

**UNIVERSIDADE ESTÁCIO DE SÁ**

**Greice Keli Silva Lacerda**

**MODELAGEM MATEMÁTICA NO 3º ANO DO ENSINO  
MÉDIO: CONCEPÇÕES E POSSIBILIDADES SEGUNDO  
PROFESSORES QUE ENSINAM MATEMÁTICA**

**RIO DE JANEIRO - RJ**

**2023**

**Greice Keli Silva Lacerda**

**MODELAGEM MATEMÁTICA NO 3º ANO DO ENSINO  
MÉDIO: CONCEPÇÕES E POSSIBILIDADES SEGUNDO  
PROFESSORES QUE ENSINAM MATEMÁTICA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Estácio de Sá - UNESA, como requisito para obtenção do título de Doutora em Educação.

**Área de Concentração:** Educação e Cultura Contemporânea

**Linha Pesquisa:** Tecnologias de Informação e Comunicação nos Processos Educacionais

**Orientadora:** Profa. Dra. Stella Maria Peixoto de Azevedo Pedrosa

**RIO DE JANEIRO - RJ**

**2023**

L131m Lacerda, Greice Keli Silva

Modelagem matemática no 3º ano do Ensino Médio: concepções e possibilidades segundo professores que ensinam matemática. / Greice Keli Silva Lacerda. – Rio de Janeiro, 2023.

140 f.

Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estácio de Sá, 2023.

1.Modelagem Matemática. 2. Modelos Matemáticos.  
3.Práticas Pedagógicas. 4.Ensino médio. 5.Educação básica.  
I. Título.

CDD 370.1



**Estácio**  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E EXTENSÃO

A Tese

**MODELAGEM MATEMÁTICA NO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO:  
CONCEPÇÕES E POSSIBILIDADES SEGUNDO PROFESSORES QUE  
ENSINAM MATEMÁTICA**

elaborada por

**GREICE KELI SILVA LACERDA**

e aprovada por todos os membros da Banca Examinadora foi aceita pelo Programa de Pós-Graduação como requisito parcial à obtenção do título de

**DOUTORA EM EDUCAÇÃO**

Rio de Janeiro, 17 de outubro de 2023

BANCA EXAMINADORA

  
**Profa. Dra. Stella Maria Peixoto de Azevedo Pedrosa – Presidente**  
Universidade Estácio de Sá

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** MARIA INMACULADA CHÃO CABANAS  
Data: 10/10/2023 10:31:00-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>


**Profa. Dra. Maria Inmaculada Chão Cabanas**  
Universidade Estácio de Sá

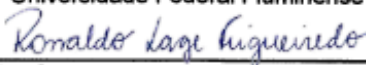
Documento assinado digitalmente  
**gov.br** LUIS CLAUDIO DALLIER SALDANHA  
Data: 10/10/2023 13:26:35-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

**Prof. Dr. Luis Claudio Dalier Saldanha**  
Universidade Estácio de Sá

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** ABEL RODOLFO GARCIA LOZANO  
Data: 10/10/2023 11:02:03-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

**Prof. Dr. Abel Rodolfo Garcia Lozano**  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

  
**Prof. Dr. Bruno Alves Dassie**  
Universidade Federal Fluminense

  
**Prof. Dr. Ronaldo Lage Figueiredo**  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

## AGRADECIMENTOS

A palavra agradecer, no sentido de “retribuir, recompensar, compensar, pagar, corresponder, responder ou remunerar” (DICIONARIO AULETE, 2023), não é suficiente para expressar a imensa gratidão que sinto pelas pessoas que trilharam junto comigo o caminho que me trouxe até a este momento de realização.

Um caminho difícil, que exigiu determinação, perseverança, resiliência, muito estudo e aprendizado. Mas, no qual encontrei muita compreensão, parcerias, alegrias e amizades. Então, por tudo que recebi destas pessoas maravilhosas, no sentido da palavra agradecer; mas, desejando dizer muito mais, registro meus agradecimentos:

Aos professores componentes da banca: professora Maria Imaculada Chao Cabanas, professor Abel Rodolfo Garcia Lozano, professor Bruno Alves Dassie, professor Luiz Claudio Dallier Saldanha e professor Ronaldo Lage Figueiredo, o meu muito obrigada por dedicarem um momento do seu tempo para apreciar este trabalho e por todas as sugestões oferecidas, que contribuíram para o amadurecimento desta tese e para o enriquecimento do meu conhecimento sobre o tema.

