



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG)  
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA (IME)  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM  
MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL (PROFMAT)



LIDIANE RODRIGUES DA MATA SANTOS

**Modelagem Matemática e o Documento Curricular para  
Goiás etapa ensino médio (DC-GOEM): contribuições para o  
ensino de matemática no Ensino Médio**

GOIÂNIA  
2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA

## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

### E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva da autora. Ao encaminhar o produto final, a autora e a orientadora firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

#### 1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação     Tese     Outro\*: \_\_\_\_\_

\*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

Exemplos: Estudo de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

#### 2. Nome completo da autora

**Lidiane Rodrigues da Mata Santos**

#### 3. Título do trabalho

Modelagem Matemática e o Documento Curricular para Goiás etapa ensino médio (DC-GOEM): contribuições para o ensino de matemática no Ensino Médio

#### 4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pela orientadora)

Concorda com a liberação total do documento  SIM     NÃO<sup>1</sup>

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);

b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

**Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.**



Documento assinado eletronicamente por **Ronaldo Antonio Dos Santos, Professor do Magistério Superior**, em 23/07/2024, às 18:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Lidiane Rodrigues Da Mata , Discente**, em 29/07/2024, às 16:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

---



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_ace\\_sso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_ace_sso_externo=0), informando o código verificador **4615727** e o código CRC **E4B4F648**.

---

LIDIANE RODRIGUES DA MATA SANTOS

**Modelagem Matemática e o Documento Curricular para  
Goiás etapa Ensino Médio (DC-GOEM): contribuições para o  
ensino de matemática no Ensino Médio**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional, do Instituto de Matemática e Estatística (IME), da Universidade Federal de Goiás(UFG), como requisito para obtenção do título de Mestre em Matemática.

**Área de concentração:** Matemática do Ensino Básico.

**Orientador:** Prof. Dr. Ronaldo Antônio dos Santos

GOIÂNIA

2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Santos, Lidiane Rodrigues da Mata  
Modelagem Matemática e o Documento Curricular para Goiás  
etapa Ensino Médio (DC-GOEM) [manuscrito] : contribuições para o  
ensino de matemática no Ensino Médio / Lidiane Rodrigues da Mata  
Santos. - 2024.  
cxxxviii, 138 f.

Orientador: Prof. Ronaldo Antônio dos Santos.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Instituto  
de Matemática e Estatística (IME), PROFMAT - Programa de Pós  
graduação em Matemática em Rede Nacional - Sociedade Brasileira  
de Matemática (RG), Goiânia, 2024.

Bibliografia. Apêndice.  
Inclui lista de figuras.

1. Modelagem Matemática. 2. metodologia de ensino. 3. DC  
GOEM. 4. ensino médio. 5. ensino de matemática. I. Santos,  
Ronaldo Antônio dos, orient. II. Título.

CDU 51



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA

### ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº 17 da sessão de Defesa de Dissertação de **Lidiane Rodrigues da Mata Santos**, que confere o título de Mestre em **Matemática**, na área de concentração em Matemática do Ensino Básico.

Aos **vinte e dois dias do mês de julho de dois mil e vinte e quatro**, a partir das 14h, na Sala de Aula do Instituto de Matemática e Estatística da UFG, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada “**Modelagem Matemática e o Documento Curricular para Goiás etapa ensino médio (DC- GOEM): contribuições para o ensino de matemática no Ensino Médio**”. Os trabalhos foram instalados pelo Professor Doutor Ronaldo Antonio dos Santos (IME/UFG) com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professora Doutora Elisabeth Cristina de Faria (IME/UFG) e o membro titular externo; Professora Doutora Aline Mota de Mesquita Assis (IFG/Goiânia). Durante a arguição os membros da banca **não fizeram** sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido a candidata **aprovada** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo Professor Doutor Ronaldo Antonio dos Santos, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que segue assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos **vinte e dois dias do mês de julho de dois mil e vinte e quatro**.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Aline Mota de Mesquita Assis**, Usuário **Externo**, em 22/07/2024, às 18:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#) .



Documento assinado eletronicamente por **Ronaldo Antonio Dos Santos**, **Professor do Magistério Superior**, em 22/07/2024, às 18:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#) .



Documento assinado eletronicamente por **Elisabeth Cristina De Faria, Professora do Magistério Superior**, em 30/07/2024, às 15:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **4615724** e o código CRC **A101C209**.

**Referência:** Processo nº 23070.029134/2024-60

SEI nº 4615724

---

## AGRADECIMENTOS

---

Em primeiro lugar, agradeço o Deus Todo Poderoso, Jeová, por me guiar e dar forças em todos os momentos da minha vida. Sem Sua graça e bênçãos, nada disso seria possível.

Aos meus pais, minha eterna gratidão. Vocês foram a base de tudo, sempre incentivando meus estudos e acreditando no meu potencial. Desde a infância, vocês me ensinaram o valor da educação e do esforço, e foi com esse suporte incondicional que consegui trilhar este caminho. Vocês são os pilares da minha vida, e todo o meu sucesso é reflexo do amor e dedicação que sempre me deram.

Ao meu esposo, meu profundo agradecimento pela paciência, apoio e compreensão ao longo desta jornada. Sua presença constante, incentivando-me e ajudando-me a superar os desafios, foi fundamental para que eu pudesse concluir esta dissertação. Sua parceria e carinho tornaram tudo mais leve e possível.

Aos meus amigos e colegas, que de diversas maneiras contribuíram para a realização deste trabalho, meu sincero agradecimento. Cada palavra de incentivo, cada conselho e cada momento compartilhado foi essencial para o meu crescimento pessoal e acadêmico.

À Universidade Federal de Goiás e ao PROFMAT, agradeço pela oportunidade de realizar esta pesquisa e pelo suporte recebido ao longo do curso.

Finalmente, ao meu orientador, Prof. Dr. Ronaldo Antônio dos Santos, pela orientação, paciência e valiosas contribuições, meu muito obrigada. Sua expertise e dedicação foram cruciais para o desenvolvimento e conclusão deste trabalho.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que eu chegasse até aqui, meu eterno agradecimento.



“Pois, embora o sofrimento seja momentâneo e leve, produz para nós uma glória de grandeza extraordinária, uma glória eterna.”

2 Coríntios 4:17

---

## RESUMO

---

Esta dissertação investiga a utilização da Modelagem Matemática no ensino médio, com foco no cumprimento do Documento Curricular para Goiás (DC-GOEM), e suas contribuições para o ensino de matemática. Diante das dificuldades dos estudantes em entender conceitos matemáticos, a necessidade de métodos que tornem o aprendizado mais envolvente e relevante para suas vidas cotidianas e, simultaneamente, possibilitem cumprir o currículo proposto pelo DC-GOEM-Bimestralização na Rede Pública de Ensino em Goiás, constitui o cerne da pesquisa. Com base nas concepções de Modelagem Matemática apresentadas por Bassanezi, Biembengut, Barbosa e Burak, após extensa pesquisa bibliográfica no banco de dissertações do Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT, selecionamos trabalhos que podem contribuir para a melhoria do ensino de matemática na linha apresentada. A análise realizada nessas dissertações buscou identificar as concepções utilizadas pelos autores, principais dificuldades, vantagens, conteúdos abordados, habilidades e objetivos de aprendizagem tratados. Esta análise revelou que os Objetivos de Aprendizagem do DC-GOEM, em diferentes momentos do ensino médio, podem ser alcançados com a metodologia da Modelagem Matemática, proporcionando uma aprendizagem significativa dos conceitos matemáticos aplicados a situações reais do cotidiano dos estudantes. Além disso, a variedade de conteúdos tratados e as dificuldades e vantagens apontadas por cada autor, das dissertações analisadas, servem como guia aos professores interessados em utilizar a Modelagem Matemática. Portanto, entendemos que este trabalho contribui para a melhoria do Ensino de Matemática, nível Médio, por oferecer aos professores da Rede Estadual de Educação de Goiás, uma análise detalhada de trabalhos que utilizaram a Modelagem Matemática e atingiram os Objetivos de Aprendizagem previstos no DC-GOEM-Bimestralização. Conclui-se que esse conhecimento pode levar os professores a adotarem a Modelagem Matemática em suas salas, promovendo um ensino mais integrado e significativo.

**Palavras-chave:** Modelagem Matemática, metodologia de ensino, DC-GOEM, ensino médio, ensino de matemática.

---

## ABSTRACT

---

This dissertation investigates the use of Mathematical Modeling in high school, focusing on compliance with the Curricular Document for Goiás (DC-GOEM), and its contributions to mathematics teaching. Given students' difficulties in understanding mathematical concepts, the need for methods that make learning more engaging and relevant to their daily lives, simultaneously, make it possible to fulfill the curriculum proposed by DC-GOEM/Bimonthly in the Public Education Network in Goiás, constitutes the core of the research. Based on the concepts of Mathematical Modeling presented by Bassanezi, Biembengut, Barbosa and Burak, after extensive bibliographical research in the dissertation database of the Professional Master's Degree in Mathematics on a National Network - PROFMAT, we selected works that can contribute to the improvement of mathematics teaching in the presented. The analysis of these dissertations aimed to identify the concepts used by the authors, main difficulties, advantages, content covered, skills and learning objectives addressed. In the latter, in particular, the analysis revealed that the DC-GOEM Learning Objectives, at different moments in high school, can be achieved with the Mathematical Modeling methodology, providing significant learning of mathematical concepts applied to real situations in everyday life of students. Furthermore, the variety of content covered and the difficulties and advantages highlighted by each author serve as a guide for teachers interested in using Mathematical Modeling. Therefore, we understand that this work contributes to the improvement of Mathematics Teaching, at the Secondary level, by offering teachers from the State Education Network of Goiás, a detailed analysis of works that used Mathematical Modeling and achieved the Learning Objectives set out in the DC- GOEM/Bimonthly. We believe that this knowledge can lead teachers to adopt Mathematical Modeling in their classrooms, promoting more integrated and meaningful teaching.

**Keywords:** Mathematical Modeling, teaching methodology, DC-GOEM, high school, mathematics teaching.

---

## LISTA DE FIGURAS

---

Figura 1 - Processo de Modelagem.....	27
Figura 2 - Divisão de Atividades Intelectuais.....	30
Figura 3 - Esquema do Processo de Modelagem Matemática.....	33
Figura 4 – Modelagem Matemática: Perspectivas.....	41
Figura 5 - O Aluno e o Professor nos Casos de Modelagem.....	44
Figura 6 - Descrição do Código do Objetivo de Aprendizagem (OA) – Matemática e Suas Tecnologias.....	73

---

## SUMÁRIO

---

INTRODUÇÃO .....	13
1. MODELAGEM MATEMÁTICA .....	18
1.1. Modelagem Matemática, segundo Bassanezi .....	23
1.2. Modelagem Matemática, segundo Biembengut .....	30
1.3. Modelagem Matemática, segundo Barbosa .....	37
1.4. Modelagem Matemática, segundo Burak .....	46
1.5. Considerações finais sobre os autores e suas concepções.....	53
1.6. Dificultadores e possibilidades para a Modelagem Matemática no Ensino Médio .....	57
2. CURRÍCULO DE MATEMÁTICA .....	62
2.1. Marcos Legais que embasam a BNCC.....	62
2.2. Conhecendo um pouco a BNCC.....	65
2.3. A BNCC da Área de Matemática e suas tecnologias – Ensino Médio .....	68
2.4. Conhecendo um pouco o DC-GOEM .....	70
2.5. O DC-GOEM da Área de Matemática e suas Tecnologias .....	72
2.6. Os Objetivos de Aprendizagem (OA) do DC-GOEM .....	73
2.7. Considerações .....	74
3. ANÁLISE DAS DISSERTAÇÕES .....	76
3.1. Dissertação 1 – Ensino de funções trigonométricas com o auxílio da modelagem matemática e do software GeoGebra .....	79
3.1.1. Resumo .....	79
3.1.2. Concepções de Modelagem Matemática utilizadas .....	80
3.1.3. Proposta e/ou aplicação da Modelagem Matemática em sala de aula .....	80
3.1.4. Dificuldades e possibilidades .....	81
3.1.5. Temáticas discutidas nas atividades de Modelagem .....	81
3.1.6. Uso de recursos tecnológicos nas atividades de Modelagem.....	82
3.1.7. Objetivos de aprendizagem propostos pelo DC-GOEM e/ou Habilidades propostas pela BNCC trabalhados nas atividades de Modelagem .....	82
3.1.8. Conclusões dos professores/pesquisadores com base no uso da Modelagem Matemática .....	83
3.1.9. Considerações .....	83

3.2. Dissertação 2 – Modelagem Matemática e Interdisciplinaridade: possibilidades e desafios na construção de um projeto de hortas em escolas rurais do Distrito Federal-Brasil .....	84
3.2.1. Resumo .....	85
3.2.2. Concepções de Modelagem Matemática utilizadas .....	85
3.2.3. Proposta e/ou aplicação da Modelagem Matemática em sala de aula .....	86
3.2.4. Dificuldades e possibilidades .....	87
3.2.5. Temáticas discutidas nas atividades de Modelagem .....	88
3.2.6. Uso de recursos tecnológicos nas atividades de Modelagem.....	88
3.2.7. Objetivos de aprendizagem propostos pelo DC-GOEM e/ou Habilidades propostas pela BNCC trabalhados nas atividades de Modelagem .....	88
3.2.8. Conclusões do professor/pesquisador com base no uso da Modelagem Matemática .....	89
3.2.9. Considerações .....	90
3.3. Dissertação 3 – Modelagem Matemática: uma proposta para abordar funções polinomiais.....	90
3.3.1. Resumo .....	91
3.3.2. Concepções de Modelagem Matemática utilizadas .....	91
3.3.3. Proposta e/ou aplicação da Modelagem Matemática em sala de aula .....	93
3.3.4. Dificuldades e possibilidades .....	94
3.3.5. Temáticas discutidas nas atividades de Modelagem .....	95
3.3.6. Uso de recursos tecnológicos nas atividades de Modelagem.....	95
3.3.7. Objetivos de aprendizagem propostos pelo DC-GOEM e/ou Habilidades propostas pela BNCC trabalhados nas atividades de Modelagem .....	95
3.3.8. Conclusões do professor/pesquisador com base no uso da Modelagem Matemática .....	100
3.3.9. Considerações .....	100
3.4. Dissertação 4 – Investigando a Modelagem Matemática no Ensino de Funções Afins e Exponenciais .....	102
3.4.1. Resumo .....	102
3.4.2. Concepções de Modelagem Matemática utilizadas .....	102
3.4.3. Proposta e/ou aplicação da Modelagem Matemática em sala de aula .....	104
3.4.4. Dificuldades e possibilidades .....	104
3.4.5. Temáticas discutidas nas atividades de Modelagem .....	104
3.4.6. Uso de recursos tecnológicos nas atividades de Modelagem.....	105

3.4.7. Objetivos de aprendizagem propostos pelo DC-GOEM e/ou Habilidades propostas pela BNCC trabalhados nas atividades de Modelagem .....	105
3.4.8. Conclusões do professor/pesquisador com base no uso da Modelagem Matemática .....	107
3.4.9. Considerações .....	108
3.5. Dissertação 5 – Ensino de Sistemas Lineares usando Modelagem Matemática e Registros de Representação Semiótica em uma Turma Do 9º Ano do Ensino Fundamental.....	109
3.5.1. Resumo .....	109
3.5.2. Concepções de Modelagem Matemática utilizadas .....	109
3.5.3. Proposta e/ou aplicação da Modelagem Matemática em sala de aula .....	111
3.5.4. Dificuldades e possibilidades .....	111
3.5.5. Temáticas discutidas nas atividades de Modelagem .....	112
3.5.6. Uso de recursos tecnológicos nas atividades de Modelagem.....	112
3.5.7. Objetivos de aprendizagem propostos pelo DC-GOEM e/ou Habilidades propostas pela BNCC trabalhados nas atividades de Modelagem .....	112
3.5.8. Conclusões do professor/pesquisador com base no uso da Modelagem Matemática .....	113
3.5.9. Considerações .....	114
3.6. Conclusões.....	115
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	117
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	121
Apêndice A - Quadro com Resumo das concepções sobre Modelagem Matemática .....	125
Apêndice B - Dissertações Apreciadas.....	129

---

## INTRODUÇÃO

---

“Por que devemos aprender esse conteúdo? Para que vou usar isso na minha vida?” Se você é um professor de Matemática na Educação Básica já deve ter escutado essas frases muitas vezes ao ensinar algum conteúdo de Matemática em sala de aula. Os estudantes têm dificuldades em assimilar o conteúdo de Matemática, muitas vezes devido a traumas que ocorrem nas primeiras etapas de sua vida escolar ou, simplesmente, por não conseguirem entender o que está sendo proposto e isso gera grande ansiedade e decepção. No entanto, contribui muito para dificuldade de aprendizagem o fato dos estudantes não serem, adequadamente, apresentados às possíveis aplicações dos conteúdos que estão aprendendo. Isso transforma o ensino da matemática em uma imposição na aprendizagem de regras distantes de suas necessidades reais.

De acordo com Burak,

Muitos problemas relacionados à aprendizagem decorrem de uma forma de ensino que foca, especificamente, os conteúdos, no caso a Matemática, muitas vezes, centrado numa perspectiva de transmissão de uma ciência pronta e acabada, em que o professor centraliza o processo de ensino (Burak, 2017, p. 10).

Outra questão que podemos citar é a dificuldade do próprio professor responder às perguntas dos estudantes, como as citadas no primeiro parágrafo, distanciando-os das aplicações. Biembengut explica,

Nosso ensino, em particular, caracteriza-se por explicar os conteúdos curriculares, em geral, na orientação e na ordem dos livros didáticos. Isto é, praticamente da mesma forma como fomos ‘ensinados’. Neste entorno, às vezes nem sabemos qual parte do conteúdo curricular é mais ou menos necessário, ou se o que estamos ‘ensinando’ pode ‘preparar’ alguém para melhor contribuir à comunidade, à natureza, ao universo. Sem essa clareza, em geral, damos a mesma ênfase a cada tópico do programa. (Biembengut, 2016, p. 174 - 175).

Quando o professor consegue superar essa dificuldade e estimular as conexões entre os conteúdos e vida cotidiana, ele acaba por tornar o processo de ensino-aprendizagem envolvente e interessante.



A preocupação em cumprir o currículo deve ser levada em conta. A responsabilidade dos professores faz com que o dever de seguir a legislação acabe por influenciar diretamente na opção por uma ou outra metodologia. Ao longo dos anos a educação passou por várias leis e reformas curriculares, estas foram moldadas pela visão da sociedade, do ser humano e do mundo em diferentes épocas. Atualmente, a legislação que define e regula o sistema educacional brasileiro é a Lei de Diretrizes e Bases da Educação nº 9394/96. Essa lei foi promulgada em 20 de dezembro de 1996 e estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, abrangendo desde a Educação Infantil até a Educação Superior. Ela define os princípios, os objetivos, as políticas e as normas que devem orientar o sistema educacional brasileiro, tanto público (municipais, estaduais ou federais) quanto privado, abrangendo todos os níveis da Educação Básica (Ensino Infantil, Fundamental e Médio) e a Educação Superior, com vistas a garantir a igualdade de oportunidades para todos.

Dentro dessa legislação, competências e habilidades devem ser desenvolvidas pelos estudantes, de modo a promover seu desenvolvimento integral e capacidade de exercer plenamente sua cidadania. Em Matemática parte das habilidades propostas necessita de uma abordagem diferenciada que permita um ambiente favorável ao seu desenvolvimento. A modelagem matemática, como metodologia de ensino, tem se mostrado altamente eficaz para o ensino contemporâneo.

O conceito de modelagem matemática tem sido abordado na literatura científica e educacional há muito tempo. A ideia de usar a matemática para representar e resolver problemas do mundo real não é uma inovação recente, mas sim uma abordagem explorada e desenvolvida ao longo de décadas. Ela desempenha um papel importante na aplicação da matemática para compreender e resolver problemas em diversas áreas do conhecimento, e sua existência por um longo tempo reflete sua relevância contínua na pesquisa e na prática. Como confirma Biembengut e Dorow (2008, p.54): “O termo “modelagem matemática” como processo para descrever, formular, modelar e resolver uma situação problema de alguma área do conhecimento tem estado na literatura por longo tempo”.

Com o envolvimento de um número crescente de pesquisadores, começam a surgir diferentes perspectivas e abordagens em relação à modelagem matemática. Isso resulta em novos entendimentos e concepções sobre como a matemática pode

ser ensinada e aplicada por meio da modelagem. À medida que essas novas perspectivas e concepções se tornam mais reconhecidas e aceitas pelas comunidades educacionais, elas começam a influenciar as tendências dominantes no ensino da matemática. Implicam em mudanças significativas nas abordagens educacionais convencionais e mostram como a modelagem matemática, ao longo do tempo, evoluiu e influenciou a educação matemática (Biembengut, 2012).

Diante do aumento do interesse acerca da Modelagem na Educação Matemática no mundo e, em particular, na Educação Brasileira, fortemente promovido pela necessidade de mudanças no ensino, resolvemos fazer um mapeamento das dissertações, teses, livros e artigos sobre pesquisas nessa área. Para tanto, buscamos ampliar nosso conhecimento sobre o assunto pautado pelos principais autores brasileiros e suas obras sobre essa temática. Após muita leitura, escolhemos alguns autores que serviriam de base para estudarmos mais profundamente suas concepções sobre Modelagem Matemática. Em seguida, mapeamos dissertações dentro do Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT que trabalharam a Modelagem Matemática no Ensino Médio, com objetivo de identificar e compreender as concepções, tendências e analisar os resultados dos autores/professores dessas pesquisas.

Portanto, a problemática acerca da necessidade de metodologias de ensino que facilitem a compreensão e apropriação dos conceitos matemáticos pelos estudantes previstos em um currículo estruturado, foi o que motivou e justificou esta pesquisa.

Diante dessa problemática, os estudos teóricos tiveram como guia de pesquisa as seguintes questões: O que é Modelagem Matemática? É Modelagem ou Modelação Matemática na educação? A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Documento Curricular para Goiás - Etapa Ensino Médio (DC-GOEM) trabalham na perspectiva da Modelagem Matemática? Quais as concepções de Modelagem Matemática utilizada pelos autores/professores das dissertações analisadas? Como a Modelagem Matemática foi usada e/ou aplicada pelos respectivos autores/professores das pesquisas? Quais as principais dificuldades e possibilidades identificadas, para o trabalho com a Modelagem Matemática na educação básica? A Modelagem Matemática pode tornar o processo de ensino-aprendizagem mais significativo? É possível trabalhar os objetivos de aprendizagem propostos pelo DC-GOEM com uso da Modelagem Matemática?

As respostas obtidas jogam luz às ações pedagógicas dos professores de matemática com uso da Modelagem Matemática e permitem observar a possibilidade de, simultaneamente, seguir o currículo proposto pelo DC-GOEM-Bimestralização, atingindo importantes Objetivos de Aprendizagem nele previsto. Com isso, conseguiremos identificar argumentos que justifiquem, facilitem e, por fim, contribuam para que o uso da Modelagem Matemática seja comum nas escolas públicas do Estado de Goiás.

Dessa forma, esta pesquisa teve como objetivo geral contribuir para que o uso da Modelagem Matemática seja comum nas escolas públicas do Estado de Goiás. Este por sua vez, se desdobra nos seguintes objetivos específicos: apresentar a Modelagem Matemática sob a perspectiva de alguns autores; investigar a utilização da Modelagem Matemática no ensino médio, a partir de trabalhos já realizados e avaliar as contribuições da Modelagem Matemática para o cumprimento do DC-GOEM, nos trabalhos analisados.

Para conseguirmos realizar nosso trabalho e atingir os objetivos tivemos como método a pesquisa bibliográfica, que segundo Lakatos e Marconi (2003, p.158): “é um apanhado geral sobre os principais trabalhos já realizados, revestidos de importância, por serem capazes de fornecer dados atuais e relevantes relacionados com o tema”. Realizamos, também pesquisa exploratória, de acordo com Gil (2007, p.41):

Estas pesquisas têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições.

Nossa pesquisa teve três momentos. O primeiro, teórico, sobre os principais autores que tratam de Modelagem Matemática para entendermos suas concepções e contribuições na área, e, ainda buscamos no documento da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), do Ensino Médio e no Documento Curricular Para Goiás - Etapa Ensino Médio (DC-GOEM) quais as propostas de ensino e se a Modelagem Matemática é de alguma forma abordada.

Levantamos as principais dúvidas sobre a temática, e passamos a analisar qualitativamente os livros, teses e artigos selecionados em busca das respostas às nossas perguntas examinando e descrevendo as concepções de modelagem

matemática dos autores escolhidos. Em seguida, fizemos o mesmo estudo com a BNCC e o DC-GOEM. Os capítulos um e dois tratam desse assunto.

Em um segundo momento, buscamos dissertações que já foram realizadas sobre uso da Modelagem Matemática em sala de aula dentro do PROFMAT. Segundo Gil (2007, p.66): “Fontes desta natureza podem ser muito importantes para a pesquisa, pois muitas delas são constituídas por relatórios de investigações científicas originais ou acuradas revisões bibliográficas”.

Após pesquisas e análises, selecionamos 05 dissertações que apresentaram as características buscadas para prosseguir com nossa pesquisa. Num terceiro momento, passamos a fazer leitura e análise minuciosa das dissertações selecionadas grifando frases importantes/chaves para efeito de análise.

A partir dessa análise, no Capítulo 3, apresentamos os dados coletados, com as respostas às perguntas de nossa pesquisa sobre ensino de matemática com uso da Modelagem Matemática como metodologia de ensino e as possibilidades de usá-la mesmo na Educação Básica com um Currículo previamente definido, como é o caso do DC-GOEM no Estado de Goiás.

No último Capítulo tecemos nossas considerações finais, para isso retomamos as perguntas de pesquisa levantadas no início do trabalho e apresentamos as conclusões com base nos resultados obtidos. Este Capítulo aborda a exploração da Modelagem Matemática como ferramenta pedagógica no ensino de Matemática, discutindo como essa metodologia pode melhorar a compreensão dos estudantes sobre conceitos matemáticos e sua aplicação em situações reais. Além disso, o capítulo avalia as possibilidades de usar essa metodologia na Rede Pública de Ensino do Estado de Goiás, alinhada ao currículo estabelecido pelo DC-GOEM-Bimestralização.

---

## 1. MODELAGEM MATEMÁTICA

---

A Modelagem Matemática é um campo que se origina na Matemática Aplicada. Nesse campo, matemáticos desenvolvem modelos matemáticos que podem ser aplicados para entender e resolver problemas em diversas áreas, como Economia, Administração, Engenharia e outras disciplinas.

De acordo com Burak, essa é uma prática antiga, que remonta à Pré-História, o autor diz que, “desde a Pré-História o homem vive na busca contínua para conhecer e compreender o seu ambiente [...] e à medida que procura esses conhecimentos, o homem começou a criar e desenvolver sua ciência” (Burak, 1992, p. 61).

Atualmente, a Modelagem Matemática ainda é uma ferramenta valiosa para resolver problemas do dia a dia e continua sendo utilizada nas mais variadas ciências. A maneira de investigação utilizada pela Modelagem Matemática nas ciências e a possibilidade de resolver problemas mais próximos da realidade, levou naturalmente à conexão dessa técnica científica com o ensino-aprendizagem.

“Basta para isso ter um problema que exija criatividade, intuição e instrumental matemático. Nesse sentido, a Modelagem Matemática não pode deixar de ser considerada no contexto escolar” (Biembengut, 2014, p. 17). Por isso, no contexto educacional a Modelagem Matemática tem uma grande importância, pois ajuda os estudantes a desenvolverem habilidades de resolução de problemas, a aplicar a matemática em contextos do mundo real e a adaptar seus conhecimentos a novas situações.

Nas mais diversas situações do dia a dia nos são requeridas a utilização de alguns conceitos físicos, químicos, matemáticos, dentre outros, seja para resolvê-la, entendê-las, avaliá-las ou mesmo tomar decisões. Muitas vezes, solucionamos essas questões de forma intuitiva ou mentalmente sem necessitar formular os dados e/ou se utilizar de um algoritmo, uma fórmula. (Biembengut, 2016, p. 95).

Existem coisas em nossa vida, que a própria experiência nos proporciona a habilidade de estimar, por exemplo, o tempo de preparo de um alimento, a medida de largura e altura de algum móvel, entre outras. Porém, existem situações que

teremos, segundo Biembengut (2016, p. 95), que buscar “por alguma expressão, um modelo que nos permita aplicar os dados e, assim, obter a resposta”.

Segundo Burak (2004, p.1), a Modelagem Matemática, no campo educacional, começou a ser trabalhada no Brasil na década de 80, na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), por um grupo de professores que se concentraram na Biomatemática. O professor Dr. Rodney Bassanezi liderou esse grupo e obteve resultados significativos na adaptação da Modelagem Matemática ao programa de ensino e, com isso, despertou interesse dos estudantes por essa abordagem.

No entanto, há mais de 50 anos vem acontecendo discussões, estudos e pesquisas sobre Modelagem Matemática no Brasil, este tema vem se tornando muito evidente na Educação Matemática atual. Segundo Biembengut (2016, p. 161), “as primeiras propostas de Modelagem na/para Educação Matemática passam a se fazer mais presente em Congressos nos anos de 1970, em diversos países, inclusive no Brasil”. Mesmo que ainda haja divergências de concepções e de sua utilização no contexto escolar da educação básica, a Modelagem Matemática está sendo cada vez mais difundida.

O movimento pela Modelagem Matemática teve início com um pequeno grupo de professores que buscavam uma abordagem alternativa para ensinar matemática e com isso, “diferentes concepções e, por recorrência, diferentes tendências têm se mostrado”. (Biembengut, 2012, p.122). Eles propuseram o uso da modelagem como uma forma de despertar o interesse dos estudantes pela disciplina. Com o tempo, o movimento cresceu significativamente. Isso significa que mais professores e educadores adotaram a abordagem da modelagem em suas práticas de ensino e aprendizado da matemática. O aumento no interesse pela modelagem matemática levou à formação de grupos de estudo e pesquisa. Esses grupos se dedicam a explorar e aprofundar os princípios e as técnicas da modelagem, contribuindo para o avanço do conhecimento nessa área. À medida que os resultados desses estudos e pesquisas são divulgados, mais pessoas se interessam pela modelagem matemática. Isso ocorre porque as descobertas e os métodos bem-sucedidos atraem a atenção de outros educadores e estudiosos.

Embora diferentes concepções sobre modelagem possam existir, todas elas concordam que a modelagem desempenha um papel fundamental no aprimoramento do ensino e da aprendizagem, tanto em matemática quanto em

outras disciplinas. A modelagem pode desencadear, segundo Biembengut (2016), uma interação produtiva entre professores e estudantes, promovendo a contínua produção de conhecimento e o compartilhamento de experiências adquiridas.

A modelagem matemática representa uma abordagem inovadora no ensino de matemática, especialmente para professores que desejam romper com métodos tradicionais, utilizando conceitos, técnicas e métodos matemáticos para descrever, analisar e resolver problemas do mundo real em uma variedade de campos, incluindo ciência, engenharia, economia, biologia, e muitos outros. Esta abordagem vai além da simples tradução de problemas cotidianos para a linguagem matemática e sua resolução. Para, além disso, a Modelagem provoca os estudantes a entenderem, criticarem e buscarem soluções para problemas de sua própria realidade.

Hoje temos vários pesquisadores brasileiros nessa área, alguns entendem a modelagem matemática como uma alternativa metodológica (Burak, 2004), uma estratégia de ensino e aprendizagem (Biembengut e Hein, 2014; Bassanezi, 2015), um ambiente de aprendizagem (Barbosa, 2001), alternativa pedagógica (Almeida, Silva e Vertuan, 2016).

O principal objetivo da Modelagem Matemática no ensino, de acordo com alguns autores estudados (Biembengut e Hein, 2014; Biembengut, 2012; Bassanezi, 2015), é garantir que os estudantes estejam ativamente envolvidos no processo de aprendizagem. Isso significa que eles não apenas aprendem conceitos matemáticos de maneira passiva, mas são incentivados a participar ativamente na construção do conhecimento. A Modelagem Matemática busca ensinar aos estudantes a habilidade de associar elementos matemáticos relacionados ao tema em estudo. Esses elementos podem incluir modelos matemáticos existentes, aplicações práticas, leis fundamentais da matemática ou até mesmo mudanças de variáveis. A ideia é que os estudantes sejam capazes de relacionar o conteúdo matemático com situações do mundo real. Ainda, segundo Barbosa (2003, p.1): “Modelagem Matemática tem sido proposta como um dos ambientes de aprendizagem possíveis para a educação matemática”.

Um aspecto fundamental da Modelagem matemática, segundo Biembengut (2012), é ensinar os estudantes a traduzir problemas reais ou questões que eles possam imaginar em linguagem matemática. Isso implica em transformar problemas

do mundo real em equações, modelos ou representações matemáticas que possam ser analisadas e resolvidas.

Além de traduzir questões em linguagem matemática, a Modelagem Matemática incentiva os estudantes a se interessarem pelo processo de encontrar soluções matemáticas para esses problemas. Eles são incentivados a desenvolver abordagens e métodos para resolver esses problemas de maneira eficaz. Outro aspecto importante da Modelagem Matemática é que ela também valoriza a capacidade dos estudantes de comunicar suas descobertas e soluções de forma clara e compreensível. Isso significa que os estudantes não apenas resolvem problemas, mas também sabem como apresentar suas soluções de maneira que outras pessoas possam entender.

De acordo com Biembengut (2012), ao ensinar os estudantes a traduzir questões do mundo real em linguagem matemática e a desenvolver soluções, eles estão sendo melhor preparados para suas futuras carreiras profissionais. Isso ocorre porque eles estão adquirindo habilidades valiosas de resolução de problemas e comunicação, essenciais em muitas profissões.

Essa temática vem interessando vários pesquisadores, “tem sido o foco de inúmeros projetos de ensino, pesquisa e extensão, cuja divulgação tem se intensificado, especialmente em periódicos e anais de eventos científicos e acadêmicos, neste século XXI”. (Almeida, Silva e Vertuan, 2016, p.11).

No decorrer dos últimos anos, foram formadas comunidades de professores de matemática, grupos de estudo e pesquisa compostos por professores interessados pela Modelagem Matemática na Educação. Com isso, passou a ter várias atividades e práticas de modelagem matemática em sala de aula. Dessa forma

O esforço educacional para melhor prover o ensino e a aprendizagem de matemática culminou com o desenvolvimento da pesquisa e ganhou espaço significativo nas discussões e documentos oficiais de Educação em diversos países, que inclui o Brasil, em especial nas duas últimas décadas. (Biembengut, 2012, p.120 - 121).

Um dos grandes objetivos do uso da Modelagem Matemática na Educação Básica é levar os estudantes a gostarem mais de Matemática. Segundo Bassanezi (2002, p.15): “Acreditamos que esse gosto se desenvolve com mais facilidade



quando é movido por interesses e estímulos externos à Matemática, vindos do mundo real”.

