERAL DE GOIÁS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO PARA CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

LORENA CARLOS BARBOSA GOMES

**CONTRIBUIÇÕES DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM PROJETO DE MODELAGEM
MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO NA PERSPECTIVA DOS ESTUDANTES**

Jataí – GO
2024

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO
NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia - Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo _____ | |

Nome Completo do Autor: Lorena Carlos Barbosa Gomes

Matrícula: 20221020280089

Título do Trabalho: Contribuições Da Implementação De Um Projeto De Modelagem Matemática No Ensino Médio Na Perspectiva Dos Estudantes

Autorização - Marque uma das opções

- ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
- ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
- ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Jataí - GO, 06/02/2025.

Local Data



Documento assinado digitalmente
LORENA CARLOS BARBOSA GOMES
Data: 06/02/2025 21:25:37 -0300
Verifique em <https://validar.dfi.gov.br>

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

LORENA CARLOS BARBOSA GOMES

**CONTRIBUIÇÕES DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM PROJETO DE MODELAGEM
MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO NA PERSPECTIVA DOS ESTUDANTES**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Campus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestra em Educação para Ciências e Matemática.

Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática

Linha de Pesquisa: Fundamentos, metodologias e recursos para Educação para Ciências e Matemática

Sublinha de pesquisa: Educação Matemática

Orientador: Dr. Luciano Duarte da Silva

Jataí - GO
2024

Autorizo, para fins de estudo e de pesquisa, a reprodução e a divulgação total ou parcial desta dissertação, em meio convencional ou eletrônico, desde que a fonte seja citada.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)

Gomes, Lorena Carlos Barbosa.

Contribuições da implementação de um projeto de ensino de Modelagem Matemática no Ensino Médio na perspectiva dos estudantes [manuscrito] / Lorena Carlos Barbosa Gomes. - 2024.

167 f.; il.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Duarte da Silva.

Dissertação (Mestrado) – IFG – Câmpus Jataí, Programa de Pós – Graduação em Educação para Ciências e Matemática, 2024.

Bibliografias.

Apêndices.

1. Modelagem. 2. Matemática. 3. Ensino. 4. Estudantes. I. Silva, Luciano Duarte da. II. IFG, Câmpus Jataí. III. Título.

ERRATA

GOMES, Lorena Carlos Barbosa. Contribuições da implementação de um projeto de Modelagem Matemática no Ensino Médio na perspectiva dos estudantes. 2024, Mestrado em Educação para Ciências e Matemática – IFG, Jataí, 2024.

| Folha | Linha | Onde se lê | Leia-se |
|-------|-------|---|---|
| 30 | 09 | os alunos precisam sair da sala de aula | os alunos não precisam sair da sala de aula |

Autorizo, para fins de estudo e de pesquisa, a reprodução e a divulgação total ou parcial desta dissertação, em meio convencional ou eletrônico, desde que a fonte seja citada.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)

Gomes, Lorena Carlos Barbosa.

Contribuições da implementação de um projeto de ensino de Modelagem Matemática no Ensino Médio na perspectiva dos estudantes [manuscrito] / Lorena Carlos Barbosa Gomes. - 2024.

167 f.; il.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Duarte da Silva.

Dissertação (Mestrado) – IFG – Câmpus Jataí, Programa de Pós – Graduação em Educação para Ciências e Matemática, 2024.

Bibliografias.

Apêndices.

1. Modelagem. 2. Matemática. 3. Ensino. 4. Estudantes. I. Silva, Luciano Duarte da. II. IFG, Câmpus Jataí. III. Título.



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS JATAÍ

LORENA CARLOS BARBOSA GOMES

**CONTRIBUIÇÕES DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM PROJETO DE MODELAGEM MATEMÁTICA
NO ENSINO MÉDIO NA PERSPECTIVA DOS ESTUDANTES**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestra em Educação para Ciências e Matemática, defendida e aprovada, em 06 de dezembro do ano de 2024, pela banca examinadora constituída por: **Prof. Dr. Luciano Duarte da Silva** - Presidente da banca/Orientador - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG; **Prof. Dr. Maxwell Gonçalves Araújo** - Membro interno - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG, e pelo **Prof. Dr. Marcio Urel Rodrigues** - Membro externo - Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT.

(assinado eletronicamente)

Prof. Dr. Luciano Duarte da Silva
Presidente da Banca (Orientador – IFG)

(assinado eletronicamente)

Prof. Dr. Maxwell Gonçalves Araújo
Membro interno (IFG)

(assinado eletronicamente)

Prof. Dr. Marcio Urel Rodrigues
Membro externo (UNEMAT)

Documento assinado eletronicamente por:

- Márcio Urel Rodrigues, Márcio Urel Rodrigues - 234515 - Docente de ensino superior na área de pesquisa educacional - Universidade do Estado de Mato Grosso (01367770000130), em 22/01/2025 08:06:54.
- Maxwell Gonçalves Araújo, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 09/12/2024 13:22:59.
- Luciano Duarte da Silva, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 09/12/2024 11:38:26.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 06/12/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 596319

Código de Autenticação: 695ad5d5b8



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Av. Presidente Juscelino Kubitschek, 775, Residencial Flamboyant, JATAÍ / GO, CEP 75804-714
(64) 3514-9699 (ramal: 9699)

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, por sempre me motivarem a estudar, apoiando e encorajando minhas decisões ao longo da vida. Um agradecimento especial à minha mãe, por sua determinação em garantir que tivéssemos acesso à educação.

Ao meu irmão, por estar presente em minha vida, incentivando-me sempre a conquistar mais, e pelos momentos de descontração e boas risadas.

À Thaís, por toda a paciência e incentivo durante os períodos turbulentos; por sempre acreditar em mim e em meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Aos amigos que me apoiaram durante o período de correria em minha vida; em especial à Lúcia Helena (*in memoriam*) por ensinar-me que a vida é uma batalha árdua, mas que sempre podemos vencer todos os problemas sorrindo e com leveza.

Aos alunos do 3º ano, que aceitaram o desafio de aprender e ensinar comigo, agradeço o empenho e dedicação demonstrados à realização da pesquisa.

À coordenação e direção da Escola Estadual 29 de Julho, por acreditarem em meu trabalho, permitindo esse estudo.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática (PPGECM-IFG) do Câmpus Jataí, por todo o conhecimento e discussões que me refizeram como profissional e estudante.

Aos meus colegas de turma, por todo o companheirismo e aventuras, especialmente a Rosymeire, Vânia, Michele, Rosa, Carla e Lucidária, com quem pude contar durante nossos desafios.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Luciano Duarte da Silva, por aceitar guiar-me durante esse tempo e apresentar-me uma nova percepção de pesquisa; pela paciência, compreensão, ensinamentos e discussões que me fizeram olhar diferente para o processo de ensinar e pesquisar.

Aos membros que compõem a banca, por aceitarem esse convite e estarem presente nesse importante momento da minha vida. Por todas as contribuições e sugestões que são fundamentais para a pesquisa.

RESUMO

GOMES, Lorena Carlos Barbosa. **Contribuições da implementação de um projeto de Modelagem Matemática no Ensino Médio na perspectiva dos estudantes**. 2024, Mestrado em Educação para Ciências e Matemática – IFG, Jataí, 2024.

Nesta pesquisa, nosso objetivo foi investigar as contribuições da Modelagem Matemática para o ensino-aprendizagem, sob a perspectiva dos alunos do 3º ano do Ensino Médio Noturno da Escola Estadual 29 de Julho, em Confresa, em Mato Grosso. Esta pesquisa possui uma natureza participativa e qualitativa. Sendo assim, para atingir nosso propósito, formulamos a seguinte questão norteadora: quais são as contribuições de um projeto de Modelagem Matemática, integrado a um ambiente de estudo, para o processo de conhecimento da Matemática, segundo os alunos do 3º ano do Ensino Médio Noturno da Escola Estadual 29 de Julho, na cidade de Confresa, estado de Mato Grosso? Para isso, desenvolvemos um projeto que buscou incentivar o interesse dos estudantes pela disciplina, estabelecendo conexões entre os conteúdos e o cotidiano deles. Valorizamos o conhecimento prévio que trouxeram, promovendo, assim, uma participação ativa. Os resultados da pesquisa mostraram que a Modelagem Matemática teve um impacto significativo no processo de formação matemática. Os alunos demonstraram maior interesse pela matéria, além de desenvolverem habilidades em resolução de problemas, criatividade e trabalho em equipe. Ademais, a atividade de modelagem possibilitou que os estudantes relacionassem os conteúdos matemáticos às situações do dia a dia, tornando o aprendizado mais significativo e contextualizado. Concluímos que esse projeto é eficaz para o ensino da Matemática, pois promove o desenvolvimento de competências essenciais à vida e ao mercado de trabalho. A implementação de projetos de modelagem nas escolas pode contribuir para a melhoria da qualidade do ensino e para a superação das dificuldades enfrentadas pelos alunos em relação à disciplina.

Palavras-chave: Modelagem; Matemática; Aprendizagem; Ensino; Estudantes.

ABSTRACT

GOMES, Lorena Carlos Barbosa. **Contribuições da implementação de um projeto de Modelagem Matemática no Ensino Médio na perspectiva dos estudantes**. 2024, Mestrado em Educação para Ciências e Matemática – IFG, Jataí, 2024.

In this research, our objective was to investigate the contributions of Mathematical Modeling to the teaching-learning process, from the perspective of students in the 3rd year of Night High School at the 29 de Julho State School, in Confresa, Mato Grosso. This research has a participatory and qualitative nature. Thus, to achieve our purpose, we formulated the following guiding question: what are the contributions of a Mathematical Modeling project, integrated into a study environment, to the process of mathematical knowledge, according to students in the 3rd year of Night High School at the 29 de Julho State School, in the city of Confresa, state of Mato Grosso? For this, we developed a project that sought to encourage students' interest in the discipline, establishing connections between the contents and their daily lives. We value the prior knowledge they brought, thus promoting active participation. The results of the research showed that Mathematical Modeling had a significant impact on the mathematical formation process. Students showed greater interest in the subject, in addition to developing skills in problem solving, creativity and teamwork. Furthermore, the modeling activity allowed students to relate mathematical content to everyday situations, making learning more meaningful and contextualized. We conclude that this project is effective for teaching Mathematics, as it promotes the development of essential skills for life and the job market. The implementation of modeling projects in schools can contribute to the improvement of teaching quality and to overcoming the difficulties faced by students in relation to the discipline.

Keywords: Mathematical; Modeling; Learning Environment; Teaching; Student.