Em especial, agradeço ao professor Abel Rodolfo Garcia Lozano, um amigo de longa data, que me acompanha desde a graduação; que me viu crescer e me desenvolver pessoal, profissional e academicamente; e que esteve ao meu lado no Mestrado como meu orientador e agora me acompanha na conclusão de mais esta etapa.

Agradeço imensamente a professora Stella Maria Peixoto de Azevedo Pedrosa, minha orientadora nota 10, como costumamos dizer nos encontros de orientação de tese. Professora Stella Pedrosa, te agradeço pela disponibilidade, parceria, compreensão e ajuda nesse processo. Além da amizade e de todo o compartilhamento de experiência e conhecimento ao longo do curso.

Agradeço ainda aos colegas de turma Nataly, Alexandre Goldegol, Marcelo, Marlon e Cláudio, que muito contribuíram nas discussões do tema e na elaboração do projeto de pesquisa. A todos vocês minha gratidão por toda gentileza e cooperação nesse processo.

À Universidade Estácio de Sá, instituição que sediou minha trajetória acadêmica, me motivou e colaborou com essa longa jornada.

Aos meus amados filhos Flávio Luiz e Arthur por entenderem meus momentos de ausência e por me lembrarem a todo momento de ser forte e persistir, para que eu possa ser um

exemplo em suas caminhadas, mostrando-lhe sempre o caminho correto, mesmo que a escolha em trilhá-lo seja deles. Mas, que tenham sempre a certeza do meu amor.

Meu agradecimento mais que especial, à Flavio Nunes Pereira, meu marido, amigo, amante e namorado, que entendeu todo o meu percurso desde a graduação até aqui; que sempre me apoiou, motivou, incentivou e que sempre esteve ao meu lado. Com quem construí não só uma vida; mas, um lar. A você Flávio, mais do que minha gratidão, entrego o meu amor.

Agradeço hoje e sempre, a minha mãe. Mulher guerreira e exemplo de força e persistência, que ajudou a construir meu caráter e a me desenvolver enquanto pessoa e mãe. Agradeço pelo seu amor, pela sua luz, por confiar em minhas escolhas e por ser o meu exemplo, de mulher, de mãe, de trabalhadora e de dona de um lar.

Agradeço a Deus por sua infinita bondade, por me iluminar e proteger nesse caminho; por colocar em minha vida pessoas tão maravilhosas e generosas e por me dar forças para continuar a caminhar; porque a conclusão dessa etapa é apenas o começo de outras.

E agradeço ainda a Nossa Senhora Aparecida por consolar meu coração nos momentos difíceis e me confortar nos momentos de tristeza, me cobrindo seu manto de amor e me acolhendo em seu colo de mãe.

A todos vocês, eu deixo o meu **MUITO OBRIGADO!!!**

*Quem vai dizer se o que você fez é Modelagem Matemática, é você mesmo! Aprendemos a fazer Modelagem Matemática! Aprendemos a dar aula usando Modelagem Matemática.*  
(Lourdes M<sup>a</sup> Werle de Almeida, 2021)