A Modelagem Matemática também ajuda os estudantes a entenderem a relevância da Matemática em suas vidas cotidianas, pois eles veem como os conceitos matemáticos podem ser usados para resolver problemas reais. Além disso, promove a colaboração entre os estudantes, já que muitas vezes eles trabalham em grupos para desenvolver e analisar modelos.

Pela literatura, por exemplo, podemos conhecer opiniões de pesquisadores que consideram que por meio da modelagem e da modelação, não se podem ensinar novos conceitos matemáticos, mas apenas melhorar a habilidade dos alunos em aplicar matemática; e posições de outros que defendem a modelagem como processo ideal para ensinar matemática. (Biembengut e Hein, 2014, p.29).

Dessa forma, podemos dizer que na área educacional a Modelagem Matemática está voltada para a estruturação dos processos de aprendizagem. Em outras palavras, visa criar um ambiente de ensino e aprendizado que seja eficaz e instrutivo. Sendo possível introduzir e desenvolver conceitos matemáticos. Isso implica em ensinar os estudantes a compreender e aplicar conceitos matemáticos, começando desde os fundamentos até níveis mais avançados, de maneira progressiva. É importante que os estudantes se sintam motivados a aprender matemática. Isso pode envolver a criação de atividades e desafios, usando assuntos do mundo real, que despertem o interesse e a curiosidade dos estudantes em relação à matemática. Além de apenas memorizar fórmulas ou procedimentos, o processo proposto pela modelação (Biembengut e Hein, 2014), busca promover o entendimento crítico. Isso significa que os estudantes são incentivados a compreender o "porquê" por trás dos conceitos matemáticos, bem como aplicá-los, em vez de apenas seguir passos mecânicos.

Os problemas apresentados e criados com os estudantes são considerados "autênticos", isso quer dizer que devem ser relevantes e terem aplicação prática no mundo real. Esses problemas podem ajudar os estudantes a verem a matemática como uma ferramenta útil para resolver desafios da vida real. Os problemas criados, que serão trabalhados no processo da Modelagem Matemática, devem estar de acordo com o desenvolvimento das teorias matemáticas já trabalhadas ou que ainda serão ensinadas. Isso significa que os estudantes não apenas aprendem conceitos

isolados, mas também como esses conceitos se relacionam e se aplicam a situações do mundo real, e podem resolver os problemas levantados.

Como dito por Burak (2004, p. 2):

A Modelagem encontrou várias formas de ser trabalhada em sala de aula, e essas formas diferentes de se conceber a Modelagem Matemática refletem as experiências vividas pelos seus seguidores que, por sua vez dão características e percepções diferentes na aplicação da Modelagem.

Porém, mesmo com o aumento de informações e pesquisas sobre Modelagem, ainda existem muitas dúvidas, incertezas, medo e falta de conhecimento, principalmente, sobre como desenvolver na prática a Modelagem Matemática em sala de aula.

Na sequência deste capítulo, iremos abordar as concepções de Modelagem Matemática segundo Bassanezi; Biembengut; Barbosa; e Burak. Estes autores, em nossa avaliação, representam bem a área de Modelagem Matemática, pois possuem dissertações ou teses ligadas à Modelagem Matemática na Educação e, além disso, seguem contribuindo de maneira efetiva, por meio de pesquisas e conferências, no desenvolvimento da área. De modo objetivo, buscaremos, entender e explicitar a concepção de Modelagem Matemática de cada autor e, ao mesmo tempo, obter respostas para perguntas: O que é Modelagem Matemática na Educação Matemática, segundo cada autor? Existe diferença entre modelagem e modelação? Como e por que desenvolver a Modelagem Matemática em sala de aula? Quais as dificuldades e como lidar com estas, ao fazer Modelagem Matemática em sala de aula?

### **1.1. Modelagem Matemática, segundo Bassanezi**

Rodney Carlos Bassanezi é um renomado matemático brasileiro, cujas notáveis contribuições têm deixado uma marca significativa na área de matemática aplicada, com foco especial em modelagem matemática e equações diferenciais. Seu renome deriva não apenas de seu trabalho acadêmico, mas também de suas publicações que abrangem diversas vertentes da matemática. Bassanezi conquistou destaque por sua dedicação à modelagem matemática, que emprega princípios matemáticos para resolver problemas do mundo real. Através de sua escrita,

composta por livros e artigos, ele desempenhou um papel fundamental na promoção da modelagem matemática para abordar uma ampla variedade de problemas em campos tão diversos quanto física, biologia, economia e engenharia.

Bassanezi (2023) descreve sua experiência da seguinte forma:

possui graduação em Matemática pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1965), mestrado em pela Universidade Estadual de Campinas (1971) e doutorado em Matemática pela Universidade Estadual de Campinas (1977). Trabalhou no IMECC- Unicamp de 1969 a 2001 quando passou a ser pesquisador voluntário nesta universidade, permanecendo até 2006. A partir de 2007 trabalha na Universidade Federal do ABC onde foi o primeiro coordenador do programa de pós-graduação do CMCC. Tem experiência na área de Matemática, com ênfase em Análise, atuando principalmente nos seguintes temas: Teoria Fuzzy; Sistemas dinâmicos subjetivos; Biomatemática: epidemiologia, ecologia ; Educação matemática: Modelagem (Bassanezi, 2023).

Em pesquisas cujo assunto é Educação Matemática – Modelagem, Bassanezi foi orientador de alguns nomes bem conhecidos nessa área como: Maria Salett Biembengut (Mestrado em Educação Matemática), Dionísio Burak (Mestrado em Educação Matemática) e Jonei Cerqueira Barbosa (Doutorado em Educação Matemática).

A concepção de Modelagem Matemática, de Bassanezi, baseia-se em uma abordagem prática e multidisciplinar para o ensino e aprendizado da matemática. “A modelagem pressupõe multidisciplinariedade” (Bassanezi, 2002, p.16). Ele enfatiza a importância de conectar a matemática com outras disciplinas e com situações do mundo real. Segundo Bassanezi (2015, p.10):

A habilidade de empregar matemática em situações concretas e em outras áreas do conhecimento humano consiste em tomar um problema prático relativamente complexo, transformá-lo em um modelo matemático [...], e procurar uma solução que possa ser reinterpretada em termos da situação concreta original.

Isso significa que a modelagem matemática não deve ser vista como uma atividade isolada, mas como uma maneira de aplicar conceitos matemáticos em contextos diversos, envolve a resolução de problemas do mundo real usando técnicas e conceitos matemáticos. Isso requer a formulação de problemas matematicamente, a seleção das ferramentas matemáticas apropriadas e a interpretação dos resultados no contexto original. Bassanezi destaca a importância de contextualizar problemas matemáticos. Isso significa que os problemas devem

ser apresentados de forma que façam sentido para os estudantes, relacionando-se com suas experiências e interesses, de forma a tornar a Matemática “tão agradável quanto interessante” (Bassanezi, 2002, p.16).

Nessa perspectiva a Modelagem “– que pode ser tomada tanto como um método científico de pesquisa quanto como uma estratégia de ensino-aprendizagem – tem se mostrado muito eficaz” (Bassanezi, 2002, p.16).

A modelagem matemática promove a criatividade e a exploração (Bassanezi, 2002). Os estudantes são encorajados a experimentar diferentes abordagens para resolver problemas, a fazer suposições e a testar hipóteses. Segundo Bassanezi (2015, p.12):

O uso da modelagem no processo de ensino-aprendizagem propicia a oportunidade de exercer a criatividade não somente em relação às aplicações das habilidades matemáticas, mas principalmente, na formulação de problemas originais uma etapa tão estimulante quanto a da resolução.

Para Bassanezi (2002, p.16): “A modelagem matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real”. O autor considera que a modelagem pode ser usada como processo de ensino-aprendizagem, adaptando-a segundo a realidade do curso em questão. “Se o curso for regular com um programa a ser cumprido, o processo de modelagem deve ser adaptado, considerando temas dirigidos que tenham modelos com características próprias do conteúdo a ser tratado no curso”. Para Bassanezi (2002), a modelagem, desejavelmente, deve ser usada após o professor já ter trabalhado o tema em sala de aula, para que o desenvolvimento do curso siga conforme previsto.

A abordagem de Bassanezi coloca os estudantes no centro do processo de aprendizado, os estudantes que escolhem os temas/problemas geradores. Eles são desafiados, pelo professor, a investigar, modelar e resolver problemas, o que promove um aprendizado ativo e significativo.

A modelagem matemática, em seus vários aspectos, é um processo que alia teoria e prática, motiva seu usuário na procura do entendimento da realidade que o cerca e na busca de meios para agir sobre ela e transformá-la (Bassanezi, 2002, p.17).

Ao valorizar o "saber fazer" dos estudantes e cultivar sua habilidade de avaliar a construção de modelos matemáticos em contextos variados, com base na realidade do ambiente que os cerca, a educação matemática adquire uma abordagem mais prática e significativa (Bassanezi, 2015).

Essa perspectiva nos leva a reconhecer que a matemática não deve ser simplesmente encarada como um conjunto de fórmulas abstratas e teoremas distantes da vida cotidiana. Em vez disso, ela se torna uma ferramenta poderosa para compreender e resolver problemas do mundo real. Ao utilizar a modelagem matemática como uma abordagem de ensino, os estudantes não apenas aprendem a aplicar conceitos matemáticos, mas também desenvolvem a capacidade de analisar criticamente situações do mundo real, identificar variáveis relevantes e criar modelos que representem com precisão essas situações reais, tornando-se solucionadores de problemas competentes e críticos (Bassanezi, 2002, 2015).

Para Bassanezi (2015), a modelagem matemática envolve a colaboração entre os estudantes. Eles devem trabalhar em grupos para discutir ideias, compartilhar pontos de vista e resolver problemas juntos. "O professor não deve propor diretamente os problemas, mas atuar como monitor em cada grupo, sugerindo situações globais que devem ser incorporadas pelos alunos" (Bassanezi, 2015, p.17).

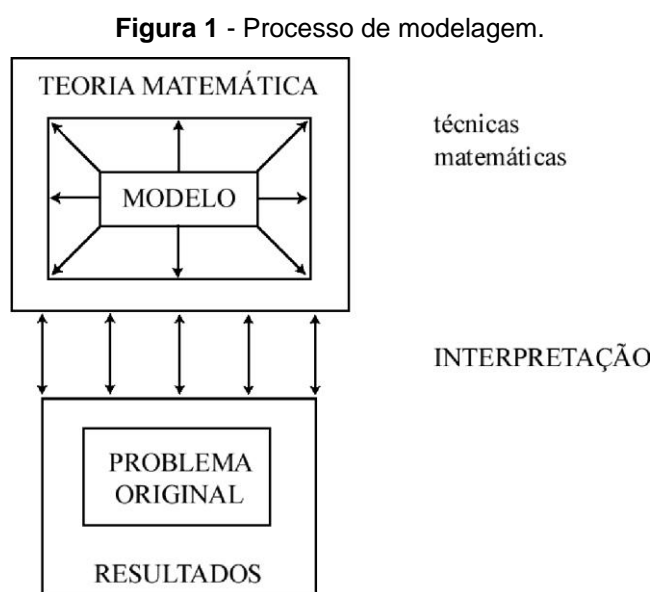
Portanto, para Bassanezi (2015, p.15): "A modelagem é o processo de criação de modelos em que estão definidas as estratégias de ação do indivíduo sobre a realidade, mais especificamente sobre a sua realidade".

Modelo Matemático, segundo Bassanezi (2002, p. 20) é "um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam de alguma forma o objeto estudado". Em outras palavras, um modelo matemático traduz o problema levantado em linguagem numérica, podendo usar equações, fórmulas, gráficos, tabelas, relações matemáticas etc., para representar de forma quantitativa e lógica a situação real em estudo. Bassanezi (2002) enfatiza que a construção de modelos matemáticos é uma abordagem valiosa para resolver problemas complexos em

diversas áreas, como física, biologia, economia e engenharia. Esses modelos podem variar em complexidade, desde simples equações até sistemas de equações diferenciais ou algoritmos computacionais sofisticados, dependendo da natureza do problema a ser resolvido. Os modelos matemáticos desempenham um papel fundamental na compreensão e na resolução de problemas do mundo real, ao fornecerem uma estrutura lógica e quantitativa para investigar e interpretar esses fenômenos.

A obtenção do modelo matemático pressupõe, por assim dizer, a existência de um dicionário que interpreta, sem ambiguidades, os símbolos e operações de uma teoria matemática em termos da linguagem utilizada na descrição do problema estudado, e vice-versa. (Bassanezi, 2002, p.25).

Este processo de modelagem pode ser representado pela Figura 1.



Fonte: Bassanezi, 2002, p. 25.

A “*Modelagem Matemática* é um processo dinâmico utilizado para a obtenção e validação de modelos matemáticos” (Bassanezi, 2002, p.24). A etapa de validação do modelo pode variar segundo os objetivos:

Se a modelagem matemática vai ser utilizada em sala de aula com a finalidade de motivar os alunos a incorporar certos conteúdos matemáticos ou a valorizar a própria matemática, muitas vezes, a validação dos modelos não é um critério fundamental para sua qualificação. Por outro lado, se o interesse recai nos resultados fornecidos pelo modelo, então a sua validação é indispensável (Bassanesi, 2015, p.13).

Dessa forma, a Modelagem Matemática seria uma estratégia para explicar ou entender melhor alguma situação do cotidiano, sendo esta traduzida por um modelo matemático.

Bassanezi (2015) propõe uma sequência de etapas para o desenvolvimento da Modelagem Matemática. Para dar início é necessário **escolher o tema**, este pode ser sobre qualquer assunto ou situação real, de preferência do cotidiano dos estudantes. Para Bassanezi (2015, p.16): “É muito importante que os temas sejam escolhidos pelos alunos, que, desta forma, se sentirão corresponsáveis pelo processo de aprendizagem, tornando sua participação mais efetiva”.

Após escolher o tema, passa-se para a etapa de **coleta de dados**, esta pode envolver diferentes métodos e técnicas, dependendo do tema escolhido para ser modelado, como:

- realização de experimentos reais, direcionados pelo tema escolhido, para coletar dados empíricos;
- pesquisas e entrevistas, que geralmente envolve a formulação de perguntas específicas e a coleta de respostas de indivíduos ou grupos;
- pesquisa bibliográfica em dados históricos, registros, bancos de dados e fontes secundárias, esta pode incluir registros de vendas, dados climáticos históricos, registros de saúde, entre outros.

A coleta de dados é uma etapa fundamental na modelagem matemática, pois os dados são usados para criar, validar e ajustar o modelo. “Os dados devem ser organizados em tabelas, que, além de favorecer uma análise mais eficiente, podem ser utilizadas para a construção dos gráficos das curvas de tendência” (Bassanezi, 2015, p.18).

A próxima etapa será a **análise de dados e formulação de modelos** (Bassanezi, 2015, 2002), estes são processos interligados e interdependentes. A análise de dados fornece informações essenciais para construir modelos matemáticos realistas e práticos, enquanto os modelos matemáticos permitem

prever e entender o comportamento do que está sendo estudado. Nesta etapa, deverá ser realizada a *seleção das variáveis* a serem estudadas. Isso envolve distinguir entre variáveis importantes que afetam o comportamento do sistema e variáveis secundárias ou irrelevantes que podem ser ignoradas. Deve-se ter bem claro os conceitos que serão abordados, para viabilizar a *formulação dos problemas* “com enunciados que devem ser explicitados de forma clara, compreensível e operacional” (Bassanezi, 2002, p.28). “Enquanto que a escolha do tema de uma pesquisa pode ser uma proposta abrangente, a formulação de um problema é mais específica e indica exatamente o que se pretende resolver” (Bassanezi, 2002, p.28).

Ainda nesta etapa são *elaboradas as hipóteses*, estas irão direcionar a investigação. Uma vez que as variáveis-chave são identificadas, as relações entre essas variáveis são *simplificadas*. Isso pode incluir a eliminação de interações complicadas ou não lineares para tornar o modelo mais tratável matematicamente.

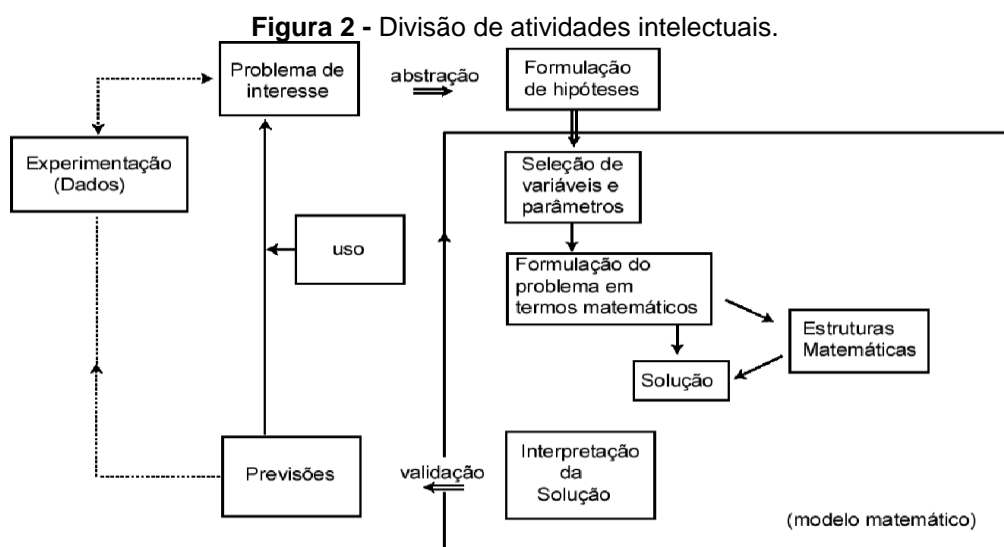
Finalmente, com as variáveis e as relações simplificadas identificadas, o último passo desta etapa é a elaboração do *modelo matemático* que irá descrever o comportamento do sistema. Isso envolve a tradução das relações entre as variáveis para uma linguagem matemática coerente. A precisão e a qualidade da análise de dados e da formulação do modelo são cruciais para o sucesso da modelagem matemática (Bassanezi, 2002).

A próxima etapa para Bassanezi (2015) será a **validação**. Após a criação do modelo matemático, é importante validá-lo, este é “um processo de aceitação ou rejeição deste” (Bassanezi, 2015, p.22). Isso significa comparar os resultados do modelo com dados reais coletados ou observações experimentais para garantir que a simplificação não tenha comprometido a precisão do modelo.

Caso o modelo não seja aceito, ou seja, se os resultados do modelo não corresponderem adequadamente aos dados reais, ou mesmo à simplificação do sistema, é “necessária a sua reformulação, que, geralmente, é obtida com modificações nas variáveis ou nas leis de formação previamente estabelecidas” (Bassanezi, 2015, p.22).

Para Bassanezi (2002, p.31): “um *bom modelo* é aquele que propicia a formulação de novos modelos”. A Figura 2 abaixo sistematiza o que foi dito até aqui.





Fonte: Bassanezi, 2002, p.32.

## 1.2. Modelagem Matemática, segundo Biembengut

Biembengut (2023) descreve sua experiência da seguinte forma:

é matemática com especialização na UNICAMP, pedagoga, mestra em Educação Matemática pela UNESP, doutora em Engenharia de Produção e Sistemas pela UFSC e pós-doutora em Educação pela USP (2003) e pela University of New Mexico - USA (2009). Na Universidade Regional de Blumenau - FURB atuou de 1990 a 2010 no Departamento de Matemática e nos Programas de Pós-graduação em Educação e em Ensino de Ciências e Matemática; aposentou-se em fevereiro de 2010 e passou a atuar como professora voluntária; e na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS na Faculdade de Matemática e no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (2010-2015). Foi professora visitante das Faculdades: de Educação da Universidad de Salamanca - Espanha (mar-abr/2003; fev/2012; fev/2014 e Jan/2016); da New Mexico State University - USA (nov-dez/2004); de Matemática da Technische Universität de Dresden - Alemanha (jun-jul/2009), da Lappeenranta University of Technology e da Tampere University of Technology - Finlândia (fev/2012) e no Teacher College da Columbia University (dez/2014). Dedicou-se à pesquisa em Modelagem Matemática na Educação desde 1986. Publicou dezenas de artigos em periódicos especializados e em anais de Eventos, onze livros, vinte e cinco capítulos de livros e organizou três livros. Orientou dezenas de estudantes nos mais variados níveis: doutorado, mestrado, especialização, graduação; e iniciações científicas nas áreas de Educação e Educação Matemática. Foi Presidente da Sociedade Brasileira de Educação Matemática - SBEM (jan/1992 - jul/1995) e do Comitê Interamericano de Educação Matemática - CIAEM (jul/2003 - jul/2007), membro do IPC Aplicações & Modelagem - International Commission on Mathematical Instruction - ICMI (2001-2007). Membro do International Community of Teachers of Mathematical Modelling and Applications e idealizadora e fundadora do Centro de Referência em Modelagem Matemática no Ensino – CREMM (Biembengut, 2023).

Maria Salett Biembengut é uma pesquisadora brasileira da área de educação matemática, incluindo o campo da modelagem matemática. Foi orientada, em seu mestrado, pelo professor Rodney Carlos Bassanezi e tem contribuído significativamente com a disseminação da Modelagem Matemática por meio de seus livros, artigos, participações em eventos e orientações.

A concepção de Modelagem Matemática de Biembengut é um pouco parecida com a de Bassanezi, segundo a autora, Modelagem Matemática é a “arte de expressar por intermédio de linguagem matemática situações-problemas de nosso meio” (Biembengut e Hein, 2014, p.7). Biembengut (2012, p.120) diz que o propósito da Modelagem é: “envolver os estudantes, em qualquer fase escolar, com a associação de elementos existentes em temas/assuntos propostos ou escolhidos por eles, de forma que possam aprender matemática e fazer pesquisa”.

Biembengut propõe a Modelagem como uma estratégia de ensino e aprendizagem de Matemática (Biembengut e Hein, 2014). “A Modelagem na Educação trata-se de um método para ensinar aos estudantes os conteúdos curriculares e ao mesmo tempo a fazer pesquisa” (Biembengut, 2016, p. 23).

Para ela, a criação de modelos faz parte da vida humana para entender o mundo à nossa volta. “Na verdade, o ser humano sempre recorreu aos modelos, tanto para comunicar-se com seus semelhantes como para preparar uma ação” (Biembengut e Hein, 2014, p.11). Dessa forma, a modelagem faz parte de nossa vida, para conseguirmos internalizar ou constituir algum conhecimento.

Modelo matemático, para Biembengut (2014, p.12) é: “um conjunto de símbolos e relações matemáticas que procura traduzir, de alguma forma, um fenômeno em questão ou problema de situação real”. Um modelo matemático simplifica e abstrai o sistema ou fenômeno que está sendo estudado. Ele não representa todos os detalhes da realidade, mas sim os aspectos essenciais que são relevantes para a análise matemática. “Vale salientar que um modelo pode ser um projeto, um esquema, uma lei, que permite a produção, reprodução, execução dessa ação. Ou mesmo o modelo pode ser um símbolo de algo que inspire deleite, ideia” (Biembengut, 2016, p. 89).

Biembengut (2016, p. 73) explica que,

o elo entre a percepção e o conhecimento é a compreensão. Compreender é expressar de forma intuitiva uma sensação. Uma vez tendo sido sensibilizada com o fato apresentado, a mente procura explicar, relacionar com algo já conhecido e deduzir os fenômenos que daí se derivam. À medida que os estímulos ou informações perceptíveis vão sendo compreendidos pela mente, esta procura explicar ou explicitá-los, delineando símbolos ou fragmentos de símbolos que podem tornar-se ou não conscientes.

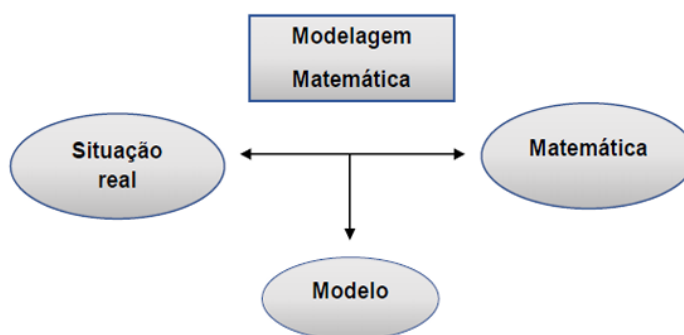
Portanto, para Biembengut (2014, p.12): “Modelagem matemática é o processo que envolve a obtenção de um modelo”. E para ser possível a obtenção desse modelo matemático, a autora ressalta a necessidade de se ter um amplo conhecimento matemático para que seja possível resolver problemas que envolvam fatos matemáticos mais profundos.

Para Biembengut e Dorow (2008, p. 59), “modelos podem ser construídos para nossa própria razão cognitiva ou para propostas externa de comunicação de nossas ideias e conceitos com outros”. Segundo Biembengut (2016), usamos representações e modelos em nosso pensamento e compreensão do mundo, começando desde cedo com as experiências que temos e continuando a evoluir ao longo de nossas vidas. Essas representações podem ser imagens, conceitos ou ideias que nos ajudam a dar sentido ao mundo ao nosso redor.

As representações internas são criadas na mente com o intuito de codificar características, propriedades, imagens e sensações de um objeto, um evento. Nossa mente manipula os símbolos e procura imitá-los, criando modelos das situações com as quais interagem. Modelos que permitem, além de interpretá-los, também entender, prever, influenciar, saber e agir sobre estas situações ou eventos que foram modelados (Biembengut, 2016, p. 90).

Na Figura 3, abaixo, Biembengut (2014) relaciona a Matemática com uma situação real por meio da Modelagem Matemática e, a partir dessa relação, cria o Modelo Matemático. “Pode-se dizer que a matemática e a realidade são dois conjuntos disjuntos e a modelagem é um meio de fazê-los interagir” (Biembengut e Hein, 2014, p.13).

**Figura 3** - Esquema do processo da Modelagem Matemática



Fonte: Biembengut e Hein (2014, p. 13)

Biembengut e Hein (2014) também se refere à Modelagem Matemática como um Método de ensino da Matemática, ela ressalta a importância dos estudantes não “só” saber matemática, mas de, também, saber utilizá-la em situações do mundo real. “A arte da MM está em guiar os estudantes para uma adequada compreensão do meio em que vivem” (Biembengut, 2012, p.130).

Dessa forma, a modelagem matemática no ensino pode ser um caminho para despertar no aluno o interesse por tópicos matemáticos que ele ainda desconhece, ao mesmo tempo que aprende a arte de modelar, matematicamente (Biembengut E Hein, 2014, p.18).

Vimos que para Bassanezi (2002), a modelagem, desejavelmente, deve ser usada após o professor já ter trabalhado o tema em sala de aula, para que o desenvolvimento do curso siga conforme previsto. Já Biembengut e Hein (2014) propõem que a modelagem pode ser usada como um meio para chamar à atenção dos estudantes, ou seja, pode ser utilizada no início de algum conteúdo e desenvolvê-lo a partir do tema ou problema real a ser modelado.

Nesse sentido, Biembengut e Hein (2014) dizem que se utilizam da “essência da Modelagem”, mas é necessário fazer algumas adaptações ao processo de modelagem, e chamam esse método de Modelação Matemática. Essa alteração ou adaptação proposta, se justifica pelo fato de haver, em cursos regulares, “um programa a ser cumprido – currículo – e uma estrutura espacial e organizacional nos moldes “tradicionais” (como é a maioria das instituições de ensino)” (Biembengut e Hein, 2014, p.18).

Biembengut (2016) denomina sua concepção de Modelagem Matemática na Educação como “Modelagem na Educação – Modelação”. “A Modelação é um

método de ensino com pesquisa nos limites e espaços escolares” (Biembengut, 2015, p. 171).

A modelação matemática norteia-se por desenvolver o conteúdo programático a partir de um tema ou modelo matemático e orientar o aluno na realização de seu próprio modelo-modelagem. Pode valer como método de ensino-aprendizagem de Matemática em qualquer nível escolar, das séries iniciais a um curso de pós-graduação (Biembengut e Hein, 2014, p.18).

Segundo Biembengut (2016, p. 177), “o propósito em se utilizar a Modelação, muito mais que ensinar específicos conteúdos curriculares ou a aplicabilidade deles, essencialmente é levar os estudantes, em qualquer fase de escolaridade, a pesquisar”. Embora nem todos os estudantes na nossa realidade de sala de aula se interessem pela pesquisa, o estímulo adequado, orientação e a criação de um ambiente propício podem motivar alguns a se envolverem em projetos de pesquisa.

Para implementar a modelação matemática Biembengut e Hein (2014) enfatizam a importância de uma boa preparação e planejamento do professor, sendo importante que ele conheça bem os estudantes, compreenda e tenha em mente os conteúdos/habilidades que serão trabalhados e ainda o tempo que será necessário no processo. De acordo com Biembengut e Dorow (2008, p. 57),

para utilizar a modelagem no ensino ou modelação matemática o professor atua em duas abordagens: uma que lhe permita desenvolver o conteúdo programático e, ao mesmo tempo, apresentar o processo da modelagem e, noutra frente, em que orienta seus alunos a modelar – pesquisar.

Para colocar em prática esse método da modelação, Biembengut e Hein (2014) sugerem alguns passos:

- **Diagnóstico:** seria o momento do início do planejamento, em que o professor precisa saber, por exemplo: quantos estudantes tem na sala de aula, qual a realidade socioeconômica dos estudantes, qual o nível de conhecimento matemático que os estudantes possuem, os horários de suas aulas e se os estudantes, em sua maioria, já trabalham. Todas essas questões impactam no desenvolvimento das aulas, por isso esse passo do diagnóstico é muito importante no processo;

- **Escolha do tema:** este pode ser único para todo o ano letivo ou pode ser escolhido um novo tema a cada conteúdo, bimestre ou semestre, de forma que propicie o desenvolvimento dos conteúdos/habilidades programados. O cuidado aqui é que o processo não se torne enjoativo para os estudantes. “O professor pode escolher o tema ou propor que os alunos o escolham”. (BIEMBENGUT E HEIN, 2014, p.20). Quando os estudantes escolhem o tema, pode ser que se sintam mais motivados, porém existe o risco do tema escolhido não ser capaz de desenvolver os conteúdos/habilidades designados. Seja qual for o método de escolha do tema, é importante que o professor esteja bem preparado para desenvolver os conteúdos/habilidades propostos de forma que os estudantes se apropriem destes;
- **Desenvolvimento do conteúdo programático:** essa etapa é subdividida em três partes: Interação, Matematização e Modelo matemático. No momento da *interação* o professor expõe o tema levando o estudante a querer aprender, levanta questionamentos e instiga os estudantes a participarem ativamente. A *Matematização*, talvez seja o passo que irá demandar mais tempo, pois nessa etapa a partir das questões levantadas deve-se selecionar uma para ser formulada e respondida pelos estudantes, para isso os estudantes devem ser instigados a buscarem as respostas. Nesse momento, sendo necessário a explicação do conteúdo programado deve-se interromper a exposição para trabalhar as novas habilidades/contéúdos, de forma a não deixar os estudantes perderem a motivação pelo processo da modelação.

Depois de desenvolver o conteúdo necessário e suficiente para responder ou resolver essa etapa do trabalho, propõem-se exemplos análogos, para que o conteúdo não se restrinja ao modelo. [...] Pode-se propor, também, a resolução de exercícios (convencionais, aplicados, demonstrações). Esses exercícios servem como meio de avaliar se os conceitos apresentados foram aprendidos. (Biembengut e Hein, 2014, p.21).

Após atingir os objetivos de ensino, ou seja, após os estudantes se apropriarem das habilidades/contéúdos trabalhados, deve-se retornar à questão inicial que gerou o processo e buscar uma solução, de forma que o estudante perceba o papel importante da Matemática como “ferramenta” de pesquisa. A

resolução formulada da questão que permite a resolução de outras similares será o *modelo matemático*. Agora, será momento para os estudantes analisarem os resultados obtidos, ou seja, fazerem a validação.

Na Modelação, segundo Biembengut (2016), o tempo necessário para abordar cada tópico do conteúdo curricular, bem como o enfoque que damos a estes irá variar em cada tópico. “Vai depender de como e quanto os estudantes precisarão saber para modelar” (Biembengut, 2016, p. 209). Outra sugestão interessante dada pela autora, é que às vezes precisará diminuir a quantidade de exercícios que usam apenas uma técnica para resolução.

Usar a Modelagem Matemática como um método de ensino tem por objetivo principal “criar condições para que os alunos aprendam a fazer modelos matemáticos, aprimorando seus conhecimentos” (Biembengut e Hein, 2014, p.23).

Segundo Biembengut e Hein (2014, p.23):

Espera-se por meio da modelagem: incentivar a pesquisa; promover a habilidade em formular e resolver problemas; lidar com tema de interesse; aplicar o conteúdo matemático; e desenvolver a criatividade.

As aulas com uso da modelagem devem ser cuidadosamente planejadas pelo professor, levando em consideração o tempo disponível e o que será necessário para desenvolver todas as etapas do processo com qualidade (Biembengut e Hein, 2014). A escolha do momento para o trabalho com a modelagem deve ser estratégica, pois os estudantes já precisarão ter certa habilidade para construir os modelos matemáticos, com base nos conhecimentos adquiridos em sala de aula.

Biembengut enfatiza a importância de envolver os estudantes na escolha do tema. Isso pode ser feito por meio de discussões em sala de aula em grupos de trabalho (de três a cinco alunos por grupo), pesquisa de interesses dos alunos ou votação. Quando os estudantes têm voz na escolha do tema, eles tendem a se sentir mais motivados e engajados no processo. O professor tem papel estratégico para conduzir a escolha de um tema que seja desafiador, mas, ao mesmo tempo, acessível aos estudantes. (Biembengut e Hein, 2014). O professor deve fornecer orientação, recursos e apoio à medida que os estudantes exploram o tema e desenvolvem seus modelos matemáticos.

Quanto a avaliação do processo, Biembengut e Hein (2014, p. 27) destacam que

O ensino da Matemática deve propiciar ao aluno: sólida formação matemática, em primeiro lugar; capacidade para enfrentar e solucionar problemas; saber realizar uma pesquisa; capacidade em utilizar máquinas (calculadora gráfica e computadores); e capacidade de trabalhar em grupo.

Para tanto propõe-se que ao professor utilizar a avaliação para redirecionar seu trabalho, caso necessário, e verificar se os estudantes estão se apropriando das habilidades/conteúdos trabalhados. Esse processo pode ser feito através de observação, bem como por meio de provas, exercícios, trabalhos realizados, dentre outros. Tais critérios e indicadores avaliativos devem ser de conhecimento dos estudantes. (Biembengut e Hein, 2014).