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|-----|
| Quadro 1 – Etapas da Modelagem Matemática sob a perspectiva de Bassanezi | 24 |
| Quadro 2 - Etapas da Modelagem Matemática segundo Burak | 26 |
| Quadro 3 - Etapas de Modelagem Matemática segundo Biembengut | 28 |
| Quadro 4 - Etapas de Modelagem Matemática segundo Barbosa..... | 30 |
| Quadro 5 - Flexibilidade da modelagem na concepção de Barbosa | 31 |
| Quadro 6 - A Modelagem Matemática e algumas concepções | 35 |
| Quadro 7 - Ambientes de Aprendizagem de Ole Skosmose | 37 |
| Quadro 8 - Competências da BNCC que convergem com a Modelagem Matemática | 40 |
| Quadro 9 - Roteiro de desenvolvimento do projeto de ensino-aprendizagem | 60 |
| Quadro 10 - Questionário final respondido pelos estudantes que participaram do projeto | 76 |
| Quadro 11 - Movimento de constituição da Unidades de Registro da Questão 2 | 81 |
| Quadro 12 - Movimento de constituição da Unidades de Registro da Questão 3 | 82 |
| Quadro 13 – Movimento de constituição da Unidades de Registro da Questão 4 | 85 |
| Quadro 14 – Movimento de constituição da Unidades de Registro da Questão 5 | 87 |
| Quadro 15 – Movimento de constituição da Unidades de Registro da Questão 6 | 89 |
| Quadro 16 – Movimento de constituição da Unidades de Registro da Questão 7 | 90 |
| Quadro 17 – Unidades de Registro extraídas do Questionário Final | 92 |
| Quadro 18 – Articulação entre as Unidades de Registro e as Categorias de Análise | 92 |
| Quadro 19 - Configuração completa da primeira categoria de análise | 95 |
| Quadro 20 - Definição das Unidades de Registro da Categoria I | 102 |
| Quadro 21 - Configuração completa da segunda categoria de análise..... | 103 |
| Quadro 22 - Definição das Unidades de Registro da Categoria II | 109 |
| Quadro 23 - Configuração completa da segunda categoria de análise..... | 110 |
| Quadro 24 - Definição das Unidades de Registro da Categoria III..... | 119 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Medidas das áreas dos ambientes na escola | 70 |
| Tabela 2 - Orçamento dos custos de implantação do sistema de captação..... | 74 |

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 - A Educação Matemática e alguns de seus primeiros colaboradores | 22 |
| Figura 2 - Dionísio Burak (1944) | 25 |
| Figura 3 - Maria Salett Biembengut (19??) | 28 |
| Figura 4 - Jonei Cerqueira Barbosa (19??) | 29 |
| Figura 5 - Lourdes Maria Werle de Almeida (19??) | 32 |
| Figura 6 - Ademir Donizeti Caldeira (19??) | 34 |
| Figura 7 - Unidades temáticas para Matemática segundo a BNCC | 40 |
| Figura 8 - Hilton Ferreira Japiassu (1934 – 2015) | 43 |
| Figura 9 - Perspectivas de trabalho de habilidades, articulando diferentes áreas | 46 |
| Figura 10 - Escola Estadual 29 de Julho | 51 |
| Figura 11 - Entrada da escola e pavilhões de sala de aula | 52 |
| Figura 12 - Laboratório de Ciências e Matemática da Escola Estadual 29 de Julho | 52 |
| Figura 13 - Sala de aula da Escola Estadual 29 de Julho | 53 |
| Figura 14 - Gabinete com os dispositivos para o uso em sala de aula | 53 |
| Figura 15 - Etapas da Pré-análise na Análise de Conteúdo | 56 |
| Figura 16 - Categorização do material | 58 |
| Figura 17 - Distribuição Hídrica no Brasil | 61 |
| Figura 18 - Rio Cacau | 62 |
| Figura 19 - Rio Cacau durante o período de chuvas | 63 |
| Figura 20 - Local de passagem do Rio Cacau sob a BR-158 | 63 |
| Figura 21 - Local de pesca e lazer durante a estiagem | 63 |
| Figura 22 - Pesquisa realizada com os estudantes do turno matutino da Escola Estadual 29 de Julho | 64 |
| Figura 23 - Pesquisa realizada com os estudantes do turno noturno da Escola Estadual 29 de Julho | 65 |
| Figura 24 - Fatura do consumo de água de uma residencial normal | 66 |
| Figura 25 - Média da climatologia dos últimos 30 anos da região de Confresa-MT | 67 |
| Figura 26 - Captação de água da chuva por calha | 69 |
| Figura 27 - Esquema de funcionamento mini cisterna | 69 |
| Figura 28 - Mapeamento do espaço escolar | 71 |
| Figura 29 - Representação do gasto de água atualmente no ambiente escolar | 71 |
| Figura 30 - Esboço realizado para o cálculo de área do telhado do pavilhão selecionado | 73 |

| | |
|---|----|
| Figura 31 - Cálculo para determinar a capacidade dos reservatórios | 73 |
| Figura 32 - Representação do sistema de captação e armazenamento | 74 |
| Figura 33 - Representação da utilização da água captada na horta escolar..... | 75 |
| Figura 34 - Apresentação da construção dos detalhes da maquete. | 75 |
| Figura 35 - Resposta dos estudantes sobre sua experiência de trabalhar no projeto..... | 80 |
| Figura 36 – Movimento de Triangulação | 94 |

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|------|---|
| BNCC | Base Nacional Comum Curricular |
| CDI | Cálculo Diferencial e Integral |
| DRC | Documento de Referência Curricular de Mato Grosso |
| LDB | Lei de Diretrizes e Bases |
| MM | Modelagem Matemática |
| PCN | Parâmetros Curriculares Nacional |

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 17 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO | 21 |
| 2.1 | Modelagem Matemática no Brasil..... | 21 |
| 2.1.1 | <i>Concepção de Bassanezi</i> | <i>23</i> |
| 2.1.2 | <i>Concepção de Burak</i> | <i>25</i> |
| 2.1.3 | <i>Concepções de Biembengut</i> | <i>27</i> |
| 2.1.4 | <i>Concepção de Barbosa.....</i> | <i>29</i> |
| 2.1.5 | <i>Concepção de Almeida.....</i> | <i>31</i> |
| 2.1.6 | <i>Concepção de Caldeira</i> | <i>33</i> |
| 2.1.7 | <i>Análise das Concepções de Modelagem Matemática</i> | <i>35</i> |
| 2.2 | Ambiente de Aprendizagem..... | 36 |
| 2.3 | O ensino de Matemática segundo a BNCC..... | 38 |
| 2.4 | A interdisciplinaridade no ensino de Matemática | 42 |
| 3 | CAMINHOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS DA PESQUISA | 48 |
| 3.1 | Opções metodológicas..... | 48 |
| 3.2 | Instrumentos de coleta de dados..... | 50 |
| 3.3 | Lócus da pesquisa | 51 |
| 3.4 | Alunos participantes do Projeto | 54 |
| 3.5 | Análise de Conteúdo | 54 |
| 3.5.1 | <i>Pré-análise.....</i> | <i>55</i> |
| 3.5.2 | <i>Exploração do Material</i> | <i>57</i> |
| 3.5.3 | <i>Interpretação dos dados</i> | <i>58</i> |
| 4 | DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES | 60 |
| 4.1 | 1º momento- Apresentação do problema..... | 61 |
| 4.2 | 2º momento - Pesquisa Estatística Amostral | 64 |
| 4.3 | 3º momento - Abastecimento de água no município..... | 66 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 4.4 | 4º momento - Aproveitamento de água da chuva e sua captação | 67 |
| 4.5 | 5º momento - Medição dos ambientes | 70 |
| 4.6 | 6º momento - Captação de água no ambiente escolar | 72 |
| 4.7 | 7º momento - Representação do projeto | 74 |
| 4.8 | 8º momento - Percepções dos estudantes | 76 |
| 4.9 | Modelagem Matemática adotada nesta pesquisa..... | 77 |
| 4.10 | Produto Educacional | 78 |
| 5 | PROCESSO DE CODIFICAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS DA PESQUISA.. | 80 |
| 5.1 | Respostas dos participantes acerca do questionário final..... | 80 |
| 5.2 | Elaboração das Categorias de Análise | 91 |
| 6 | DINÂMICA DIALÓGICA DAS CATEGORIAS DE ANÁLISE | 94 |
| 6.1 | Categoria de Análise I – Matemática Aplicada..... | 95 |
| 6.1.1 | Unidade de Registro – Análise interpretativa | 95 |
| 6.1.2 | Unidade de Registro – Assimilação de Conteúdos..... | 96 |
| 6.1.3 | Unidade de Registro – Cálculos Matemáticos..... | 97 |
| 6.1.4 | Unidade de Registro – Compreensão Profunda do Conteúdo | 98 |
| 6.1.5 | Unidade de Registro – Matemática Aplicada ao Cotidiano | 99 |
| 6.1.6 | Síntese Interpretativa das Unidades de Registro da Categoria I | 101 |
| 6.2 | Categoria de Análise II – Metodologia e Práticas Pedagógicas..... | 102 |
| 6.2.1 | Unidade de Registro – Aulas Práticas..... | 103 |
| 6.2.2 | Unidade de Registro – Avaliação Positiva | 104 |
| 6.2.3 | Unidade de Registro – Ensino e Aprendizagem..... | 105 |
| 6.2.4 | Unidade de Registro – Espaços Alternativos de Aprendizagem | 106 |
| 6.2.5 | Unidade de Registro – Interdisciplinaridade | 107 |
| 6.2.6 | Síntese Interpretativa das Unidades de Registro da Categoria II..... | 108 |
| 6.3 | Categoria de Análise III – Desafios no Processo de Ensino e Aprendizagem | 109 |
| 6.3.1 | Unidade de Registro – Cidadania..... | 110 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 6.3.2 | Unidade de Registro – Despertar dos Interesses dos Alunos | 111 |
| 6.3.3 | Unidade de Registro – Engajamento..... | 113 |
| 6.3.4 | Unidade de Registro – Trabalho em Grupo | 114 |
| 6.3.5 | Unidade de Registro – Impactos e Benefícios do Projeto..... | 116 |
| 6.3.6 | Unidade de Registro – Limitações e Obstáculos | 117 |
| 6.3.7 | Unidade de Registro – Problema Comum à Comunidade | 118 |
| 6.3.8 | Síntese Interpretativa das Unidades de Registro da Categoria III | 118 |
| 7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 120 |
| | REFERÊNCIAS..... | 124 |
| | APÊNDICE A – TERMO DE PARTICIPAÇÃO..... | 130 |
| | APÊNDICE B – TERMO DE ANUÊNCIA DA INSTITUIÇÃO COOPARTICIPANTE | 131 |
| | APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO 1 | 132 |
| | APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO 2 | 126 |
| | APÊNDICE E – PRODUTO EDUCACIONAL..... | 127 |

1 INTRODUÇÃO

Há muito tempo, a disciplina de Matemática é considerada, no ambiente escolar, uma das mais difíceis em sua aprendizagem. Isso ocorre, além de outros motivos, devido à formação de professores, já que estes alimentam essa percepção, como ressaltam Marcão, Oliveira e Santos (2021). Ademais, os autores chamam a atenção para a carga horária destinada ao estudo da Matemática nesses cursos, dado que, via de regra, o tempo estabelecido às aulas dessa disciplina é insuficiente, contribuindo para criar um ambiente desmotivador em sala de aula.

Ao longo da minha¹ Educação Básica, frequentei escolas particulares. No entanto, durante o ensino médio, era comum observar as escolas competindo pela quantidade de alunos aprovados nos vestibulares. A escola que mais aprovava era considerada a que oferecia o melhor ensino.

Lembro-me de memorizar fórmulas e truques para facilitar a resolução dos exercícios propostos. Normalmente, as disciplinas que mais adotavam esse método eram as de ciências da natureza (Física, Química, Biologia) e a disciplina de Matemática. Mas ter memorizado e saber resolver não significava compreender o que estava sendo feito nos problemas apresentados.

Ao terminar o ensino médio em 2009, tive a oportunidade de frequentar um curso preparatório para o vestibular. Lembro-me de que minha turma tinha cerca de 500 alunos. Durante as aulas, tínhamos resumos dos conteúdos das disciplinas e resolução de questões de exames anteriores. Havia alguns monitores disponíveis para ajudar os alunos com dificuldades na resolução das atividades.

Quando entrei na Universidade Federal do Pará em 2012, lembro-me de me deparar com disciplinas que não pareciam ter relação com o que eu já conhecia. Enquanto cursava disciplinas pedagógicas, questionava em que escolas aquelas metodologias estavam sendo aplicadas.

Desde 2018, tenho atuado como professora no estado de Mato Grosso, embora já trabalhasse na área desde 2016 em cursos preparatórios e reforço escolar. Diante da falta de motivação clara nos alunos e dos resultados insatisfatórios em avaliações internas e externas, senti-me desorientada ao não conseguir encontrar soluções para mudar essa situação. Foi aí que decidi explorar abordagens pedagógicas distintas, como uma forma de promover o envolvimento dos alunos nas minhas aulas.