## RESUMO

Os índices de desenvolvimento da Educação Básica oferecidos pelo Inep, desde 2007 apontam que a proficiência no aprendizado da Língua Portuguesa e da Matemática é insuficiente no Brasil. E na tentativa de melhorar esses índices de aprendizado em Matemática na Escola Básica, diferentes pesquisas no campo da Educação Matemática enfatizam que o uso de metodologias ativas de ensino com a Modelagem Matemática, a Resolução de Problemas, a gamificação, os jogos, a História da Matemática, dentre outras, pode ajudar na construção de ambientes mais dinâmicos e atrativos de ensino, que convidem os alunos a investigar e a desenvolver sua autonomia, seu pensamento reflexivo, crítico, matemático, tecnológico e computacional, de forma que sua aprendizagem seja mais significativa para sua vida. O uso da Modelagem Matemática no ensino da Matemática na Educação Básica é mencionado nos PCN e na BNCC, juntamente com as menções ao uso da tecnologia digital para o desenvolvimento do pensamento computacional e para atuação no mundo digital a partir da compreensão de cultura digital. Porém, segundo as pesquisas contemporâneas, na prática escolar o uso da Modelagem e das tecnologias digitais não é usual no Ensino da Matemática. Assim, levantamos as seguintes inquietações: o que é Modelagem Matemática para o professor que ensina Matemática no Ensino Médio? Quais possibilidades esse professor que ensina Matemática na Educação Básica conjectura para o uso da Modelagem Matemática com as tecnologias digitais no ensino da Matemática no 3º ano do ensino Médio? Delineamos como objetivo geral deste trabalho, compreender quais concepções sobre Modelagem Matemática têm os professores que ensinam Matemática na Educação Básica, ponderando sobre as possibilidades de uso da Modelagem Matemática e das tecnologias digitais no ensino da disciplina no 3º ano do Ensino Médio. Para alcançar esse objetivo, realizamos uma pesquisa qualitativa de abordagem exploratória, com aporte do método de Revisão Sistemática de Literatura (RSL) e do método da cadeia de referências. Por meio dos resultados obtidos com esses dois métodos, traçamos um comparativo entre as concepções de Modelagem Matemática e as possibilidades de uso da tecnologia digitais presentes nas pesquisas contemporâneas e as respostas dos professores participantes da pesquisa; e contrastando com a nossa na prática docente, buscamos possíveis interpretações destes resultados. Deste modo, identificamos com o método de RSL, que as discussões sobre Modelagem Matemática no Campo da Educação Matemática relacionam-se ao entendimento das concepções de Modelagem, cujo foco encontra-se na perspectiva sócio crítica. Em conjunto com discussões que buscam justificativas para seu uso na sala de aula, destacando desafios e obstáculos percebidos no processo de ensino e aprendizagem com a Modelagem. A análise dos dados coletados com o questionário permitiu inferir que os professores respondentes à pesquisa possuem uma concepção intuitiva do que seja Modelagem Matemática e que essa concepção não se encontra explicitamente relacionada a criação de modelos matemáticos; mas, que possui uma íntima relação com a resolução de problemas. Identificamos ainda por meio do questionário, aproximações das respostas oferecidas pelos professores às discussões presentes nas pesquisas contemporâneas sobre Modelagem Matemática, no tocante a adoção da perspectiva sócio crítica da Modelagem e do destaque de desafios e obstáculos ao uso da Modelagem como metodologia de ensino da Matemática e o uso das tecnologias digitais na Educação Básica. Logo, com os resultados deste trabalho, esperamos compreender as questões que envolvem o uso da Modelagem Matemática na sala de aula e incentivar sua adoção nas práticas no 3º ano do Ensino Médio.