Como já falado anteriormente, Biembengut e Hein (2014) denominam a Modelagem aplicada no ensino de Matemática por Modelação. “Na modelação, o professor pode optar por escolher determinados modelos, fazendo sua recriação em sala de aula, juntamente com os alunos, de acordo com o nível em questão, além de obedecer ao currículo inicialmente proposto”. (Biembengut e Hein, 2014, p.29).

Biembengut (2012) enfatiza que a Modelagem Matemática no ensino visa envolver ativamente os estudantes, capacitando-os a associar elementos relacionados ao tema, traduzir questões reais em linguagem matemática, desenvolver soluções e comunicar suas descobertas. Essa abordagem não apenas facilita a compreensão da matemática, mas também prepara os estudantes para um desempenho melhor em suas futuras carreiras profissionais.

### **1.3. Modelagem Matemática, segundo Barbosa**

Barbosa (2023) descreve sua experiência da seguinte forma:



possui Licenciatura em Matemática pela Universidade Católica do Salvador (1997), Doutorado em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2001) e pós-doutoramentos na London South Bank University (2008) e na University of London (2013-2014). No segundo semestre de 2023, financiado pelo Programa CAPES PRINT, realizou estágio pós-doutoral na Rutgers University, Estados Unidos. Desde 2010, é professor associado, em regime de dedicação exclusiva, do Departamento II da Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia. Atua como professor permanente no Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da UFBA/UEFS, no qual exerceu a função de vice-coordenador (2006-2010) e coordenador (2011-2013). Também é professor permanente no Programa de Pós-Graduação em Educação da UFBA, no qual exerceu a função de vice-coordenador (2013-2017) e de coordenador de uma turma de Doutorado Interinstitucional para docentes do Instituto Federal do Sertão Pernambucano (2019 - atual). Orienta projetos de iniciação científica, mestrado, doutorado e pós-doutorado. Desde 2010, é líder do Grupo de Pesquisa Observatório da Educação Matemática (OEM), certificado pelo CNPq junto à UFBA. Foi membro do Executive Committee of the International Community of Teachers of Mathematical Modelling and Applications (2009-2013). Atuou como coordenador do GT de Modelagem Matemática (2006-2009), do GT de Formação de Professores que Ensinam Matemática (2018-2021) e Diretor da Regional Bahia (2004-2007) da Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM). É editor associado e do conselho editorial do periódico Boletim de Educação Matemática (Bolema), Brasil, e do periódico The Mathematics Enthusiast, Estados Unidos. Também é membro do conselho editorial dos periódicos Boletim GEPEM e Educação Matemática Pesquisa. É sócio das seguintes sociedades científicas: Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM), Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação (ANPED) e Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC). Possui experiência na área de Educação Matemática, tendo desenvolvido projetos de pesquisa na área de modelagem matemática, materiais curriculares para professores e formação de professores de matemática, particularmente em torno da matemática específica dos professores de matemática. Os resultados estão socializados em mais de cem trabalhos completos publicados na forma de artigos de periódicos, capítulos de livros e artigos em anais. Foi bolsista Pq 2 (2016-2018) e bolsista Pq 1D (2019 - 2022) (Barbosa, 2023).

Barbosa (2001) enfatiza que a modelagem matemática não é apenas sobre a aplicação de conceitos matemáticos, mas também sobre a reflexão crítica sobre como a matemática é usada na sociedade. “Nem matemática nem Modelagem são “fins”, mas sim “meios” para questionar a realidade vivida” (Barbosa, 2001, p. 4). Dessa forma, o autor propõe que a modelagem tem o potencial de gerar algum nível de criticidade em relação à realidade social e matemática, ou seja, por meio da modelagem, os estudantes podem desenvolver uma compreensão crítica das aplicações da matemática na sociedade e questionar como ela é usada.

Para Barbosa (2001, p. 6), Modelagem Matemática é “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”. Na modelagem, não há um único caminho ou procedimento fixo a ser seguido. Os estudantes têm a liberdade de escolher abordagens e métodos diferentes para resolver problemas matemáticos, e essas abordagens podem variar. Os conceitos e ideias matemáticas exploradas durante a modelagem dependem do caminho ou abordagem que os estudantes escolhem ao trabalhar nas situações. Trata-se do que Barbosa (2018) chama de “discussões reflexivas”. Em outras palavras, os conceitos matemáticos que surgem na modelagem não são predefinidos, mas evoluem à medida que os estudantes trabalham nas tarefas. (Barbosa, 2001). “Então, especificamente, trata-se de uma atividade que convida os alunos a discutirem matemática no contexto de situações do dia-a-dia e/ou da realidade” (Barbosa, 2004, p. 3).

Notemos que a Modelagem não é o único ambiente de aprendizagem em que os alunos se defrontam com um problema para ser resolvido. Isso também ocorre em outras propostas, como na resolução de problemas. Essa é uma característica transversal a muitos ambientes inovadores. Entretanto, o uso de situações do cotidiano, do mundo do trabalho e das ciências é uma linha de corte que estabelece a especificidade da Modelagem Matemática em relação a outros ambientes inovadores. (Barbosa, 2009, p. 3).

Para que as discussões reflexivas ocorram, Barbosa (2018, p. 2) diz que é

fundamental que as situações-problema sejam abertas, demandando, assim, dos estudantes (preferencialmente organizados em grupos) o estabelecimento de hipóteses. É provável que apareçam diferentes soluções, o que leva à necessidade de examinar e discutir como foram produzidas.

Essa concepção “aberta” de Modelagem proposta por Barbosa (2001, p. 5), “impossibilita de garantir a presença de um modelo matemático propriamente dito na abordagem dos alunos”. Segundo o autor, dependendo dos caminhos escolhidos pelos estudantes não haverá a necessidade da construção de um modelo matemático.

A Modelagem, conforme proposto por Barbosa (2001, p. 6), “estimula os alunos a investigarem situações de outras áreas que não a matemática por meio da matemática”. Como já citado, o autor propõe a Modelagem como um “ambiente de aprendizagem”, ou seja, os estudantes serão estimulados ou convidados a se envolverem na proposta, “o envolvimento dos alunos ocorre na medida em que seus

interesses se encontram com esse”, ou seja, com o que está sendo proposto pelo professor (Barbosa, 2001, p. 6). O professor precisa usar bem as indagações, para estimular os estudantes, conforme diz Barbosa (2009, p. 2), “para que os alunos possam refletir sobre o modo com que a Matemática é usada ou como pode ser usada na situação, parece-me necessário que eles compartilhem/discutam opiniões, estratégias etc..”.

Em vez de começar a aula com uma exposição de conteúdo teórico, Barbosa (2018, 2009) sugere que o professor inicie a aula apresentando um problema novo aos estudantes, estes são desafiados a resolver esse problema usando suas próprias estratégias e conhecimentos matemáticos. Após o trabalho em grupo, os resultados e abordagens dos estudantes são compartilhados e discutidos na lousa, então segundo Barbosa (2018, p. 3), o professor “pode aproveitar-se das ideias matemáticas mobilizadas para introduzir ou formalizar um novo conceito ou procedimento matemático”. Os problemas a serem resolvidos podem vir de várias fontes, como matérias de jornais que abordam questões atuais e relevantes para a sociedade. Além disso, os problemas podem se originar de situações do cotidiano dos estudantes, do bairro ou de outras disciplinas, como Ciências Naturais. A ideia é que a matemática seja aplicada a outras áreas da realidade. (Barbosa, 2018, 2009).

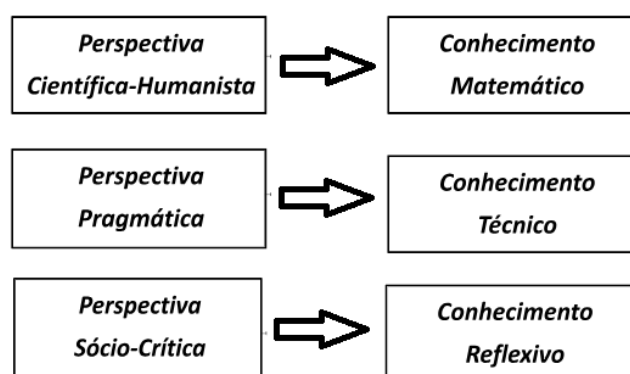
Buscando deixar mais claro sua concepção de Modelagem Matemática, Barbosa (2004b, p. 3) a caracteriza em “termos do contexto no qual é desenvolvido (a escola), a natureza da atividade (investigação) e o domínios que envolve (matemática e áreas com referência na realidade)”.

Barbosa (2003), fala sobre duas perspectivas de Modelagem Matemática já existente, a pragmática e a científica-humanista. Barbosa (2003, p. 3) explica que a pragmática “abarca o propósito de usar a Modelagem para estimular habilidades de resolução de problemas, tendo em vista situações no dia-a-dia e na futura profissão dos alunos”. Segundo o autor, nesta perspectiva prioriza-se o conhecimento técnico, ou seja, a capacidade de resolver problemas matemáticos que tenham aplicações. Já a perspectiva científica-humanista, segundo Kaiser-Messmer (apud, Barbosa, 2003, p. 3), “as atividades de Modelagem têm por fim aprender matemática, de modo que as primeiras oferecem contexto para desenvolver os tópicos previstos no programa”. Nesse caso, o foco está no conhecimento matemático, sendo que as atividades ou situações problemas apresentadas servirão apenas como motivação para levar aos conteúdos matemáticos.

Porém, segundo Barbosa (2003, p. 3), “muitos dos trabalhos de Modelagem não se encaixam confortavelmente nas perspectivas pragmática e científico-humanista”, pois muitos destes propõem situações em que convidam os estudantes a “analisar o papel da matemática nas práticas sociais” (Barbosa, 2003, p. 4). Isso significa, que alguns trabalhos de ensino com uso da Modelagem Matemática focam no objetivo de que os estudantes consigam investigar, resolver e discutir situações-problemas, e ainda entender as implicações destes resultados na sociedade.

Por isso, Barbosa (2003), propõe uma terceira perspectiva para a Modelagem Matemática, que ele chama de sócio-crítica. Sobre esse modo de ver a Modelagem, veja a Figura 4, abaixo, o autor faz uma relação entre a perspectiva teórica da Modelagem e o respectivo tipo de conhecimento enfatizado.

**Figura 4 – Modelagem Matemática: perspectivas**



Fonte: BARBOSA, 2003, p. 4

Barbosa(2003, p. 4) deixa claro que “colocar a ênfase no conhecimento reflexivo não significa subtrair os demais, mas subordiná-los ao propósito de analisar o papel da matemática nas práticas sociais”.

De um ponto de vista sociocrítico, interessa-nos que os alunos cheguem a produzir as discussões reflexivas; do contrário, a Modelagem pode ficar restrita aos argumentos da aprendizagem, da motivação e do desenvolvimento de habilidade de exploração dos alunos. (Barbosa, 2009, p. 9).

Segundo Barbosa (2001, p. 6), “se tomarmos Modelagem de um ponto de vista sócio-crítico, a indagação ultrapassa a formulação ou compreensão de um problema, integrando os conhecimentos de matemática, de modelagem e reflexivo”. O autor destaca a importância da investigação nesse processo de ensino, segundo

ele, “a investigação é o caminho pelo qual a indagação se faz” (Barbosa, 2001, p. 7). Barbosa (2001, p. 7) diz, ainda, que “indagação e investigação são tidas como indissociáveis, pois uma só ocorre na mesma medida da outra”. Logo, o professor precisará estar bem preparado para fazer bons questionamentos aos estudantes, para assim estimulá-los a também se questionarem para uma boa investigação.

Entretanto, ainda que, de um ponto de vista conceitual, especifique-se Modelagem no ambiente da sala de aula, na sua implementação converge também uma forma de concebê-la, o que traz implicações para a maneira como o professor conduz as atividades. (Barbosa, 2003, p.1)

Entendemos aqui a importância de como a Modelagem é concebida e compreendida pelos professores, pois essa concepção influenciará a forma como as atividades de Modelagem são conduzidas na sala de aula. A maneira como o professor percebe e interpreta a Modelagem afeta a implementação prática e as abordagens específicas que ele adota ao ensinar usando esse método. Portanto, a concepção da Modelagem é um fator crítico na eficácia do ensino baseado nessa abordagem.

Por isso, Barbosa (2001, p. 12) enfatiza que, é “preciso potencializar este fluxo de pesquisas em Modelagem, não se limitando ao relato de experiências, com vista a produzir compreensões teóricas”. Ainda, sobre essa questão, Barbosa (2004b, p. 6) ressalta sua “reivindicação de tomar o *locus* da Educação Matemática para teorizar sobre Modelagem”.

Barbosa, não usa a terminologia “mundo real” para fazer a conexão com a Matemática, pois segundo ele, “esta terminologia carrega uma limitação semântica, pois opõe matemática e mundo real, o que não aceitamos” (Barbosa, 2001, p. 7). O autor defende a ideia de que a Matemática faz parte da nossa realidade, por isso, Barbosa (2001, p. 7) prefere “falar em situações oriundas de outras áreas da realidade”.

Quanto à questão da integração da Modelagem ao currículo, Barbosa (2001) inicia a discussão explicando que o ambiente de aprendizagem baseado na modelagem se diferencia do ensino tradicional em sua abordagem. Enquanto o ensino tradicional tende a apresentar aos estudantes situações idealizadas e fórmulas prontas para serem aplicadas, a modelagem, segundo o autor, se baseia na indagação e investigação, encorajando os estudantes a questionar e explorar as

situações de maneira mais aberta e criativa. No ensino tradicional, como explicado pelo autor, os estudantes frequentemente recebem instruções diretas sobre como abordar os problemas, e eles já sabem o que usar para resolvê-los. Em contraste, na modelagem, os estudantes têm mais liberdade para decidir como abordar as situações e quais conceitos matemáticos usar, o que promove uma maior participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem.

Barbosa (2009) diz que não é seu objetivo que o Currículo escolar seja adaptado em torno da Modelagem, mas que esta deve fazer parte das atividades escolares.

Particularmente, penso que outros ambientes, como resolução de problemas, investigações matemáticas, etc., e mesmo as aulas expositivas e exercícios, devem ser mantidos/remanejados, mas, também, Modelagem deve/pode ser integrada às atividades curriculares. (Barbosa, 2009, p. 3).

Por isso, Barbosa (2001), explica que a transição do ensino tradicional para a modelagem não é algo simples, pois envolve uma mudança não apenas na metodologia, mas também nas atitudes e conhecimentos dos professores e estudantes. Abandonar práticas tradicionais e adotar uma abordagem de modelagem requer tempo e esforço. Logo, a mudança em direção à modelagem não deve ser esperada instantaneamente assim que a plausibilidade desse método de ensino é percebida. Em vez disso, é um processo que requer tempo e um compromisso contínuo para ser bem-sucedido. Diante de diferentes propostas de ensino, Barbosa (2004b, p. 4) “sugere a importância de existir uma consonância entre Modelagem e as outras tarefas escolares”.

“A par disto, concebemos a integração curricular de Modelagem de formas diversas, de tal modo que pavimente o caminho do professor e dos alunos em direção a este ambiente” (Barbosa, 2001, p. 8). Com base em seus estudos sobre Modelagem, nacional e internacional, Barbosa (2001) propõe três diferentes casos, para se referir às diferentes maneiras de fazer esta organização curricular da Modelagem:

- **Caso 1:** “O professor apresenta a descrição de uma situação-problema, com as informações necessárias à sua resolução e o problema formulado, cabendo aos alunos o processo de resolução” (Barbosa, 2001, p. 8). O professor já apresenta todas as informações necessárias para a

investigação, não sendo necessário que os estudantes busquem dados fora da sala de aula para resolverem a questão;

- **Caso 2:** “O professor traz para a sala um problema de outra área da realidade, cabendo aos alunos a coleta das informações necessárias à sua resolução” (Barbosa, 2001, p. 9). Nesse caso, o professor traz apenas o tema a ser investigado e os estudantes irão buscar fora da sala de aula os dados, farão uma simplificação desses dados, com o auxílio do professor, para que consigam resolver a questão;
- **Caso 3:** “A partir de temas não-matemáticos, os alunos formulam e resolvem problemas. Eles também são responsáveis pela coleta de informações e simplificação das situações-problema” (Barbosa, 2001, p. 9). Nesse caso, os estudantes participam de todo o processo da modelagem, desde a escolha do tema até que consigam resolver a questão.

Como mostra a Figura 5, o professor tem seu papel em todos os casos como coparticipante, porém sua atuação, ou presença nas atividades, muda em cada caso. Isso significa que “ele tem uma participação intensa, interagindo com os alunos por meio da colocação de questionamentos, comentários etc., ou mesmo, em certos momentos, arbitrando sobre questões ou formalizando posições” (Barbosa, 2009, p. 2, 3).

**Figura 5 - O aluno e o professor nos casos de Modelagem.**

	<i>Caso 1</i>	<i>Caso 2</i>	<i>Caso 3</i>
<i>Elaboração da situação-problema</i>	professor	professor	professor/aluno
<i>Simplificação</i>	professor	professor/aluno	professor/aluno
<i>Dados qualitativos e quantitativos</i>	professor	professor/aluno	professor/aluno
<i>Resolução</i>	professor/aluno	professor/aluno	professor/aluno

Fonte: BARBOSA, 2001, p. 9

Barbosa (2001, p. 9) esclarece que “os casos 1, 2 e 3 não representam configurações estanques, mas sim regiões de possibilidades. Eles não pretendem engessar a prática, mas, uma vez que é reflexão sobre a prática, alimentá-la”. Ou

seja, a implementação da Modelagem na Educação, conforme proposta nos casos, não é uma abordagem fixa e inflexível, mas, em vez disso, pode ser adaptada de várias maneiras, dependendo das circunstâncias e das preferências dos professores e estudantes. Isso significa que as escolas podem ter recursos, restrições e condições específicas que afetam a forma como a Modelagem é introduzida no currículo. Assim, as práticas educacionais podem evoluir e se adaptar ao longo do tempo, à medida que os professores e estudantes ganham experiência e compreendem melhor como a Modelagem funciona em seu ambiente específico.

Outro ponto a ser destacado é a importância do trabalho em grupo, seja qual for o caso de Modelagem adotado. Segundo Barbosa (2009) o trabalho em grupo contribui para fomentar as discussões reflexivas sobre os temas abordados. Além disso, ao final do processo de aprendizagem, é importante que os estudantes apresentem seus resultados para toda a classe, como um momento de socialização. Segundo Barbosa (2009, p. 8), “esse é um momento crucial de discussão dos resultados, que é coordenado pelo professor, colocando questões e motivando o debate”.

Como vimos, para Barbosa, existem diferentes formas de trabalhar a Modelagem no ambiente escolar. Entretanto, Barbosa (2004, p. 4), fala de dois aspectos centrais nessas atividades:

O primeiro é que elas devem se constituir como problemas para os alunos, ou seja, eles não devem possuir esquemas prévios para abordá-las, mas terão que demandar um certo esforço intelectual. O segundo refere-se ao fato de que atividades devem se sustentar no mundo-vida das pessoas, envolvendo dados empíricos reais.

Quanto ao porquê da Modelagem na Educação Matemática, Barbosa (2009) fala algo para além da motivação e da aprendizagem de habilidades matemáticas. Barbosa (2009, p. 2) diz que,

do ponto de vista da cidadania, há um argumento mais crucial: a necessidade de os alunos perceberem a natureza enviesada dos modelos matemáticos e o papel que eles podem ter na sociedade e nas ciências. Isso não significa o esquecimento do conteúdo matemático, mas seu posicionamento como um “meio” para convidar os alunos a enxergarem seu uso para além dos limites da disciplina escolar.

Este argumento, ou forma de ver a Modelagem, tem a ver com a perspectiva que Barbosa chama de sóciocrítica, que já falamos anteriormente. Conforme explica



Barbosa (2018, p. 3), “em vez de educar *para* a Matemática, modelagem matemática é uma forma de educar *pela* Matemática”.

#### 1.4. Modelagem Matemática, segundo Burak

Burak (2023) descreve sua experiência da seguinte forma:

possui graduação em Matemática pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (1973), mestrado em Ensino de Matemática pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1987) e doutorado pela Universidade Estadual de Campinas (1992). Atualmente é rt-20 da Universidade Estadual de Ponta Grossa no Programa de Pós - Graduação em Educação e rt 20 do Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais e Matemática. Professor titular aposentado do Departamento de Matemática da Universidade Estadual do Centro-Oeste em (2013). Tem experiência na área de Matemática, com ênfase em Educação Matemática, atuando principalmente nos seguintes temas: modelagem matemática na educação matemática, ensino e aprendizagem e ensino de matemática. Pós-Doutorado (2010) - Universidade Federal do Pará- orientadora Profa Dr<sup>a</sup> Rosália Maria Ribeiro de Aragão (Burak, 2023).

Em sua dissertação de mestrado em 1987, Burak ainda usa os mesmos moldes da Modelagem Matemática usada na Matemática Aplicada, conservando os mesmos passos e a necessidade da construção de um modelo matemático. (Klüber; Burak, 2008). Conforme explicado pelos autores, “a modelagem matemática era apenas uma transposição da modelagem utilizada por pesquisadores nas ciências naturais, a qual tinha poucos vínculos com as ciências humanas” (Klüber; Burak, 2008, p. 20).

No entanto, com a continuidade de suas pesquisas sobre Modelagem Matemática na Educação, houve uma mudança na perspectiva e encaminhamentos de Burak em relação à sua pesquisa sobre Modelagem Matemática, isso aconteceu durante seu doutorado na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Burak (2017, p. 18), conclui que “o método científico não é o melhor orientador das pesquisas da Modelagem na Educação Matemática”. O autor, ainda,

*Frisa sempre o interesse dos participantes da atividade e o envolvimento dos grupos em busca de dados do ambiente e argumenta que esses procedimentos são capazes de dar significado, bem como desenvolver a autonomia dos participantes, de forma a torná-los agentes do processo de construção do conhecimento matemático (Klüber; Burak, 2008, p. 20).*

Portanto, pela concepção adotada por Burak (2004, p. 2), a Modelagem Matemática é uma “alternativa metodológica para o Ensino de Matemática”, o autor coloca um foco significativo no interesse dos participantes da atividade de modelagem matemática. Isso implica que ele valoriza a participação ativa das pessoas envolvidas em sua pesquisa e nas atividades de modelagem (Burak, 2004). Ele também destaca a importância do envolvimento dos grupos na coleta de dados do ambiente, valorizando a participação ativa dos envolvidos e “argumenta que esses procedimentos são capazes de dar significado, bem como desenvolver a autonomia dos participantes, de forma a torná-los agentes do processo de construção do conhecimento matemático” (Klüber; Burak, 2008, p. 20). Com isso promover “a formação de um ser humano que, mais que aprender Matemática, adquira subsídios que o ajudem tomar decisões” (Burak, 2017, p.16).

Conforme explicado por Burak (2004), na forma de ensino que estamos acostumados é o professor que sempre dá início ao processo, já na Modelagem Matemática “o processo é compartilhado com o grupo de alunos, pois sua motivação advém do interesse pelo assunto” (Burak, 2004, p. 2).

Em sua Tese de doutorado, Burak diz que 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 a tomar decisões” (Burak, 1992, p. 62).

*Um mérito do trabalho de Burak era a preocupação em considerar a Modelagem como um conjunto de procedimentos que não fosse apenas técnico, mas que ocorresse de uma forma mais aberta e contextualizada dando significado aos conteúdos matemáticos. (Klüber; Burak, 2008, p. 20).*

Nessa perspectiva, Burak (2017, p. 16), diz que “as atividades de Modelagem, metodologicamente, se constituem de etapas não fixas, mas que orientam e encaminham, pedagogicamente, a prática educativa mediada pela Modelagem Matemática”. O autor propõe a Modelagem Matemática como uma prática social.

Nesse sentido, Burak (2004) destaca alguns pontos importantes sobre a Modelagem Matemática no ensino:

- **Maior interesse do grupo:** O grupo compartilha o processo de ensino, escolhendo o que deseja estudar e participando ativamente na discussão e propostas, o que aumenta o interesse tanto de cada indivíduo como do grupo como um todo (BURAK, 2007).
- **Maior interação no processo de ensino e aprendizagem:** O interesse do grupo resulta em benefícios na aprendizagem, já que os estudantes trabalham em tópicos que lhes interessam e têm significado para eles, tornando-se corresponsáveis pelo aprendizado.

Há ainda, a possibilidade de uma dinâmica maior no ensino, pela ação e o envolvimento do próprio grupo na perspectiva da busca do conhecimento e da socialização desse conhecimento dentro do grupo (Burak, 2007, p. 9).

- **Nova postura do professor:** A Modelagem Matemática representa uma mudança na postura do professor, que compartilha o processo de ensino com o grupo, em contraste com a abordagem tradicional em que o professor desencadeia o processo de ensino. Isso fortalece as relações afetivas entre os estudantes e o professor, bem como entre os próprios estudantes. (Burak, 2007).

Conforme diz Burak (2004, p. 3,4), “o papel do professor fica redefinido, pois ele passa a se constituir no mediador entre o conhecimento matemático elaborado e o conhecimento do aluno ou do grupo”.

Nessa perspectiva sobre Modelagem Matemática adotada por Burak (2004), os conteúdos matemáticos surgem a partir dos problemas levantados com base na pesquisa de campo realizada. “No ensino usual ocorre o contrário. O conteúdo estabelecido no programa é que determina o problema a ser trabalhado” (Burak, 2007, p. 9). O autor sabe das dificuldades desse tipo de abordagem para Educação Básica, já que existe um programa a ser cumprido, Burak (2004, p. 4), explica que “essa ruptura perpassa pela mudança na concepção de educação, de ensino e de aprendizagem”. Diante disso, Burak acredita que a adoção dessa forma de Modelagem Matemática pode provocar uma mudança gradativa na educação Matemática, como ele explica:

a adoção da Modelagem Matemática, como uma alternativa Metodológica para o ensino de Matemática, pretende contribuir para que gradativamente se vá superando o tratamento estanque e compartimentalizado que tem caracterizado o seu ensino [...]. (Burak, 2004, p. 4).

Os conteúdos trabalhados podem se repetir várias vezes, durante o mesmo tema ou em contextos diferentes. Para Burak (2004), essa é uma oportunidade dos estudantes entenderem melhor os conteúdos estudados e observarem que a Matemática faz parte do seu cotidiano.

Para o desenvolvimento da Modelagem Matemática em sala de aula, Burak (2004) propõe cinco etapas:

1ª - escolha do tema;

2ª - pesquisa exploratória;

3ª - levantamento dos problemas;

4ª - resolução do(s) problema(s) e o desenvolvimento da Matemática relacionada ao tema;

5ª - análise crítica da(s) solução(es)

Na **primeira etapa**, “é o momento em que o professor apresenta aos alunos alguns temas que possam gerar interesse ou os próprios alunos sugerem um tema” (Klüber; Burak, 2008, p. 21). O tema ou os temas podem surgir da turma, ou de grupos com 3 ou 4 participantes. Burak (2004) salienta que quando os estudantes escolhem o tema isso torna o ensino mais dinâmico e significativo para eles.

Há, ainda, a possibilidade de uma dinâmica maior no ensino, pela ação e o envolvimento do próprio grupo na perspectiva da busca e da construção do conhecimento e para a socialização desse conhecimento dentro do grupo, posteriormente aos demais grupos. (BURAK, 2004, p. 3).

Burak (2017, p. 19) ressalta que, “partir de um tema possibilita estudar o fenômeno em várias dimensões, em consonância com o ser do estudante que é uma unidade complexa, ao mesmo tempo, biológica, psicológica e social”. Como já falamos, os temas trabalhados podem ser quaisquer e de escolha do grupo ou dos pequenos grupos, para cada tema abordado faz-se necessário uma pesquisa profunda e uma investigação como um meio de adquirir conhecimento, compreender a realidade e, posteriormente, agir de maneira eficaz nessa realidade, esta será a **segunda etapa**, proposta por Burak (2004). “A pesquisa pode ser bibliográfica ou

contemplar um trabalho de campo, fonte rica de informações e estímulo para a execução da proposta” (Klüber; Burak, 2008, p. 21). Dessa forma, “a Modelagem enseja, ainda de forma natural e indissociável, o ensino e a pesquisa” (Burak, 2004, p. 5), pois é importante conhecer uma realidade antes de intervir nela de forma adequada. Portanto, após escolher um tema para a modelagem, os estudantes buscam entender as várias dimensões ou aspectos que compõem essa realidade específica. Isso implica que a modelagem não se limita apenas ao aprendizado teórico, mas também incentiva a exploração prática e a pesquisa para adquirir uma compreensão completa de um tópico. “Essas dimensões são levantadas na pesquisa de campo, na etapa que denominamos pesquisa exploratória” (Burak, 2004, p. 5).

Após uma boa coleta de dados e obtenção de informações, os estudantes terão condições de fazer uma análise qualitativa desses dados e

conjecturarem sobre tudo que pode ter relação com a matemática, elaborando problemas simples ou complexos que permitam vislumbrar a possibilidade de aplicar ou aprender conteúdos matemáticos, isso com a ajuda do professor, que não se isenta do processo, mas se torna o “mediador” das atividades (Klüber; Burak, 2008, p. 21).

Esta será a **terceira etapa** da Modelagem proposta por Burak. Essa é uma etapa importante, pois segundo Burak (2004, p. 5), ajuda a “formar um comportamento mais atento, mais sensível e mais crítico, tornando os alunos capazes de realizar uma leitura mais atenta da realidade, atributos importantes na formação de um pesquisador”.

Essa ação investigativa, ao transformar observações em dados quantitativos, adiciona um novo significado aos números obtidos. Muitas vezes, as observações iniciais são descritivas e qualitativas, ou seja, descrevem algo sem quantificá-lo. No entanto, ao converter essas observações em dados numéricos, a investigação permite que o grupo ou grupos envolvidos tenham uma compreensão mais precisa e mensurável do fenômeno em estudo (Burak, 2004).

Com uma boa compressão dos dados coletados, é possível fazer o levantamento de problemas. Burak (2004) ressalta que os problemas criados na Modelagem Matemática têm características diferentes dos que usualmente vemos em livros textos, pois “são elaborados a partir dos dados coletados na pesquisa de campo; possuem, geralmente caráter genérico; estimulam a busca e a organização

dos dados; favorecem à compreensão de uma determinadas situação” (Burak, 2004, p. 5).

Após o levantamento dos problemas, que conforme explicado podem ser quaisquer dependendo das hipóteses levantadas, inicia-se a **quarta etapa** do processo, a resolução do(s) problema(s), segundo Burak (2004, p. 6), “o problema ou os problemas levantados, elaborados, determinarão os conteúdos a serem trabalhados”. Não há “necessidade prévia de se ensinar conteúdos matemáticos”. Nesse momento, o professor irá desenvolver os conteúdos necessários para a resolução do(s) problemas(s)

que podem ser abordados de uma maneira extremamente acessível, para, posteriormente, serem sistematizado, fazendo um caminho inverso do usual, pois se ensina o conteúdo para responder às necessidades surgidas na pesquisa e no levantamento dos problemas concomitantemente (KLÜBER; BURAK, 2008, p. 21).

Burak (2004, p. 6) explica que dessa forma, “ganha sentido e significado cada conteúdo matemático usado na busca da solução do problema ou dos problemas”. Nesse sentido, podemos dizer que a Modelagem Matemática é fundamentalmente rica, pois permite que os conteúdos matemáticos sejam aplicados a situações reais, criadas ou elaboradas pelos próprios estudantes, tornando-os mais relevantes e significativos. Isso significa que os estudantes não estão apenas aprendendo matemática abstrata, mas também estão usando os conceitos matemáticos para resolver problemas do seu cotidiano. “Nessa perspectiva, o ensino de Matemática torna-se mais dinâmico, mais vivo e, em consequência, mais significativo para o aluno e para o grupo” (Burak, 2007, p. 8).

A construção de modelos é ressaltada por Burak (2004) como uma etapa importante no processo de modelagem. É importante ressaltarmos aqui que para Burak (2007, p. 7) “o conceito de modelo, amplia-se, não se restringindo, apenas, aos modelos matemáticos”. Esses modelos podem ser simplificados, mas desempenham um papel fundamental no desenvolvimento do pensamento matemático dos estudantes. Os modelos, segundo Burak (2004), são representações matemáticas que ajudam a descrever, entender, resolver e permite uma tomada de decisão mediante o(s) problema(s) elaborado(s).

Burak (2004) menciona que uma tabela de supermercado ou uma planta baixa de uma casa podem ser consideradas modelos, uma vez que ajudam na

tomada de decisões. Isso destaca como a Modelagem Matemática envolve a criação de representações que auxiliam na resolução de problemas práticos e na tomada de decisões informadas.

Burak (1998) não coloca como uma necessidade a criação de modelo matemático no processo de Modelagem Matemática, porém

não exclui a possibilidade dessa construção de modelos, que pode aparecer com o desenvolvimento do trabalho ou ainda para propósitos definidos na resolução ou explicação de uma dada situação, [...]. (Burak, 1998, p. 32 apud Klüber; Burak, 2008, p. 22).

Com o(s) modelo(s) criados, Burak (2004, p. 10) explica que “os alunos podem validá-lo e realizar várias atividades de aplicação. Outros desafios podem ser colocadas aos alunos, de modo a estimulá-los a pensar, levantar novas hipóteses e testá-las”. Esta seria a **quinta etapa** do processo de Modelagem Matemática proposto por Burak (2004).

É a etapa em que se reflete acerca dos resultados obtidos no processo e como esses podem ensejar a melhoria das decisões e ações, contribuindo, dessa maneira, para a formação de cidadãos participativos, que auxiliem na transformação da comunidade em que participam (KLÜBER; BURAK, 2008, p. 22).

Portanto, nessa perspectiva de Burak (2004, p. 10) da Modelagem “como uma alternativa metodológica para o ensino de Matemática na Educação Básica”, o autor destaca como essa abordagem atende às expectativas dos estudantes, tornando o ensino de Matemática mais envolvente e significativo. O processo começa com a vida cotidiana dos estudantes como ponto de partida, os problemas matemáticos são escolhidos com base em situações reais e relevantes que os estudantes enfrentam em seu dia a dia. “Na forma usual, o processo de ensino é deflagrado pelo professor, na Modelagem Matemática o processo é compartilhado com o grupo de alunos, pois sua motivação advém do interesse pelo assunto” (Burak, 2007, p. 7). Isso torna o conteúdo matemático mais próximo da experiência dos estudantes e mais fácil de relacionar com suas vidas. Quando os estudantes percebem que o que estão estudando tem relevância para suas próprias vidas, atendendo às suas necessidades e interesses, eles se tornam mais envolvidos e motivados. O estudo da Matemática deixa de ser visto como algo abstrato e distante da realidade e passa a fazer sentido (Burak, 2004).

Podemos destacar que nesta proposta de Burak,

o trabalho sempre se desenvolve em plena interação entre professor-aluno-ambiente, sem a predominância de um ou de outro, valendo-se, porém, da interação entre as três dimensões, porque o aluno deve buscar, o professor deve mediar e o ambiente é a fonte de toda a pesquisa (Klüber; Burak, 2008, p. 22).