Após ingressar no Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática (PPGECM) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG)

¹ A primeira pessoa do singular é utilizada para apresentar a trajetória profissional do pesquisador. Ao referir-me ao conteúdo da dissertação, utilizo a primeira pessoa do plural (pesquisadora e orientador).

- Câmpus Jataí, tive a oportunidade, enquanto educadora, de explorar e debater várias teorias e experiências. As disciplinas oferecidas pelo programa possibilitaram a revisão e reformulação da minha prática profissional. Cada professor (a) que nos orientou nessa jornada estimulou novas reflexões, exigindo que buscássemos respostas.

Durante esse tempo, tive minha primeira experiência com a Modelagem Matemática e suas várias abordagens e propostas, todas visando o mesmo objetivo: proporcionar um ensino de Matemática de excelência. Após conhecer meu orientador, fui introduzida a essas novas abordagens, e elas guiaram minha pesquisa e incentivaram-me a reconsiderar minha abordagem como professora e pesquisadora.

O ensino de Matemática na Educação Básica ainda segue um ensino tradicional. Alrø e Skovsmose (2010) destacam que os professores dividem as aulas em dois momentos: no primeiro momento, são apresentadas aos estudantes as técnicas matemáticas; no segundo momento, exercícios para aplicação do que lhes foi apresentado. Isso dificulta o processo de aprendizagem e raciocínio dos estudantes, fazendo com que se atue de forma mecânica, com exercícios de repetição. A ruína do ensino-aprendizagem de Matemática está ligada ao foco na resolução de exercícios. Com base nisso, Zacarias (2008) ressalta:

[...] o fracasso do ensino e da aprendizagem da Matemática é um dado real e questionado pelos que se interessam pela educação como uma possibilidade de formar o cidadão crítico e atuante nos diferentes seguimentos da sociedade. (Zacarias, 2008, p. 13).

Os estudantes devem ser convidados a participar do seu processo de aprendizagem através de práticas de ensino interativas e estimulantes. Silva (2018, p. 11) destaca que os professores devem “[...] aproximar cada vez mais os interesses dos alunos em aprender matemática e assim, atingir o foco principal dos processos de ensino: que é a aquisição significativa do conhecimento pelos alunos.”.

Nesta pesquisa, nosso objetivo é analisar de que maneira o desenvolvimento de um projeto de Modelagem Matemática com os alunos pode contribuir para a aprendizagem de conteúdos matemáticos, buscando compreender sua aplicabilidade e, ao mesmo tempo, promover o desenvolvimento do pensamento crítico, abordando questões sociais relevantes para a resolução de problemas do cotidiano desses estudantes.

Nestes seis anos em que resido em Confresa, estado de Mato Grosso, tenho percebido a insatisfação dos moradores devido à falta de água em suas casas durante os períodos de seca. Com a ausência de medidas de racionamento na região e a baixa utilização da água da chuva, optamos por avançar com o projeto de captar e reutilizar a água das chuvas.

A partir dessas situações, após as observações das dificuldades encontradas por mim e por alguns colegas, construiu-se o tema desta pesquisa. Lidando com as rejeições por parte dos estudantes, que criaram a imagem de que a disciplina de Matemática é “difícil e sem finalidade”, surgiu, durante os questionamentos e leituras, a pergunta que norteou essa dissertação: **quais contribuições de um projeto de modelagem matemática, integrado a um ambiente de aprendizagem, podem fornecer ao processo de ensino-aprendizagem de Matemática, segundo os alunos da turma do 3º ano do Ensino Médio Noturno da Escola Estadual 29 de Julho, na cidade de Confresa, em Mato Grosso?**

Os dados recolhidos ao longo do projeto são fundamentais para responder à pergunta norteadora com base na análise de uma experiência pedagógica. Em abril de 2023, os alunos foram convidados a participar da proposta, sendo distribuídos em grupos de seis pessoas.

Durante o progresso da proposta, apontou-se no “diário de bordo” o detalhamento da participação dos envolvidos, com suas observações sobre atividades e desafios, desenvolvidos por eles, e os registros fotográficos.

Todas as etapas para a realização deste projeto serão detalhadas no **Capítulo 4**, seguido das análises de cada etapa, de acordo com o referencial teórico desta pesquisa. A criação do plano e sua execução também estão descritas nos tópicos desta dissertação.

No **Capítulo 1 – Introdução** - é apresentado um pouco da trajetória da pesquisadora e dos participantes, com suas inquietações e motivações que guiaram esta pesquisa. Além da questão norteadora e a estrutura geral da dissertação.

No **Capítulo 2 - Referencial Teórico**, serão discutidas diferentes visões sobre Modelagem Matemática com uma análise histórica dos principais autores no Brasil. Dentre estes estarão: Almeida (2004); Almeida, Silva e Vertuan (2012); Barbosa (2001, 2004); Bassanezi (2002, 2004); Biembengut (2009); Biembengut e Hein (2013); Burak (1992, 2010); Klüber e Burak (2008). Também é explorada a importância de um Ambiente de Aprendizagem, segundo Alrø e Skovsmose (2010), e como este influencia o processo de ensino-aprendizagem da Matemática. O embasamento documental apoia a implementação de novas metodologias em sala de aula, conforme indicado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), e promove a abordagem interdisciplinar em projetos educacionais.

No **Capítulo 3 - Caminhos Teóricos-Metodológicos da Pesquisa**, serão delineados os métodos de pesquisa utilizados, os instrumentos de coleta e análise de dados, a descrição do local onde o projeto foi realizado e as características dos alunos envolvidos.

No **Capítulo 4 – Descrição das Atividades**, serão apresentadas as etapas do projeto e seu desenvolvimento com as análises realizadas em cada momento, juntamente com as percepções e anotações do “diário de bordo”.

No **Capítulo 5 – Processo de Decodificação dos Dados da Pesquisa**, serão apresentadas as categorias e as unidades de registro a partir das respostas dos participantes ao questionário final realizado com os estudantes.

No **Capítulo 6 – Dinâmica Dialógica das Categorias de Análise**, serão apresentadas as categorias e as unidades de registro baseadas nos excertos das respostas dos estudantes, bem como as referências para as categorizações.

No **Capítulo 7 – Considerações Finais**, será relatada a construção e o progresso da pesquisadora durante a evolução do projeto, além de suas observações e considerações.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesse capítulo, serão abordadas algumas concepções da Modelagem Matemática, destacando a contribuição de diversos autores para melhorar o ensino e a aprendizagem da Matemática em diferentes níveis educacionais. Além disso, será explorada a abordagem do Ambiente de Aprendizagem, que promove a participação ativa dos estudantes em seu processo de aprendizado. A interdisciplinaridade será discutida como uma forma de ensinar, garantindo que os conteúdos sejam abordados de maneira integrada.

2.1 Modelagem Matemática no Brasil

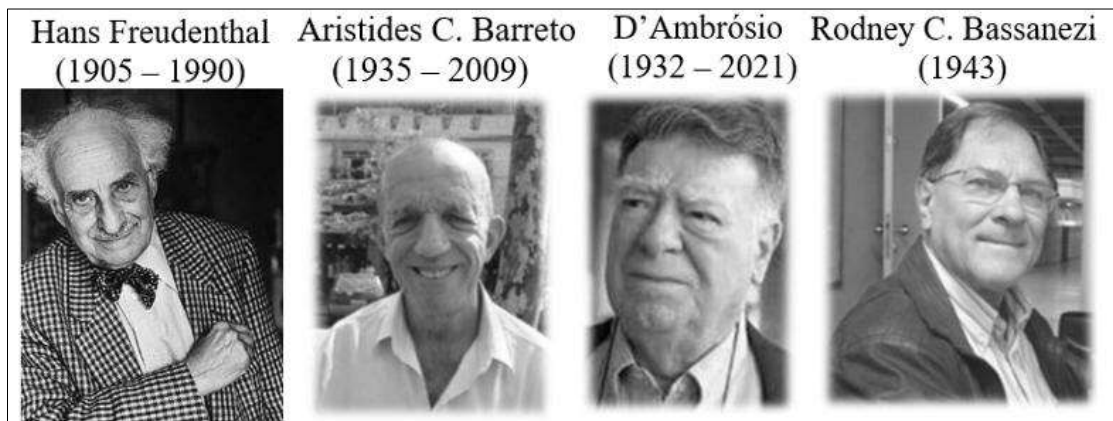
Foi no final dos anos 1950 e início dos anos 1960 que surgiram os primeiros relatos de uma abordagem matemática diferenciada. Contudo, naquela época, ainda não existia um termo específico para esse processo. Biembengut (2009) salienta que o movimento, que mais tarde seria denominado "modelagem matemática", aparece como uma aplicação prática do conhecimento matemático em benefício da ciência e da sociedade, estimulando, assim, a pesquisa nessa área. A partir desse ponto, diversos eventos começaram a buscar metodologias de ensino para que os conteúdos abordados fossem úteis e significativos aos alunos. Com o objetivo de incentivar os discentes a desenvolverem o hábito de pensar, refletir e compreender a realidade de uma maneira matemática, busca-se deixar de lado as abordagens decoradas e padronizadas que as aulas de Matemática costumavam ter. Alguns eventos de destaque auxiliaram para a expansão desse modelo que ia ganhando espaço, como o *Lausanne Symposium*, na Suíça, em 1968; e o *Instituut voor Ontwikkeling van het Wiskunde Onderwijs - IOWO* (Instituto para o Desenvolvimento da Educação Matemática), fundada na Holanda, em 1971, por Hans Freudenthal. Somente em 1983, no entanto, foi consolidado o Grupo Internacional de Modelagem Matemática e Aplicações (ICTMA), que faz parte dos grupos do *Internacional Congress Mathematics Education* (ICME) e acontece até hoje de forma bianual².

Como havia representantes brasileiros na comunidade internacional de Educação Matemática, esse processo no Brasil não demorou a acontecer. Biembengut (2009) destaca entre estes representantes: Aristides C. Barreto, Ubiratan D'Ambrosio e Rodney C. Bassanezi. Esse movimento aconteceu no final dos anos 1970 e foi conquistando cada vez mais adeptos,

² O deste ano ocorreu em Sydney, Austrália. Para mais informações, acesse: <https://icme15.org/>. Acesso em: 25 nov. 2024.

fomentando, assim, mais debates, discussões e pesquisas que permitiram emergir a linha de pesquisa de Modelagem Matemática. Também encontramos grupos de pesquisa da Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM³), favorecendo, portanto, a produção de monografias, artigos e dissertações.

Figura 1 - A Educação Matemática e alguns de seus primeiros colaboradores



Fonte: elaborada pela autora, 2024.⁴

O matemático e pesquisador Aristides Camargos Barreto é considerado o primeiro a realizar experiências de modelagem na Educação no Brasil, defendendo sua metodologia em vários eventos. Na década de 1970, ele lecionava na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) e utilizava-se de modelos matemáticos para suas aulas de Fundamentos da Matemática Elementar e de Cálculo Avançado, no curso de pós-graduação em Engenharia. Aristides Barreto e seus alunos criaram estratégias e modelos para áreas da Biologia, da Linguística e da Ecologia. Entretanto, durante as aulas de Cálculo Diferencial e Integral IV nas turmas de Engenharia, durante um semestre de 1976, o pesquisador colocou suas concepções em prática. Importante destacar que isso ocorre em 4 turmas, perfazendo 215 alunos.