Com base em seus estudos e pesquisas, apresentados aqui de forma resumida, Burak (2004, p. 10) afirma a “superioridade da Modelagem sobre as resistentes, cômodas, aversivas e ineficientes formas de ensino usuais que existem no conhecimento matemático simples e definitivo”. Isso significa que a Modelagem Matemática se destaca por tornar o ensino da Matemática mais significativo, relevante e envolvente para os estudantes, promovendo o interesse e atitudes mais positivas em relação a essa disciplina. Essa abordagem se concentra em conectar a Matemática com a vida cotidiana dos estudantes, atendendo às suas necessidades e interesses, o que, por sua vez, contribui para um aprendizado mais eficaz e motivador. Nesse sentido, Klüber e Burak (2008, p. 21) dizem que

ocorreu um avanço teórico no âmbito epistemológico da concepção desse autor, que se direciona dos moldes usuais para um ensino por construção e, por conseguinte, persegue mais de perto um ensino contextualizado [...].

Ainda nesse sentido, Burak (2007, p. 8) diz que,

Essa forma de pensar o ensino de Matemática carrega consigo a concepção de uma Matemática não restrita ao seu próprio contexto, mas uma Matemática construída na interação do estudante com o mundo, uma Matemática com história. (Burak, 2007, p. 8).

Dessa forma, o autor destaca a importância de os estudantes encontrarem significado e motivação em seus estudos, especialmente na Matemática, para evitar o desinteresse. A Modelagem Matemática é mencionada como uma abordagem educacional que pode despertar o interesse dos estudantes, pois a relaciona com suas necessidades, interesses e objetivos, ajudando a criar atitudes positivas em relação à disciplina (Burak, 2007).

### **1.5. Considerações finais sobre os autores e suas concepções**



Neste capítulo, foram exploradas as concepções de quatro autores que consideramos referência na área de Modelagem Matemática: Bassanezi, Biembengut, Barbosa e Burak, cada um com suas abordagens e ênfases distintas sobre a aplicação da Modelagem Matemática na educação. (Veja Apêndice A – Quadro-Resumo das concepções).

A Modelagem Matemática, conforme analisada pelos quatro autores, se mostra uma ferramenta poderosa no contexto educacional atual, promovendo a conexão entre a teoria matemática e sua aplicação prática. Ao permitir que os estudantes participem da escolha dos temas de interesse e participem ativamente na resolução de problemas reais, a Modelagem Matemática torna o aprendizado mais relevante e engajador.

As concepções dos autores aqui estudados sobre a Modelagem Matemática compartilham uma visão comum: a importância de conectar a matemática com problemas do mundo real, do cotidiano, e de promover um aprendizado ativo e colaborativo. No entanto, cada um desses autores traz suas próprias nuances e ênfases, enriquecendo o campo com perspectivas variadas e complementares, que em conjunto, forma uma base sólida para a implementação de práticas eficazes de modelagem matemática na educação.

Como professores, acreditamos que a perspectiva mais aberta da Modelagem Matemática propostas por Burak e Barbosa possa fazer mais sentido, já que não colocam como etapa necessária a criação de um modelo matemático. Porém, precisamos ser realistas e levar em consideração que, como professores da Rede Pública do Estado de Goiás, temos um currículo estruturado a ser seguido. Isso implica, naturalmente, em ganhos na organização educacional e em dificuldades na implementação de novas propostas, como é o caso da Modelagem Matemática. Avaliar se essa a estrutura atual é adequada ou não, seria tema para uma nova pesquisa. Portanto, com base na realidade atual, podemos usar algumas ideias propostas por Biembengut trabalhando a Modelagem com objetivos predefinidos, ou seja, quais habilidades pretendemos desenvolver e quais conteúdos devem ser abordados.

Na mesma perspectiva, vemos como possibilidade os casos propostos por Barbosa (2001; 2009). Em especial, os casos 1 e 2, em que o professor já leva os temas propostos para os estudantes e em seguida estes são convidados a fazerem as pesquisas e resolverem as situações problemas propostos (baseadas na

realidade) – caso 2, ou já recebem até a pesquisa já pronta, sendo provocados a discutirem a raciocinarem para chegar nas possíveis soluções – caso 1. Em ambos os casos, os conteúdos necessários poderiam ser trabalhados “antes” e “durante” o processo, usando a Modelagem Matemática para introduzir e desenvolver algum conteúdo, e/ou “depois”, como um meio de mostrar o uso do conhecimento matemático adquirido em seu cotidiano.

Com base no que estudamos até aqui podemos fazer uma comparação entre a Modelagem Matemática e uma viagem de navio, onde o professor seria o capitão do navio, conduzindo seus estudantes, os navegadores curiosos, através do vasto oceano do conhecimento. Nesta jornada, o objetivo não é apenas chegar ao destino, mas também entender o caminho. Esse é o cenário que descreve a abordagem metodológica que estamos discutindo.

De acordo com o que é proposto pela Modelagem Matemática, o professor, nosso capitão, não estaria simplesmente navegando em águas já mapeadas. Em vez disso, ele estaria guiando seus estudantes na criação de seus próprios mapas, usando a matemática como ferramenta para desvendar os mistérios do mundo real.

Os estudantes, por sua vez, seriam como exploradores, começando do nada ou recebendo um pequeno direcionamento, porém em ambas as situações teriam um território desconhecido à frente, aqui estamos nos referindo à escolha do tema, que como vimos pode ser feita com a participação dos estudantes ou indicada pelo professor.

Em seguida, os estudantes precisariam conduzir uma pesquisa exploratória, como verdadeiros pioneiros, coletando informações e identificando padrões. Nesse sentido, conforme as concepções estudadas, a pesquisa exploratória pode ficar a cargo dos estudantes com auxílio do professor, conforme Biembengut, Bassanezi e Burak, ou o professor já pode levar para sala de aula alguns textos com as informações que serão necessárias, conforme Barbosa.

Nesta viagem, após muita exploração e coleta de informações, os estudantes finalmente construiriam um modelo matemático que servirá como um mapa para a situação em questão, ou seja, para desvendar o ponto de chegada. Aqui, precisamos ressaltar que conforme Barbosa e Burak o modelo matemático não é algo imprescindível, já que as análises críticas realizadas ao longo da exploração já serão suficientes para garantir a aprendizagem, ou a “chegada ao ponto de destino”.

Essa abordagem é uma reviravolta completa em relação à maneira tradicional de ensinar matemática, que muitas vezes se assemelha a uma viagem pré-planejada. Na metodologia tradicional, os estudantes são normalmente apresentados às definições já prontas, seguidas por exercícios de fixação e, se houver tempo, um vislumbre de uma situação real para modelagem, o que conforme Barbosa (2009) também tem sua relevância no ensino da Matemática. Mas, nesse caso, os estudantes não participam ativamente da aventura de coletar e/ou aplicar dados em situações cotidianas.

Não estamos aqui propondo, que a Modelagem Matemática deve ser a única metodologia usada pelos professores em sala de aula, pois acreditamos que outros meios de ensino, como: aulas expositivas e dialogadas e resoluções de exercícios, podem e devem ser usados no ensino da Matemática, desde que os objetivos destes sejam claros.

O que defendemos é que a metodologia da Modelagem Matemática também faça parte do processo de ensino e que os professores consigam dar aos estudantes a oportunidade de serem os protagonistas de suas próprias histórias de descoberta, usando a matemática como uma bússola para navegar no mundo real.

Dessa forma, podemos responder às duas primeiras questões levantadas no início deste trabalho: O que é Modelagem Matemática? É Modelagem ou Modelação Matemática na educação? Independente do autor escolhido e de sua concepção a Modelagem Matemática pode ser definida como uma metodologia de ensino onde os estudantes são incentivados a investigar e resolver problemas reais do seu cotidiano utilizando conceitos matemáticos já estudados ou que serão estudados durante o processo. Esta é uma metodologia que não segue um caminho único e permite múltiplas abordagens, proporcionando uma aprendizagem dinâmica e significativa.

Quanto ao termo Modelação Matemática, este foi denominado por Biembengut e Hein (2014) com objetivo de trazer a essência da Modelagem para a cursos regulares, onde tem um currículo ou programa a ser seguido. A Modelação Matemática, segundo os autores, “pode valer como método de ensino-aprendizagem de Matemática em qualquer nível escolar, das séries iniciais a um curso de pós-graduação” (Biembengut e Hein, 2014, p.18). Porém, nem todos os teóricos da área fazem uso deste termo para se referir à Modelagem na Educação Matemática. Portanto, tanto o termo Modelagem Matemática como Modelação Matemática tratam da Modelagem aplicada na educação Matemática, sendo que Modelagem

Matemática é mais comumente usada na literatura brasileira e conhecida pelos professores. A escolha do termo não altera a essência da metodologia, que é usar situações do cotidiano para estudar a Matemática.

### **1.6. Dificultadores e possibilidades para a Modelagem Matemática no Ensino Médio**

De acordo com o que apresentamos até aqui, podemos afirmar que a utilização da Modelagem Matemática na Educação Básica pode ser uma ferramenta poderosa para tornar o ensino da matemática mais significativo e aplicável ao dia a dia dos estudantes. Porém, podem existir algumas dificuldades e desafios na implementação da modelagem matemática na Educação Básica. A partir da nossa experiência nessa modalidade de ensino podemos falar de alguns desses desafios.

**Complexidade dos problemas:** alguns problemas do cotidiano dos estudantes podem ser muito complexos para serem abordados no Ensino Médio diretamente, e adaptar estes problemas, para torná-los mais acessíveis, pode ser um desafio para os professores.

**Tempo limitado:** o currículo do Ensino Médio é extenso e o tempo, quase sempre, insuficiente. Conforme citado por Bassanezi (2002, p.37):

Os cursos regulares possuem um programa que deve ser desenvolvido completamente. A modelagem pode ser um processo muito demorado não dando tempo para cumprir o programa todo.

Segundo Barbosa (2009, p.3), “muitas vezes, existe uma forte pressão para o cumprimento dos programas pré-estabelecidos”.

A incorporação da modelagem matemática pode requerer mais tempo para explorar problemas, coletar dados e resolver modelos, o que pode dificultar o “cumprimento” do currículo.

**Necessidade de criatividade e pensamento crítico:** a modelagem matemática envolve a aplicação criativa de conceitos matemáticos a situações do mundo real. Alguns estudantes podem achar desafiador desenvolver essa habilidade de pensamento crítico e criativo. Segundo Bassanezi (2002, p.37): “O uso de Modelagem foge da rotina do ensino tradicional e os estudantes, não acostumados ao processo, podem se perder e se tornar apáticos nas aulas”. Temos, ainda, em

nossa realidade, salas de aula heterogêneas, podendo contribuir para o ritmo das aulas ser um pouco mais lento, já que nem todos os estudantes terão o mesmo nível de conhecimento e desenvolvimento.

**Apoio pedagógico adequado:** os professores podem precisar de treinamento e apoio pedagógico para implementar com sucesso a modelagem matemática. Bassanezi (2002, p.37) diz que:

Muitos professores não se sentem habilitados a desenvolver modelagem em seus cursos, por falta de conhecimento do processo ou por medo de se encontrarem em situações embaraçosas quanto às aplicações de matemática em áreas que desconhecem. Acreditam que perderão muito tempo para preparar as aulas e também não terão tempo para cumprir todo o programa do curso.

Este, talvez, seja o maior dos desafios: professores sem o preparo/conhecimento necessário para o ensino com a modelagem matemática. A modelagem matemática muitas vezes requer uma abordagem interdisciplinar ou multidisciplinar, o que exigirá que o professor consiga relacionar conceitos de matemática a outras áreas do conhecimento. Isso pode exigir um conhecimento que, talvez, o professor não tenha.

Segundo Barbosa (2009), além dos estudantes, até mesmo pais e outros professores da escola podem ter uma reação ruim quanto ao uso da Modelagem Matemática, mas o autor diz que essa “reação me parece normal, já que existe uma longa tradição e uma expectativa consolidada sobre como deve ser uma aula de Matemática” (Barbosa, 2009, p. 3).

Apesar desses desafios, a modelagem matemática pode ser uma ferramenta valiosa no ensino médio, pois ajuda os estudantes a ver a matemática como uma disciplina prática e aplicável. Superar essas dificuldades requer um esforço colaborativo entre educadores, estudantes e grupo gestor da escola, pois é necessário que haja os recursos adequados para apoio ao professor.

Barbosa (2009, p. 4), diz que “a utilização de reportagens é uma boa maneira de elaborar situações de Modelagem, pois os jornais estão repletos de casos atuais, discutidos na sociedade, que envolvem Matemática”. Analisar esses materiais com um olhar mais apurado dará aos professores ideias de como usá-los em sala de aula.

Para superar as dificuldades, Bassanezi (2002) sugere a modificação do processo clássico da modelagem,

levando-se em conta o momento de sistematização do conteúdo e utilizando uma analogia constante com outras situações problemas. A modelagem no ensino é apenas uma estratégia de aprendizagem, onde o mais importante não é chegar imediatamente a um modelo bem sucedido mas, caminhar seguindo etapas onde o conteúdo matemático vai sendo sistematizado e aplicado (Bassanezi, 2002, p.38).

Ao fazer essa modificação do processo da modelagem para ser utilizada como estratégia de ensino e aprendizagem da Matemática no Ensino Médio/Educação Básica, Bassanezi (2002) sugere que seja usado a nomenclatura “Modelação Matemática (modelagem em Educação)”.

Na modelação a validação de um modelo pode não ser uma etapa prioritária. Mais importante do que os modelos obtidos é o processo utilizado, a análise crítica e sua inserção no contexto sociocultural. O fenômeno modelado deve servir de pano de fundo ou motivação para o aprendizado das técnicas e conteúdos da própria matemática. As discussões sobre o tema escolhido favorecem a preparação do estudante como elemento participativo da sociedade em que vive. (Bassanezi, 2002, p.38)

Em outras palavras, é possível fazer adaptações ao que se é proposto na Modelagem Matemática de forma a possibilitar o uso desta na Educação Básica. Talvez, o grande problema para a realidade da Educação Pública, seja o “cumprimento” do currículo, pois quando apenas o tema discutido direciona os conteúdos a serem tratados, as habilidades propostas no currículo, para a série/ano em questão, podem não ser completamente desenvolvidas.

Para possibilitar o “cumprimento” do currículo, segundo a concepção de Bassanezi (2002), o autor sugere duas formas de execução da Modelagem: 1) escolha de um tema para todo o curso, onde os conteúdos/habilidades do currículo serão trabalhados ao longo do tempo, conforme necessidade do momento e não, necessariamente na sequência proposta no currículo; e 2) modelagem parcial e resolução de problemas, ou seja, “trabalhar com modelagens curtas de temas distintos em cada tópico introduzido, completando com problemas propostos que se relacionem com o conteúdo estudado” (Bassanezi, 2002, p.185).

Segundo, Biembengut e Hein (2014, p.29)

A condição necessária para o professor implementar modelagem no ensino – modelação – é ter audácia, grande desejo de modificar sua prática e disposição de conhecer e aprender, uma vez que essa proposta abre caminho para descobertas significativas.

“O desafio do professor, que toma o caminho da modelagem como método de ensino, é ajudar o aluno a compreender, construindo relações matemáticas significativas, em cada etapa do processo” (Bassanezi, 2002, p.175).

A Modelagem Matemática utilizada como estratégia de ensino-aprendizagem é um dos caminhos a ser seguido para tornar um curso de matemática, em qualquer nível, mais atraente e agradável. Uma modelagem eficiente permite fazer previsão, tomar decisões, explicar e entender, enfim, participar do mundo real com capacidade de influenciar em suas mudanças (Bassanezi, 2002, p.177).

Acreditamos que a partir do momento que o estudante entende os argumentos matemáticos e consegue vê-los aplicados a uma situação real do seu cotidiano, este poderá ter mais predisposição para aprender Matemática, pois ele terá entendido verdadeiramente tanto os conceitos quanto a sua utilidade, assim a Matemática poderá ser mais valorizada.

Como aprender a ensinar com Modelagem Matemática? Segundo Bassanezi (2002, p.44): “a melhor maneira de se aprender modelagem matemática é fazendo modelagem”. De acordo com Bimbengut e Hein (2014, p.29): “Habilidade e segurança só se ganham com a experiência. Uma experiência deve ser feita de forma gradual, em consonância com o tempo disponível que se tem para planejar”. Com o passar do tempo e com sua experiência com modelagem, o professor vai adquirindo habilidade de saber o momento oportuno para uso da modelagem, talvez para dar início a um conteúdo ou para sistematizar conceitos já trabalhados, ou outras situações. Bassanezi (2002, p. 178) propõe a “modelagem matemática como método de ensino”, podendo ser um “dos caminhos para desenvolver processos de aprendizagem significativos”.

“Vale ressaltar que um curso, uma palestra, ou um artigo contendo definições e/ou resultados positivo de trabalhos realizados não são suficientes para se pôr em prática, num primeiro momento, a modelação” (Bimbengut e Hein, 2014, p. 29). Portanto, faz-se necessário que a Modelagem Matemática faça parte da

grade curricular do curso de Licenciatura em Matemática, bem como haja mais cursos de formação de professores nessa área.

Não podemos deixar de ressaltar a importância da valorização do professor, Burak (1992, p. 58), diz

Contudo, para que essa aspiração se concretize, é necessário investir no professor. Investir no professor significa, além de um salário digno, uma jornada de trabalho compatível e um especial cuidado com o seu preparo. Preparar professor consiste em caminhar ao seu lado, orientando-o nas dificuldades e nas dúvidas, proporcionando-lhe condições de crescimento, além de vivenciar experiências que contemplem outras formas de se apresentar os conteúdos matemáticos.

Ao final desta análise, percebemos que, apesar das dificuldades identificadas para o uso da Modelagem Matemática na educação básica, como a complexidade dos problemas, o tempo limitado, a necessidade de criatividade e pensamento crítico, e a necessidade de apoio pedagógico adequado, há um grande potencial para tornar o ensino da matemática mais significativo e aplicável ao cotidiano dos estudantes. Superar esses desafios requer um esforço colaborativo entre educadores, estudantes e a gestão escolar, além de uma adaptação das práticas pedagógicas tradicionais. Em suma, a Modelagem Matemática, quando implementada de maneira estratégica, pode contribuir significativamente para um ensino de matemática mais dinâmico, relevante e participativo, promovendo melhores resultados de aprendizagem.



---

## 2. CURRÍCULO DE MATEMÁTICA

---

O sistema educacional brasileiro, ao longo dos anos, tem enfrentado desafios complexos em sua busca por excelência e relevância. Em meio às transformações sociais, culturais e tecnológicas, a educação enfrenta o desafio de adaptar-se para formar cidadãos aptos a lidar com as demandas do século XXI.

Na Educação Matemática, especificamente, o problema pode ser ainda maior, pois boa parte dos estudantes vê a Matemática como uma disciplina difícil e distante de sua realidade, se tornando, muitas vezes, apenas como mais uma disciplina necessária para se obter o certificado do curso, sem ter relevância em suas vidas. Boa parte desse problema, como já falamos no capítulo anterior, pode ter relação com a forma que a Matemática é ensinada nas escolas. No entanto, outro problema, que ao nosso ver, pode colaborar com essa questão, é o Currículo de Matemática usado nas escolas. Conforme apontado no capítulo anterior, o cumprimento do currículo é uma das dificuldades apontadas pelos teóricos citados. Nesse sentido, acreditamos ser de grande relevância um estudo sobre o currículo atual de Goiás.

Neste capítulo, queremos abordar um pouco sobre as bases que alicerçam o ensino da Matemática na Educação Básica do Estado de Goiás, bem como entender um pouco sobre os documentos que direcionam o trabalho dos professores, como estes foram elaborados e qual a relação destes com a Modelagem Matemática, que é o foco de nosso estudo neste trabalho. Iniciamos nosso trabalho com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e na sequência trataremos do Documento Curricular para Goiás – Etapa Ensino Médio (DC-GOEM), com objetivo de responder a seguinte questão: A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Documento Curricular para Goiás - Etapa Ensino Médio (DC-GOEM) trabalham na perspectiva da Modelagem Matemática?

### 2.1. Marcos Legais que embasam a BNCC

A Educação no Brasil e os documentos que a regulamentam, evoluem constantemente. Para entender um pouco dessa evolução, faremos um breve

contexto histórico sobre currículo e seus marcos até chegarmos à atual Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Em 1988, a Constituição da República Federativa do Brasil prevê no art. 210: “Serão fixados conteúdos mínimos para o ensino fundamental, de maneira a assegurar formação básica comum e respeito aos valores culturais e artísticos, nacionais e regionais”.

A lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional (LDB), em seu art. 26 diz:

Os currículos da educação infantil, do ensino fundamental e do ensino médio devem ter base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos (Redação dada pela Lei nº 12.796, de 2013).

No Inciso IV de seu Artigo 9º, a LDB, afirma que cabe à União:

estabelecer, em colaboração com os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, competências e diretrizes para a Educação Infantil, o Ensino Fundamental e o Ensino Médio, que nortearão os currículos e seus conteúdos mínimos, de modo a assegurar formação básica comum (Brasil, 1996).

Nos dois artigos citados pela LDB, bem como no artigo da Constituição é possível perceber que já era prevista a definição de uma proposta ‘curricular’ contendo as aprendizagens essenciais comuns a todos os estudantes brasileiros. Por outro lado, também fica claro que, além das diretrizes comuns propostas pela União, deveria haver espaço para que as questões regionais ligadas fossem contempladas.

Em 1997, 1998 e 2000, foram lançados os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) para o Ensino Fundamental, 1ª a 4ª série; Ensino Fundamental, 5ª a 8ª série; e Ensino Médio (PCNEM), respectivamente. Estes tiveram como objetivo auxiliar as escolas e professores na organização curricular, bem como expandir os princípios da reforma curricular e orientar o professor, na busca de novas técnicas de ensino e metodologias.

Entre 2008 e 2010, aconteceu o Programa Currículo em Movimento cujo objetivo foi aprimorar a qualidade da educação básica mediante o desenvolvimento dos currículos da educação infantil, do ensino fundamental e do ensino médio.

De 28 de março a 01 de abril de 2010, foi realizada a Conferência Nacional de Educação (CONAE), esta contou com a presença de especialistas discutindo o a Educação Básica. O documento gerado nas discussões fala da necessidade da Base Nacional Comum Curricular, como parte de um Plano Nacional de Educação.

Em 2010 foi criada a resolução n. 4, de 13 de julho de 2010, definindo as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica (DCNs). Essa resolução orienta o planejamento curricular e o projeto político-pedagógico das escolas, bem como dos sistemas de ensino.

Entre 2009 e 2012 são criadas as resoluções: nº 5, de 17 de dezembro de 2009; nº 7, de 14 de dezembro de 2010; e nº 2, de 30 de janeiro de 2012, que definem as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil; o Ensino Fundamental de 9 (nove) anos e o Ensino Médio, respectivamente.

Em 25 de junho de 2014 é criada a Lei n. 13.005, que regulamenta o Plano Nacional de Educação (PNE), com vigência de 10 (dez) anos. O PNE delineou 20 metas destinadas a aprimorar a qualidade da Educação Básica, sendo que 4 delas abordam especificamente a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Por exemplo, a Meta 7 do PNE:

Fomentar a qualidade da educação básica em todas as etapas e modalidades, com melhoria do fluxo escolar e da aprendizagem, de modo a atingir as seguintes médias nacionais para o IDEB: 6,0 nos anos iniciais do ensino fundamental; 5,5 nos anos finais do ensino fundamental; 5,2 no ensino médio (Brasil, 2014, p. 31).

Esta meta prevê a qualidade da educação básica ofertada para todos, este é um grande desafio e implica entre outras coisas “definir e implementar dinâmicas curriculares que favoreçam aprendizagens significativas” (Brasil, 2014, p. 32).

De 19 a 23 de novembro de 2014, ocorre a segunda edição da Conferência Nacional pela Educação (Conae), promovida pelo Fórum Nacional de Educação (FNE). O evento culmina na produção de um documento que apresenta propostas e reflexões fundamentais para a Educação no Brasil, tornando-se um significativo ponto de partida para as iniciativas de mobilização em torno da Base Nacional Comum Curricular.

O ano de 2015 é marcado por muitas ações importantes no processo de elaboração da BNCC. Entre 17 e 19 de junho aconteceu o I Seminário Interinstitucional para elaboração da BNCC, este reuniu todos os assessores e

especialistas envolvidos na elaboração da Base. Foi criada a Portaria nº 592, de 17 de junho de 2015, que instituiu a Comissão de Especialistas para a Elaboração de Proposta da Base Nacional Comum Curricular. Em 16 de setembro de 2015 é disponibilizada a 1ª (primeira) versão da BNCC. De 2 a 15 de dezembro de 2015 aconteceu uma grande mobilização nas escolas de todo o Brasil para que todos os docentes participassem da discussão do documento preliminar da BNCC.

Já no primeiro semestre de 2016, no dia 3 de maio de 2016 a 2ª (segunda) versão da BNCC é disponibilizada. O Conselho Nacional de Secretários de Educação (Consed) e a União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação (Undime) promoveram, de 23 de junho a 10 de agosto de 2016, 27 Seminários Estaduais com professores, gestores e especialistas para debater a segunda versão da BNCC. A partir disso, em agosto de 2016, começa a ser redigida a 3ª (terceira) versão, este foi um processo colaborativo com base na versão 2.

Em abril de 2017, o Ministério da Educação (MEC) entregou a versão final da BNCC ao Conselho Nacional de Educação (CNE), 20 de dezembro de 2017 a BNCC foi homologada pelo ministro da Educação, Mendonça Filho e 22 de dezembro de 2017 o CNE apresenta a resolução CNE/CP nº 2, de 22 de dezembro de 2017 que institui e orienta a implantação da BNCC. Após a homologação da BNCC se deu início ao processo de formação e capacitação dos professores e também foi dado apoio aos sistemas de educação estaduais e municipais para a elaboração e adequação dos currículos escolares.

Em 06 de março de 2018, acontece o dia D da BNCC da Educação Infantil e Ensino Fundamental em todas as escolas, onde educadores do Brasil inteiro fizeram um estudo mais profundo sobre a BNCC para compreenderem sua implementação e impactos na educação básica brasileira. Em 02 de abril de 2018 o MEC entregou ao CNE a 3ª (terceira) versão da BNCC do Ensino Médio. A partir daí o CNE iniciou um processo de audiências públicas para debatê-la e apresenta a resolução nº 3, de 21 de novembro de 2018 que atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.

## **2.2. Conhecendo um pouco a BNCC**

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) foi criada com o objetivo de estabelecer um conjunto de competências, habilidades e conteúdos essenciais que todos os estudantes brasileiros deveriam adquirir ao longo da Educação Básica. A BNCC serve como referência nacional para a elaboração dos currículos das escolas, tanto públicas quanto privadas, em todas as etapas da Educação Básica, que incluem a Educação Infantil, o Ensino Fundamental e o Ensino Médio. Está de acordo com a lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), que em seu artigo 26 determina que

os currículos da educação infantil, do ensino fundamental e do ensino médio devem ter base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos (Brasil, 1996).

Vale ressaltar que a BNCC não deve ser confundida com currículo, ela serve de base para que as unidades de ensino ou sistemas educacionais elaborem seus currículos, levando em consideração as necessidades e especificidades locais.

Com a homologação da BNCC, as redes de ensino e escolas particulares terão diante de si a tarefa de construir currículos, com base nas aprendizagens essenciais estabelecidas na BNCC, passando, assim, do plano normativo propositivo para o plano da ação e da gestão curricular que envolve todo o conjunto de decisões e ações definidoras do currículo e de sua dinâmica (Brasil, 2018<sup>a</sup>, p. 20).

A BNCC foi desenvolvida para garantir maior consistência e qualidade no ensino, proporcionando uma base mínima de aprendizagens essenciais que todos os estudantes devem desenvolver, de forma a assegurar seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, conforme as metas previstas pelo PNE (Brasil, 2014). Essas aprendizagens essenciais deverão, segundo (Brasil, 2018a, p. 8): “concorrer para assegurar aos estudantes o desenvolvimento de dez competências gerais”.

Na BNCC, competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho (Brasil, 2018a, p. 8).

Ela busca promover uma educação mais equitativa e alinhada com os princípios de igualdade de oportunidades, diversidade e cidadania. “Espera-se que a BNCC ajude a superar a fragmentação das políticas educacionais, enseje o fortalecimento do regime de colaboração entre as três esferas de governo e seja balizadora da qualidade da educação” (Brasil, 2018a, p. 8).

Segundo o documento em análise, a BNCC também visa facilitar a articulação entre as diferentes etapas da Educação Básica e promover a integração entre as diversas áreas do conhecimento. Ela foi concebida após um extenso processo de consulta e participação de diversos setores da sociedade, incluindo educadores, especialistas, pais, estudantes e gestores educacionais, para assegurar uma construção coletiva e democrática desse documento orientador.

A BNCC apresenta 10 (dez) Competências Gerais da Educação Básica, dentre elas gostaríamos de ressaltar e comentar sobre algumas que estão de acordo com nossa temática, acerca do uso da Modelagem no Ensino de Matemática. A primeira que iremos abordar é a Competência 2

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 e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (Brasil, 2018a, p. 9).

Conforme apresentamos no capítulo anterior, um dos objetivos da Modelagem Matemática é provocar o estudante a buscar, com base em seu conhecimento, meios ou caminhos para resolução de situações problemas, elaborando e testando hipóteses, assim como previsto na competência citada acima. Isso significa que o uso da Modelagem Matemática em sala de aula poderá colaborar para que o estudante desenvolva essa competência.

Além de criar e testar hipóteses para chegar a uma solução ou modelo para a situação problema apresentada, espera-se por meio da Modelagem Matemática que os estudantes consigam expressar suas conclusões, o que pode ser feito por meio de linguagem verbal ou não verbal. Isso vai de encontro com a Competência 4

Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo (Brasil, 2018a, p. 9).

A Modelagem Matemática também irá contribuir efetivamente para a Competência 6:

Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade (BRASIL, 2018a, p. 9).

A Modelagem Matemática propõe que o professor use sempre temas relacionados ao cotidiano do estudante, para que dessa forma sejam capazes de observar o uso da Matemática em suas ações diárias e no mundo do trabalho. Logo, percebemos que o uso da Modelagem Matemática na Educação Básica vem de encontro com o que é proposto pela BNCC, tendo como foco o desenvolvimento de competências. Por ter este enfoque, a BNCC destaca que todas as ações pedagógicas devem estar orientadas para o desenvolvimento de competências, o que também está alinhado com a concepção da Modelagem Matemática.

A BNCC indica claramente o que os estudantes precisam “saber”, ou seja, qual o conhecimento e habilidades precisam adquirir, e também o que devem “saber fazer”, o que significa saberem como usar tais conhecimentos e habilidades para resolverem situações em suas vidas como cidadãos conscientes. Dessa forma, fica evidente quais competências os estudantes precisam desenvolver e, é isso que irá direcionar as ações pedagógicas a fim de assegurar a aprendizagens essenciais previstas na BNCC.

Vejam agora um pouco mais sobre a BNCC para Matemática no Ensino Médio, buscaremos encontrar mais evidências de concordância entre a Modelagem Matemática e a BNCC.

### **2.3. A BNCC da Área de Matemática e suas tecnologias – Ensino Médio**

O Ensino Médio é a última etapa da educação básica. Esta etapa desempenha um papel crucial na educação básica, proporcionando uma transição

importante entre o ensino fundamental e as etapas seguintes da educação ou da carreira profissional. Seu sucesso contribui significativamente para a formação de cidadãos bem preparados e capazes de enfrentar os desafios do mundo atual.

Porém, a realidade educacional do ensino médio no Brasil é complexa e enfrenta diversos desafios, em especial relacionado à permanência dos estudantes. A evasão escolar ainda é um problema significativo no ensino médio brasileiro, conforme último censo realizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). Muitos estudantes abandonam os estudos antes de concluírem essa etapa, muitas vezes devido à necessidade de trabalhar, falta de interesse em estudar e gravidez, no caso de mulheres (IBGE, 2024).

Alguns críticos argumentam que o currículo do ensino médio no Brasil pode não ser suficientemente relevante para as necessidades dos estudantes ou para prepará-los adequadamente para o ensino superior ou o mercado de trabalho. Há uma crescente conscientização sobre a necessidade de atualização do currículo para incluir habilidades mais práticas, competências socioemocionais e preparação para as demandas do século XXI (Instituto Unibanco, 2015). O Brasil passou por reformas educacionais nos últimos anos, incluindo a aprovação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Essas mudanças visam trazer direcionamento aos currículos em todo o país. Na área de Matemática e suas Tecnologias a BNCC

propõe a consolidação, a ampliação e o aprofundamento das aprendizagens essenciais desenvolvidas no Ensino Fundamental. Para tanto, propõe colocar em jogo, de modo mais inter-relacionado, os conhecimentos já explorados na etapa anterior, a fim de possibilitar que os estudantes construam uma visão mais integrada da Matemática, ainda na perspectiva de sua aplicação à realidade (Brasil, p. 527, 2018a).

Mais uma vez percebemos que a Modelagem Matemática está de acordo com a proposta da BNCC, pois com essa metodologia de ensino o objetivo é que os estudantes consigam ver a Matemática de forma integrada ao seu dia a dia, exatamente o que está proposto pela BNCC: “no Ensino Médio o foco é a construção de uma visão integrada da Matemática, aplicada à realidade, em diferentes contextos” (Brasil, 2018a, p. 528).

A BNCC na área de Matemática destaca, ainda, a importância de os estudantes adquirirem habilidades específicas para alcançar determinados objetivos em uma área não especificada.



Para que esses propósitos se concretizem nessa área, os estudantes devem desenvolver habilidades relativas aos **processos de investigação, de construção de modelos e de resolução de problemas**. Para tanto, eles devem mobilizar seu modo próprio de raciocinar, representar, comunicar, argumentar e, com base em discussões e validações conjuntas, aprender conceitos e desenvolver representações e procedimentos cada vez mais sofisticados (Brasil, 2018a, p. 529).

Ora, não é exatamente isso que a Modelagem Matemática propõe? Um ensino que provoque os estudantes a pesquisarem, raciocinarem do seu próprio modo, trabalho em grupos, que sejam capazes de construir modelos, resolver problemas a partir desses e com isso construir e/ou ampliar seu próprio conhecimento matemático.

Podemos concluir, sem sombra de dúvidas, que as concepções de Modelagem Matemática apresentadas no Capítulo 1, guardam importantes relações com o ensino proposto na BNCC.

#### **2.4. Conhecendo um pouco o DC-GOEM**

O Documento Curricular para Goiás – Etapa Ensino Médio (DC-GOEM) foi (re) elaborado de forma alinhada com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A relação entre estes dois documentos é de interdependência e complementação, com objetivo de contemplar as especificidades e necessidades do contexto educacional do estado de Goiás.

A BNCC serve como referência nacional para a elaboração do DC-GOEM, assegurando que os direitos de aprendizagem e o desenvolvimento integral dos estudantes sejam atendidos conforme as diretrizes estabelecidas pelo Ministério da Educação (MEC). Dessa forma, o DC-GOEM adapta os princípios e orientações da BNCC às especificidades do território goiano, considerando as particularidades culturais, econômicas e sociais da nossa região.

Assim como a BNCC o DC-GOEM adota os princípios de educação integral, focando no desenvolvimento global dos estudantes em várias dimensões (intelectual, física, afetiva, social, ética, moral e simbólica). Integra as dez competências gerais da Educação Básica definidas pela BNCC, além das competências socioemocionais e dos temas contemporâneos transversais,

garantindo uma abordagem curricular abrangente e conectada com as realidades do mundo contemporâneo (Goiás, 2021).

A elaboração do DC-GOEM foi um processo colaborativo e participativo, envolvendo várias etapas e a mobilização de diferentes atores da comunidade educacional. As discussões começaram em 2018, com o envolvimento da Secretaria de Estado da Educação de Goiás (SEDUC-Go), o Conselho Estadual de Educação de Goiás (CEE-Go), instituições públicas e privadas, gestores, professores, estudantes e outras partes interessadas. O processo envolveu consultas públicas e a participação ativa da comunidade escolar de Goiás, para assegurar que o documento refletisse as necessidades locais.

Eventos como o "Dia D" e o "Movimento de Imersão Curricular", rodas de conversas entre jovens do Ensino Médio, Seminário e consulta pública, foram realizados para discutir e avaliar a escrita do documento, bem como promovendo um entendimento profundo das diretrizes nacionais, sua aplicação no contexto local e discussões acerca da construção de um novo currículo para Goiás.

Foram formados Grupos de Trabalho (GTs) que incluíram especialistas, professores e gestores de diferentes áreas do conhecimento. Após formação e orientação baseada na BNCC, estes grupos realizaram o mapeamento das habilidades previstas na BNCC para o Ensino Médio, analisando expectativas de aprendizagem e elaborando objetivos de aprendizagem com base nessas habilidades; estudaram metodologias de ensino, conceitos de currículo, competências, habilidades, estilos de aprendizagem, e outras temáticas relacionadas ao processo educativo; articularam o currículo com diferentes modalidades de ensino, como Educação de Jovens e Adultos (EJA), Educação Inclusiva, e outras especificidades regionais e culturais. Em suma, os Grupos de Trabalho (GTs) foram essenciais para garantir que o DC-GOEM fosse desenvolvido de maneira colaborativa, participativa e alinhada com as diretrizes nacionais da BNCC, enquanto também refletisse as necessidades e especificidades da comunidade educacional de Goiás.

O DC-GOEM propõe um currículo alinhado às demandas do século XXI, caracterizado por ser multifacetado, flexível e contemporâneo. A estrutura curricular busca acompanhar o desenvolvimento tecnológico e digital, articulando vivências e saberes dos estudantes para contribuir com o desenvolvimento de sua identidade e

oferecendo condições para que desenvolvam aspectos socioemocionais e cognitivos (Goiás, 2021).

## 2.5. O DC-GOEM da Área de Matemática e suas Tecnologias

O Documento Curricular para Goiás – Etapa Ensino Médio (DC-GOEM) inicia o tópico sobre a área de Matemática e suas Tecnologias fornecendo uma visão geral da importância da matemática no contexto educacional e seu papel no desenvolvimento das competências gerais dos estudantes. Fala da importância do ensino da Matemática no Ensino Médio para o desenvolvimento do pensamento lógico, crítico e analítico dos estudantes.

O DC-GOEM de Matemática foi organizado tendo como base as habilidades e competências essenciais propostas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e por Objetivos de Aprendizagem (OA), buscando contemplar as necessidades específicas da realidade goiana, foi dividido em várias seções, cada uma abordando diferentes aspectos do ensino e aprendizagem da matemática.

De acordo com o documento, o currículo de matemática proposto pelo DC-GOEM, visa não apenas a preparação para o mercado de trabalho, mas também o fortalecimento das habilidades necessárias para a vida cotidiana e a formação integral do cidadão, com objetivo de compreender a matemática como uma ferramenta indispensável para outras áreas do conhecimento e para a resolução de problemas práticos do dia a dia. Nesta perspectiva, o DC-GOEM explica que:

Nesse sentido, é fundamental que, nas aulas de Matemática do Ensino Médio, os aspectos sociais, culturais e locais sejam abordados com a intenção de levar o/a estudante a compreender a construção lógico-histórico-formal dos conhecimentos matemáticos. **Aplicá-los em diversos contextos e/ou resolver problemas que transitam nesses aspectos, criando modelos e/ou propondo soluções com base nos conhecimentos, saberes e capacidades matemáticas desenvolvidas** pelos objetivos de aprendizagem desse documento (Goiás, 2021, p. 325, grifo nosso).

Nota-se nos destaques da citação acima, elementos que caracterizam a Modelagem Matemática, evidenciando sua presença no documento em análise.

Para atingir os objetivos mencionados na citação acima é fundamental que os professores busquem constantemente formas de conectar a matemática com o cotidiano dos estudantes, utilizando exemplos práticos e contextualizados que

demonstrem a aplicação dos conceitos matemáticos em situações reais, exatamente a proposta da Modelagem Matemática.

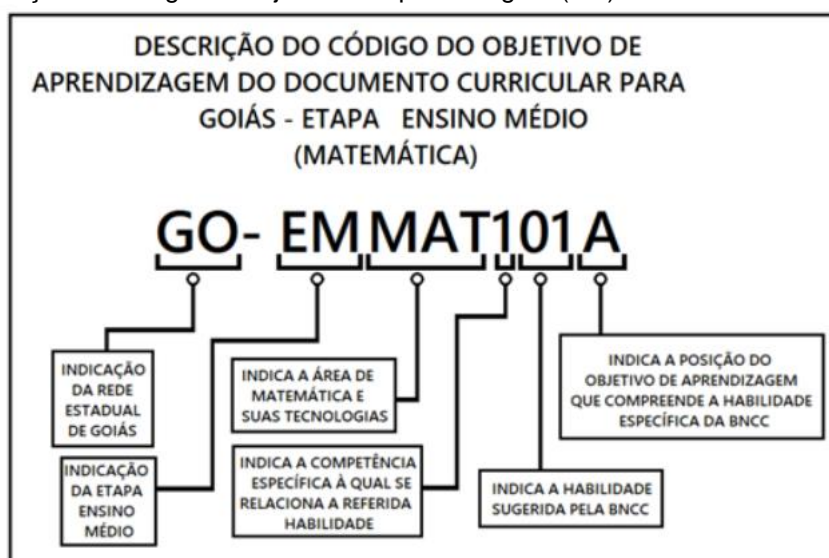
## 2.6. Os Objetivos de Aprendizagem (OA) do DC-GOEM

Os Objetivos de Aprendizagem (OA) no Documento Curricular de Goiás para o Ensino Médio (DC-GOEM) de Matemática foram elaborados tendo como base “as 10 competências gerais, as competências e habilidades específicas de área apontadas pela BNCC para o Ensino Médio” (Goiás, 2021, p. 329) e as habilidades da Matriz de Referência de Matemática do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) de 2009.

Esses objetivos são definidos “como ferramenta pedagógica que tem a função de orientar o trabalho docente” (Goiás, 2021, p. 329), estabelecendo o que os estudantes devem ser capazes de fazer ao final de cada etapa de ensino. Eles são fundamentais para garantir uma formação completa e consistente em matemática, alinhada com a BNCC e adaptada às especificidades locais.

Todos os Objetivos de Aprendizagem são identificados por um código, a Figura 6 explica os detalhes deste código.

**Figura 6** - Descrição do código do Objetivo de Aprendizagem (OA) – Matemática e suas Tecnologias.



Fonte: GOIÁS, 2021, p. 331

Cada OA foi estruturado de forma a evidenciar: a habilidade cognitiva a ser apropriada pelo estudante, a metodologia de ensino a ser utilizada pelo professor e a

finalidade da apropriação da habilidade cognitiva pelo estudante. Vejamos essa estrutura tendo como base o Objetivo de Aprendizagem GO-EMMAT101B.

**Resolver** situações problemas que envolvam a matemática (econômicos, sociais e fatos relativos às Ciências da Natureza), **sintetizando** conhecimentos, situações apresentadas em jornais, revistas, *sites* de notícia etc. para **modelar/propor** soluções/alternativas relacionadas com as políticas e estratégias sociais direitos sociais, riscos, contingências e necessidades (Goiás, 2021, p. 347, grifo nosso).

Neste exemplo, a habilidade cognitiva a ser apropriada pelo estudante é a de **resolver**, a metodologia de ensino a ser utilizada pelo professor é evidenciada pela palavra **sintetizando** (ou seja, cabe ao professor sintetizar os conhecimentos necessários para que os estudantes consigam adquirir a habilidade trabalhada) e a finalidade será que o estudante consiga **modelar/propor soluções/alternativas**.

Além de evidenciar a estrutura do OA, esse exemplo ainda mostra que o próprio DC-GOEM incentiva o uso da Modelagem Matemática. Veja como a concepção de Burak está presente neste OA, que diz que 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 a tomar decisões” (Burak, 1992, p. 62).

O DC-GOEM confere ao professor total autonomia para desenvolver outras habilidades cognitivas que julgar importantes, desde que contemple os OA previstos para o período proposto.

No documento DC-GOEM-Bimestralização os Objetivos de Aprendizagem foram organizados por série e por bimestre. É com base nele que os professores da Rede Estadual de Educação em Goiás planejam suas aulas.

## 2.7. Considerações

A análise da BNCC e do DC-GOEM na área de Matemática e suas Tecnologias, permite colocar a Modelagem Matemática em lugar de destaque dentro de suas propostas.

Tanto nas Habilidades da BNCC quanto nos Objetivos de Aprendizagem do DC-GOEM encontramos frases como: “Identificar situações da vida cotidiana”, “Interpretar criticamente situações econômicas, sociais e fatos relativos às Ciências

da Natureza”, “Planejar e executar”, “Resolver e elaborar problemas do cotidiano, da Matemática e de outras áreas do conhecimento”, “para construir modelos e resolver problemas em diversos contextos”, “Modelar problemas”, “identificando padrões e criando conjecturas”, “para avaliar proposta de intervenção na realidade”, “para propor soluções e comunicar resultados de problemas”. Essas frases evidenciam a importância dada à Modelagem Matemática na formação dos estudantes.

Como vimos no Capítulo 1, independente da concepção, a essência da Modelagem Matemática está em colocar o estudante como protagonista de seu conhecimento com uso de situações reais de seu cotidiano. Para isso o professor deverá buscar, com ou sem o auxílio dos estudantes, situações do cotidiano local para trabalhar as habilidades matemáticas previstas; provocar os estudantes a pesquisar e interpretar criticamente os dados; planejar/elaborar e resolver/executar problemas com base na situação em estudo; auxiliar os estudantes a identificar padrões, criar conjecturas, construir modelos ou propor soluções, avaliando propostas de intervenção na realidade; e por fim, desenvolver nos estudantes a capacidade de comunicar os resultados obtidos.

Portanto, temos condições de responder à terceira questão, levantada na Introdução deste trabalho: a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Documento Curricular para Goiás - Etapa Ensino Médio (DC-GOEM) trabalham na perspectiva da Modelagem Matemática? Fica evidente, relacionando as frases que tiramos dos documentos analisados, que a Modelagem Matemática está presente na concepção de ensino adotada pela BNCC e pelo DC-GOEM, em ambos os documentos pudemos observar o incentivo e orientação ao uso de elementos desta metodologia de ensino.

---

### 3. ANÁLISE DAS DISSERTAÇÕES

---

Nos capítulos anteriores, apresentamos algumas concepções de Modelagem Matemática e sua influência em documentos oficiais como a BNCC e o DC-GOEM. Neste capítulo vamos analisar dissertações que utilizam a Modelagem Matemática em suas propostas.

Faremos análise das dissertações selecionadas com vistas a responder às seguintes questões: Quais as concepções de Modelagem Matemática utilizadas pelos autores/professores das dissertações? Como a Modelagem Matemática foi proposta e/ou aplicada pelos respectivos autores/professores das pesquisas? Quais as principais dificuldades e possibilidades, identificadas, para o trabalho com a Modelagem Matemática na educação básica? A Modelagem Matemática contribuiu para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem? É possível trabalhar os objetivos de aprendizagem propostos pelo DC-GOEM com uso da Modelagem Matemática?

O primeiro desafio, nessa fase, foi definir parâmetros para a seleção das dissertações a serem analisadas. O Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional- PROFMAT, criado em 2011, tem como público alvo, preferencialmente, professores de matemática do ensino básico que estejam efetivamente em sala de aula. Diante dessa informação, decidimos que o banco de dissertações do PROFMAT, onde ficam armazenados dados referentes às pesquisas desenvolvidas neste programa, seria o ponto de partida para nossas buscas.

Em seguida, decidimos criar alguns critérios para selecionar os trabalhos que fariam parte desta pesquisa. Os critérios escolhidos foram: relevância para o tema da Modelagem Matemática; presença de objetivos de aprendizagem previstos no DC-GOEM (mesmo que de forma não intencional) e contribuições significativas para o ensino da Matemática no ensino médio. A experimentação em sala de aula também foi valorizada, embora trabalhos sem esse ponto também tenham sido analisados.

Para fazer uma busca no banco de dissertações do PROFMAT, acessamos o site: <https://profmatt-sbm.org.br/dissertacoes/>, que conta com mais de sete mil

trabalhos, levantamento feito em 21/09/2023. O site conta com três filtros de busca: nome do aluno, título da dissertação e nome/sigla da instituição.

Na primeira busca, digitamos no filtro 'título da dissertação': modelagem, este nos trouxe 197 trabalhos em que o termo "Modelagem" aparece em seus títulos, levantamento feito em 21 de setembro de 2023. Tendo como base os critérios escolhidos, fizemos uma primeira análise dos títulos e resumos de cada trabalho. Com a preocupação de dar aos professores uma análise robusta com ideias que permitissem o uso efetivo em sala de aula, nosso recorte inicial, de 29 trabalhos, focou nas dissertações com tópicos ligados ao início do ensino médio, mais especificamente, o primeiro bimestre da primeira série, segundo o DC-GOEM-Bimestralização. Isso daria ao professor que inicia seus estudantes em um novo nível de ensino a oportunidade de uma mudança significativa de metodologia. No entanto, esse recorte se mostrou demasiadamente restritivo.

Retornamos banco de dissertações do PROFMAT, com o mesmo filtro, porém alterando para a simplicidade de um corte temporal de um ano, no período de setembro de 2022 a setembro de 2023 encontramos 12 trabalhos passíveis de análise. Usando mais especificamente o segundo critério: contribuições significativas para o ensino da Matemática no ensino médio, decidimos usar 3 destes 12 trabalhos selecionados em nossa pesquisa e um trabalho dentre os 29 da primeira seleção.

Embora a análise inicial tenha mostrado que vários objetivos de aprendizagem do DC-GOEM foram contemplados, ainda sentimos falta de alguns temas estudados na terceira série do ensino médio, segundo o DC-GOEM-Bimestralização. Então retornamos nossas pesquisas no banco de dados das dissertações do PROFMAT, com a mesma palavra de busca: 'Modelagem', porém, desta vez, não fizemos recorte temporal e sim uma busca acerca de temáticas que se encaixassem com o que se é proposto para a 3ª série pelo DC-GOEM-Bimestralização. Encontramos um trabalho que, em seu título traz uma proposta para ensino no 9º ano do ensino fundamental, porém ao realizar uma análise mais profunda, verificamos que as habilidades trabalhadas ali estão de acordo com o que estávamos buscando, podendo ser muito bem aproveitado por professores da 3ª série do ensino médio. No Apêndice B, constam referências de todas as dissertações apreciadas.

Em resumo, a escolha dos trabalhos terminou sendo feita levando em consideração, principalmente, os objetivos de aprendizagem previstos para o ensino



médio no DC-GOEM. A experimentação em sala de aula também foi valorizada, embora trabalhos sem esse ponto também tenham sido analisados.

Após todas essas pesquisas e análises selecionamos 05 dissertações que apresentaram as características buscadas para prosseguir com nossa pesquisa. Passamos a fazer leitura e análise minuciosa destas e elaboramos um resumo de cada uma, grifando frases importantes/chaves para efeito de análise. Para uma análise bem feita, seguimos, desde os primeiros recortes, os quatro tipos de leitura propostos por Gil (2007):

- Leitura exploratória: verificar em que medida a obra consultada interessa à pesquisa. Foi feita mediante exame do resumo, dos índices e das conclusões.
- Leitura seletiva: seleção do material que, realmente, servirá para a pesquisa. Nesse momento é necessário ter em mente os objetivos da pesquisa, para evitar uso indevido do tempo lendo material que não irá contribuir com a pesquisa.
- Leitura analítica: com base nos textos selecionados, realizar uma análise mais profunda das pesquisas. Talvez nessa fase ainda possa identificar algumas obras que serão suprimidas do trabalho. Nesse momento o objetivo será “ordenar e sumariar as informações contidas nas fontes, de forma que estas possibilitem a obtenção de respostas ao problema da pesquisa”. (Gil, 2007, p.78). Nessa fase, fizemos a leitura sem julgamento de valores, realizamos a leitura de toda a dissertação selecionada, porém de forma imparcial, mas com objetividade, buscando organizar e sintetizar as ideias dos autores.
- Leitura interpretativa: nessa fase, segundo Gil (2007, p.79), o objetivo é “relacionar o que o autor afirma com o problema para o qual se propõe uma solução”. Nesse momento, realizamos possíveis conexões entre o que foi apresentado nas dissertações com o proposto pelas concepções dos teóricos selecionados sobre Modelagem Matemática, bem como com o DC-GOEM. Pois, segundo Gil (2007, p.79, 80), “é necessário que a interpretação se faça pela ligação dos dados com conhecimentos significativos, originados de pesquisas empíricas ou de teorias com provadas”.

Portanto, a análise das dissertações selecionadas procura destacar maneiras diferentes para o uso da Modelagem Matemática. Essas podem servir de

base e incentivo para professores incluírem tal metodologia em seus planos de aula. Além disso, como um dos pontos altos de nossa análise, destacamos os objetivos de aprendizagem propostos pelo DC-GOEM e/ou as habilidades propostas pela BNCC desenvolvidas nas dissertações. O objetivo é provar ser possível atrelar o uso da Modelagem Matemática e o cumprimento do currículo no dia a dia da escola.

A seguir, apresentamos a análise de cada uma das 5 dissertações selecionadas. Inicialmente, incluímos dados descritivos, seguidos do resumo do trabalho com grifos nosso. Em cada um dos trabalhos analisados, buscamos respostas às perguntas de nossa pesquisa, isto é, identificamos as concepções utilizadas, a forma de aplicação em sala, as dificuldades encontradas, os temas abordados, os Objetivos de Aprendizagem do DC-GOEM ligados à proposta e a conclusão do autor. Ao final, incluímos ainda as nossas considerações sobre o trabalho.

Para cada trabalho analisado identificamos Objetivos de Aprendizagem (OA) do DC-GOEM e Habilidades da BNCC trabalhados pelo pesquisador, com objetivo de criar um banco de dados, como produto educacional, para auxiliar os professores em seus planejamentos, pois dessa forma já saberão quais os OA que podem ser desenvolvidos em cada pesquisa sem precisar lê-la na íntegra primeiro. Com isso, esperamos auxiliar os professores na visão geral das possibilidades de trabalho com a Modelagem Matemática e nas relações dessa proposta com o DC-GOEM.

### **3.1. Dissertação 1 – Ensino de funções trigonométricas com o auxílio da modelagem matemática e do software GeoGebra**

Autor: Diego Rodolfo Munhoz

Orientadora: Profa. Dra. Érica Regina Filletti Nascimento

USP – São Carlos – Julho de 2022

#### **3.1.1. Resumo**

Este trabalho tem como objetivo principal despertar os professores de matemática do Ensino Médio para a possibilidade de **ensinar funções trigonométricas utilizando a modelagem matemática como ferramenta pedagógica**, contando também com o uso da tecnologia para intensificar os resultados. O trabalho tem como premissa evitar que os alunos se questionem sobre como essas funções são usadas na vida real, ou seja, fora do ambiente escolar. Assim, **foi elaborada uma proposta de atividades contendo quatro problemas sobre modelagem matemática** para melhorar a aprendizagem de tais funções e para isso, o trabalho foi guiado pela pergunta-problema: “Como incentivar e contribuir para a aprendizagem de funções trigonométricas usando a modelagem matemática como estratégia de ensino?” Ainda, na fundamentação teórica foi apresentado um passo a passo de **como construir as funções seno e cosseno** vinculadas ao ciclo trigonométrico **usando o software GeoGebra**, além de mostrar algumas **aplicações práticas em áreas como Física, Medicina e Oceanografia**. Esperamos que este trabalho possa contribuir com os professores de Matemática para tornar a aprendizagem de funções trigonométricas mais significativa e prazerosa para os alunos. (Munhoz, 2022, p. 9, grifo nosso).

### 3.1.2. Concepções de Modelagem Matemática utilizadas

Munhoz (2022) define a Modelagem Matemática como estratégia de ensino. Para isso, ele cita Bassanezi (2013), que diz que “a modelagem matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real” (Bassanezi, 2013 apud Munhoz, 2022, p. 52).

O autor também explica que a “modelagem matemática é definida como a implementação de matemática na resolução de problemas não estruturados em situações da vida real.” (Galbraith; Clatworthy, 1990 apud Munhoz, 2022, p. 52).

Munhoz (2022) diz que um dos objetivos de sua sequência didática sobre Funções Trigonométrica com uso de tecnologia “é transformar os problemas da realidade em problemas de matemática e, com isso, incentivar os alunos a se interessarem pelo estudo da matemática em geral.” (Munhoz, 2022, p. 93).

### 3.1.3. Proposta e/ou aplicação da Modelagem Matemática em sala de aula

Munhoz (2022, p. 22), tem como objetivo principal em seu trabalho “servir de apoio para o professor do Ensino Médio que vai ministrar aulas de funções trigonométricas [...]” Para tanto, ele elaborou uma sequência didática para auxiliar professores no ensino de tal conteúdo, baseou-se em no seguinte questionamento: “Como incentivar e contribuir para a aprendizagem de funções trigonométricas

usando a modelagem matemática como estratégia de ensino?” Munhoz (2022), não aplicou em sala de aula, justificou a não aplicação devido ao período da Covid-19.

#### **3.1.4. Dificuldades e possibilidades**

Munhoz (2022) coloca a Modelagem Matemática como uma possibilidade de auxiliar na aprendizagem dos estudantes

Ao usar a modelagem, a educação matemática torna-se mais agradável e deixa o objetivo inicial do ensino de matemática, que é desenvolver habilidades em resoluções de problemas e o pensamento matemático, mais fácil de ser alcançado. (Munhoz, 2022, p. 19).

Uma dificuldade apontada por Munhoz (2022) é que a Modelagem Matemática não é muito utilizada no Brasil, “porque é difícil para o professor quebrar seus paradigmas de que o ensino tradicional é a melhor maneira de ensinar.” (Munhoz, 2022, p. 19).

A maior dificuldade que notamos para a adoção do processo de modelagem, pela maioria dos professores de matemática, é a transposição da barreira naturalmente criada pelo ensino tradicional onde o objeto de estudo apresenta-se quase sempre bem delineado, obedecendo a uma sequência de pré-requisitos e que vislumbra um horizonte claro de chegada. (Bassanezi, 2002, p. 43).

No Capítulo 3, de seu trabalho, o autor apresenta sua contribuição para superar essa dificuldade: a construção de vários modelos direcionados especialmente para os professores.

Munhoz (2022) argumenta que a Modelagem Matemática pode aumentar o interesse dos estudantes ao apresentar problemas da vida real, demonstrando a utilidade da matemática no cotidiano.

#### **3.1.5. Temáticas discutidas nas atividades de Modelagem**

Munhoz (2022), propõe que a sequência didática elaborada seja trabalhada após aulas explicativas sobre o conteúdo e sobre o uso do software GeoGebra. “A primeira atividade proposta tem como objetivo mostrar de forma simples e objetiva

como se calcula cada parâmetro de uma função trigonométrica, além de trabalhar com a análise de gráfico.” (Munhoz, 2022, p. 73).

Temáticas utilizadas nos problemas: fluxo de ar nos pulmões e as temperaturas ao longo dos dias e anos na cidade de Jaú-SP. O autor ressalta que o professor poderá adaptar a atividade acerca do clima de acordo com sua realidade, basta pesquisar os dados no site Clima-tempo. Os conteúdos trabalhados foram: trigonometria no ciclo trigonométrico, unidades de medidas de ângulos (radianos) e funções trigonométricas (função seno e função cosseno).

Munhoz (2022, p. 93) também deixa como sugestão a possibilidade do professor “criar um problema aplicado a área da sustentabilidade, como geração de energia solar durante o ano”.

### **3.1.6. Uso de recursos tecnológicos nas atividades de Modelagem**

Munhoz (2022) usa, em boa parte de seu trabalho, o software GeoGebra para a construção e análise dos gráficos das funções trigonométricas. Ele afirma que este software é útil para mostrar visualmente aos alunos as alterações em um parâmetro de uma função trigonométrica e a relação entre o ciclo trigonométrico e o gráfico das funções.

### **3.1.7. Objetivos de aprendizagem propostos pelo DC-GOEM e/ou Habilidades propostas pela BNCC trabalhados nas atividades de Modelagem**

#### **HABILIDADES DA BNCC**

(EM13MAT306) Resolver e elaborar problemas em contextos que envolvem fenômenos periódicos reais (ondas sonoras, fases da lua, movimentos cíclicos, entre outros) e comparar suas representações com as funções seno e cosseno, no plano cartesiano, com ou sem apoio de aplicativos de álgebra e geometria.

#### **OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM DO DC-GOEM**

(GO-EMMAT306A) Registrar, em listas, tabelas e outras informações contidas em situações problemas, mídias (internet, livros ou revistas) que envolvem fenômenos periódicos reais (ondas sonoras, fases da lua, movimentos cíclicos etc.) identificando as características gráficas das funções seno e cosseno (periodicidade, domínio, imagem), para justificar os procedimentos utilizados nas soluções.

(GO-EMMAT306B) Interpretar registros, dados e informações em contextos que envolvem fenômenos periódicos reais, comparando suas representações com as funções seno e cosseno, no plano cartesiano, com ou sem apoio de aplicativos de álgebra e geometria para resolver problemas de natureza trigonométrica.

(GO-EMMAT306C) Resolver problemas cotidianos que envolvem fenômenos periódicos reais, utilizando procedimentos matemáticos diversos para construir modelos de funções senos e cossenos e representá-las no plano cartesiano.

### **3.1.8. Conclusões dos professores/pesquisadores com base no uso da Modelagem Matemática**

Com relação ao uso da Modelagem Matemática em sala de aula, Munhoz (2022, p. 52) diz que quando

utilizada como estratégia de ensino, faz com que o aluno desenvolva habilidades que o possibilite construir, analisar, criar e estabelecer relações entre a matemática teórica e sua vivência, de forma significativa. Por isso, é interessante que os professores de matemática utilizem essa ferramenta em suas aulas, trazendo situações desafiadoras e convidativas para os alunos.

O autor não aplicou sua proposta em sala de aula. O período de pandemia levou as aulas para o formato online e a alta evasão impediu a implementação do trabalho, na prática. Ainda assim, acredita que a proposta pode “servir de apoio aos professores do Ensino Médio e que contribua para que a aprendizagem de matemática tenha mais significado e seja mais atraente para os alunos.” (Munhoz, 2022, p. 93).

### **3.1.9. Considerações**

O trabalho elabora uma proposta para o ensino de funções trigonométricas utilizando a modelagem matemática e o software Geogebra. Busca, principalmente, incentivar o uso de tal metodologia e servir como apoio para professores interessados em aplicá-las em suas salas. A principal referência utilizada pelo autor é Bassanezi. De fato, a apresentação da proposta tem o viés da modelagem científica.

No Capítulo 3, o autor apresenta a dedução de quatro modelos voltados especialmente para os docentes. Essa iniciativa é muito louvável, pois contribui para superar uma das principais resistências ao uso da modelagem matemática em sala de aula; dificuldades dos docentes com a modelagem. Ao analisar as sequências didáticas propostas, também percebemos que a modelagem é realizada pós-conteúdo, pois, funções trigonométricas em formatos gerais são apresentadas para a obtenção de coeficientes. Essa também é uma característica que aproxima a proposta da concepção de Bassanezi.

No entanto, as etapas de: discussão de possíveis problemas, coleta de dados, análise da melhor ferramenta matemática a ser aplicada e análise final, não são claramente apresentadas no trabalho. Com isso, os objetivos de aprendizagem acabam sendo parcialmente contemplados. Podemos citar como exemplo a habilidade (EM13MAT306) “Resolver e elaborar problemas em contextos que envolvem fenômenos periódicos reais”, a resolução é trabalhada, mas a elaboração de problemas não é proposta na sequência didática.

Este tipo de trabalho se assemelha à concepção “aberta” de Modelagem Matemática proposta por Barbosa (2001, p. 5). As atividades propostas por Munhoz (2022) se encaixam na proposta de Barbosa Caso 1: “O professor apresenta a descrição de uma situação-problema, com as informações necessárias à sua resolução e o problema formulado, cabendo aos alunos o processo de resolução” (Barbosa, 2001, p. 8). Portanto, caso um professor se interesse em usar esta pesquisa como apoio para seu planejamento, sugerimos que conheça um pouco sobre a concepção de Barbosa ou que volte ao Capítulo 1 desta dissertação para uma análise mais cuidadosa.

Por meio da análise realizada, percebemos que Munhoz (2022) leva os problemas matemáticos com aplicações em situações reais já definidos para que os estudantes usem o conhecimento matemático já trabalhado em sala de aula para resolvê-los e dessa forma os estudantes poderão observar como o conhecimento sobre funções trigonométricas são importantes em outras áreas. Neste sentido, trabalha apenas a resolução de problemas e não a elaboração.

### **3.2. Dissertação 2 – Modelagem Matemática e Interdisciplinaridade: possibilidades e desafios na construção de um projeto de hortas em escolas rurais do Distrito Federal-Brasil**

Autor: Andrei Braga Da Silva

Orientadora: Profa. Dra. Elisabeth Cristina de Faria

UFG – Goiânia – setembro de 2022

### 3.2.1. Resumo

Em tempos de pandemia do Coronavírus, todos os setores da sociedade foram fortemente afetados, sobretudo, o da educação pública, onde alunos e professores ficaram ainda mais prejudicados, pela falta de recursos tecnológicos para o ensino à distância, em comparação à realidade vivida no ensino privado. Na busca de alternativas para o retorno presencial ao final da pandemia, este trabalho tem o **objetivo de construir uma proposta para a implantação de hortas em escolas** do Distrito Federal, **usando a modelagem matemática**, promovendo, a partir do trabalho interdisciplinar, a participação de professores de diversas disciplinas em busca de um ensino prazeroso e salutar na vida dessas comunidades. Paralelamente, à implantação do projeto de hortas na escola, investigamos as percepções de 80 professores de oito escolas da Coordenação Regional de Ensino de São Sebastião-DF sobre as metodologias Interdisciplinaridade e Modelagem Matemática por meio de dois questionários, sendo o primeiro questionário mais abrangente para todos professores e o segundo mais específico para os professores de matemática. Foi usado o Excel para análises estatísticas descritivas. Vimos que 70% dos professores têm mais de 10 anos de experiência e que 78% deles almejam, em algum momento, capitanear um projeto dessa natureza em sua escola. O grande entrave para implantação desses projetos interdisciplinares parece estar ligado ao despreparo em relação à metodologia da interdisciplinaridade. **Quanto à modelagem matemática, vimos que 85% conhecem e têm interesse em trabalhar com o tema.** O projeto alcançou resultados superiores aos inicialmente propostos, mesmo tendo sido muito prejudicado pelo pouco tempo, após a reabertura das aulas presenciais devido à pandemia da Covid-19. (Silva 2022, p. 12, grifo nosso).

### 3.2.2. Concepções de Modelagem Matemática utilizadas

A pesquisa proposta por Silva (2022), busca uma abordagem inovadora para o ensino da matemática em escolas rurais do Distrito Federal, considerando o contexto marcado pela pandemia, que agravou as desigualdades no acesso à educação, tanto entre estudantes das áreas urbanas quanto rurais. Segundo Silva (2022, p. 27) o projeto “se destinará a propor soluções educacionais para o ensino da matemática aplicadas aos alunos das escolas do campo buscando mitigar o déficit que a pandemia vem causando”.

Para embasar a proposta, Silva apresenta alguns autores e teorias que sustentam a necessidade dessa mudança. Por exemplo, Maria Salett Biembengut e Nelson Hein, embasam Modelagem Matemática e Ubiratan D’Ambrósio, embasa a



Etnomatmática. Estes estudiosos defendem a importância de conectar o ensino da Matemática com a realidade dos estudantes. Eles acreditam que isso promove uma aprendizagem mais significativa e interessante.

Além disso, Silva (2022) usa a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) para reforçar a importância de sua proposta. Esses documentos enfatizam a importância de uma formação integral dos alunos, incluindo aspectos como autonomia, criatividade e trabalho coletivo.

Segundo o autor, um dos pontos centrais da sua pesquisa é a interdisciplinaridade, embasada por Ivani Fazenda. Ela defende que a interdisciplinaridade não é apenas uma integração superficial de disciplinas, mas sim uma mudança de atitude e uma verdadeira transformação na forma como o conhecimento é construído e compartilhado. Fazenda acredita que é essencial considerar a subjetividade, a contextualização e a participação dos estudantes, buscando uma educação mais próxima das suas realidades e necessidades. (Fazenda, 2011a e 2011b apud Silva, 2022).

Sabendo que as escolas rurais enfrentam muitos desafios, como a falta de acesso à tecnologia e recursos educacionais adequados, Silva (2022) propõe uma nova forma de ensinar matemática, integrando a modelagem matemática e a interdisciplinaridade. E, dessa forma, tornar o ensino mais relevante e acessível aos estudantes, promovendo uma aprendizagem mais significativa e interessante. Para tanto, Silva (2022), ressalta que é fundamental que os professores estejam abertos a novas práticas pedagógicas e se engajem em processos de formação que os capacitem a implementar essas mudanças em sala de aula.

Portanto, a pesquisa se propõe a contribuir para a redução das desigualdades educacionais, especialmente no contexto das escolas rurais do Distrito Federal, através da proposição de uma abordagem inovadora e contextualizada para o ensino da matemática, fundamentada nas teorias da: Modelagem Matemática por Maria Salett Biembengut e Nelson Hein; Etnomatemática por Ubiratan D'Ambrósio; e Interdisciplinaridade por Ivani Fazenda.