Ao buscar a solução de seus problemas matemáticos, Barreto procurava tornar os estudantes motivados e interessados tanto em sua resolução de forma algébrica quanto colocando em prática sua reflexão. Essas experiências, ou participações com os alunos que orientava, fizeram com que Barreto defendesse sua proposta em eventos e periódicos, nacionais e internacionais, conquistando muitos adeptos. Entre esses seguidores, registra-se Rodney

³ Para mais informações, acesse: <https://www.sbembrasil.org.br/sbembrasil/>. Acesso em: 25 nov. 2024.

⁴ Montagem feita a partir de: <https://elikakurniadi.wordpress.com/pmri/prof-dr-hans-freudenthal-1905-1990/>. e <https://slideplayer.com.br/slide/12130406/>. Acesso em: 25 nov. 2024.

Bassanezi, que o viu ministrando, na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), no estado de São Paulo, um seminário sobre “Modelos Matemáticos”.

Com esse crescimento e a expansão da Modelagem Matemática, avolumaram-se as pesquisas, acarretando a necessidade de publicações e a oferta de cursos de extensão e formação de professores. Destacaremos aqui algumas concepções de forma resumida.

2.1.1 *Concepção de Bassanezi*

Rodney Bassanezi é considerado um dos pioneiros em pesquisa na Modelagem Matemática no Brasil, exercia sua teoria de forma teórica e prática. Ao ministrar um curso, na década de 1980, para professores de Cálculo Diferencial e Integral (CDI), propôs aos alunos que apresentassem problemas que envolvessem CDI. Ao constatar que a maioria das questões apresentadas eram análogas aos dos livros, considerou a oportunidade de propor a sua concepção e, então, desenvolveu problemas relacionados à Biomatemática⁵. Após isso, Bassanezi ministrou diversos cursos de aperfeiçoamento para professores de várias instituições da Região Sul do Brasil, influenciando e mostrando perspectivas diferentes da Matemática tanto para o aluno como para o professor. Para Bassanezi (2009) a Modelagem Matemática (MM) é uma estratégia de ensino-aprendizagem, sendo o resultado da interação do discente com seu ambiente natural.

Ao ser coordenador do curso de pós-graduação na Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná, em Guarapuava, durante 1982, Bassanezi propõe uma mudança no programa do curso, incluindo, desse modo, uma investigação para questões que envolvessem um problema local. À vista disso, promovia-se uma estratégia de aprendizagem dos conteúdos aplicados. Posteriormente, em 1983, o matemático colaborou com o programa de Mestrado em Educação Matemática na Universidade Estadual Paulista (Unesp), em Rio Claro, estado de São Paulo, atuando como professor e orientador de mestrandos na elaboração de suas dissertações.

Para Bassanezi, Modelagem Matemática é “[...] a arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real”. (2002, p. 16). Nesse modelo, os alunos têm a responsabilidade de selecionar tópicos de seu interesse, enquanto o professor atua como orientador no processo de ensino. O

⁵ Biomatemática é a utilização de modelos matemáticos no estudo de problemas biológicos, bem como métodos matemáticos inspirados em processos biológicos. É a disciplina que combina os usos simultâneos das ciências biológicas e da matemática, resolvendo tanto questões básicas de ciências biológicas como emergindo novas áreas de pesquisa em Matemática. (Sampaio, Silva. 2012)

objetivo é tornar a aprendizagem mais agradável e relevante. O professor deve garantir que o tema escolhido esteja alinhado com o foco principal, transmitindo aos alunos conhecimentos matemáticos e métodos para resolver problemas do dia a dia.

Na visão de D'Ambrosio (1986), a Modelagem une a Matemática aos aspectos sociais, culturais, políticos e econômicos dos alunos. Por consequência, ela reflete eventos ou fenômenos da sua realidade. Esses desafios serão enfrentados através de conhecimentos matemáticos, resultando em um modelo matemático.

O professor Bassanezi (2004) apresenta cinco argumentos para a inclusão da Modelagem Matemática: motivação; facilitação da aprendizagem; preparação para utilizar a Matemática em diferentes áreas; desenvolvimento de habilidades gerais de exploração e compreensão do papel sociocultural da Matemática. Sob sua perspectiva, a Modelagem Matemática voltada ao Ensino Superior segue seis etapas conforme é apresentado no Quadro 1 abaixo:

Quadro 1 – Etapas da Modelagem Matemática sob a perspectiva de Bassanezi

| | |
|--------------------------|--|
| 1. EXPERIMENTAÇÃO | Levantamento dos dados e variáveis. |
| 2. ABSTRAÇÃO | Possíveis métodos a serem utilizados na resolução dos problemas. |
| 3. RESOLUÇÃO | Método matemático utilizado para substituir a linguagem natural das hipóteses. |
| 4. VALIDAÇÃO | Verificação que a solução enquadra-se de fato no problema inicial. |
| 5. MODIFICAÇÃO | Ocorre as adaptações, reajustes e aperfeiçoamentos quando necessários. |
| 6. APLICAÇÃO | Voltar ao problema inicial e explicar de fato o que acontece e o porquê. |

Fonte: adaptado de Bassanezi (2004).

As seis etapas propostas pelo autor são essenciais para o desenvolvimento de trabalhos com a abordagem da Modelagem Matemática. Na fase de “Experimentação”, a organização dos dados é crucial, envolvendo a escolha do tema, a familiarização com o assunto e a identificação da situação-problema. Na etapa de “Abstração”, é fundamental formular hipóteses e estabelecer a relação entre as variáveis que influenciarão a criação do modelo matemático. Durante a “Resolução”, é importante interpretar matematicamente o modelo estabelecido para substituir as hipóteses por uma linguagem matemática. Na etapa de “Validação”, o modelo é aprovado ou não, verificando se os fenômenos observados correspondem às soluções do problema e se estas foram adequadas. Se a solução do problema não foi satisfatória, na etapa “Modificação”, as estratégias adotadas são ajustadas para aprimorar o modelo.

Bassanezi acredita que esse método exige dos professores muita habilidade e criatividade, visando desenvolver novos métodos e técnicas quando necessárias em sua interação entre a realidade e a matemática. Como as etapas não precisam ser seguidas em uma sequência linear, durante as atividades é viável retornar e fazer alterações para aprimorar a compreensão e a execução do processo.

2.1.2 Concepção de Burak

Em 1987, foi concluída sua dissertação de mestrado em Ensino da Matemática e seus Fundamentos Filosófico-Científico da Educação pela Unesp, em Rio Claro, sob a orientação de Bassanezi. O professor Dionísio Burak possui doutorado em Educação pela Unicamp, e pós-doutorado pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Atua desde 2003 como professor e orientador em cursos de pós-graduação na Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), no estado do Paraná, e desde 1974 na Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro), também no Paraná, disseminando seus conhecimentos da Modelagem Matemática.

Figura 2 - Dionísio Burak (1944)



Fonte: disponível em: https://sites.unicentro.br/wp/demat/files/2012/06/dionisio_burak.jpg. Acesso em: 25 nov. 2024.

Para Burak (1992, p. 62), 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 previsões e tomar decisões”. Dionísio Burak adota a Modelagem Matemática como uma alternativa metodológica ao ensino-aprendizagem na Educação Básica, destacando a importância da interdisciplinaridade com abordagem em conteúdos do cotidiano dos alunos.

Procurando tornar o ensino de Matemática mais dinâmico e proporcionar uma aprendizagem mais significativa para os alunos, Burak (2004) recomenda que as atividades de Modelagem Matemática sigam um roteiro com cinco etapas, conforme descrito no quadro a seguir.

Quadro 2 - Etapas da Modelagem Matemática segundo Burak

| | |
|---|--|
| 1. Escolha do tema | O professor apresenta tópicos que têm potencial para despertar interesse dos alunos. Além disso, deve atuar como mediador. Nesse momento, não é necessário estabelecer a conexão com o conteúdo matemático. |
| 2. Pesquisa exploratória | Após definir o tema, os alunos conduzem uma pesquisa exploratória, tendo uma ideia inicial do que desejam desenvolver. |
| 3. Levantamento de problemas | Ao definir o que se deseja desenvolver, os alunos precisam identificar o problema a ser solucionado, pois isso possibilita a aplicação e o aprendizado dos conteúdos matemáticos. |
| 4. Resolução de problemas e o desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema | A busca é pela solução dos problemas identificados anteriormente, utilizando o conteúdo matemático de um modo que seja acessível ao aluno. Dessa forma, é possível sistematizar a resolução, permitindo que o aprendizado ocorra de uma maneira inversa à abordagem tradicional. |
| 5. Análise crítica das soluções | A análise envolve a avaliação do que foi sugerido e a forma como as respostas foram obtidas, além de verificar se a proposta é viável ao ensino. O objetivo é contribuir para a formação de alunos que são participativos. |

Fonte: adaptado de Klüber e Burak (2008).

No decorrer da primeira etapa, é crucial que o tema selecionado seja de interesse dos alunos participantes, objetivando promover uma maior interação. As turmas podem ser divididas em grupos, cada um com um tema próprio ou geral, sendo assim designado para toda a turma. Na etapa de “Pesquisa Exploratória”, tanto os estudantes quanto os professores aprofundam-se no tema escolhido, reunindo informações relevantes. Os conceitos matemáticos necessários para resolver os problemas propostos são explorados. Ao longo da terceira etapa, os questionamentos são formulados em linguagem matemática, fomentando o pensamento crítico dos estudantes. O desenvolvimento crítico e reflexivo que ocorre no processo difere dos encontrados em livros, uma vez que os problemas surgem de uma investigação exploratória. Na fase de “Modelagem”, os problemas exibem características únicas, sendo formulados com base na pesquisa realizada. No decurso da etapa “Resolução de Problemas”, os conceitos matemáticos adquirem significado, destacando-se em áreas de interesse dos estudantes. Na etapa final, as soluções encontradas ao longo do processo são analisadas e discutidas,

considerando os aspectos matemáticos e outros relacionados ao tema, visto que isso possibilita a avaliação e a validação do uso do modelo selecionado em problemas semelhantes.

Com isso, Burak (2004) defende que os alunos podem encontrar um significado mais profundo naquilo que estudam, explorando e observando temas que realmente os interessem. Esses grupos de alunos têm a chance de expressar-se, debater e sugerir soluções com base nos tópicos escolhidos por eles mesmos, buscando, desse modo, a satisfação pessoal ao compreender e resolver problemas que despertam seu interesse.

2.1.3 *Concepções de Biembengut*

A professora Maria Salett Biembengut ressalta que sua concepção foi influenciada por Bassanezi (2001) no tempo em que ela cursava o Mestrado. Embora tenha ingressado por acaso no curso de Ciências com Habilitação em Matemática, Biembengut rapidamente apaixonou-se pela experiência de ensinar. A professora Maria Salett possui doutorado em Engenharia de Sistemas pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e, atualmente, é docente aposentada na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS); é autora de diversos livros que demonstram como a Modelagem Matemática pode ser uma ferramenta valiosa aos professores da Educação Básica.

Para Biembengut e Hein (2013, p. 7) a modelagem é “tão antiga quando a própria Matemática, surgindo de aplicações diárias dos povos antigos”. Posto isso, a modelagem está presente em quase todas as áreas. Tal interpretação é necessária para explicar os fenômenos naturais e sociais nos quais estamos inseridos. Para Biembengut e Hein (2003), a Modelagem Matemática é um processo de obtenção que almeja um modelo que relacione a utilização da matemática à realidade do aluno, traduzindo o fenômeno estudado para a linguagem matemática. Nelson Hein e Maria Salett determinam que a modelagem “[...] é uma arte, ao formular, resolver e elaborar expressões que valham não apenas para uma solução particular, mas que também sirvam, posteriormente, como suporte para outras aplicações e teorias. ” (Biembengut; Hein, 2005, p. 13).

Figura 3 - Maria Salett Biembengut (19??)

Fonte: disponível em: <https://eventos.ufu.br/palestrante/2020/08/maria-salett-biembengut>. Acesso em: 26 nov. 2024.