### **3.2.3. Proposta e/ou aplicação da Modelagem Matemática em sala de aula**

A pesquisa de Silva (2022), foi realizada em duas fases. Em uma, foram coletados dados sobre as percepções e experiências dos professores pesquisados acerca dos temas “interdisciplinaridade” e “Modelagem Matemática”, com objetivo de diagnosticar o nível de conhecimentos dos professores acerca dos temas e então traçar estratégias para continuidade do projeto que terá a participação de alguns dos professores pesquisados. Num segundo momento foi elaborado um plano abrangente e interdisciplinar para a construção de hortas escolares em escolas rurais no Distrito Federal, com a modelagem matemática desempenhando um papel fundamental como principal estratégia educacional. Não ficou evidente no trabalho o uso da Etnomatemática.

Esta proposta foi aplicada na prática pelo pesquisador e demais professores da escola que participaram do projeto interdisciplinar.

#### **3.2.4. Dificuldades e possibilidades**

Uma das dificuldades diagnosticada com a pesquisa foi relacionada ao trabalho com a interdisciplinaridade. Embora a maioria entrevistada tenha aprovado seu uso, relatam dificuldades de colocar em prática, a interdisciplinaridade, devido ao desinteresse dos demais professores e mesmo por falta de preparo e conhecimento de alguns deles. Também foi levantada a dificuldade em relação à falta de tempo para planejar e executar tais projetos e a falta de recursos financeiros/didáticos.

Quanto à Modelagem Matemática, a maioria dos professores entrevistados disseram conhecer a metodologia, porém uma boa parte destes relatam que não se sentem preparados para usá-la em suas aulas. O autor também evidenciou em sua pesquisa a dificuldade de comunicação entre os professores. Não foi relatado nenhum resultado da pesquisa acerca da Etnomatemática.

Porém, mesmo diante dessas dificuldades, com sua prática o pesquisador mostrou que é possível realizar um trabalho diferenciado em sala de aula com uso da Modelagem Matemática. Silva (2022) diz ter encontrado resistência de alguns professores na escola, em especial de professores mais “antigos”. Para lidar com essa dificuldade buscou parceria com colegas mais próximos e explicou para os

demais professores como seria o trabalho. Com o decorrer do projeto, até mesmo os professores mais 'resistentes' se colocaram à disposição para ajudar e participar.

### **3.2.5. Temáticas discutidas nas atividades de Modelagem**

O tema norteador da pesquisa foi sobre a construção de uma Horta na Escola. Como se trata de um projeto interdisciplinar, além de temas ligados à matemática, outros temas foram também trabalhados por professores parceiros. Na matemática foi possível observar as seguintes temáticas: características de polígonos regulares, cálculo de perímetro, conhecimento sobre ângulos internos, razão e proporção. As temáticas interdisciplinares que participaram do projeto foram: Geografia com a preparação e correção do solo usando a compostagem, que é o processo de transformação de restos de alimentos em adubo orgânico; Ciência ou Biologia com a preparação das mudas que serão plantadas, o processo de plantio, manutenção e colheita.

### **3.2.6. Uso de recursos tecnológicos nas atividades de Modelagem**

Nesta pesquisa o professor não fez uso de recursos tecnológicos. Tal escolha foi justificada pela dificuldade de acesso dos estudantes aos recursos tecnológicos.

### **3.2.7. Objetivos de aprendizagem propostos pelo DC-GOEM e/ou Habilidades propostas pela BNCC trabalhados nas atividades de Modelagem**

#### **HABILIDADES DA BNCC**

(EM13MAT314) Resolver e elaborar problemas que envolvem grandezas determinadas pela razão ou pelo produto de outras (velocidade, densidade demográfica, energia elétrica, etc.).

#### **OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM DO DC-GOEM**

(GO-EMMAT314D) Resolver e elaborar problemas que envolvem grandezas determinadas pela razão ou produto de outras grandezas, utilizando informações apresentadas pela mídia, livros, jornais e revistas para compreender conceitos como velocidade média, densidade demográfica, índice pluviométrico etc.

(GO-EMMAT505A) Analisar situações que envolvem figuras planas, reconhecendo seus elementos e características (nomenclatura, regularidade, medidas, entre outros) para resolver problemas relacionados a espaço e forma.

(GO-EMMAT505B) Resolver problemas que envolvam espaço e forma (perímetro e área de figuras planas, ladrilhamento de planos, entre outros) empregando estratégias e recursos, observando padrões com ou sem apoio de aplicativos de geometria dinâmica para conjecturar a respeito dos tipos ou composição de polígonos que podem ser utilizados em ladrilhamento, generalizando padrões observados etc. (Observação: este objetivo de aprendizagem foi desenvolvido em parte, pois foi trabalhado no projeto apenas a ideia do perímetro no momento de calcular quantas garrafas pet seriam usadas para delimitar as hortas com formatos geométricos).

### **3.2.8. Conclusões do professor/pesquisador com base no uso da Modelagem Matemática**

Com base em sua pesquisa Silva (2022) elaborou dois produtos educacionais: um caderno pedagógico, bem detalhado e intuitivo, que servirá como um manual/guia para que os professores que se interessarem em replicar o projeto e um livro paradidático, com uma linguagem acessível em formato de gibi, direcionado aos estudantes, mostrando como estes podem ser protagonistas no processo de ensino e aprendizagem.

O professor destaca que, mesmo com desafios, como o caso da COVID-19, foi possível desenvolver um projeto interdisciplinar com uso da Modelagem Matemática. Como evidenciado na pesquisa, grande parte dos professores entrevistados não se sentem preparados para esse tipo de trabalho, diante disso Silva (2022), destaca em sua conclusão a importância da formação continuada para os professores. Outro ponto destacado por Silva (2022, p. 86) é que "a inovação pedagógica será sempre bem-vinda e deverá ser buscada incansavelmente pelos professores", e tal atitude exige esforço do professor em meio a tantas dificuldades.

Em sua conclusão, o professor não evidenciou o resultado de aprendizagem ou envolvimento dos estudantes com o uso da Modelagem Matemática. Porém, em um de seus produtos educacionais, Silva (2022) afirma que a Modelagem Matemática é uma das estratégias de ensino que promovem mudanças conceituais

importantes no ensino da matemática, relacionando situações do dia a dia dos estudantes com conteúdos matemáticos, buscando quebrar o tradicionalismo conteudista e indicando novos caminhos no sentido construtivista.

### **3.2.9. Considerações**

Ao analisar a pesquisa do professor Silva (2022), tivemos como foco o uso da Modelagem Matemática. Neste sentido, observamos que o Tema: Construção de uma Horta Escolar Geométrica, foi determinado pelo professor. Na Modelagem Matemática, tanto Biembengut, que foi usada na fundamentação da pesquisa, quanto Barbosa dizem que tal ação pode ser realizada pelo professor, ressaltam a importância do tema vir dos estudantes, mas também entendem que diante da necessidade de cumprimento de um currículo em alguns momentos a definição do tema por parte do professor faz mais sentido.

Quanto ao desenvolvimento das aulas, observamos que os conteúdos básicos já tinham sido trabalhados em sala, como características dos polígonos. Os polígonos que seriam desenhados no chão foram escolhidos em conjunto com os estudantes, e com o decorrer das aulas foi surgindo necessidade de pesquisas mais profundas sobre a construção de polígonos regulares como medida de ângulos internos, medida de raio e diâmetro.

Para fazer o desenho de polígonos regulares, o professor sugeriu aos estudantes o uso de materiais alternativos como cabos de vassoura, barbante, papelão, entre outros. Depois de muito trabalho nesse processo, Silva (2022, p. 54, 55) relata que “o hexágono e a circunferência deram mais trabalho pois os alunos tiveram que quebrar a cabeça pesquisando suas construções geométricas e buscando modelos para construí-las utilizando material alternativo.” Diante deste relato, observamos o uso da concepção de Modelagem Matemática de Biembengut que ao defender a importância da criação de um modelo diz que “um modelo pode ser um projeto, um esquema, uma lei, que permite a produção, reprodução, execução dessa ação. Ou mesmo o modelo pode ser um símbolo de algo que inspire deleite, ideia” (Biembengut, 2016, p. 89).

### **3.3. Dissertação 3 – Modelagem Matemática: uma proposta para abordar funções polinomiais**

Autor: Genilson Andrade dos Santos

Orientador: Prof. Dr. Nestor Felipe Castañeda Centurión

UESC – Ilhéus-Bahia – julho de 2022

### 3.3.1. Resumo

A Modelagem Matemática vem avançando e sendo aperfeiçoada através de estudos que visam a implementação de um aprendizado que induza o aluno a buscar as relações existentes e constituídas entre seu dia-a-dia e o universo matemático, possibilitando que o mesmo construa o conhecimento com estímulo e espontaneidade, vencendo as complexidades que a Matemática apresenta. Este trabalho tem como **objetivo geral apresentar uma proposta permeada pela Modelagem Matemática para o ensino-aprendizagem de funções polinomiais** dentro da Álgebra, assim como, **relatar a experiência da sua aplicação**, tendo o professor como mediador e os alunos, protagonistas no processo de ensino e aprendizagem. A proposta didática é composta por 24 atividades contextualizadas com o **tema Coleta Seletiva do Lixo e foi aplicada no decorrer de 8 aulas em uma turma de 21 estudantes do 2º ano do Ensino Médio**. Cada aula foi planejada com a definição de objetivos de aprendizagem que explicitam as competências e habilidades da BNCC, além disso, as atividades foram elaboradas seguindo as orientações das competências e habilidades do ENEM. Com a percepção, apreensão e compreensão do tema Coleta Seletiva do Lixo foi possível contextualizar as definições e conceitos de funções polinomiais incluindo a construção e uso do chamado polinômio interpolador de Lagrange. **O uso da realidade dos alunos na elaboração das atividades trouxe um alto grau de envolvimento da turma**. Por fim, postulamos que a Matemática ensinada em sala de aula, de forma contextualizada, promove a compreensão do conhecimento por parte dos alunos, além de contribuir para formar pessoas mais críticas e, conseqüentemente, uma sociedade mais democrática (Santos, 2022, p. 7, grifo nosso).

### 3.3.2. Concepções de Modelagem Matemática utilizadas

Santos (2022) inicia sua pesquisa demonstrando preocupação com o ensino da Matemática que segundo ele, se torna excludente por proporcionar aprendizagem apenas àqueles estudantes que conseguem entender os conceitos lógico/matemático. Dessa forma, ressalta a importância dos professores buscarem novas concepções de ensino que propiciem a aprendizagem de todos os estudantes.

Neste contexto, Santos (2022, p. 25) traz para o centro da discussão a Modelagem Matemática, pois “como método de pesquisa ela analisa situações ou fenômenos existentes na vida real tendo como um de seus objetivos chegar a um modelo que represente uma situação estudada.”

Como teóricos, Santos (2022) traz as concepções de Bassanezi e Biembengut e Hein. Com base nas concepções de Modelagem Matemática de tais autores, Santos (2022) defende a importância da Modelagem Matemática no processo de ensino e aprendizagem, especialmente no que diz respeito à abordagem pedagógica adotada pelos professores.

O pesquisador explica que com o uso desta metodologia de ensino, é possível valorizar a experiência pessoal do estudante e a investigação de problemas. Os professores passam a atribuir grande importância ao ensino que respeita a experiência individual dos estudantes e os incentiva a investigar problemas, esclarecer os objetivos das atividades estudadas e fornecer orientações específicas para os estudantes.

Outra questão importante destacada por Santos (2022), dentro da Modelagem Matemática, é sobre a Interdisciplinaridade, ele enfatiza que um ensino interdisciplinar enriquece a visão de mundo dos estudantes, permitindo-lhes compreender que um mesmo acontecimento pode ser analisado sob diferentes perspectivas. Desse modo, evita-se o ensino de cálculos enfadonhos e sem significado, optando-se por abordagens que utilizam definições e exemplos com objetos concretos e experiências da realidade dos estudantes.

Baseando-se em Biembengut, Santos (2022) fala sobre o papel do professor como mediador, dentro da Modelagem Matemática. Destaca que as práticas de Modelagem permitem que o professor seja criativo, motivador e atue como mediador entre o conhecimento comum e o conhecimento matemático, visando tornar o estudante um agente ativo na construção do saber.

Em suas concepções, Santos (2022), ainda enfatiza que os temas abordados em sala de aula devem ser relacionados ao cotidiano dos estudantes para estimulá-los no estudo da matemática, mostrando-lhes a aplicabilidade do que estão aprendendo. O que como vimos no Capítulo 3 está de acordo com todos os autores abordados.

Ainda seguindo a concepção de Biembengut, Santos (2022) fala sobre o cuidado que o professor precisa ter ao se planejar para o uso da Modelagem Matemática e buscar seu próprio “conhecimento pedagógico”, pois neste processo os estudantes se tornam ativos na construção do conhecimento e podem propor diferentes abordagens na resolução de problemas, levando a perguntas inesperadas. Para se preparar para esses momentos, Santos (2016, p. 27) diz que

o professor deverá: incentivar a pesquisa, lidar com tema de interesse do aluno; conhecer o tema a ser modelado (escolhido pelo professor ou pelo aluno); reconhecer a situação problema; promover a habilidade em formular problemas e resolver; familiarizar-se com o assunto a ser modelado – referencial teórico; classificar as informações (relevantes e não relevantes); identificar os fatos envolvidos; decidir quais os fatores a serem perseguidos, levantando hipóteses; selecionar variáveis relevantes e constantes envolvidas; descrever essas informações em termos matemáticos.

Em suma, Santos (2002) em sua concepção sobre Modelagem Matemática, defende uma abordagem de ensino de Matemática que valoriza a experiência do estudante, a interdisciplinaridade, a aplicabilidade dos conceitos matemáticos ao cotidiano e o papel do professor como mediador e motivador do aprendizado.

### **3.3.3. Proposta e/ou aplicação da Modelagem Matemática em sala de aula**

Nesta pesquisa, Santos (2022) apresenta uma proposta de sequência de atividades para o ensino de álgebra que se baseia em temas do cotidiano dos estudantes. Sua abordagem utiliza a Metodologia da Modelagem Matemática com foco nas competências e habilidades exigidas pelo Enem e pela BNCC.

O pesquisador aplicou essa proposta em uma turma do 2º ano do Ensino Médio em uma escola no interior da Bahia, para isso sugere oito aulas, cada uma com duração de 100 minutos, totalizando 24 atividades. Cada aula segue uma estrutura que inclui a definição de conteúdos, objetivos de aprendizagem, planejamento de atividades, sugestões para acompanhar o progresso dos estudantes e definição do processo de avaliação.

Ele desenvolveu esse plano levando em consideração a situação inicial do retorno às aulas após a pandemia da Covid-19, percebendo que os estudantes estavam desmotivados, ansiosos e com dificuldades de aprendizado devido ao período sem aulas.

Para lidar com essa situação, o professor explorou abordagens da Educação Matemática que buscavam aproximar os conteúdos de funções polinomiais da realidade dos estudantes. Ele optou por utilizar a Modelagem Matemática como abordagem principal, pois acreditava que isso permitiria trabalhar os conteúdos de forma mais contextualizada e envolvente, através de situações-problema do mundo real, afastando-se do ensino tradicional. Segundo Santos (2022, p. 58), a



Modelagem Matemática “como método de pesquisa, ela analisa situações ou fenômenos existentes na vida real”.

O objetivo principal dessa proposta, segundo Santos (2022), é capacitar o professor a atuar como mediador, estimulando nos estudantes a compreensão da realidade por meio do ensino de álgebra, e ainda, os motivando a se tornarem cidadãos conscientes de seu papel social, contribuindo para uma sociedade mais justa e igualitária.

### **3.3.4. Dificuldades e possibilidades**

Santos (2022) discute o desafio que os professores enfrentam ao criar aulas flexíveis, especialmente quando lidam com a diversidade de perguntas e respostas que podem surgir durante o processo de ensino. Na abordagem da Modelagem Matemática, os professores se deparam com o desafio de desenvolver aulas que sejam adaptáveis o suficiente para lidar com diferentes situações e necessidades dos estudantes. Isso ressalta a importância de os professores possuírem um conhecimento pedagógico sólido, entendendo como os estudantes aprendem, quais são as melhores práticas de ensino e como adaptar o ensino às circunstâncias.

Durante o processo de ensino com a Modelagem Matemática, os estudantes podem fazer uma variedade de perguntas, algumas das quais podem ser surpreendentes. Essas perguntas podem surgir devido à curiosidade natural dos estudantes ou à necessidade de esclarecer conceitos. Nesse contexto, o papel do professor é conectar as perguntas e respostas dos estudantes aos conceitos matemáticos que estão sendo ensinados. Isso envolve explicar como esses conceitos se aplicam às situações levantadas pelos estudantes e fornecer exemplos relevantes (Santos, 2022).

Portanto, é fundamental que os professores estejam preparados para lidar com a diversidade de interações em sala de aula, adaptando seu ensino conforme necessário para garantir que os estudantes compreendam os conceitos matemáticos de forma eficaz. Dessa forma, um bom planejamento, uma formação sólida e adequada para dar flexibilidade ao professor são fundamentais para garantir que todos os estudantes tenham a oportunidade de aprender e se desenvolver de acordo com suas necessidades individuais (Santos, 2022).

### 3.3.5. Temáticas discutidas nas atividades de Modelagem

Santos (2022) inicia as aulas com uma discussão entre os estudantes sobre diversos temas sociais, políticos e econômicos. O tema de maior interesse e, portanto, mais discutido, foi a geração de renda e emprego. Um estudante, morador de um bairro carente próximo a um lixão, levantou a questão: "O que poderia ser feito com toda aquela montanha de lixo que é despejada diariamente no lixão perto da minha casa?" Neste ponto percebemos a necessidade da sensibilidade e preparo do professor para aproveitar a oportunidade e desenvolver o tema.

O interesse dos estudantes levou à escolha do tema para as aulas: Coleta Seletiva do lixo de Almadina-BA, com a questão norteadora: Quanto o município de Almadina perde por não fazer a coleta seletiva do lixo?

Com o tema escolhido, as temáticas matemáticas abordadas foram: funções polinomiais, lineares, afins, quadráticas e de 3º grau, e ainda, área e perímetro. Dentro dessas temáticas o professor conseguiu trabalhar: os gráficos e zeros das funções afins e quadráticas, a influência dos parâmetros  $a$ ,  $b$  e  $c$  na parábola (gráfico da função quadrática), estudo do discriminante da função quadrática, conceitos de vértice de uma parábola e suas ligações com o valor máximo ou mínimo de uma função e por fim o escalonamento de um sistema linear e interpolação de Lagrange.

### 3.3.6. Uso de recursos tecnológicos nas atividades de Modelagem

Nesta pesquisa o autor usou como recurso tecnológico o *software* GeoGebra na construção e estudo dos gráficos.

### 3.3.7. Objetivos de aprendizagem propostos pelo DC-GOEM e/ou Habilidades propostas pela BNCC trabalhados nas atividades de Modelagem

#### HABILIDADES DA BNCC

(EM13MAT101) Interpretar situações econômicas, sociais e das Ciências da Natureza que envolvem a variação de duas grandezas, pela análise dos gráficos das funções representadas e das taxas de variação com ou sem apoio de tecnologias digitais.

(EM13MAT301) Resolver e elaborar problemas do cotidiano, da Matemática e de outras áreas do conhecimento, que envolvem equações lineares simultâneas, usando técnicas algébricas e gráficas, com ou sem apoio de tecnologias digitais.

(EM13MAT302) Resolver e elaborar problemas cujos modelos são as funções polinomiais de 1º e 2º graus, em contextos diversos, incluindo ou não tecnologias digitais.

(EM13MAT401) Converter representações algébricas de funções polinomiais de 1º grau representações geométricas no plano cartesiano, distinguindo os casos nos quais o comportamento é proporcional, recorrendo ou não a softwares ou aplicativos de álgebra e geometria dinâmica.

(EM13MAT402) Converter representações algébricas de funções polinomiais de 2º grau para representações geométricas no plano cartesiano, distinguindo os casos nos quais uma variável for diretamente proporcional ao quadrado da outra, recorrendo ou não a softwares ou aplicativos de álgebra e geometria dinâmica.

(EM13MAT501) Investigar relações entre números expressos em tabelas para representá-los no plano cartesiano, identificando padrões e criando conjecturas para generalizar e expressar algebricamente essa generalização, reconhecendo quando essa representação é de função polinomial de 1º grau.

(EM13MAT502) Investigar relações entre números expressos em tabelas para representá-los no plano cartesiano, identificando padrões e criando conjecturas para generalizar e expressar algebricamente essa generalização, reconhecendo quando essa representação é de função polinomial de 2º grau do tipo  $y = ax^2$ .

(EM13MAT503) Investigar pontos de máximo ou de mínimo de funções quadráticas em contextos da Matemática Financeira ou da Cinemática, entre outros, com apoio de tecnologias digitais.

#### OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM DO DC-GOEM

(GO-EMMAT101A) Interpretar dados e informações (econômicas, sociais e fatos relativos às Ciências da Natureza) que envolvam a variação entre grandezas, pesquisando e analisando gráficos (funções e/ou taxas de variação) para avaliar situações gerais relativas ao cotidiano.

(GO-EMMAT101B) Resolver situações problemas que envolvam a matemática (econômicos, sociais e fatos relativos às Ciências da Natureza),

sintetizando conhecimentos, situações apresentadas em jornais, revistas, *sites* de notícia etc. para modelar/propor soluções/alternativas relacionadas com as políticas e estratégias sociais, direitos sociais, riscos, contingências e necessidades.

(GO-EMMAT101C) Analisar gráficos (velocidade x tempo; espaço x tempo; aceleração x velocidade), utilizando gráficos da Mecânica (Física) para compreender situações econômicas, sociais e fatos relativos às Ciências da Natureza.

(GO-EMMAT301A) Determinar o conjunto solução de equações lineares simultâneas, utilizando técnicas algébricas e gráficas, com ou sem apoio de tecnologias digitais, para resolver problemas do cotidiano.

(GO-EMMAT301B) Identificar problema do cotidiano relacionado à matemática ou outras áreas do conhecimento, envolvendo equações lineares simultâneas analisando informações apresentadas em textos científicos e outros para sua resolução.

(GO-EMMAT301C) Resolver e elaborar problemas que envolvem sistemas de equações, analisando os resultados e a adequação das soluções propostas, para construir argumentação consistente.

(GO-EMMAT302A) Identificar informações oriundas da relação entre grandezas em contextos diversos (funções), lendo gráficos para resolver problemas cotidianos relacionados à função polinomial do 1º ou 2º grau.

(GO-EMMAT302B) Resolver problemas cuja modelagem use a noção de funções polinomiais do 1º ou 2º graus apresentados em mais de uma fonte de conhecimento (dois textos, texto e gráfico, gráfico e tabela, etc.) estabelecendo relações algébricas entre as informações apresentadas para construir alternativas de soluções que eliminem problemas cotidianos.

(GO-EMMAT302C) Modelar problemas que envolvem variáveis que se relacionam por meio de duas grandezas específicas, investigando informações apresentadas em textos que trazem dados decorrentes de situações socioeconômicas, técnico-científicas etc, para resolver problemas relativos a realidade.

(GO-EMMAT401A) Identificar uma função polinomial do 1º grau a partir de sua representação algébrica, observando o grau do polinômio que compõe a função para construir o gráfico.

(GO-EMMAT401B) Construir um quadro ou tabela simples que relacione as variáveis de uma função polinomial do 1º grau atribuindo valores para a variável

independente e determinando o valor da variável dependente para representar geometricamente no plano cartesiano, os pares ordenados obtidos.

(GO-EMMAT401C) Reconhecer as relações existentes entre duas grandezas, diretamente/inversamente proporcionais dentro de textos técnicos e/ou científicos, relacionando gráficos para resolver problemas do cotidiano.

(GO-EMMAT401D) Analisar a relação entre os pares ordenados que geram o gráfico de uma função polinomial do 1º grau, verificando se o comportamento, destes, estabelece uma relação de proporcionalidade para inferir e articular possíveis soluções de situações problema.

(GO-EMMAT401E) Converter representações algébricas de funções polinomiais do 1º grau em representações geométricas no plano cartesiano, recorrendo a softwares e/ou aplicativos de álgebra e geometria dinâmica para distinguir os casos nos quais o comportamento é proporcional.

(GO-EMMAT402A) Identificar uma função polinomial do 2º grau a partir de sua representação algébrica, observando o grau do polinômio que compõe a função para construir o gráfico.

(GO-EMMAT402B) Construir um quadro ou tabela simples que relacione as variáveis de uma função polinomial do 2º grau, atribuindo valores para a variável independente e determinando o valor da variável dependente para representar geometricamente, no plano cartesiano, os pares ordenados obtidos.

(GOEMMAT402C) Reconhecer as relações existentes entre duas grandezas, em que uma é diretamente proporcional ao quadrado da outra, dentro de textos técnicos e/ou científicos, relacionando gráficos para resolver problemas relacionados ao cotidiano.

(GO-EMMAT402D) Analisar a relação entre os pares ordenados que geram o gráfico de uma função polinomial do 2º grau, verificando se o comportamento destes estabelece uma relação em que uma é diretamente proporcional ao quadrado da outra para inferir e articular possíveis soluções de situações problema.

(GOEMMAT402E) Converter representações algébricas de funções polinomiais do 2º grau em representações geométricas no plano cartesiano, recorrendo a softwares e/ou aplicativos de álgebra e geometria dinâmica para distinguir os casos nos quais o comportamento é proporcional.

(GO-EMMAT501A) Compreender o conceito de função polinomial do 1º grau, identificando a relação entre duas variáveis apresentadas em textos de origem

socioeconômicas e/ou de natureza técnico ou científica, entre outros para resolver situações problemas do cotidiano.

(GO-EMMAT501B) Identificar possíveis leis de formação que se estabelecem da relação entre duas grandezas, analisando conjecturas apresentadas em quadros e/ou tabelas para expressar algebricamente as generalizações que se definem da relação entre duas grandezas.

(GO-EMMAT501C) Modelar situações relacionadas as leis de formação definidas no campo das funções polinomiais do 1º grau, representando no plano cartesiano os dados apresentados em quadros e/ou tabelas para analisar situações que possibilitem a tomada de decisões.

(GO-EMMAT501D) Compreender as relações estabelecidas entre duas grandezas, analisando os dados e informações apresentadas em quadros e tabelas para construir gráficos de funções polinomiais do 1º grau.

(GO-EMMAT501E) Investigar relações entre números expressos em tabelas simples, identificando padrões e criando conjecturas para representar pontos no plano cartesiano.

(GO-EMMAT502A) Reconhecer as relações existentes entre duas grandezas, diretamente proporcional ao quadrado da outra dentro de textos técnicos e/ou científicos, relacionando gráficos para resolver problemas do cotidiano.

(GOEMMAT502B) Modelar representações algébricas que expressem a relação entre grandezas quadráticas, observando dados numa tabela para resolver problemas do cotidiano.

(GO-EMMAT502C) Selecionar números expressos em tabelas, identificando padrões para expressar graficamente essa generalização no plano cartesiano.

(GO-EMMAT502D) Identificar padrões e criar conjecturas, utilizando dados de tabelas e gráficos para expressar algebricamente uma função polinomial do 2º grau do tipo  $y = ax^2$ .

(GO-EMMAT503A) Representar graficamente funções polinomiais do 2º grau, observando o vértice, as raízes e o ponto de intersecção da parábola com o eixo y ( $x = 0$ ), para resolver problemas do cotidiano.

(GO-EMMAT503B) Resolver problemas do cotidiano envolvendo máximos e mínimos, da função polinomial do 2º grau para propor soluções.

(GOEMMAT503C) Determinar pontos máximo e/ou mínimo das funções quadráticas em contextos econômicos e financeiros, observando as implicações dos

coeficientes para compreensão das relações existentes entre as representações gráficas das funções.

### **3.3.8. Conclusões do professor/pesquisador com base no uso da Modelagem Matemática**

Santos (2022) conclui que sua experiência foi bem-sucedida no ensino de Álgebra, especificamente funções polinomiais, em uma turma de 2º ano do Ensino Médio. Ele destaca que sua abordagem contextualizada, utilizando a Modelagem Matemática, foi fundamental para preencher lacunas de aprendizagem causadas pelo ensino remoto durante a pandemia.

Essa abordagem consiste em desenvolver aulas de matemática a partir de temas relevantes para os estudantes, como uma alternativa ao ensino tradicional. A Modelagem Matemática permite que os estudantes apliquem conceitos matemáticos em situações do cotidiano e reflitam sobre seu contexto social (Santos, 2022).

Um exemplo prático dessa abordagem foi a utilização da coleta seletiva de lixo como tema central das atividades propostas. Isso permitiu que os estudantes compreendessem a relevância social da matemática e sua conexão com outras disciplinas (Santos, 2022).

O autor ressalta a importância de replicar essa abordagem para um maior número de estudantes. Ele sugere que o desenvolvimento contínuo das aulas seja feito de forma a aproximar o conteúdo de álgebra da realidade dos estudantes, utilizando a Modelagem Matemática como uma ferramenta para facilitar o aprendizado.

### **3.3.9. Considerações**

A experiência relatada por Santos (2022) demonstra como o ensino de Matemática pode ser mais eficaz e interessante quando relacionado a situações reais e relevantes para os estudantes. A abordagem da Modelagem Matemática permite que os estudantes vejam a aplicabilidade da matemática em seu dia a dia e compreendam sua importância no contexto social.

Santos (2022) desenvolveu sua pesquisa prática sob a concepção de Modelagem de Biembengut. Desde a escolha do tema até os resultados finais, conseguimos observar isso com base na análise do desenvolvimento de sua prática.

A escolha do tema, feita com participação dos estudantes, certamente contribuiu para o envolvimento da turma. Aproveitando essa disposição dos estudantes, os conteúdos matemáticos foram trabalhados conforme a pesquisa de campo e as discussões demandavam. Percebemos que com isso, o pesquisador consegue atingir, com a modelagem matemática, o objetivo proposto por Biembengut e Hein (2014, p.23): “incentivar a pesquisa; promover a habilidade em formular e resolver problemas; lidar com tema de interesse; aplicar o conteúdo matemático; e desenvolver a criatividade.”

Embora Santos (2022) tenha usado Bassanezi em sua fundamentação teórica, observamos que ele usa em sua pesquisa as etapas para Modelagem Matemática proposta por Biembengut (2016), que são: Percepção e Apreensão; Compreensão e Explicitação; e Significação e Expressão. Em sua obra, Biembengut também orienta os procedimentos que o professor deve seguir dentro de cada etapa. O que conseguimos observar que Santos (2022) buscou aplicar em seu trabalho.

O pesquisador levou os estudantes a formularem e usarem estes modelos para resolução de problemas levantados com base nos dados da pesquisa que fizeram. Além disso, ele fez questionamentos para direcionar o raciocínio dos estudantes para os conteúdos matemáticos que se pretendia trabalhar, mas também foi flexível adaptando os conceitos matemáticos aos questionamentos dos estudantes.

Observamos evidências das conclusões apresentadas no parágrafo anterior nos seguintes trechos: “ao formular e responder questões”; “com as funções modeladas os estudantes construíram os gráficos das respectivas funções”; “professor e estudantes estudaram os conteúdos sobre função Polinomial de 2º grau”; “As definições e conceitos foram apresentados através de problemas contextualizados com o projeto Coleta Seletiva do Lixo”; “o professor percebeu que os estudantes já possuíam maturidade sobre o conteúdo para estudar os efeitos dos parâmetros  $a$ ,  $b$  e  $c$  na parábola”; “nesse momento o professor se deparou com a imprevisibilidade das aulas quando os estudantes são os protagonistas”; “estava planejado trabalhar com função exponencial e logarítmica, mas, o despertar da



curiosidade dos estudantes levou as aulas de sistemas lineares escalonados”; “qual a expressão matemática que representa a soma das áreas do setor dos metais e do banheiro?” (Santos, 2022, p. 66, 68, 71).

Tudo isso, mostra que a prática, conforme relatada pelo autor, foi eficaz e eficiente para o ensino da matemática com uso da Modelagem Matemática, conseguindo desenvolver várias habilidades propostas pela BNCC, bem como, objetivos de aprendizagem do DC-GOEM.

Observamos que esta sequência de aulas pode servir de modelo para professores trabalharem com estudantes da 1ª série do Ensino Médio na Rede Estadual de Goiás, e assim seria possível alcançar os objetivos de aprendizagem previstos no DC-GOEM do 1º e 2º bimestre para esta série.

### **3.4. Dissertação 4 – Investigando a Modelagem Matemática no Ensino de Funções Afins e Exponenciais**

Autor: Ricardo Nogueira Viana Narcizo

Orientador: Prof. Dr. Porfírio Azevedo dos Santos Júnior.

UFG – Catalão – setembro de 2016

#### **3.4.1. Resumo**

Este trabalho tem por objetivo investigar se a modelagem matemática pode contribuir ou colaborar com o ensino aprendizagem de função afim e, principalmente, de função exponencial. Sendo assim, na busca para alcançar esse objetivo foram feitos estudos, tendo como bibliografia alguns pesquisadores brasileiros e observamos que nessa metodologia os estudantes durante as aulas assumem uma postura ativa e o professor passa a ser mediador do processo de ensino aprendizagem. Na busca desse objetivo desenvolvemos atividades onde os estudantes tinham de pesquisar, confeccionar tabelas e gráficos e, por fim apresentar e validar um ou mais modelos matemáticos, para as situações problemas propostas pelo professor, seguindo assim as etapas para a apresentação de um modelo matemático de acordo com o referencial teórico estudado. Essas atividades foram desenvolvidas em uma turma de 2º ano do ensino médio do Instituto Federal de Brasília *campus* Gama, onde as duas primeiras foram direcionadas para serem trabalhadas com funções afins e as outras com funções exponenciais. Durante a aplicação da metodologia em cada atividade os alunos descobriram modelos matemáticos os quais eram funções exponenciais, conteúdo que ainda não eram do conhecimento deles, chegando ao modelo para o cálculo de juro composto. (Narcizo, 2016, p. 7, grifo nosso).

#### **3.4.2. Concepções de Modelagem Matemática utilizadas**

Neste trabalho, para fundamentar teoricamente a investigação proposta, o autor faz referência a Biembengut, Bassanezi, Burak e Barbosa. Narcizo (2016) focou em criar modelos matemáticos, mas também avaliou criticamente sua aplicabilidade nas situações-problema.

Conforme explicado por Narcizo (2016), a metodologia da Modelagem Matemática utilizada tem como objetivo levar os estudantes a elaborarem modelos matemáticos para situações reais a partir de suas pesquisas ou experiências com objetos concretos, sem saberem quais conteúdos serão usados.