A autora, acima destacada, assevera que a Modelagem Matemática deve estimular o domínio dos conceitos matemáticos e não apenas a sua aplicação. Por conseguinte, sob essa concepção, a modelagem é um método que adentra o ensino-aprendizagem. No Quadro 3, podemos destacar as três etapas de sua concepção a respeito de Modelagem Matemática:

Quadro 3 - Etapas de Modelagem Matemática segundo Biembengut

| | |
|---|--------------------------------------|
| Interação (Percepção e apreensão) | Reconhecimento da situação-problema. |
| | Familiaridade com o assunto. |
| Matematização (Compreensão e explicitação) | Formulação do problema |
| | Resolução do problema |
| Modelo Matemático (Significação e Expressão) | Interpretação da solução |
| | Validação do modelo |

Fonte: adaptado de Biembengut (2009).

Na primeira etapa, é essencial reconhecer a situação-problema e avaliar o nível de familiaridade dos estudantes com o tema. Essa pesquisa pode ser feita das seguintes formas: direta, utilizando livros, revistas e artigos; indireta, através de dados empíricos e de campo. Na segunda etapa, o problema é lido sob uma perspectiva matemática, buscando resolver a situação por meio de um modelo que aproxime a solução dos conceitos matemáticos. Nesse momento, levantam-se as hipóteses e identificam-se constantes e variáveis, selecionando o que é relevante nos processos. Por fim, na última etapa, verifica-se o grau de confiança nos resultados obtidos, interpretando e validando o modelo. Se os objetivos não forem alcançados, revisitam-se as etapas anteriores para ajustar as hipóteses e variáveis adequadamente.

Klüber e Burak (2009) destacam que, na concepção da professora Maria Salett Biembengut, a Modelagem na Educação Básica não pode ser desenvolvida na mesma intensidade que no Ensino Superior, dado que neste é esperado que os estudantes tenham uma

maior facilidade em desenvolver os modelos, em razão de suas experiências empíricas. Por intermédio da Modelagem, os estudantes podem representar, matematicamente, fatos reais de seu cotidiano, podendo, por isso, compreender, modificar e simular em diversas áreas de conhecimento.

Biembengut e Hein (2014) sugerem ainda que há cinco passos para que a Modelagem seja inserida em uma sala de aula: o diagnóstico dos alunos; a escolha do tema; o desenvolvimento do conteúdo programático; as orientações de modelagem e a sua avaliação.

2.1.4 Concepção de Barbosa

O professor Jonei Cerqueira Barbosa formou-se em Licenciatura em Matemática pela Universidade Católica de Salvador (UCSal), no estado da Bahia, em 1997; concluiu o doutorado em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” em 2001. Desde 2010, Jonei é professor, em regime de dedicação exclusiva na Faculdade de Educação na Universidade Federal da Bahia (UFBA). Ele destacou-se no campo da Educação Matemática após defesa e publicação de sua tese de doutorado.

Figura 4 - Jonei Cerqueira Barbosa (19???)



Fonte: disponível em: <https://academo.ufba.br/pesquisador.php?cod=463>. Acesso em: 26 nov. 2024.

Para Barbosa (2004), a Modelagem representa um amplo “guarda-chuva” que abrange quase tudo. Ele enfatiza que não é necessário estabelecer fronteiras rigorosas, mas, sim, ter uma compreensão mais clara do que entendemos por Modelagem. Além disso, Barbosa (2001) destaca que “A Modelagem Matemática se constitui como um ambiente de aprendizagem, no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da Matemática, situações oriundas de outras áreas da realidade” (Barbosa, 2001. p. 2), sendo esse ambiente o local que cerca e envolve o aluno.

Ele crê que “[...] as atividades de Modelagem podem contribuir para desafiar a ideologia da certeza e colocar lentes críticas sobre as aplicações matemáticas.” (Barbosa, 2004). Permitindo potencializar a intervenção das pessoas em decisões sociais que envolvem essas aplicações matemáticas, Barbosa apresenta três formas, que ele chama de casos, para desenvolver esse ambiente:

Quadro 4 - Etapas de Modelagem Matemática segundo Barbosa

| | |
|----------------|--|
| 1º Caso | O professor apresenta um problema bem detalhado, utilizando dados qualitativos e quantitativos, cabendo aos alunos realizarem a investigação. Nesta abordagem, os alunos precisam sair da sala de aula para coletar novos dados, e a atividade não se estende por muito tempo. |
| 2º Caso | Os alunos enfrentam apenas o problema a ser investigado, mas precisam sair da sala de aula para reunir dados. Ao professor, resta a responsabilidade de formular o problema inicial. Nesse contexto, os alunos assumem maior responsabilidade na condução das atividades. |
| 3º Caso | Trata-se de projetos que são elaborados a partir de temas que não estão diretamente ligados à Matemática, podendo ser selecionados pelo professor ou pelos alunos. Nessa situação, a formulação do problema, a coleta de dados e a resolução ficam a cargo dos alunos. |

Fonte: adaptado de Barbosa (2001).

Barbosa (2004, p. 3) destaca que os estudantes devem ser levados a “[...] criar perguntas e/ou problemas [...]” buscando, assim, a manipulação e reflexão sobre os dados observados. Essas atividades não devem atuar isoladamente, mas articuladas, visando propiciar aos estudantes um conhecimento reflexivo.

Sendo assim, a origem das atividades de Modelagem Matemática desse autor não deve ser baseada em situações fictícias. O professor precisa observar o contexto em que os alunos estão inseridos. Barbosa (2001) argumenta que, seguindo a ideia de ambiente de aprendizagem proposta por Skovsmose (2000), os estudantes devem realizar atividades que tenham como referência a sua própria realidade, e isso envolve convidá-los a problematizar e investigar essas situações.

Esse autor enfatiza que o que realmente importa não é o modelo matemático em si, mas, sim, o processo de investigação. Barbosa (2003) argumenta que esse modelo não se resume a equações ou a representações entre variáveis, defendendo que a análise desses modelos deve ser feita sob uma perspectiva sociocrítica da Modelagem Matemática. Essa abordagem tem uma função social, permitindo que os participantes explorem e analisem esses modelos matemáticos em seu contexto social.

Sobre o uso da MM no contexto educacional, Sousa, Lara e Ramos (2017, p. 17) destacam ser importante para a “[...] motivação, facilitação da aprendizagem, preparação para utilizar a Matemática em diferentes áreas, desenvolvimento de habilidades gerais de exploração e compreensão do papel sociocultural da Matemática.”. Barbosa (2004) destaca a responsabilidade do professor na condução das atividades na implementação da Modelagem, propondo três casos, apresentados no quadro abaixo, conforme a participação do professor e de seus estudantes.

Quadro 5 - Flexibilidade da modelagem na concepção de Barbosa

| | Caso 1 | Caso 2 | Caso 3 |
|-------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Formulação do Problema | Professor | Professor | Professor/Aluno |
| Simplificação | Professor | Professor/Aluno | Professor/Aluno |
| Coleta de Dados | Professor | Professor/Aluno | Professor/Aluno |
| Solução | Professor/Aluno | Professor/Aluno | Professor/Aluno |

Fonte: Barbosa (2004).

Dessa forma, é viável observar que nessa concepção, temos uma grande flexibilidade da Modelagem em diferentes contextos escolares. “[...] a ênfase pode ser projetos pequenos de investigação, como no caso 1; em outros, pode ser projetos mais longos, como os casos 2 e 3. Mas, seja como for, quero sublinhar a perspectiva crítica nessas atividades e a consideração de situações, de fato, ‘reais’ como subjacentes a eles.” (Barbosa, 2004, p. 6).

A partir do desenvolvimento de projetos de MM, é plausível ensinar o conteúdo de Matemática e promover a criatividade dos estudantes ao desenvolverem uma pesquisa, ou seja, a problematização e a investigação, com o propósito de contextualizar a disciplina no âmbito social, cultural e econômico, instigando, a partir dessa proposta, trabalhos em grupo e buscando uma maior participação efetiva dos alunos.

Barbosa (2003) afirma que convidar os alunos a participar demonstra respeito por seus interesses, oferecendo-lhes uma chance de aprender Matemática com base em suas habilidades cognitivas, biológicas, culturais e sociais. Essa abordagem propicia a interação entre professores e alunos, promovendo a construção conjunta do conhecimento e eliminando o tradicional papel de mero transmissor de saberes que é atribuído aos professores.

2.1.5 Concepção de Almeida

A professora Lourdes Maria Werle de Almeida formou-se no curso de Licenciatura em Matemática, no ano de 1981, pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE),

localizada no estado do Paraná. Lourdes Maria possui mestrado em Matemática e doutorado em Engenharia de Produção, atuando como professora desde 1985 na Universidade Estadual de Londrina. Almeida, Silva e Vertuan (2013) entendem a Modelagem Matemática como “[...] uma alternativa pedagógica na qual fazemos uma abordagem, por meio da Matemática, de uma situação-problema não essencialmente Matemática”.

Figura 5 - Lourdes Maria Werle de Almeida (19??)



Fonte: disponível em: <https://www.sbemparana.com.br/viiiiepmem/>. Acesso em: 29 nov. 2024.

A autora destaca que essa estratégia deve estar voltada para o desenvolvimento do conhecimento reflexivo do estudante, tencionando a formação de um cidadão crítico, sendo possível a partir de um ambiente no qual a aprendizagem aconteça de forma significativa (Almeida; Dias, 2004). Tais ambientes permitem que os estudantes tenham a oportunidade de “[...] experimentar, modelar, analisar situações e desenvolver um espírito crítico a respeito das soluções encontradas” (Almeida; Dias, 2004, p. 02).

Nessa proposta, é importante os estudantes desenvolverem e buscarem resoluções para problemas encontrados em seu cotidiano, sendo possível sua interação dentro da sala de aula. Atividades cooperativas podem auxiliar nesse processo, proporcionando, portanto, a “[...] reflexão, levando a uma conscientização do lugar e do papel da Matemática na sociedade.” (Almeida; Dias, 2004, p. 06).

Para Almeida (2004), a Modelagem Matemática é:

“[...] uma alternativa para o ensino aprendizagem da matemática escolar, que pode proporcionar aos alunos oportunidades de identificar e estudar situações problemas de sua realidade, despertando maior interesse e desenvolvendo um conhecimento mais crítico e reflexivo em relação aos conteúdos da Matemática.” (Biembengut, 2004. p. 07).

Através desse entendimento, a Modelagem Matemática pode possibilitar aos estudantes a capacidade de identificar, estudar e desenvolver problemas de sua realidade, buscando despertar, desse modo, o interesse em relação aos conteúdos. D’Ambrósio (2002) destaca que

esse é um caminho para enfrentar os desafios de ensinar Matemática nas escolas, permitindo uma disciplina integrada no mundo moderno.

Para o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática, na concepção de Almeida, Silva e Vertuan (2012), é necessário perpassar por quatro fases, tendo em cada fase ações distintas dos estudantes. Na primeira fase, denominada de “interação”, os estudantes devem informar-se sobre o tema e buscar informações iniciais que viabilizem a resolução da atividade proposta pelo professor. Em sequência, temos a fase de “matematização”, tendo os estudantes como principal função a formulação de hipóteses, a seleção de variáveis e o reconhecimento do problema por meio de estruturas matemáticas. Na terceira fase, é proposto aos estudantes a “formulação” de um modelo matemático que permita a solução da situação inicial. A última fase é destinada à “análise e interpretação” dos resultados, bem como a sua validação.