Narcizo (2016) explica que por não haver um consenso sobre o que exatamente é Modelagem Matemática, pelos pesquisadores desta metodologia, para atingir seu objetivo ele optou por seguir partes das ideias dos quatro teóricos referenciados da seguinte forma:

Barbosa (2007) para quem, a modelagem matemática é um ambiente de aprendizagem no qual os estudantes são convidados a problematizar e investigar, sendo que essa investigação pode ser feita por meio de pesquisa, experiência com objetos concretos; e Burak (2012), na parte que ele fala que a obtenção das informações e dados é no ambiente, onde se encontra o interesse do grupo, o ambiente não deve se restringir a sala de aula, mas toda sua vida em sociedade e utilizaremos as etapas para construção de um modelo matemático de Bassanezi e da Biembengut, pois os mesmos utilizam uma série de procedimentos, a serem seguidos para a obtenção de um modelo matemático e esses procedimentos serão mostrados no decorrer do trabalho (Narcizo, 2016, p. 14, 15).

Na nossa análise conseguimos observar uso das quatro concepções adotadas, conforme explicado pelo autor. Evidenciamos isso por observar o uso das etapas para construção de um modelo propostas por Biembengut e Bassanezi, a escolha do tema foi realizada pelo professor para possibilitar o trabalho com os conteúdos programados no currículo, conforme concepção de Biembengut, em duas das atividades propostas, o autor convida os estudantes a problematizar e investigar por meio da manipulação de materiais concretos, ação que está de acordo com as propostas de Barbosa, no momento de busca de dados o autor usa situações presentes no ambiente dos estudantes e ainda motiva, durante algumas atividades, a análise crítica dos resultados, estas últimas estão de acordo com as concepções de Burak.

### **3.4.3. Proposta e/ou aplicação da Modelagem Matemática em sala de aula**

O estudo, em questão, concentrou-se na aplicação de funções afins e exponenciais, devido à questão de haver um currículo preestabelecido. Portanto, Narcizo (2016) explica que ele mesmo irá definir os tópicos das atividades propostas, alinhados com o conteúdo a ser trabalhado no momento, especificamente a função exponencial no contexto em questão. As duas primeiras atividades elaboradas resultaram em funções lineares, segundo o autor, visando introduzir os estudantes a essa abordagem metodológica. Essas atividades foram desenvolvidas, pelo professor, em uma turma de 2ª série do Ensino Médio do Instituto Federal de Brasília *campus* Gama.

### **3.4.4. Dificuldades e possibilidades**

Mesmo citando muitos pontos positivos durante todo o seu trabalho com a Modelagem Matemática em sala de aula, Narcizo (2016) cita algumas dificuldades e desafios. Estes incluíram restrições de tempo tanto para o planejamento quanto para a execução das atividades, devido à carga horária semanal extensa dos professores no ensino básico brasileiro. Além disso, a disponibilidade limitada de tempo para ensinar matemática em cada turma afetou a profundidade do desenvolvimento das atividades, conta o autor.

A falta de recursos físicos adequados, como laboratórios de informática, e a escassez de materiais também representaram obstáculos, levando os professores a improvisarem soluções, como na atividade da Torre de Hanói em que o professor usou de seus próprios recursos para confeccionar o material a ser utilizado.

O grande número de estudantes em sala de aula foi outro problema abordado por Narcizo (2016), pois dificultou a implementação de atividades em grupo. Além disso, a falta de familiaridade e formação dos professores em metodologias ativas de ensino, como a de Modelagem Matemática adotada, foi outro desafio enfrentado.

### **3.4.5. Temáticas discutidas nas atividades de Modelagem**

Narcizo (2016) elaborou 5 atividades com base no diagnóstico inicial realizado. Essas tiveram objetivo de aumentar gradativamente o nível de dificuldade, estimulando o pensamento crítico e a aplicação de conceitos matemáticos. Com isso, foram trabalhadas temáticas sobre função linear, função exponencial e juros compostos, conforme explicamos melhor abaixo.

A primeira atividade teve como tema: Como é calculado o valor de uma corrida de táxi em uma capital brasileira? Baseada em uma questão clássica, encorajou os estudantes a pesquisar e analisar informações para criar um modelo matemático, ao contrário dos livros didáticos convencionais. A segunda atividade, centrada na análise das contas de água e esgoto residencial no Distrito Federal (Caesb), incentivou a conscientização ambiental e também resultou na criação de modelos matemáticos. As atividades subsequentes envolveram manipulação de material concreto e associação com conceitos matemáticos, como progressão geométrica e função exponencial e serviram de base para introdução ao estudo da função exponencial, destacando a aplicabilidade da matemática em situações do mundo real. A última atividade abordou juros compostos, sendo desenvolvida após os estudantes terem adquirido conhecimento sobre função exponencial, visando que os estudantes criassem modelos matemáticos situações envolvendo juros compostos, introduzindo-os a esse conceito.

#### **3.4.6. Uso de recursos tecnológicos nas atividades de Modelagem**

Nesta pesquisa o professor usou como recursos tecnológicos o laboratório de informática da escola, este foi usado para que os estudantes pudessem ter acesso à internet e fizessem as pesquisas necessárias para realização das atividades.

#### **3.4.7. Objetivos de aprendizagem propostos pelo DC-GOEM e/ou Habilidades propostas pela BNCC trabalhados nas atividades de Modelagem**

##### HABILIDADES DA BNCC

(EM13MAT501) Investigar relações entre números expressos em tabelas para representá-los no plano cartesiano, identificando padrões e criando conjecturas

para generalizar e expressar algebricamente essa generalização, reconhecendo quando essa representação é de função polinomial de 1º grau.

(EM13MAT304) Resolver e elaborar problemas com funções exponenciais nos quais seja necessário compreender e interpretar a variação das grandezas envolvidas, em contextos como o da Matemática Financeira, entre outros.

(EM13MAT508) Identificar e associar progressões geométricas (PG) a funções exponenciais de domínios discretos, para análise de propriedades, dedução de algumas fórmulas e resolução de problemas.

#### OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM DO DC-GOEM

(GO-EMMAT501A) Compreender o conceito de função polinomial do 1º grau, identificando a relação entre duas variáveis apresentadas em textos de origem socioeconômicas e/ou de natureza técnico ou científica, entre outros para resolver situações problemas do cotidiano.

(GO-EMMAT501B) Identificar possíveis leis de formação que se estabelecem da relação entre duas grandezas, analisando conjecturas apresentadas em quadros e/ou tabelas para expressar algebricamente as generalizações que se definem da relação entre duas grandezas.

(GO-EMMAT501C) Modelar situações relacionadas as leis de formação definidas no campo das funções polinomiais do 1º grau, representando no plano cartesiano os dados apresentados em quadros e/ou tabelas para analisar situações que possibilitem a tomada de decisões.

(GO-EMMAT501D) Compreender as relações estabelecidas entre duas grandezas, analisando os dados e informações apresentadas em quadros e tabelas para construir gráficos de funções polinomiais do 1º grau.

(GO-EMMAT501E) Investigar relações entre números expressos em tabelas simples, identificando padrões e criando conjecturas para representar pontos no plano cartesiano.

(GO-EMMAT304A) Resolver problema que envolve função exponencial, utilizando estratégias, conceitos, definições e procedimentos matemáticos para avaliar proposta de intervenção na realidade.

(GO-EMMAT304B) Modelar situações que envolvam variáveis socioeconômicas ou técnico-científicas, usando representações algébricas exponenciais identificando e relacionando as variáveis envolvidas para resolver problemas com ou sem apoio de tecnologias digitais.

(GO-EMMAT304C) Elaborar problemas oriundos de situações do cotidiano que envolvam grandezas de natureza exponencial, utilizando contextos variados (Matemática Financeira, crescimento de diferentes populações, entre outros) para ampliar as percepções tanto dos conhecimentos envolvidos como das possibilidades que direcionam à soluções.

(GO-EMMAT508A) Reconhecer situações que envolvem padrões numéricos em diferentes contextos, compreendendo a ideia de sequência (PG) para resolver problemas do cotidiano.

(GO-EMMAT508D) Associar PGs a funções exponenciais de domínios discretos, empregando estratégias e recursos, como padrões, experimentações e diferentes tecnologias, para analisar as propriedades, deduzir fórmulas e/ou resolver problemas de contextos diversos.

(GOEMMAT508E) Modelar problemas que envolvem padrões aritméticos associados a PG, investigando dados e informações apresentadas em textos de natureza socioeconômica, técnico-científicas etc. para resolver problemas do cotidiano.

### **3.4.8. Conclusões do professor/pesquisador com base no uso da Modelagem Matemática**

Narcizo (2016) apresentou, em suas conclusões, uma melhora de 65% na aprendizagem com base nas comparações dos questionários aplicados no início e no final do projeto e destaca que na reaplicação do questionário os estudantes tiveram o cuidado de escrever o que cada variável significava na expressão matemática/modelo matemático criado.

Segundo o autor, as atividades baseadas na Modelagem Matemática, promoveram uma abordagem ativa, incentivando os estudantes a pensar de forma independente ao invés de apenas reproduzir informações. Eles foram incentivados a pensar criticamente, pesquisar, analisar e questionar as informações que lhes eram apresentadas, levando a uma melhor aprendizagem e aumento da motivação.

Além disso, Narcizo (2016) relata que notou uma redução da inibição dos estudantes em interagir com o professor e entre si. Esta maior interação promoveu um ambiente de aprendizagem favorável onde os estudantes podiam trocar ideias, discutir conceitos e aprender uns com os outros, contribuindo, em última análise,

para um ambiente de aprendizagem mais enriquecedor. Os resultados positivos, citados pelo autor, incluem um maior interesse nas aulas de matemática, melhor desempenho acadêmico, maior motivação dos estudantes e uma interação mais eficaz entre estudantes e professor.

Concluindo sua pesquisa, Narcizo (2016) ressalta que a Modelagem Matemática pode ser vista como uma ferramenta eficaz para o ensino de matemática, especialmente na introdução e conclusão de determinados conteúdos, através de atividades que abordam situações-problema do mundo real. No entanto, essa metodologia, segundo o autor, não deve substituir inteiramente “as aulas tradicionais de matemática, pois até os PCNs mencionam a necessidade da aplicação de exercícios de fixação” (Narcizo, 2016, p. 44). Ele explica que é essencial integrar a Modelagem Matemática aos conteúdos programáticos estabelecidos para cada período letivo, proporcionando assim uma abordagem de ensino mais abrangente e eficaz por meio da combinação de diferentes metodologias.

#### **3.4.9. Considerações**

Observamos uma boa coerência com o que foi exposto por Narcizo (2016) e nossa realidade de ensino aqui no estado de Goiás, pois também temos um conteúdo programático a seguir, definido pelo DC-GOEM, conforme já mencionado em nosso trabalho.

Nesses casos, a escolha do tema partir do professor talvez seja a forma mais eficiente de trabalhar a Modelagem Matemática em nosso contexto escolar. Outro ponto bem interessante é que o professor não trouxe pesquisas extensas ou extremamente elaboradas, isso poderia demandar ainda mais tempo de execução, um ponto importante a levarmos em conta considerando que temos pouco tempo em sala de aula para cumprir os conteúdos previstos.

Ficou nítido o uso dos referenciais teóricos de Biembengut e Bassanezi, exposto em seu referencial teórico, na descrição do desenvolvimento das atividades, bem como a proposta de Burak em analisar criticamente os resultados obtidos.

Este trabalho poderá servir de base para professores da Rede Estadual de Educação de Goiás aplicarem na 1ª série do Ensino Médio, pois os objetivos de

aprendizagem trabalhados estão de acordo com 1º, 3º e 4º bimestres da Bimestralização baseada no DC-GOEM.

### **3.5. Dissertação 5 – Ensino de Sistemas Lineares usando Modelagem Matemática e Registros de Representação Semiótica em uma Turma Do 9º Ano do Ensino Fundamental**

Autor: Lizeane Borges Fortes.

Orientador: Profa. Dra. Sonia Elena Palomino Castro.

UFSC – Florianópolis – março de 2021.

#### **3.5.1. Resumo**

Este trabalho tem o objetivo de investigar a contribuição da Modelagem Matemática e dos Registros de Representação Semiótica no ensino-aprendizagem de Sistemas de Equações Lineares no Ensino Fundamental. Para isso, foi implementada em uma escola da rede pública municipal de Porto Alegre, em caráter experimental, a aplicação de uma sequência didática elaborada integralmente pela autora. Analisando os dados coletados na pesquisa, obtidos por meio das produções e interações dos estudantes mediante as atividades propostas, foi possível concluir que a abordagem da Modelagem Matemática, associada à transversalidade no ensino, contribuiu para o entendimento dos conteúdos matemáticos estudados, melhora da autoestima, desenvolvimento da autonomia, e demais competências elencadas pela BNCC, tais como ética e cidadania, e aspectos relevantes da Educação Ambiental, como a importância do cuidado com o espaço que habitam. Além disso, e considerando o escopo do Ensino Fundamental, nesta dissertação também foram abordados alguns métodos de resolução de Sistemas de Equações Lineares em  $R^n$  (Fortes, 202, p. 7, grifo nosso).

#### **3.5.2. Concepções de Modelagem Matemática utilizadas**

O referencial teórico usado neste trabalho foi baseado em Bassanezi (2002), Biembengut e Hein (2018) e Meyer, Caldeira e Malheiros (2011). No Capítulo 3, Fortes (2021) apresenta seu referencial teórico acerca da Modelagem Matemática, explica que esta é o processo de representar situações cotidianas através de modelos matemáticos, neste momento cita Biembengut e Hein (2018). Esses modelos consistem em um conjunto de símbolos e relações matemáticas que buscam descrever ou traduzir um fenômeno ou situação real.

Embasada em Meyer, Caldeira e Malheiros (2011), Fortes (2021) ressalta a importância da Modelagem Matemática para enriquecer o entendimento matemático



e tornar o estudante protagonista de sua aprendizagem, contribuindo para o desenvolvimento de cidadãos plenos, capazes de aplicar o conhecimento matemático em situações reais e relevantes, ampliando suas habilidades críticas e reflexivas. Na perspectiva de colocar o estudante como protagonista, a autora relata que a Modelagem Matemática pode ser vista como um motivador na aprendizagem, pois tal ação pode melhorar sua autoestima, aumentar seu envolvimento nas atividades propostas e promover o desenvolvimento de sua autonomia. Ainda embasada em Meyer, Caldeira e Malheiros (2011), a autora explica que a chave é capacitar os estudantes para aprender e confiar em suas próprias habilidades, acreditando que serão capazes de resolver problemas.

Em sua pesquisa, Fortes (2021), aborda temas sobre Educação Ambiental, e para justificar essa escolha cita a BNCC (2018) e Meyer, Caldeira e Malheiros (2011). Explica que a Educação Ambiental, sendo um dos temas que abordam os desafios da sociedade atual, deve ser integrada na Modelagem Matemática para elaborar sequências didáticas eficazes. Ainda ressalta a necessidade de se criar espaços de discussão sobre temas transversais na educação. “Assim, podemos dizer que a Modelagem e a Educação Ambiental atingem esse objetivo, promovendo o desenvolvimento pessoal e social dos educandos” (Fortes, 2021, p. 42).

Esse processo de aprender a formular e resolver problemas a partir de situações reais e, a partir delas, fazer uma leitura crítica da realidade, é essencial para a formação de indivíduos autônomos e confiantes. Integrar a modelagem matemática no ensino pode, portanto, proporcionar um ambiente de aprendizagem mais engajador e significativo, onde os estudantes desenvolvem habilidades críticas e reflexivas, essenciais para sua formação integral (Fortes, 2021).

Para explicar a importância do uso da Modelagem Matemática no ensino, Fortes (2021), também considera as justificativas apresentadas por Bassanezi (2002). Entre os principais argumentos, a autora destaca: o formativo, a competência crítica, a utilidade e a aprendizagem.

Para escolha do tema, Fortes (2021) se embasa em Biembengut e Hein (2018), explica que a escolha do tema deve ser feita com cautela, optando por um tema suficientemente abrangente para desenvolver o conteúdo programático, ao mesmo tempo que mantém o interesse e a motivação dos estudantes.

Para o desenvolvimento do conteúdo programático, Fortes (2021), cita as etapas: Interação – que é o momento dos estudantes se familiarizar com o tema e a

situação-problema; Matematização – momento de criatividade, onde os estudantes propõem soluções dos problemas abordados e identificam o conteúdo programático a ser abordado, caso necessário; e Modelo Matemático – etapa em que os estudantes testam os modelos matemáticos criados em outras situações, para assim validá-lo.

Fortes (2021) observa que, embora a experiência de Modelagem possa ser concebida de maneira aberta, sem saber quais conteúdos matemáticos serão mobilizados durante o processo, essa não foi sua intenção na pesquisa. A autora explica que devido ao objetivo de estudar sistemas de equações lineares, optou por usar alguns elementos da Modelagem Matemática propostos em seu referencial teórico na elaboração dos problemas propostos.

### **3.5.3. Proposta e/ou aplicação da Modelagem Matemática em sala de aula**

Com base em seus estudos acerca de Modelagem Matemática e tendo como objetivo o trabalho com sistemas de equações lineares, Fortes (2021), elaborou e aplicou uma sequência didática, contendo oito atividades, em uma turma do terceiro ano do terceiro ciclo, equivalente ao nono ano do ensino fundamental. Mesmo sendo um trabalho realizado no Ensino Fundamental, decidimos usar esta pesquisa em nossa análise, pois verificamos que as habilidades trabalhadas ali estão de acordo com o que estávamos buscando, podendo ser muito bem aproveitado por professores da 3ª série do ensino médio.

As situações-problemas foram elaborada pela professora, com base no tema escolhido. Para realizar o trabalho, a professora organizou os estudantes em oito grupos com três ou quatro componentes. Ela deixou os estudantes se organizarem por afinidades, mas interveio para garantir que em cada grupo tivesse pelo menos um integrante com celular disponível para realizar pesquisas, quando necessário.

Como tema gerador, a professora escolheu a prevenção de incêndio, pois, segundo ela, este assunto estava em destaque nas mídias na época de sua pesquisa e isso despertava interesse dos estudantes nas discussões em sala de aula.

### **3.5.4. Dificuldades e possibilidades**

Como dificuldades, Fortes (2021), cita o desinteresse dos estudantes ao lidar com suas dificuldades de aprendizagem. A autora identifica essa dificuldade ao perceber que os estudantes buscam o auxílio do professor, durante as atividades propostas, mesmo antes de tentar raciocinar e criar, de forma independente, suas próprias estratégias de resolução.

Porém, após a aplicação de sua sequência didática usando elementos da Modelagem Matemática, a professora identifica muitos pontos positivos e possibilidades como, por exemplo, as oportunidades de trabalho interdisciplinar que a Modelagem Matemática propicia.

### **3.5.5. Temáticas discutidas nas atividades de Modelagem**

Como tema norteador, Fortes (2021), definiu a Educação Ambiental, focando na temática de incêndios. Isso permitiu trabalhar, com os estudantes, diferentes tipos de incêndios e respectivos tipos de extintores a serem usados em cada caso.

Quando nos voltamos, especificamente, para o estudo de Matemática, percebemos que a autora tratou de temáticas como: os preços dos extintores e valor gasto na compra destes, educação financeira, conversão da linguagem natural em linguagem algébrica e vice-versa, elaboração e resolução de sistemas de equações lineares e a representação da solução de um sistema de equações lineares no plano cartesiano.

### **3.5.6. Uso de recursos tecnológicos nas atividades de Modelagem**

Como recursos tecnológicos, a autora utilizou o site: <http://www.calculadoraonline.com.br/sistemas-lineares> para que os estudantes pudessem conferir as respostas dos sistemas de equações lineares já resolvidos e o software Geogebra através do site <http://www.geogebra.org/graphing> com objetivo de desenvolver habilidades referentes a representação gráfica da solução de sistemas de equações lineares, bem como compreender a representação de infinitas soluções de uma equação linear com duas incógnitas.

### **3.5.7. Objetivos de aprendizagem propostos pelo DC-GOEM e/ou Habilidades propostas pela BNCC trabalhados nas atividades de Modelagem**

## HABILIDADES DA BNCC

(EM13MAT301) Resolver e elaborar problemas do cotidiano, da Matemática e de outras áreas do conhecimento, que envolvem equações lineares simultâneas, usando técnicas algébricas e gráficas, com ou sem apoio de tecnologias digitais.

## OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM DO DC-GOEM

(GO-EMMAT301A) Determinar o conjunto solução de equações lineares simultâneas, utilizando técnicas algébricas e gráficas, com ou sem apoio de tecnologias digitais, para resolver problemas do cotidiano.

(GO-EMMAT301B) Identificar problema do cotidiano relacionado à matemática ou outras áreas do conhecimento, envolvendo equações lineares simultâneas analisando informações apresentadas em textos científicos e outros para sua resolução.

(GO-EMMAT301C) Resolver e elaborar problemas que envolvem sistemas de equações, analisando os resultados e a adequação das soluções propostas, para construir argumentação consistente.

### **3.5.8. Conclusões do professor/pesquisador com base no uso da Modelagem Matemática**

Em sua conclusão, Fortes (2021) traz vários pontos positivos e potencialidades do uso da Modelagem Matemática em sala de aula. Foi possível observar os seguintes pontos positivos: melhora da autoestima e conscientização dos estudantes quanto ao tema ambiental abordado; engajamento social e papel crítico – os estudantes passaram a orientar outros colegas quanto aos cuidados que se deve ter com os extintores da escola; desenvolvimento da autonomia – estudantes passaram a criar suas próprias estratégias de soluções sem auxílio constante da professora; discussões interdisciplinares e temas transversais; educação integral; desenvolvimento de competências e habilidades; engajamento e aplicação prática – foi possível observar maior envolvimento dos estudantes em atividades que combinaram aspectos matemáticos com questões sociais e ambientais reais, como os incêndios florestais; uso das TDICs na aprendizagem – alguns grupos reconheceram facilmente o sistema de equações lineares em três representações distintas: linguagem natural, linguagem algébrica e gráfica;

compreensão dos sistemas de equações lineares; engajamento interdisciplinar e conscientização cidadã.

### **3.5.9. Considerações**

Após uma primeira leitura deste trabalho tivemos a impressão que a Modelagem Matemática não havia sido trabalhada conforme os referenciais teóricos citados pela autora. Porém, após uma análise mais profunda e detalhada foi possível observar que a autora conseguiu fazer bom uso de alguns elementos da Modelagem Matemática proposta pelos teóricos citados, Bassanezi (2002), Biembengut e Hein (2018) e Meyer, Caldeira e Malheiros (2011). Foram usados problemas reais e baseados em dados reais, bem como escolhido um tema que propicia o estudo dos conteúdos programáticos do sistema de ensino. Foi possível observar que a autora já havia trabalhado os conteúdos matemáticos utilizados nas situações propostas, porém sempre que necessário fez intervenções para explicar alguns conceitos que estavam sendo usados erroneamente. Essa postura evidencia a aplicação da proposta de Modelagem de Biembengut e Hein (2018), bem como de Bassanezi (2002).

A escolha do tema foi tratada, pela professora, com o devido cuidado. No início do desenvolvimento da sequência didática a professora promoveu discussões acerca do problema dos incêndios e da importância da prevenção. Ao final das atividades os estudantes foram incentivados a criar modelos matemáticos a partir das situações problemas apresentadas, criar seus próprios problemas para testar seus conhecimentos e ainda tiveram a oportunidade de testar seus modelos matemáticos com uso de recursos tecnológicos.

Observamos, ainda, aplicação da proposta apresentada pela autora de Meyer, Caldeira e Malheiros (2011, apud Fortes, 2011, p. 40) onde diz que: "O que precisamos fazer é habilitar os alunos a aprender e a ter confiança em si próprios de que conseguirão fazê-lo. Aprender a formular e resolver uma situação, e com base nela fazer uma leitura crítica da realidade." Evidenciamos isso por observar no relato da autora que os estudantes, após receberem orientações claras e serem incentivados, conseguiram resolver as atividades propostas com mais autonomia por passarem a confiar mais em si mesmos

Porém, consideramos que a autora poderia ter trazido em sua fundamentação teórica também Barbosa, pois ela apresenta as situações-problemas aos estudantes já elaboradas, cabendo aos estudantes produzir uma resolução para a situação e durante as aulas a autora faz as formalizações dos tópicos matemáticos que estão sendo estudados. Tendo em vista que já apresentamos, no Capítulo 3, os detalhes da proposta de Barbosa, destacaremos aqui apenas o caso 1 que acreditamos que se encaixaria perfeitamente na sequência didática elaborada por Fortes (2021). De forma resumida, no caso 1 a aula é dividida em quatro momentos, conforme explicado por Barbosa (2009, p. 4 - 5):

o convite – o professor apresenta a situação-problema e discute com os alunos; o trabalho em grupo – os alunos, organizados em grupos, buscam produzir uma resolução para a situação, tendo o acompanhamento do professor; a socialização – os grupos de alunos apresentam suas resoluções para discussão da turma; a formalização – o professor pode fazer formalizações (ou institucionalização) de estratégias ou de tópicos matemáticos.

Foram exatamente esses passos que observamos no decorrer da aplicação, de algumas atividades, propostas pela autora, por isso que sentimos falta deste teórico em sua fundamentação.

Outro ponto que desejamos abordar é que o trabalho realizado com estudantes do nono ano do ensino fundamental pode ser adaptado para os estudantes da terceira série do Ensino Médio na Rede Estadual de Goiás. De fato, o currículo de tal série prevê essas mesmas habilidades, no terceiro bimestre, e como citamos acima, pode-se utilizar mais variáveis para possibilitar o trabalho com sistemas lineares com mais de duas equações.

### **3.6. Conclusões**

Nos trabalhos analisados a aplicação da proposta em sala de aula se deu por meio de: sequência didática, projeto interdisciplinar ou sequência de atividades. Apenas um professor optou por não aplicar a proposta em sala de aula devido à pandemia da Covid 19. A escolha do tema foi definida em quatro oportunidades pelo próprio professor. Em apenas um caso a escolha do tema contou com a participação direta dos estudantes. Sobre o momento em que os conceitos matemáticos são trabalhados em sala, em dois casos a Modelagem Matemática foi utilizada após o

professor trabalhar os conceitos matemáticos necessários com objetivo de sistematizar aprendizagem adquirida em situações problemas reais. Em três casos, a Modelagem Matemática foi usada para introduzir um conteúdo predefinido, ou para trabalhar conteúdos que surgiram naturalmente, durante a execução das atividades. Em todos esses casos vimos o quanto a metodologia contribuiu positivamente no processo de ensino-aprendizagem. Em todos os trabalhos os professores tiveram como objetivo final a construção de modelos matemáticos.

Evidenciamos o uso de vários Objetivos de Aprendizagem previstos no DC-GOEM, isto nos mostra a possibilidade de usar uma metodologia diferente como a Modelagem Matemática ao seguir um currículo preestabelecido.

Quanto às dificuldades para o uso da Modelagem Matemática, os trabalhos citam a falta de tempo para planejar e executar as aulas, a falta de conhecimento ou preparo dos professores para uso da metodologia, dificuldade do professor em mudar sua prática tradicional de ensino, necessidade de cumprir um currículo preestabelecido, falta de recursos físicos e tecnológicos adequados e o número elevado de estudantes por sala de aula.

Nesse sentido, queremos destacar a dificuldade relacionada à falta de conhecimento ou preparo dos professores para o uso da Modelagem Matemática como metodologia de ensino. Vimos evidências dessa dificuldade em algumas das dissertações analisadas, o que nos faz refletir que se mesmo após um cuidadoso estudo teórico acerca deste tema ainda podem surgir dúvidas, imagine para o professor em sala de aula que nem sempre recebe o apoio e formação adequados. Portanto, ressaltamos mais uma vez a necessidade da Modelagem Matemática fazer parte da grade curricular do curso de Licenciatura em Matemática, bem como a criação de mais cursos de formação para professores nessa área.

Mesmo enfrentando vários desafios, todos os pesquisadores indicam, em suas dissertações, pontos positivos com uso da metodologia, como: maior participação e motivação dos estudantes durante as aulas, melhoria nos resultados de aprendizagem, estudantes pensando de forma independente e de forma crítica, trabalho de forma interdisciplinar, possibilidade de recomposição da aprendizagem, a percepção da Matemática em situações reais do cotidiano, evidenciando o papel social desta disciplina, maior interação entre professores e estudantes bem como entre os próprios estudantes, maior autonomia dos estudantes.

---

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

Nesta dissertação, exploramos o uso da Modelagem Matemática como ferramenta pedagógica no ensino de Matemática. Através da análise de diversos trabalhos práticos aplicados por professores em sala de aula, identificamos como essa metodologia de ensino pode melhorar a compreensão dos estudantes sobre conceitos matemáticos e sua aplicação em situações reais do seu cotidiano. Além disso, avaliamos as possibilidades de usar esta metodologia na Rede Pública de Ensino do Estado de Goiás, alinhada ao currículo estabelecido pelo DC-GOEM-Bimestralização.

No início do trabalho, levantamos diversas questões para guiar nossa pesquisa, as quais foram abordadas ao longo desta dissertação. Vamos retomar aqui as perguntas norteadoras para, em seguida, apresentar nossas conclusões. As questões levantadas foram: O que é Modelagem Matemática? É Modelagem ou Modelação Matemática na educação? A BNCC e o DC-GOEM trabalham na perspectiva da Modelagem Matemática? Quais as concepções de Modelagem Matemática utilizada pelos autores/professores das dissertações? Como a Modelagem Matemática foi usada e/ou aplicada pelos respectivos autores/professores das pesquisas? Quais as principais dificuldades e possibilidades, identificadas, para o trabalho com a Modelagem Matemática na educação básica? A Modelagem Matemática pode tornar o processo de ensino-aprendizagem mais significativo? É possível trabalhar os objetivos de aprendizagem propostos pelo DG-GOEM com uso da Modelagem Matemática?

Para responder as três primeiras perguntas elencadas, realizamos um estudo detalhado das concepções de Rodney Carlos Bassanezi; Maria Salett Biembengut; Dionísio Burak; Jonei Cerqueira Barbosa e analisamos os documentos curriculares que direcionam o ensino em Goiás (BNCC e DC-GOEM). Percebemos que a Modelagem Matemática, voltada para o ensino em sala de aula, tem evoluído de maneira constante. Em sua concepção inicial se aproximava em muito da modelagem utilizada nas ciências, mas outras características e cuidados foram incorporados abrindo um leque de oportunidades para os professores. Em relação aos documentos oficiais, não identificamos uma clara menção à Modelagem Matemática em sua elaboração, porém em ambos os documentos pudemos



observar que muitas Habilidades propostas pela BNCC e Objetivos de Aprendizagem do DC-GOEM-Bimestralização, estão totalmente alinhados à Modelagem Matemática.

As respostas às demais questões levantadas foram obtidas através de uma análise profunda de cinco trabalhos de pesquisa que usaram na prática a Modelagem Matemática em sala de aula na Educação Básica. Percebemos que, independente da concepção adotada pelo professor, a Modelagem Matemática oferece melhorias significativas ao processo de ensino-aprendizagem. Embora dificuldades como a falta de tempo e de formação adequada dos docentes ainda dificultem o processo de ensino, as conexões com problemas do cotidiano dos estudantes estimulam e transformam a matemática em uma poderosa ferramenta para entender e agir sobre a realidade de cada cidadão. Sentimos falta, em nossa análise, do uso da concepção proposta por Jonei Cerqueira Barbosa, pois, embora utilizada em alguns trabalhos, não foi devidamente referenciada.

Entre os destaques de nossa pesquisa está a avaliação da possibilidade do uso da Modelagem Matemática ao seguir o currículo preestabelecido pelo DC-GOEM-Bimestralização. Nos cinco trabalhos analisados foi possível evidenciar Objetivos de Aprendizagem previsto no DC-GOEM, sendo que em vários deles o próprio OA indica a ação de 'modelar'. Merece destaque também o fato de que apenas com cinco análises foi possível abranger grande parte do o currículo do Ensino Médio proposto pelo DC-GOEM. Com isso, conseguimos evidências suficientes para afirmar que existe possibilidade do uso da Modelagem Matemática no cumprimento do currículo aqui em Goiás. Estes são apenas alguns exemplos que podem servir de base para incentivar os professores ao uso desta Metodologia em suas aulas. A Modelagem Matemática permite que os estudantes atinjam os Objetivos de Aprendizagem (OA) de maneira mais integrada e prática, atendendo às exigências curriculares. No entanto, não defendemos que essa metodologia seja utilizada como única abordagem, ao contrário, entendemos que outras metodologias ativas também podem favorecer o aprendizado dos estudantes. Mesmo as aulas expositivas e dialogadas tem sua importância no processo de ensino-aprendizagem. Acreditamos que os professores tem capacidade de escolher a melhor metodologia para cada momento do ensino, porém diante do problema apresentado em todos os trabalhos analisados e com base em nossos conhecimentos avaliamos ser

necessário incorporar na formação inicial dos professores um estudo profundo e prático das metodologias ativas, em particular da Modelagem Matemática.

Ao final de toda essa pesquisa podemos concluir que a Modelagem Matemática é um meio efetivo para o ensino de Matemática porque promove um aprendizado ativo, contextualizado e significativo. Ela engaja os estudantes, desenvolve suas habilidades de pensamento crítico e facilita a aplicação prática dos conceitos matemáticos. Além disso, esta metodologia pode tornar o processo de ensino-aprendizagem mais significativo ao contextualizar a matemática, tornando-a mais relevante e interessante para os estudantes. Ela facilita a compreensão profunda dos conceitos e promove a aplicação prática dos conhecimentos matemáticos estudados.

Portanto, como produto educacional, nosso objetivo é que esta pesquisa sirva como um guia inicial para os professores da Rede Pública Estadual de Educação de Goiás que ainda tenham dúvidas e/ou dificuldades em planejar aulas usando a Modelagem Matemática no cumprimento do DC-GOEM.

Dessa forma, atingimos nosso objetivo principal desta pesquisa que é de contribuir para que o uso da Modelagem Matemática seja comum nas escolas públicas do Estado de Goiás. Além disso, também apresentamos a Modelagem Matemática sob a perspectiva de alguns autores (Bassanezi; Biembengut; Barbosa; e Burak), investigamos a utilização da Modelagem Matemática no ensino médio e a partir das dissertações analisadas avaliamos as contribuições da Modelagem Matemática para o cumprimento do DC-GOEM.

Esta pesquisa trouxe um impacto significativo em meu desenvolvimento profissional. O estudo proporcionou uma série de benefícios e aprendizagens que enriqueceram a minha prática como professora e ampliou a minha compreensão sobre o ensino de matemática. Conhecer mais profundamente a modelagem matemática ajudou a afastar o entendimento de que essa é uma metodologia distante da nossa realidade e cheia de complexidades, ficou evidente a possibilidade de utilizá-la, em algumas aulas, para tornar o aprendizado mais envolvente e relevante para os estudantes, pois irá facilitar a compreensão de conceitos abstratos através de situações do cotidiano. A investigação detalhada sobre a aplicação da Modelagem Matemática no cumprimento dos Objetivos de Aprendizagem do DC-GOEM-Bimestralização fortaleceu minha capacidade de alinhar práticas

pedagógicas diferenciadas, como a Modelagem Matemática, com diretrizes curriculares oficiais.