Almeida (2004) propõem uma execução de forma gradativa das atividades. No primeiro momento, após a apresentação de um problema pelo professor, os estudantes formularão hipóteses e farão a investigação do problema, sendo as atividades executadas em conjunto, ou seja, professores e alunos. Os problemas abordados devem possibilitar ao estudante a capacidade de deduzir, analisar e utilizar um modelo matemático. No segundo momento, os estudantes farão a investigação e a validação do modelo matemático. A autora indica que os estudantes possam ser divididos em grupos para uma análise diversificada e troca de conhecimentos, além de uma maior interação. No último momento, os estudantes são incentivados a conduzirem um processo de MM assessorados pelo professor.

2.1.6 Concepção de Caldeira

O professor Ademir Donizeti Caldeira possui licenciatura em Matemática pela Universidade Estadual de São Paulo (Unesp). Nessa mesma instituição, obteve o mestrado em Educação Matemática. Concluiu o doutorado em Educação, com ênfase em Modelagem Matemática e Educação Ambiental, na Unicamp. Atualmente, é professor do Departamento de Metodologia de Ensino de Educação e Ciências Humanas da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) no estado de São Paulo.

Para Caldeira (2005), o ensino de Matemática deve focar na compreensão e na criticidade, na aplicação da Matemática em problemas do dia a dia dos alunos, em vez de se preocupar apenas com a reprodução de conteúdos definidos pelo currículo. De maneira similar, Burak (1992) enfatiza que os temas devem estar ligados à realidade dos estudantes,

reconhecendo a importância dos conhecimentos matemáticos dentro de seu contexto cultural. Dessa forma, é essencial incentivar a participação de professores e alunos no desenvolvimento de situações-problemas, promovendo a formação de cidadãos críticos e atuantes na sociedade.

Figura 6 - Ademir Donizeti Caldeira (19??)



Fonte: disponível em: https://www.saci.ufscar.br/data/clipping/imagens/54933_00.jpg. Acesso em: 29 nov. 2024.

Para esse autor, a Modelagem Matemática é um sistema de aprendizagem que se caracteriza por ser dinâmico e investigativo. Caldeira (2007) defende que a MM tem fundamentos epistemológicos nas ciências humanas, relacionados à construção do conhecimento, permitindo que as pessoas compreendam a relevância da Matemática em suas vidas. Nessa circunstância, a MM torna-se um processo de aprendizagem significativa⁶.

Caldeira (2005) propõe que o ensino e a aprendizagem tornem-se um processo dinâmico, permitindo que os conteúdos de Matemática sejam mais claros na vida dos cidadãos, “[...] devido “dar luz” e sentido aos conteúdos, permitindo o questionamento nos currículos em relação a esses conteúdos” (Caldeira, 2005, p. 4). Dessa forma, os conhecimentos matemáticos são contínuos e interconectados, com problemas contextualizados e dentro do contexto educacional.

A visão desse autor alinha-se com a proposta de Barbosa (2001). Ele sugere que o desenvolvimento deve ocorrer por meio de projetos, nos quais as etapas não seguem necessariamente uma ordem previsível. Ao não adotar uma única resposta correta aos desafios enfrentados pelos estudantes, essa abordagem desafia os princípios do currículo tradicional de avaliação. Sob essa percepção, a “modelagem pode ser considerada adequada para a busca de um ensino de Matemática com significado para quem ensina e para quem aprende” (Klüber; Burak, 2008, p. 28).

⁶ Segundo Ausubel (2003), a aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação se conecta aos conhecimentos prévios do indivíduo, ou seja, quando o repertório anterior é expandido e atualizado. Esse processo de aprendizagem se dá a partir da estrutura cognitiva do conhecimento, que é resultado do armazenamento organizado das informações na mente do estudante. Assim, a nova informação é integrada ao repertório já existente, permitindo fazer associações e atribuir significados a ela.

2.1.7 *Análise das Concepções de Modelagem Matemática*

Com base nas ideias discutidas anteriormente, é fundamental observar como elas podem alinhar-se ou distanciar-se. Todas as abordagens têm como ponto de partida a importância de ensinar Matemática de maneira contextualizada, com a finalidade de os alunos conseguirem entender os conteúdos de forma prática, uma vez que essa metodologia assegura perceber que os modelos criados podem contribuir para a compreensão, o desenvolvimento e a análise dos resultados alcançados.

Para uma compreensão mais abrangente, é possível notar que a Modelagem Matemática pode ser interpretada de várias maneiras. No quadro 6, podemos ver, de forma concisa, as diferentes concepções dos autores já mencionados.

Quadro 6 - A Modelagem Matemática e algumas concepções

| Autores | Concepção de Modelagem Matemática |
|----------------|--|
| Bassanezi | Estratégia de aprendizagem de conteúdos matemáticos |
| Burak | Alternativa metodológica – Conjunto de procedimentos |
| Biembengut | Procedimento da construção de um modelo |
| Barbosa | Ambiente de aprendizagem |
| Almeida | Alternativa pedagógica |
| Caldeira | Sistema de aprendizagem |

Fonte: dados da pesquisa (2023)⁷.

Embora existam diversas concepções, é factível ressaltar que esses autores sugerem que o ensino-aprendizagem de Matemática deve ser direcionado para que os alunos entendam a disciplina através do desenvolvimento e da resolução de problemas do seu dia a dia. Isso incentiva-os a envolverem-se em um processo investigativo e questionador.

Algumas diferenças devem ser levadas em consideração. Sousa, Lara e Ramos (2017) destacam que, de acordo com as concepções abordadas, é destacado que para Burak (1992), Barbosa (2004), Almeida, Silva e Vertuan (2013) e Caldeira (2005) não são estabelecidos os conteúdos matemáticos para solucionar um problema. Para esses autores, os conteúdos surgem de acordo com a necessidade para resolver os problemas propostos. Enquanto isso, para Biembengut e Hein (2013), o desenvolvimento do conteúdo é que determina os problemas desenvolvidos com os estudantes. Para a autora “[...] a ideia de escolher temas que tratem dos

⁷ Adaptado de Bassanezi (2002), Burak (1992), Biembengut e Hein (2013), Barbosa (2004), Almeida, Silva e Vertuan (2013) e Caldeira (2005).

conteúdos programáticos que facilitem a adoção da Modelagem pelos professores” (Sousa, Lara e Ramos, 2017, p. 21).

No que diz respeito ao encaminhamento das propostas de Modelagem Matemática, os autores Biembengut e Hein (2013), Burak (1992), Bassanezi (2004) e Almeida (2004) indicam que o desenvolvimento dessas atividades baseia-se em etapas para sua implementação e resolução dos problemas identificados. Em contrapartida, Barbosa (2004)⁸ e Caldeira (2005) afirmam que não há uma definição prévia em relação à proposta, pois elas surgem conforme as necessidades decorrentes das atividades realizadas. Essa abordagem é considerada sob uma perspectiva antropológica.

2.2 Ambiente de Aprendizagem

Com o objetivo de romper com o modelo de aula tradicional, Alrø e Skovsmose (2010) ressaltam que esse método fundamenta-se em aulas técnicas que incentivam a memorização e a realização de atividades em livros didáticos. Assis (2017) destaca que esse paradigma pode ser desafiado através da “[...] resolução e proposição de problemas, através de abordagens temáticas, trabalho com projetos, etc.” (Assis, 2017, p. 32).

Skovsmose (2000) destaca que em um cenário de investigação, os estudantes devem ser convidados a formular, desenvolver e resolver um problema. De acordo com o autor:

O convite é simbolizado pelo “O que acontece se...?” do professor. O aceite dos alunos ao convite é simbolizado por seus “Sim, o que acontece se...?”. Dessa forma, os alunos se envolvem no processo de exploração. O “Por que isto...?” do professor representa um desafio e os “Sim, por que isto...?” dos alunos indicam que eles estão encarando o desafio e que estão procurando por explicações. (Skovsmose, 2000, p. 06)

Quando o aluno aceita o convite do professor, esse contexto transforma-se em um ambiente de aprendizagem. Nesse espaço, os estudantes assumem a responsabilidade pelo processo investigativo. Skovsmose (2000) enfatiza que os problemas apresentados aos alunos devem ter referências bem definidas, baseando-se na Matemática pura, em uma semirrealidade ou na realidade em que estão inseridos.

Sobre isso, Melo e Rocha (2018) destacam que:

[...] as atividades de matemática podem possuir três tipos de referência, são elas: *referências à matemática pura* quando se tratam apenas das técnicas matemáticas envolvidas, *referências à semirrealidade* quando as atividades se

⁸ Dentro da visão do autor, a sua abordagem para a execução de projetos, no primeiro caso, assemelha-se ao desenvolvimento inicial do trabalho sugerido por Biembengut (2001).

apresentam por meio de uma situação em um contexto hipotético idealizado apenas para ilustrar a situação colocada, mas que não contribui ou influencia na sua resolução, e finalmente *referências à vida real*, em que exploramos situações e experiências provenientes da realidade dos estudantes. (Melo; Rocha, 2018. p.02).

O ambiente voltado à Matemática pura concentra-se na manipulação algébrica e nos conceitos abstratos, sem preocupar-se com suas aplicações práticas. Em contraste, o ambiente de semirrealidade é caracterizado pela utilização de números e figuras geométricas, funcionando como uma referência que ajuda os alunos a resolverem problemas. Nesse cenário, o aluno não questiona o problema apresentado pelo professor, focando apenas na solução. Por outro lado, o ambiente que se conecta com a realidade depende das experiências do dia a dia dos estudantes, o que torna fundamental que o professor esteja atento a essa realidade.

O autor combina dois paradigmas: o da resolução de exercícios e os cenários de investigação, com suas três referências, obtendo, então, uma matriz com seis tipos de ambientes de aprendizagem que poderão ser observados no Quadro 7 a seguir.

Quadro 7 - Ambientes de Aprendizagem de Ole Skosmose

| Referências | Lista de Exercícios | Cenários para Investigação |
|--------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Matemática pura | (1) | (2) |
| Semirrealidade | (3) | (4) |
| Vida real | (5) | (6) |

Fonte: adaptado de Skovsmose (2000).

No ambiente (1), são apresentados exercícios para que os alunos desenvolvam habilidades através do uso mecânico de fórmulas, sem permitir questionamentos ou investigações dos estudantes. Em contraste, no ambiente (2), os alunos são incentivados a refletir sobre as soluções do ambiente anterior, estimulando seu pensamento crítico. O objetivo é que eles não só realizem cálculos sem significado, mas também compreendam a relevância na resolução do problema proposto.

A semirrealidade encontrada no ambiente (3) busca uma contextualização na resolução de atividades, mas não necessariamente representando a realidade em que os estudantes estão inseridos. Alguns problemas contidos nos livros didáticos seguem esse princípio, não permitindo muita interação dos estudantes com a problemática em questão. Não muito distante é a proposta do ambiente (4), porém essa busca dá-se a partir dos problemas contextualizados convidarem os estudantes para que explorem e expliquem as resoluções ou questionamentos encontrados nesse momento.

Quando as atividades apresentadas aos estudantes baseiam-se em problemas reais, como a interpretação de um gráfico que represente a preferência por determinada marca, oferecendo um ambiente de aprendizagem do tipo (5). A partir desses dados, os estudantes podem analisar e questionar as informações apresentadas, contribuindo com a comunicação entre professor e aluno. Entretanto essas atividades ainda estão contidas no paradigma dos exercícios. Ao desenvolver cenários de investigação, envolvendo problemas do cotidiano dos estudantes, o professor constrói um ambiente do tipo (6). Skovsmose (2000) defende que esse ambiente de aprendizagem pode ser explorado a partir do desenvolvimento de projetos, em que o professor assume o papel de guia dos estudantes na resolução de problemas encontrados no decorrer do processo.

Diferentemente do processo educacional tradicional, que se baseia na ideia de que apenas uma resposta está correta, ao desenvolver-se uma atividade não é possível antecipar os questionamentos e diálogos que podem emergir ao longo do processo. Ao incentivar os alunos a tornarem-se protagonistas de sua aprendizagem, eles transformam-se em investigadores e questionadores.

Consequentemente, a implementação de atividades de Modelagem Matemática permite que o ensino em sala de aula esteja alinhado aos interesses dos alunos, promovendo o desenvolvimento do pensamento crítico, da curiosidade e da criatividade. Indubitavelmente, tudo isso possibilita a abordagem dos conteúdos matemáticos dentro de um contexto social, cultural e político. A interdisciplinaridade desempenha um papel crucial, permitindo a interação dos conteúdos durante as pesquisas em sala de aula, favorecendo, por sua vez, o processo de ensino-aprendizagem tanto da Matemática quanto de outras disciplinas de Ciências.

O Ambiente de Aprendizagem possibilita que professores de diferentes disciplinas colaborem de maneira interdisciplinar, abordando questões/problemas que são relevantes para a vida diária dos alunos, e isso visa promover uma interação mais significativa do aluno com o desenvolvimento de sua aprendizagem. A seguir, contemplaremos algumas propostas de ensino em documentos normativos de base para a Educação.

2.3 O ensino de Matemática segundo a BNCC

O ensino de Matemática tem passado por grandes desafios. Os alunos relatam dificuldades em vincular os conteúdos explorados em sala de aula com situações vivenciadas por eles cotidianamente, causando uma insatisfação por parte de estudantes e professores diante dos resultados negativos em relação à aprendizagem.

Os professores, frequentemente, utilizam em sala de aula uma metodologia que se baseia na memorização de fórmulas e manipulações algébricas, em razão de sua praticidade para o desenvolvimento das atividades sugeridas pelos livros didáticos. Por conseguinte, os alunos enfrentam problemas que não têm conexão com seu dia a dia, dificultando, cada vez mais, o estabelecimento de uma relação significativa.

Buscando superar os desafios na aprendizagem, a BNCC – (Brasil, 2017) enfatiza a importância de os professores adotarem metodologias que tornem o ensino mais envolvente, aproximando os alunos dos conteúdos de Matemática. Essa abordagem deve estimular os estudantes a refletirem e aprimorarem seu raciocínio lógico ao lidar com novas situações.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), é destacado que:

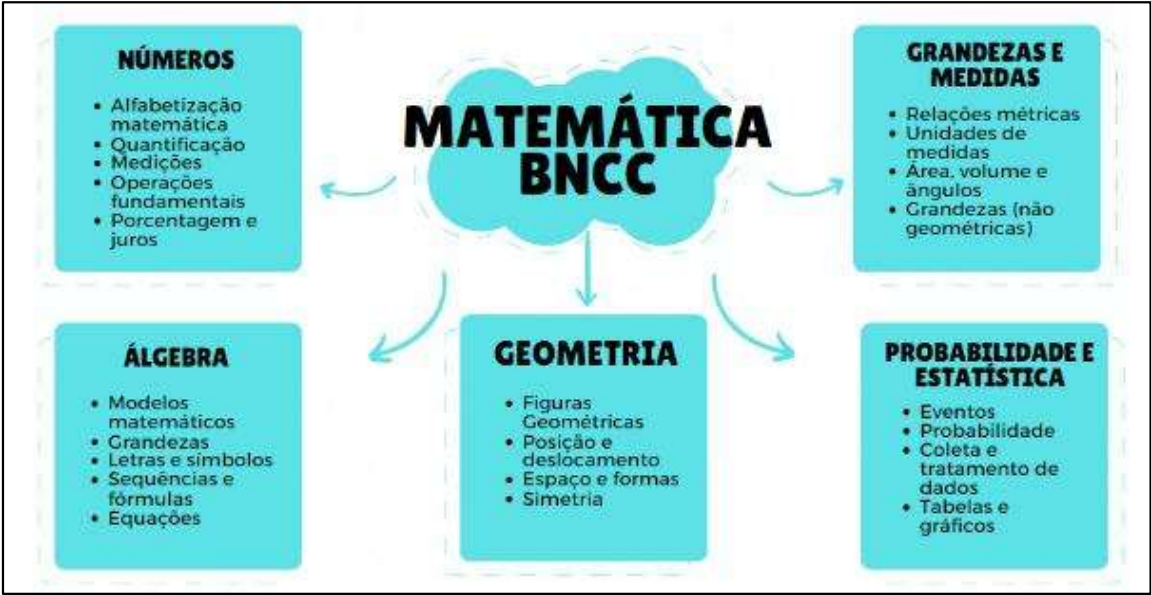
A Matemática comporta um amplo campo de relações, regularidades e coerências que despertam a curiosidade e instigam a capacidade de generalizar, projetar, prever e abstrair, favorecendo a estruturação do pensamento e o desenvolvimento do raciocínio lógico. Faz parte da vida de todas as pessoas nas experiências mais simples como contar, comparar e operar sobre quantidades. Nos cálculos relativos a salários, pagamentos e consumo, na organização de atividades como agricultura e pesca, a Matemática se apresenta como um conhecimento de muita aplicabilidade (Brasil, 1997. p. 24).

Em vista disso, torna-se necessário buscar metodologias que estimulem a capacidade dos estudantes para construir sua aprendizagem, aplicando seu conhecimento de fato e não apenas reproduzindo.

A BNCC propõe que, durante o Ensino Fundamental, o estudante passe pelo letramento matemático, sendo este responsável pelas habilidades de “[...] raciocinar, representar, comunicar e argumentar matematicamente” (Brasil, 2017. p. 266). Espera-se que, após o letramento, o estudante seja capaz de formular e resolver problemas, utilizando a Matemática como ferramenta.

Espera-se que os alunos tenham adquirido, ao longo do Ensino Fundamental, habilidades que se dividem nas áreas de: Números, Álgebra, Geometria, Grandezas e Medidas, Probabilidade e Estatística. Na Figura 7, é possível visualizar quais temáticas cada uma dessas habilidades abrange.

Figura 7 - Unidades temáticas para Matemática segundo a BNCC



Fonte: adaptado de Brasil (2018).

Marcão, Oliveira e Santos (2021, p. 19) observam que o ensino da disciplina de Matemática “[...] é visto como algo importante pela criança, ou ainda como algo que será usado futuramente, porém fica nítido que estas possuem aversão à disciplina com apostilas e listas de exercícios.” Isso ressalta a necessidade de alinhar essas experiências com os interesses dos alunos.

No dia a dia desses estudantes, há diversos problemas que podem surgir, exigindo decisões em diferentes contextos, como escola, trabalho ou lazer. Essas questões podem ser simples ou mais complexas. Rodrigues, Brito, Silva e Gonçalves (2024) ressaltam que uma atividade de Modelagem Matemática deve incluir uma situação inicial e uma final, sendo a solução alcançada por meio de um conjunto de procedimentos.

Para abordar questões do cotidiano dos estudantes, podemos notar a presença implícita da Modelagem Matemática na BNCC. No Quadro 8, são destacadas cinco competências gerais deste documento que evidenciam características que estão alinhadas com a Modelagem Matemática:

Quadro 8 - Competências da BNCC que convergem com a Modelagem Matemática (continua)

| Competência | Descrição |
|-------------|---|
| 01 | Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade ; continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva. |

Fonte: elaborado de acordo com Rodrigues, Brito, Silva e Gonçalves (2024).

Quadro 9 - Competências da BNCC que convergem com a Modelagem Matemática
(conclusão)

| Competência | Descrição |
|-------------|--|
| 02 | Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses; formular e resolver problemas; criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. |
| 05 | Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para comunicar-se, acessar e disseminar informações; produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. |
| 07 | Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis para formular, negociar e defender ideias ; pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta |

Fonte: elaborado de acordo com Rodrigues, Brito, Silva e Gonçalves (2024).

O termo “modelagem” aparece apenas uma vez em Brasil (2018), como uma estratégia de aprendizagem que o professor de Matemática pode utilizar durante o Ensino Fundamental. Apesar disso, é plausível perceber que a modelagem aparece de forma implícita, em habilidades e competências que buscam a investigação de problemas que estejam relacionados à realidade dos estudantes.

Para o Ensino Médio é possível destacar algumas competências específicas que contêm aspectos relacionados à Modelagem Matemática. Essas competências convergem ao propor que os estudantes devem desenvolver suas habilidades por meio de investigação e experimentação na resolução de problemas encontrados em seu cotidiano.

Brasil (2018) deixa isso explícito na Competência Específica 3 da Matemática para o Ensino Médio, destacando que:

Utilizar estratégias, conceitos, definições e procedimentos matemáticos para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos analisando a plausibilidade dos resultados e adequação das soluções propostas, de modo a construir argumentação consistente (Brasil, 2018, p. 531).

No desenvolvimento dessa competência, é fundamental que os alunos interpretem, formulem e busquem soluções para problemas matemáticos que possam surgir em contextos variados, integrando ou não outras áreas do conhecimento.

Os alunos devem cultivar habilidades que serão úteis ao longo da vida de cada um deles quando tiverem que enfrentar os desafios do dia a dia. Essas habilidades promovem o

aprendizado e a aplicação de conceitos matemáticos na busca por soluções para as atividades apresentadas, abrangendo questões individuais, problemas da comunidade local e do ambiente de trabalho.

É possível ressaltar que os problemas apresentados, por serem parte do cotidiano dos estudantes, possibilitam que eles compreendam e atuem no mundo com argumentos sólidos. D'Ambrosio (2001) destaca a importância de conteúdos críticos que capacitem os alunos a desempenharem um papel relevante na compreensão de sua realidade, visando a formação de cidadãos mais críticos.

No contexto de atividades que incentivam os estudantes a investigarem e a refletirem sobre estratégias que resolvem os problemas apresentados, Skovsmose (2013) enfatiza que a escola tem a responsabilidade de formar cidadãos críticos, capazes de desafiar e acreditar que suas ações podem impactar a sociedade. É importante que o professor consiga guiar seus alunos no processo de desenvolvimento dos problemas propostos, trazendo diferentes representações das situações-problemas e seus contextos.

Para que o estudante torne-se um cidadão ativo na sociedade, Brasil (2018) destaca que é fundamental que a Matemática capacite-o a calcular, medir, raciocinar, argumentar e abordar questões que estejam contextualizadas em sua realidade. A MM contribui para aprimorar a compreensão dos problemas matemáticos, possibilitando que os alunos envolvam-se de maneira efetiva e coletiva em seu processo de aprendizagem. Uma forma de acontecer essa relação dos conteúdos com o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes é a partir da interdisciplinaridade.

2.4 A interdisciplinaridade no ensino de Matemática

Na Educação, durante muito tempo, as disciplinas foram trabalhadas de forma que os estudantes fossem meros repetidores do conhecimento. O professor era o detentor do saber, sendo unicamente um transmissor de “conhecimento”, e os educandos, portanto, deveriam decorar fórmulas e resoluções, principalmente no ensino de Matemática.

Nascimento (2020) destaca que o conceito de interdisciplinaridade surgiu pela primeira vez no Brasil entre as décadas de 1960 e 1970. Antes desse período, não havia informações ou discussões sobre como ela poderia contribuir com a Educação.

Um dos precursores do estudo da interdisciplinaridade foi Hilton Japiassu, lançando o seu livro *Interdisciplinaridade e Patologia do Saber*, em 1976, destacando que o conhecimento dá-se por sua inter-relação de saberes e não de forma isolada. Fazenda (1979) destaca também

Gusdorf, em 1979, que conceituou a interdisciplinaridade como uma forma de compreender e transformar o mundo a partir do conhecimento, a partir da construção de um novo paradigma para a elaboração de projetos.