Com base nas conclusões desta pesquisa, sugerimos algumas direções para futuras pesquisas: investigar como a aplicação da Modelagem Matemática em diferentes contextos educacionais e com diferentes faixas etárias pode fornecer insights valiosos sobre a versatilidade e eficácia dessa metodologia; estudos de acompanhamento a longo prazo poderiam avaliar os efeitos duradouros da Modelagem Matemática no desempenho acadêmico e no desenvolvimento das habilidades dos estudantes; elaborar materiais pedagógicos específicos que sigam o currículo preestabelecido, como guias e cadernos de atividades, com vistas a apoiar os professores na implementação da Modelagem Matemática em sala de aula.

---

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

---

ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, K. P.; VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na Educação Básica**. 1 ed. 2ª reimpressão. São Paulo: Contexto, 2016.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. A "contextualização" e a Modelagem na educação matemática do ensino médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 8., 2004, Recife. **Anais** [...]. Recife: SBEM, 2004a. 1 CD-ROM.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Integrando Modelagem Matemática nas Práticas Pedagógicas. **Educação Matemática em Revista**, São Paulo, ano 14, n. 26, Mar. 2009.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24., 2001, Caxambu. **Anais** [...]. Caxambu: ANPED, 2001. 1 CD-ROM.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Modelagem matemática e a perspectiva sócio-crítica. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2., 2003, Santos. **Anais** [...]. São Paulo: SBEM, 2003. 1 CD-ROM.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Modelagem matemática: a Matemática do dia a dia. **Nova Escola**, 27 set. 2018. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/12628/modelagem-matematica-a-matematica-do-dia-a-dia>. Acesso dia: 15 out. 2023.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Modelagem Matemática: O QUE É? POR QUE? COMO? **Veritati**, n. 4, p. 73- 80, 2004b. Disponível em: [http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos\\_teses/2010/Matematica/artigo\\_veritati\\_jonei.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/2010/Matematica/artigo_veritati_jonei.pdf). Acesso em: 17 out. 23.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. **Currículo Lattes**, 2023. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/4435435120326646>. Acesso em: 18 out. 2023.

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

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Modelagem Matemática: teoria e prática**. São Paulo: Contexto, 2015.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Currículo Lattes**, 2023. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/6541957090000783>. Acesso em: 09 set. 2023.

BIEMBENGUT, M. S. 30 Anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis. v. 2, n. 2, p. 7-32, jul. 2009. Disponível em: <http://alexandria.ppgect.ufsc.br/files/2012/03/mariasalett.pdf>. Acesso em: 14 out. 2023.

BIEMBENGUT, M.S.; HEIN, N. **Modelagem Matemática no Ensino**. São Paulo: Contexto, 2014.

BIEMBENGUT, Maria Salett. Concepções e tendências de modelagem matemática na Educação Básica. **Revista Tópicos Educacionais**. 2012, 18(1-2), 118-138. ISSN:. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=672770865007>

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

BIEMBENGUT, Maria Salett; DOROW, Kelli Cristina. MAPEAMENTO DAS PESQUISAS SOBRE MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO BRASILEIRO: ANÁLISE DAS DISSERTAÇÕES E TESES DESENVOLVIDAS NO BRASIL. **Revista Dynamis**, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 54–61, 2008. DOI: 10.7867/1982-4866.2008v14n1p54-61. Disponível em: <https://ojsrevista.furb.br/ojs/index.php/dynamis/article/view/651>. Acesso em: 04 out. 2023.

BIEMBENGUT, Maria Salett. **Currículo Lattes**, 2023. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/0809444321174546>. Acesso em: 21 set. 2023.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 28 nov. 2023.

BRASIL. **Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017**. Altera as Leis nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho – CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei nº 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Diário Oficial da União, Brasília, 17 de fevereiro de 2017. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2017/lei/l13415.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13415.htm). Acesso em: 08 jan. 2024.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, 23 de dezembro de 1996. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9394.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm). Acesso em: 07 dez. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: versão final. Brasília: MEC, 2018a. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_sit\\_e.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_sit_e.pdf). Acesso em: 07 dez. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Articulação com os Sistemas de Ensino. Planejando a próxima década. **Conhecendo as 20 metas do Plano Nacional de Educação**. Brasília, DF: MEC, 2014.

BRASIL. Parecer CNE/CEB n. 3, de 8 de novembro de 2018. **Atualização das diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio**. Brasília, MEC, 2018b. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=102481-rceb003-18&category\\_slug=novembro-2018-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=102481-rceb003-18&category_slug=novembro-2018-pdf&Itemid=30192). Acesso em: 07 dez. 2023.

BURAK, D. A modelagem matemática e a sala de aula: perspectivas para o ensino de matemática na educação básica. In: Anais do IX Encontro Nacional de Educação Matemática – ENEM. Belo Horizonte, 2007. 1 CD-ROM.

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

BURAK, Dionísio. Modelagem na perspectiva da Educação Matemática: um olhar sobre seus fundamentos. **Unión-Revista Iberoamericana de Educacion Matemática**, v. 13, n. 51, 2017.

BURAK, Dionísio. **Currículo Lattes**, 2023. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/3096837034284131>. Acesso em: 08 nov. 2023.

CEOLIM, A. J.; CALDEIRA, A. D. Modelagem Matemática na Educação Matemática: Obstáculos Segundo Professores da Educação Básica. **Educação Matemática em Revista**, n. 46, p. 25-34, 2015.

FORTES, Lizeane. **Ensino de Sistemas Lineares usando Modelagem Matemática e Registros de Representação Semiótica em uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental**. 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021. Disponível em: [https://sca.proformat-sbm.org.br/profmat\\_tcc.php?id1=5972&id2=171053326](https://sca.proformat-sbm.org.br/profmat_tcc.php?id1=5972&id2=171053326). Acesso em: 07 maio 2024.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GODOY, E. V.; SANTOS, V. de M. O cenário do ensino de matemática e o debate sobre o currículo de matemática. **Práxis Educacional**, Vitória da Conquista, v. 8, n. 13, p. 253-280, 2012. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/praxis/article/view/716>. Acesso em: 18 nov. 2023.

GOIÁS. **Documento Curricular para Goiás - Etapa Ensino Médio – Bimestralização**. Goiânia, SEDUC-Go. Disponível em: <https://goias.gov.br/educacao/wp-content/uploads/sites/40/documentos/PEDAGOGICO/Bimestralizacao%20Formacao%20Geral%20Basica%20DC%20GOEM.pdf>. Acesso em: 31 maio 2024.

GOIÁS. **Documento Curricular para Goiás - Etapa Ensino Médio**. Goiânia, SEDUC-Go, 2021. Disponível em: <https://observatoriodeeducacao.institutounibanco.org.br/cedoc/detalhe/tf-documento-curricular-para-goias-etapa-ensino-medio,32262688-1c98-44ba-b53e-65024036a97b>. Acesso em: 31 maio 2024.

IBGE. *Uma em cada quatro mulheres de 15 a 29 anos não estudava e nem estava ocupada em 2023*. 2024. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/39531-uma-em-cada-quatro-mulheres-de-15-a-29-anos-nao-estudava-e-nem-estava-ocupada-em-2023>>. Acesso em: 05 maio 2024.

INSTITUTO UNIBANCO. *Aprendizagem em foco*. 2015. Disponível em: <<https://www.institutounibanco.org.br/aprendizagem-em-foco/3/>>. Acesso em: 05 maio 2024.

KLÜBER, T. E.; BURAK, D. Concepções de modelagem matemática: contribuições teóricas. In: **Educação Matemática e Pesquisa**. São Paulo, v.10, n.1, p.17-34. 2008.

Lakatos, Eva Maria. Marconi, Maria de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo : Atlas 2003.

Munhoz, Diego Rodolfo. **Ensino de funções trigonométricas com o auxílio da modelagem matemática e do software GeoGebra**. 2022. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2022. Disponível em: [https://sca.proformat-sbm.org.br/profmat\\_tcc.php?id1=6847&id2=170540086](https://sca.proformat-sbm.org.br/profmat_tcc.php?id1=6847&id2=170540086). Acesso em: 11 fev. 2024.

Nogueira Viana Narcizo, Ricardo. **Investigando a Modelagem Matemática no Ensino de Funções Afins e Exponenciais**. 2016. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Federal de Goiás, Unidade Graduação em Matemática, Catalão, 2016. Disponível em: [https://sca.proformat-sbm.org.br/profmat\\_tcc.php?id1=2830&id2=95247](https://sca.proformat-sbm.org.br/profmat_tcc.php?id1=2830&id2=95247). Acesso em: 11 jul. 2023.

Santos, Genilson Andrade dos. **Modelagem Matemática: Uma Proposta para abordar Funções Polinomiais**. 2022. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus – BA, 2022. Disponível em: [https://sca.proformat-sbm.org.br/profmat\\_tcc.php?id1=6780&id2=171055394](https://sca.proformat-sbm.org.br/profmat_tcc.php?id1=6780&id2=171055394). Acesso em: 11 fev. 2024.

Silva, Andrei Braga da. **Modelagem Matemática e Interdisciplinaridade: possibilidades e desafios na construção de um projeto de hortas em escolas rurais do Distrito Federal-Brasil**. 2022. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional). Universidade Federal de Goiás, Instituto de Matemática e Estatística (IME), Goiânia, 2022. Disponível em: [https://sca.proformat-sbm.org.br/profmat\\_tcc.php?id1=6815&id2=171056276](https://sca.proformat-sbm.org.br/profmat_tcc.php?id1=6815&id2=171056276). Acesso em: 11 fev. 2024.

---

**Apêndice A - Quadro com Resumo das concepções sobre Modelagem Matemática**


---

Autor (a)	Concepção	Definição	Algumas especificidades	Etapas
<b>Rodney Carlos Bassanezi</b>	<p>Abordagem prática, interdisciplinar e multidisciplinar para o ensino e aprendizado da matemática</p> <p>Pode ser tomada tanto como um método científico de pesquisa quanto como uma estratégia de ensino-aprendizagem</p>	<p>“A modelagem matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolve-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real”. (BASSANEZI, 2002, p.16)</p> <p>“A modelagem é o processo de criação de modelos em que estão definidas as estratégias de ação do indivíduo sobre a realidade, mais especificamente sobre a sua realidade”. (BASSANEZI, 2015,p.15)</p> <p>Modelo Matemático, segundo Bassanezi (2002, p,20) é “um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam de alguma forma o objeto estudado”.</p>	<p>Ser usada após o professor já ter trabalhado o tema em sala de aula. (Bassanezi, 2002).</p> <p>“Se a modelagem matemática vai ser utilizada em sala de aula com a finalidade de motivar os alunos a incorporar certos conteúdos matemáticos ou a valorizar a própria matemática, muitas vezes, a validação dos modelos não é um critério fundamental para sua qualificação. Por outro lado, se o interesse recai nos resultados fornecidos pelo modelo, então a sua validação é indispensável”. (BASSANESI, 2015, p.13)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Escolha do Tema;</li> <li>2) Coleta de dados;</li> <li>3) Análise de dados e formulação de modelos;</li> <li>4) Validação;</li> </ol>



<p><b>Maria Salett Biembengut</b></p>	<p>Propõe a Modelagem como uma estratégia de ensino e aprendizagem de Matemática. (BIEMBENGUT E HEIN, 2014). “A Modelagem na Educação trata-se de um método para ensinar aos estudantes os conteúdos curriculares e ao mesmo tempo a fazer pesquisa” (BIEMBENGUT, 2016, p. 23). “Pode-se dizer que a matemática e a realidade são dois conjuntos disjuntos e a modelagem é um meio de fazê-los interagir”. (BIEMBENGUT E HEIN, 2014, p.13). Biembengut e Hein (2014) também se refere à Modelagem Matemática como um método de ensino da Matemática, ela ressalta a importância dos estudantes não “só” saber matemática, mas de, também, saber utilizá-la em situações do mundo real. Biembengut (2016) denomina sua concepção de Modelagem Matemática na Educação como “Modelagem na Educação – Modelação”.</p>	<p>“Arte de expressar por intermédio de linguagem matemática situações-problemas de nosso meio” (BIEMBENGUT E HEIN, 2014, p.7). “Modelagem matemática é o processo que envolve a obtenção de um modelo”. (BIEMBENGUT (2014, p.12) Modelo matemático, para Biembengut (2014, p.12) é: “um conjunto de símbolos e relações matemáticas que procura traduzir, de alguma forma, um fenômeno em questão ou problema de situação real”. “A modelação matemática norteia-se por desenvolver o conteúdo programático a partir de um tema ou modelo matemático e orientar o aluno na realização de seu próprio modelo-modelagem. Pode valer como método de ensino-aprendizagem de Matemática em qualquer nível escolar, das séries iniciais a um curso de pós-graduação”. (BIEMBENGUT E HEIN, 2014, p.18). “A Modelação é um método de ensino com pesquisa nos limites e espaços escolares”. (BIEMBENGUT, 2015, p. 171).</p>	<p>Segundo Biembengut (2016, p. 177), “o propósito em se utilizar a Modelação, muito mais que ensinar específicos conteúdos curriculares ou a aplicabilidade deles, essencialmente é levar os estudantes, em qualquer fase de escolaridade, a pesquisar”. Usar a Modelagem Matemática como um método de ensino tem por objetivo principal “criar condições para que os alunos aprendam a fazer modelos matemáticos, aprimorando seus conhecimentos” (BIEMBENGUT E HEIN, 2014, p.23). “Na modelação, o professor pode optar por escolher determinados modelos, fazendo sua recriação em sala de aula, juntamente com os alunos, de acordo com o nível em questão, além de obedecer ao currículo inicialmente proposto”. (BIEMBENGUT E HEIN, 2014, p.29).</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Diagnóstico;</li> <li>2) Escolha do tema;</li> <li>3) Desenvolvimento do conteúdo programático, subdivida em: Interação, Matematização e Modelo matemático</li> </ol>
---------------------------------------	---	---	---	---

<p><b>Jonei Cerqueira Barbosa</b></p>	<p>Barbosa (2001) enfatiza que a modelagem matemática não é apenas sobre a aplicação de conceitos matemáticos, mas também sobre a reflexão crítica sobre como a matemática é usada na sociedade.</p> <p>“Nem matemática nem Modelagem são “fins”, mas sim “meios” para questionar a realidade vivida” (BARBOSA, 2001, p. 4).</p> <p>Modelagem Matemática é “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. 6).</p> <p>Barbosa, não usa a terminologia “mundo real” para fazer a conexão com a Matemática, pois segundo ele, “esta terminologia carrega uma limitação semântica, pois opõe matemática e mundo real, o que não aceitamos” (BARBOSA, 2001, p. 7).</p>	<p>“Então, especificamente, trata-se de uma atividade que convida os alunos a discutirem matemática no contexto de situações do dia-a-dia e/ou da realidade” (Barbosa, 2004, p. 3).</p> <p>A concepção “aberta” de Modelagem proposta por Barbosa (2001, p. 5), “impossibilita de garantir a presença de um modelo matemático propriamente dito na abordagem dos alunos”.</p> <p>Após o trabalho em grupo, os resultados e abordagens dos estudantes são compartilhados e discutidos na lousa, então segundo Barbosa (2018, p. 3), o professor “pode aproveitar-se das ideias matemáticas mobilizadas para introduzir ou formalizar um novo conceito ou procedimento matemático”.</p>	<p>Em vez de começar a aula com uma exposição de conteúdo teórico, Barbosa (2018, 2009) sugere que o professor inicie a aula apresentando um problema novo aos estudantes, estes são desafiados a resolver esse problema usando suas próprias estratégias e conhecimentos matemáticos.</p> <p>Barbosa (2009) diz que não é seu objetivo que o Currículo escolar seja adaptado em torno da Modelagem, mas que esta deve fazer parte das atividades escolares.</p> <p>“Sugere a importância de existir uma consonância entre Modelagem e as outras tarefas escolares”. (BARBOSA, 2004b, p. 4)</p> <p>“Particularmente, penso que outros ambientes, como resolução de problemas, investigações matemáticas, etc., e mesmo as aulas expositivas e exercícios, devem ser mantidos/remanejados, mas, também, Modelagem deve/pode ser integrada às atividades curriculares”. (BARBOSA, 2009, p. 3).</p>	<p>Diferencia por casos:</p> <p><b>Caso 1:</b> “O professor apresenta a descrição de uma situação-problema, com as informações necessárias à sua resolução e o problema formulado, cabendo aos alunos o processo de resolução” (BARBOSA, 2001, p. 8).</p> <p><b>Caso 2:</b> “O professor traz para a sala um problema de outra área da realidade, cabendo aos alunos a coleta das informações necessárias à sua resolução” (BARBOSA, 2001, p. 9)</p> <p><b>Caso 3:</b> “A partir de temas não-matemáticos, os alunos formulam e resolvem problemas. Eles também são responsáveis pela coleta de informações e simplificação das situações-problema” (BARBOSA, 2001, p. 9).</p>
---------------------------------------	--	---	--	--

<p><b>Dionísio Burak</b></p>	<p>“Frisa sempre o <i>interesse dos participantes da atividade e o envolvimento dos grupos em busca de dados do ambiente</i>” (KLÜBER; BURAK, 2008, p. 20). Pela concepção adotada por Burak (2004, p. 2), a Modelagem Matemática é uma “alternativa metodológica para o Ensino de Matemática”</p>	<p>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 a tomar decisões” (BURAK, 1992, p. 62). Conforme diz Burak (2004, p. 3,4), “o papel do professor fica redefinido, pois ele passa a se constituir no mediador entre o conhecimento matemático elaborado e o conhecimento do aluno ou do grupo”. “O problema ou os problemas levantados, elaborados, determinarão os conteúdos a serem trabalhados”. Não há “necessidade prévia de se ensinar conteúdos matemáticos”. (BURAK, 2004, p. 6)</p>	<p>“A adoção da Modelagem Matemática, como uma alternativa Metodológica para o ensino de Matemática, pretende contribuir para que gradativamente se vá superando o tratamento estanque e compartimentalizado que tem caracterizado o seu ensino [...]”. (BURAK, 2004, p. 4). A construção de modelos é ressaltada por Burak (2004) como uma etapa importante no processo de modelagem. É importante ressaltarmos aqui que para Burak (2007, p. 7) “o conceito de modelo, amplia-se, não se restringindo, apenas, aos modelos matemáticos”.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) - escolha do tema;</li> <li>2) - pesquisa exploratória;</li> <li>3) - levantamento dos problemas;</li> <li>4) - resolução do(s) problema(s) e o desenvolvimento da Matemática relacionada ao tema;</li> <li>5) - análise crítica da(s) solução(es)</li> </ol>
------------------------------	--	--	--	---

---

**Apêndice B - Dissertações Apreciadas**


---

	<b>Tema</b>	<b>Autor</b>	<b>Orientador (A)</b>	<b>Local/Data</b>	<b>Link Para Acesso</b>
<b>1</b>	Construindo o Conceito de Função Através da Investigação, Resolução De Problemas e Modelagem Matemática.	Edvan Pureza Jacques	Prof. Dr. José Walter Cárdenas Sóttil	UNIFAP - Macapá - 2022	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=6926&amp;Id2=171055190">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=6926&amp;Id2=171055190</a> . Acesso Dia: 09 Jul. 2023.
<b>2</b>	Modelagem Matemática: Uma Proposta Para Abordar Funções Polinomiais	Genilson Andrade Dos Santos	Prof. Dr. Nestor Felipe Castañeda Centurión	UESC - Ilhéus-Bahia - 2022	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=6780&amp;Id2=171055394">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=6780&amp;Id2=171055394</a> . Acesso Dia: 10 Jul. 2023.
<b>3</b>	Modelagem Matemática e a Calculadora Gráfica Geogebra no Estudo da Função Afim	José Rilke Leite Freire	Professor Dr. Fabricio De Figueredo Oliveira.	UFERSA - Mossoró-Rn - 2021	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=6111&amp;Id2=171054852">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=6111&amp;Id2=171054852</a> . Acesso Dia: 10 Jul. 2023.
<b>4</b>	Investigando a Modelagem Matemática no Ensino De Funções Afins e Exponenciais	Ricardo Nogueira Viana Narcizo	Prof. Dr. Porfírio Azevedo Dos Santos Júnior	UFG – Catalão – 2016	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=2830&amp;Id2=95247">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=2830&amp;Id2=95247</a> . Acesso Dia: 11 Jul. 2023.
<b>5</b>	Pensamento Computacional no Ensino Da Matemática: Desafios e Possibilidades	Juliano Thadeo Alves Da Silva	Prof. Dr. Andre Krindges	UFMT – Cuiabá – 2020	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=5818&amp;Id2=170310552">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=5818&amp;Id2=170310552</a> . Acesso Dia: 11 Jul. 2023.
<b>6</b>	Algoritmos E Pensamento Computacional Como Ferramenta No Processo De Ensino-Aprendizagem	Sérgio Augusto Dias Castro	Prof. Dr. Antonio Kelson Vieira Da Silva	UFPI – Teresina – 2020	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=5469&amp;Id2=171053061">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=5469&amp;Id2=171053061</a> . Acesso Dia: 11 Jul. 2023.

7	O Ensino E A Aprendizagem De Função Exponencial Em Um Ambiente De Modelagem Matemática	Antônio Josimário Soares De Oliveira	Prof.º. Dr. Antonio Ronaldo Gomes Garcia	UFERSA – Mossoró – 2013	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=485&amp;Id2=32073">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=485&amp;Id2=32073</a> . Acesso Dia: 11 Jul. 2023.
8	Estudo De Função Afim Através Da Modelagem Matemática	Soraya Martins Camelo	Profa. Dra. Rosana Marques Da Silva Prof. Dr. Aparecido Jesuino De Souza	UFCG - Campina Grande - Pb Agosto/2013	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=603&amp;Id2=33345">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=603&amp;Id2=33345</a> . Acesso Dia: 11 Jul. 2023.
9	O Uso Da Modelagem matemática no Ensino De Funções Na Educação Básica	Sebastião Rodrigues Da Silva	Prof. Dr. Guzman Isla Chamilco	UNIFAP – Macapa – 2014	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=1612&amp;Id2=58932">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=1612&amp;Id2=58932</a> . Acesso Dia: 11 Jul. 2023.
10	Função Linear por meio da Modelagem Matemática: Um Relato de Caso nas Séries Finais Do Ensino Fundamental	Darlan Rodrigo Abegg	Prof.ª Dra. Karine Faverzani Magnago	UFMS - Santa Maria, Rs 2014	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=1540&amp;Id2=360">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=1540&amp;Id2=360</a> . Acesso Dia: 11 Jul. 2023.
11	Progressões Geométricas e Música: Uma Proposta de Modelagem	Leniedson Guedes Dos Santos	Prof. Dr. Pedro Alexandre Da Cruz	UFT - Palmas 2014	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=1617&amp;Id2=944">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=1617&amp;Id2=944</a> . Acesso Dia: 11 Jul. 2023.
12	Uma Proposta Metodológica para Eetudo, Modelagem e Aplicações De Funções Afins (Lineares), Quadráticas e Exponenciais com uso do Software Geogebra no Ensino Médio.	Gabriel Leite Nogueira	Prof. Wanderson José Lambert	UFRRJ - Seropédica, Rj - 2015	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=2011&amp;Id2=7938">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=2011&amp;Id2=7938</a> . Acesso Dia: 11 Jul. 2023.
13	A Caracterização da Função Afim como Ferramenta na Modelagem De Problemas Matemáticos.	Francisco Eudes Da Silva	Prof. Ms. Francisco Valdemiro Braga.	UFCA - Juazeiro Do Norte - 2015	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=2177&amp;Id2=79135">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=2177&amp;Id2=79135</a> . Acesso Dia: 11 Jul. 2023.

14	Modelagem, Cálculo e Geogebra: Uma nova Proposta de Ensino para as Funções Quadráticas	Cleber Valadares Da Silva	Profa. Dra. Hellena Christina Fernandes Apolinário.	UFT - Palmas – To - 2015	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=2129&amp;Id2=75123">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=2129&amp;Id2=75123</a> . Acesso Dia: 11 Jul. 2023.
15	Aplicação da Modelagem Matemática no Estudo de Funções: Uma Proposta de Atividade para as Escolas De Tempo Integral (ETI)	Marinaldo Zago	Prof. Dr. Suetônio De Almeida Meira	UNESP - Presidente Prudente-Sp - 2016	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=2424&amp;Id2=86916">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=2424&amp;Id2=86916</a> . Acesso Dia: 11 Jul. 2023.
16	O Ensino das Funções Exponenciais: Uma Proposta Alternativa por Meio de Contextualização, Modelagem Matemática e Recursos Tecnológicos	Matheus Moreira Costa	Profa. Dra. Sidineia Barrozo	UNESP - Rio Claro/Sp - 2016	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=2686&amp;Id2=87184">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=2686&amp;Id2=87184</a> . Acesso Dia: 11 Jul. 2023.
17	Modelagem Matemática no Ensino Médio: Uma Abordagem para o Ensino de Funções Exponenciais e Logarítmicas.	Aline Fernanda Faquini Helena	Prof. Dr. Ricardo De Sá Teles	UNESP - Rio Claro/Sp - 2016	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=2721&amp;Id2=72088">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=2721&amp;Id2=72088</a> . Acesso Dia: 11 Jul. 2023.
18	Modelagem Matemática no Ensino Médio por meio de Sequências e Séries Numéricas	Claudio Fernandes Vasconcelos	Prof. Dr. Ricardo De Sá Teles	UNESP - Rio Claro/Sp - 2016	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=2740&amp;Id2=75008">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=2740&amp;Id2=75008</a> . Acesso Dia: 11 Jul. 2023.
19	Utilização da Modelagem Matemática para a Introdução do Conceito de Funções no Ensino Médio: Modelagem da Queda da Temperatura D'água	Marcos Gonçalves De Araujo	Profa. Dra. Claudia Inés Garcia	USP – São Carlos - 2016	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=3022&amp;Id2=85977">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=3022&amp;Id2=85977</a> . Acesso Dia: 11 Jul. 2023.
20	Modelagem Matemática através da utilização de Softwares no Ensino Médio para o Estudo de Sequências Numéricas: Progressão Aritmética e Progressão Geométrica	Marcelo Tadeu Uchôa Pinto	Prof. Dr. Guzman Eulalio Isla Chamilco.	UNIFAP Macapa- 2016	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=3063&amp;Id2=94985">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=3063&amp;Id2=94985</a> . Acesso Dia: 11 Jul. 2023.

21	O Ensino de Funções através de Modelagem Matemática	Eder Joacir De Lima	Prof. Dr. Carlos Rodrigues Da Silva	UFMT - Barra Do Garcas – Mt - 2017	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=3350&amp;Id2=150320081">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=3350&amp;Id2=150320081</a> . Acesso Dia: 11 Jul. 2023.
22	Uso do Software Geogebra e Modelagem Matemática no Ensino de Funções	Airton Wagner De Souza Júnior	Gecirlei Francisco Da Silva	UFG – Jataí - 2018	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=4447&amp;Id2=160290583">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=4447&amp;Id2=160290583</a> . Acesso Dia: 11 Jul. 2023.
23	Aproximação entre teoria e Prática: A Modelagem Matemática como Método Facilitador para o Ensino de Funções Exponenciais	Francisco Maciel Dos Santos Silva	Prof. Dr. Walter Martins Rodrigues	UFERSA - Mossoró – Rn - 2019	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=4740&amp;Id2=170250241">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=4740&amp;Id2=170250241</a> . Acesso Dia: 11 Jul. 2023.
24	Modelagem Matemática da População de Células Tumorais e uma Proposta de Trabalho Aplicada ao Ensino Médio	Marcio Antonio Silva Da Costa	Dra. Luciana Santos Da Silva Martino	CPII - Rio De Janeiro - 2020	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=5428&amp;Id2=170970277">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=5428&amp;Id2=170970277</a> . Acesso Dia: 11 Jul. 2023.
25	Ensino de Modelos Exponenciais por meio de Modelagem Matemática uma Proposta Didática	Odair José Melo Da Silva Barros	Prof. Msc. Gilmar Pires Novaes	UFT - Palmas (To) - 2020	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=5521&amp;Id2=171053664">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=5521&amp;Id2=171053664</a> . Acesso Dia: 11 Jul. 2023.
26	Modelagem Matemática na Escola Básica como uma Metodologia Facilitadora e Incentivadora na Aprendizagem: Função Afim, um Caso de Estudo	George Borges De Freitas	Prof. Dr. Marcus Vinicius Tovar Costa	UERJ - Rio De Janeiro - 2020	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=5812&amp;Id2=170471793">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=5812&amp;Id2=170471793</a> . Acesso Dia: 11 Jul. 2023.
27	Modelagem Matemática e as Propostas Da BNCC: Contribuições Para O Ensino de Sequências No Ensino Médio.	Jhefrendy Morais Da Cunha	Prof(A). Dr(A) Adriana Luiza Prado	UFPR – Curitiba - 2020	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=5751&amp;Id2=170630352">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=5751&amp;Id2=170630352</a> . Acesso Dia: 11 Jul. 2023.

28	Uma Proposta de Atividades Didáticas para o Estudo de Funções Exponenciais baseada na Modelagem Matemática e em princípios de Aprendizagem Colaborativa e Cooperativa	João Alves	Profa. Dra. Mônica Helena Ribeiro Luiz.	IFSP - São Paulo 2020	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=5768&amp;Id2=171052707">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=5768&amp;Id2=171052707</a> . Acesso Dia: 11 Jul. 2023.
29	Modelagem Matemática no Ensino de Funções Afins e Quadráticas para um Problema de Produção de Milho de pequenos Agricultores numa Área Rural do Sudeste do Pará	Adjanilson Rodrigues De Araújo	Prof. Dr. Andrés Lázaro Barraza De La Cruz.	UFT - Palmas (To) 2020	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=5772&amp;Id2=171053647">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=5772&amp;Id2=171053647</a> . Acesso Dia: 11 Jul. 2023.
30	Modelagem Matemática: Uma Proposta para abordar Funções Polinomiais	Genilson Andrade Dos Santos	Prof. Dr. Nestor Felipe Castañeda Centurión	UESC – Ilhéus – Ba - 2022	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=6780&amp;Id2=171055394">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=6780&amp;Id2=171055394</a> . Acesso Dia: 11 Fev. 2024.
31	Modelagem Matemática e Interdisciplinaridade: Possibilidades e Desafios na construção de um projeto de Hortas em Escolas Rurais do Distrito Federal-Brasil	Andrei Braga Da Silva	Profa. Dra. Elisabeth Cristina De Faria.	UFG – Goiânia - 2022	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=6815&amp;Id2=171056276">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=6815&amp;Id2=171056276</a> . Acesso Dia: 11 Fev. 2024.
32	Ensino de Funções Trigonométricas com o Auxílio da Modelagem Matemática e oo Software Geogebra	Diego Rodolfo Munhoz	Profa. Dra. Érica Regina Filletti Nascimento	USP – São Carlos - 2022	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=6847&amp;Id2=170540086">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=6847&amp;Id2=170540086</a> . Acesso Dia: 11 Fev. 2024.
33	Uma Proposta de Modelagem de Dinâmica de Sistemas ao Ensino Médio	Moisés Silva Andrade	Prof. Dr. José Angel Dávalos Chuquipoma.	UFSJ - São João Del-Rei 2022.	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=6817&amp;Id2=171055042">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=6817&amp;Id2=171055042</a> . Acesso Dia: 11 Fev. 2024.



34	A Modelagem Matemática Aplicada na Trigonometria numa Escola Estadual De Cândido Sales – Ba	Gieely Cerqueira Rodrigues Filho	Prof. <sup>a</sup> . Dr <sup>a</sup> Alexandra Oliveira Andrade.	UESB - Vitória Da Conquista – Ba - 2022	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=6850&amp;Id2=171056020">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=6850&amp;Id2=171056020</a> . Acesso Dia: 11 Fev. 2024.
35	Modelagem Matemática como Ferramenta de Ensino no Ambiente Escolar: Uma aplicação através da confecção da Maquete de uma Escola da Rede Municipal de Teresina-Pi	Eduardo De Moura Dos Santos Silva	Prof. Dr. Roberto Arruda Lima Soares	IFPI- Florianô – Pi - 2023	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=6959&amp;Id2=171056356">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=6959&amp;Id2=171056356</a> . Acesso Dia: 11 Fev. 2024.
36	Modelagem Matemática no lançamento de foguetes com materiais manipulativos e suas implicações	Luciano Brum Vieira	Igor Antônio Cancela Melnik.	UNIPAMPA - Caçapava Do Sul 2023	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=7065&amp;Id2=171056187">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=7065&amp;Id2=171056187</a> . Acesso Dia: 11 Fev. 2024.
37	Aprendizagem EeEnsino por Meio da Modelagem Matemática	Francisco Aparecido Eufrausino	Profa. Dra. Luciana Mafalda Elias De Assis	UNEMAT - Sinop – Mt - 2023	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=7000&amp;Id2=171056406">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=7000&amp;Id2=171056406</a> . Acesso Dia: 11 Fev. 2024.
38	Modelagem Matemática: Uso das Funções Matemáticas com o auxílio do Software Excel na evolução dos Casos confirmados de Covid-19 no Município de Porto Velho-Ro	Benito Da Silva Franco	Prof. Dr. Flávio Batista Simão.	UNIR - Porto Velho - 2023	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=7040&amp;Id2=171057537">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=7040&amp;Id2=171057537</a> . Acesso Dia: 11 Fev. 2024.
39	Modelagem Matemática e Geometria Espacial: Uma Investigação abordando Poliedros Convexos	Paulo Batista Franca	Profa. Dra. Lélia De Oliveira Cruz	UEMA - São Luís – Ma - 2023	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=7027&amp;Id2=171056899">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=7027&amp;Id2=171056899</a> . Acesso Dia: 11 Fev. 2024.

40	A Modelagem Matemática como Estratégia Facilitadora no Processo de Ensino-Aprendizagem de Áreas e Perímetros de Figuras Planas na Rede Estadual de Ensino	Rhuana Carla Mauri Zeferino	Prof. Dr. Moacir Rosado Filho	UFES – Vitória - 2023	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=7117&amp;Id2=171055972">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=7117&amp;Id2=171055972</a> . Acesso Dia: 11 Fev. 2024.
41	Ensino de Sistemas Lineares usando Modelagem Matemática e Registros de Representação Semiótica em uma turma do 9º Ano do Ensino Fundamental	Lizeane Borges Fortes	Profa. Dra. Sonia Elena Palomino Castro	UFSC – Florianópolis - 2021	<a href="https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=5972&amp;Id2=171053326">https://Sca.Profmat-Sbm.Org.Br/Profmat_Tcc.Php?Id1=5972&amp;Id2=171053326</a> . Acesso Dia: 07 Maio 2024.