Figura 8 - Hilton Ferreira Japiassu (1934 – 2015)



Fonte: disponível em: <http://nucleodememoria.vrac.puc-rio.br/perfil/saudade/hilton-ferreira-japiassu-1934-2015>. Acesso em: 01 dez. 2024.

A interdisciplinaridade é uma forma de ir de encontro à metodologia tradicional, a fim de proporcionar uma conexão entre a sociedade, a escola e a realidade (Lemes, 2020). Dessa forma, com o propósito de tornar o conhecimento mais humano e efetivo, buscou-se uma maneira de tornar o saber mais agregado ao cotidiano.

Atualmente, o acesso à informação é constante e está facilmente disponível, graças às tecnologias que fazem parte do dia a dia dos estudantes. Muitas vezes, esses dados misturam-se e não estão organizados por disciplinas ou conteúdos. Japiassu (1976) argumenta que esse fenômeno representa uma quebra de barreiras entre as disciplinas, unificando as linguagens.

Na Matemática, a interdisciplinaridade é reforçada pela Base Nacional Comum Curricular, que estabelece a relação entre a compreensão e os procedimentos, e como podem contribuir para a aplicação dos conhecimentos, procurando a solução de problemas relacionados à realidade do estudante (Brasil, 2017).

Para preparar os discentes a sua realidade, a Matemática deve formar alunos críticos, exigindo que o ensino seja voltado para a construção coletiva, tentando encontrar “[...] a interação entre os conceitos aprendidos em diferentes disciplinas e desenvolver a capacidade de argumentar e organizar as informações” (Souza, 2013, p. 23).

Portanto, é possível facilitar que o estudante compreenda como a Matemática pode estar presente em outras disciplinas, para tal basta vinculá-la às situações do seu cotidiano, almejando o desenvolvimento e a aplicabilidade dos conteúdos em situações de sua realidade. Pereira e Mota (2016) destacam que:

[...] a interdisciplinaridade auxilia o ensino da Matemática, tendo em vista que os alunos adquirem uma visão mais ampla do conhecimento e também desenvolvem as habilidades necessárias para utilizar o que aprenderam na escola, em suas vidas. (Pereira, Mota, 2016, p. 89).

Com essa proposta, os estudantes devem ser capazes de fazer suas próprias escolhas, analisar fatos e tomar decisões, objetivando formar o que Freire (2016) denomina como cidadãos completos e capazes de “[...] analisar, interpretar e apreciar expressões artísticas e culturais, que contribua positivamente para a sociedade, [...]” (Lemes, 2020, p. 04). Tudo isso partindo das interdisciplinaridades e desfazendo as ideias de particularidades dos conteúdos e disciplinas.

Ferreira (1999) destaca que é preciso escolher conteúdos que se completem, intentando que bons resultados sejam alcançados a partir de projetos interdisciplinares. É importante que a concepção da aplicabilidade da Matemática esteja presente com os estudantes desde o primeiro ciclo, para que o educador possa basear-se no conhecimento e vivências externas que seus alunos levam para a sala de aula.

A partir de propostas de projetos interdisciplinares, é viável criar diversas aulas que sejam criativas e dinâmicas. Essa estratégia permite uma comunicação entre as disciplinas, sejam elas da mesma área ou não (Lemes, 2020). O objetivo é promover uma interação ativa entre os professores, o que contribui para um melhor desempenho na aprendizagem dos alunos. Em vista disso, o processo de aprender torna-se mais prazeroso, livre da pressão de memorizar fórmulas e realizar atividades que não se conectam com a realidade dos educandos.

Para que os estudantes desempenhem um papel mais ativo na sociedade, com o intuito de diminuir as disparidades sociais, Skovsmose (2013) ressalta a relevância da Educação nesse contexto de transformações sociais e tecnológicas. Ao promover a reflexão crítica e o pensamento criativo, a Educação pode capacitar os estudantes a tornarem-se agentes de mudança em suas comunidades. O autor destaca que é fundamental preparar indivíduos para lidar com os desafios e oportunidades do mundo atual.

O educador precisa encontrar maneiras de relacionar os conteúdos que serão trabalhados, com o objetivo de encontrar o interesse e a participação efetiva dos educandos. A opinião e o conhecimento externo dos estudantes devem ser levados em consideração. Freire (2011) destaca que quando isso não ocorre, o ensino clama por:

Falar da realidade como algo parado, estático, compartimentado e bem-comportado, quando não falar ou dissertar sobre algo completamente alheio à experiência existencial dos educandos, vem sendo, realmente, a suprema inquietação desta educação. (Freire, 2011, p. 79).

O Documento de Referência Curricular de Mato Grosso - Etapa Ensino Médio (DRC/MT-EM) - ressalta a importância de os professores objetivarem formas de aplicação para quebrar a ideia de que a Matemática é uma ciência exata e definitiva. Desse modo, a disciplina deve ser abordada como uma ciência viva e em constante evolução. De acordo com Brasil (2018), sugere-se que os indivíduos, por meio da interação social com o mundo, reexaminem, complementem e organizem os problemas matemáticos.

Para superar as problemáticas encontradas no ensino de Matemática, a DRC/MT-EM, destaca que o estudante não deve ser motivado à memorização e à repetição de atividades massivas em sala de aula. É importante elucidar que “[...] o estudante aprende construindo os conceitos através de ações reflexivas sobre materiais e atividades, ou por intermédio de situações-problemas e problematização do conhecimento matemático” (Brasil, 2018, p. 331).

Ao longo do Ensino Fundamental, é crucial que os alunos desenvolvam habilidades vertical e horizontalmente. Com base nas experiências anteriores, é essencial sistematizar e formalizar os conteúdos de Matemática para promover a progressão do aprendizado e expandir o letramento matemático. Sob essa perspectiva, o estudante é preparado para cursar o Ensino Médio, tendo seus conhecimentos prévios valorizados e as novas aprendizagens consolidadas.

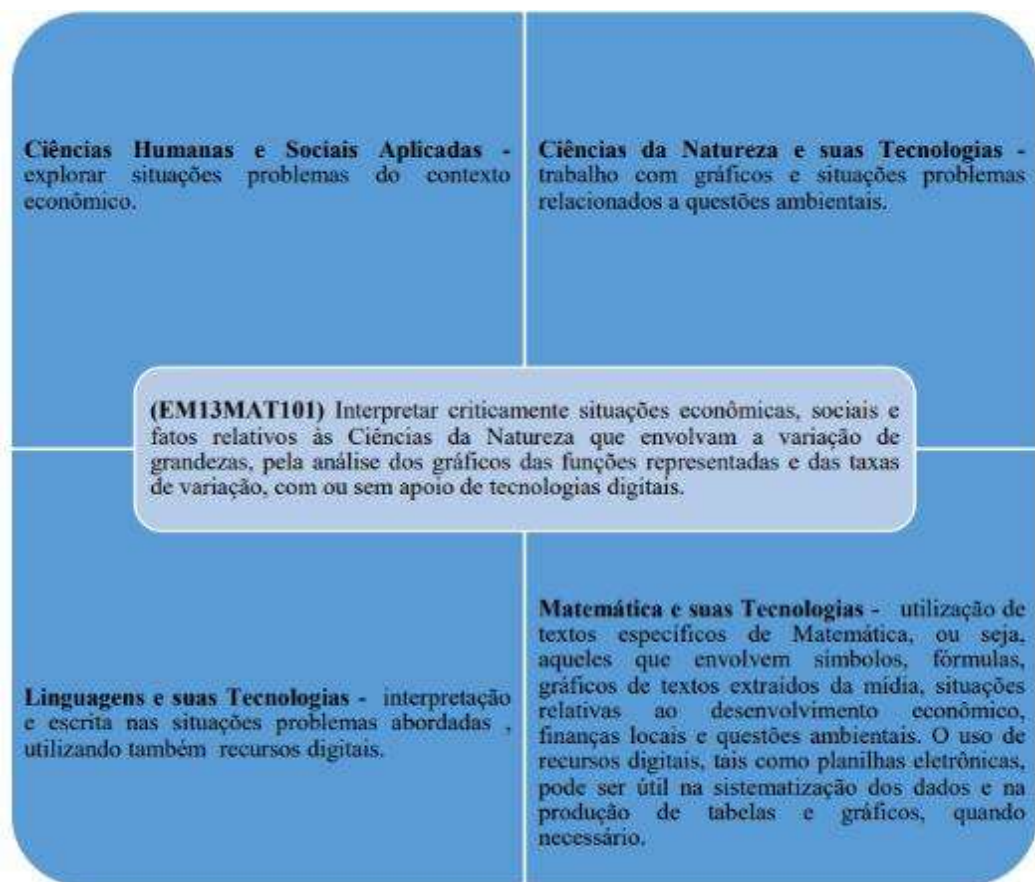
Brasil (2018) destaca no DRC/MT-EM que, no decorrer do Ensino Médio, é importante que:

[...] os conhecimentos desenvolvidos nas etapas anteriores devem ser consolidados e novos saberes matemáticos devem ser agregados. A complexidade dos problemas propostos, em situação escolar, deve ser mais aprofundada, exigindo maior análise e abstração dos estudantes, motivando-os a relacionarem a Matemática a outras áreas de conhecimento e aos mais variados aspectos da vida social. (Brasil, 2018, p. 341).

É primordial que os estudantes tenham a oportunidade de refletir, analisar, argumentar e raciocinar por meio da interação com seus colegas, pois isso ajuda-os a adquirir novas estratégias, conhecimentos e procedimentos. Lopes (2011) ressalta que essa interação possibilita que os alunos expandam suas relações sociais ao trabalharem em grupo, além de aprenderem a tomar decisões através de experiências variadas, dentro e fora da sala de aula, promovendo o desenvolvimento de suas habilidades cognitivas e socioemocionais.

Esse documento sugere a integração entre as áreas, reconhecendo que esse processo é substancial para o ensino e a aprendizagem, com o objetivo de potencializar o conhecimento do aluno. Nele, você encontra diferentes perspectivas de interdisciplinaridade, como demonstrado na figura abaixo.

Figura 9 - Perspectivas de trabalho de habilidades, articulando diferentes áreas



Fonte: DRCMT- Área de Matemática e suas Tecnologias.

Sendo assim, é possível estabelecer a relação da Matemática com outras áreas, o que auxilia na percepção do estudante em compreender e utilizar os seus conhecimentos matemáticos para elaborar hipóteses, desenvolver e comprovar problemas matemáticos ou não. Toda essa proposta deve estar muito bem planejada para que se possa alcançar os objetivos.

No planejamento de atividades, a organização é fundamental para garantir o sucesso das ações. É essencial que o professor realize um diagnóstico inicial para definir um ponto de partida. Brasil (2018) ressalta algumas perguntas que devem ser consideradas.

[...] esse planejar está diretamente relacionado à intencionalidade pedagógica e ao elaborar o planejamento várias questões permearão essa construção, tais como: o que os estudantes devem saber? O que os estudantes devem saber fazer? O que se pretende ensinar? Quais os diagnósticos que nortearão esse planejamento? Quais os pré-requisitos necessários para que a aprendizagem se efetive? Como planejar de forma a atender as necessidades de todos os estudantes? Quais metodologias serão adotadas? Quais recursos didáticos serão utilizados? O que se pretende avaliar? Como se dará o processo de avaliação dos estudantes? Que ações devem ser desencadeadas para incentivar e desenvolver o protagonismo dos estudantes? (Brasil, 2018, p. 375).

Este estudo apoia-se nessas ideias para sua evolução, ressaltando a importância de os professores elaborarem um planejamento sólido para garantir a eficácia do projeto. Além disso, a colaboração entre os educadores e a comunidade escolar é fundamental para o sucesso das iniciativas. A integração de novas metodologias de ensino, em conjunto com o uso de tecnologias inovadoras ou não, podem proporcionar uma experiência educativa mais rica e dinâmica aos alunos.