**PALAVRAS-CHAVE:** Modelagem Matemática. Modelos Matemáticos. Práticas Pedagógicas. Ensino Médio. Educação Básica.



## ABSTRACT

The Basic Education Development Indexes offered by Inep since 2007 show that proficiency in learning Portuguese and Mathematics is insufficient in Brazil. And in an attempt to improve these rates of learning in Mathematics in Basic School, different studies in the field of Mathematics Education emphasize that the use of active teaching methodologies such as Mathematical Modeling, Problem Solving, gamification, games, the History of Mathematics, among others, can help to build more dynamic and attractive teaching environments that invite students to investigate and develop their autonomy, their reflective, critical, mathematical, technological and computational thinking, so that their learning is more meaningful for their lives. The use of mathematical modeling in the teaching of mathematics in basic education is mentioned in the PCN and the BNCC, along with mentions of the use of digital technology to develop computational thinking and to act in the digital world based on an understanding of digital culture. However, according to contemporary research, in school practice the use of modeling and digital technologies is not usual in mathematics teaching. Thus, we raised the following questions: what is Mathematical Modeling for the teacher who teaches Mathematics in High School? What possibilities does this teacher, who teaches mathematics in basic education, conjure up for the use of mathematical modeling with digital technologies in the teaching of mathematics in the third year of high school? The general objective of this study was to understand the conceptions of mathematical modeling held by teachers who teach mathematics in basic education, and to consider the possibilities of using mathematical modeling and digital technologies to teach mathematics in the third year of high school. To achieve this goal, we carried out a qualitative study with an exploratory approach, using the Systematic Literature Review (SLR) method and the chain of references method. Through the results obtained with these two methods, we drew a comparison between the conceptions of Mathematical Modeling and the possibilities of using digital technology present in contemporary research and the responses of the teachers participating in the research; and contrasting with our teaching practice, we sought possible interpretations of these results. In this way, we identified with the RSL method that the discussions on Mathematical Modeling in the Field of Mathematics Education are related to the understanding of the conceptions of Modeling, whose focus is on the socio-critical perspective. Together with discussions that seek justifications for its use in the classroom, highlighting challenges and obstacles perceived in the teaching and learning process with Modeling. The analysis of the data collected with the questionnaire allowed us to infer that the teachers responding to the survey have an intuitive conception of what Mathematical Modeling is and that this conception is not explicitly related to the creation of mathematical models; but that it has an intimate relationship with problem solving. We also identified, through the questionnaire, that the responses offered by the teachers were closer to the discussions present in contemporary research on Mathematical Modeling, in terms of adopting a socio-critical perspective on Modeling and highlighting the challenges and obstacles to the use of Modeling as a methodology for teaching Mathematics and the use of digital technologies in Basic Education. Therefore, with the results of this work, we hope to understand the issues surrounding the use of Mathematical Modeling in the classroom and encourage its adoption in practices in the 3rd year of High School.

**KEYWORDS:** Mathematical modeling. Mathematical Models. Pedagogical Practices. High School. Basic Education.

## LISTA DE TABELAS

|   |     |
|---|-----|
| Tabela 1 - Diferentes Perspectivas de Modelagem Matemática.....                       | 32  |
| Tabela 2 - Resultados após as buscas na base de dados .....                           | 68  |
| Tabela 3 - Total de trabalhos selecionados no método de RSL.....                      | 69  |
| Tabela 4 - Pergunta 1 do questionário .....   | 75  |
| Tabela 5 - Pergunta 2 do questionário .....   | 76  |
| Tabela 6 - Pergunta 3 do questionário .....   | 76  |
| Tabela 7 - Pergunta 4 do questionário .....   | 76  |
| Tabela 8 - Pergunta 5 do questionário .....   | 76  |
| Tabela 9 - Pergunta 6 do questionário .....   | 77  |
| Tabela 10 - Pergunta 7 do questionário .....  | 77  |
| Tabela 11 - Pergunta 8 do questionário .....  | 77  |
| Tabela 12 - Pergunta 9 do questionário .....  | 78  |
| Tabela 13 - Pergunta 10 do questionário .....   | 78  |
| Tabela 14 - Pergunta 11 do questionário .....   | 79  |
| Tabela 15 - Pergunta 12 do questionário .....   | 79  |
| Tabela 16 - Pergunta 13 do questionário .....   | 80  |
| Tabela 17 - Pergunta 14 do questionário .....   | 80  |
| Tabela 18 - Pergunta 15 do questionário .....   | 81  |
| Tabela 19 - Pergunta 16 do questionário .....   | 81  |
| Tabela 20 - Vantagens e desvantagens do método da cadeia de referências.....          | 83  |
| Tabela 21 - Quanto as concepções de Modelagem Matemática.....                         | 104 |
| Tabela 22 - Quanto ao foco do problema .....  | 105 |
| Tabela 23 - Início do processo de Modelagem nas aulas dos professores .....           | 106 |
| Tabela 24 - Justificativas para o uso da Modelagem nas aulas .....                    | 107 |
| Tabela 25 - Desafios ao uso da Modelagem nas aulas .....                              | 109 |
| Tabela 26 – Obstáculos ao uso da Modelagem nas aulas.....                             | 110 |
| Tabela 27 - Vantagens do uso da tecnologia nos processos de Modelagem nas aulas.....  | 112 |
| Tabela 28 - Tecnologias efetivamente usadas nos processos de Modelagem nas aulas..... | 113 |
| Tabela 29 - Roteiro para resolução de um problema.....                                | 134 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|   |    |
|---|----|
| Gráfico 1 - Casos de mortes pelo novo coronavírus.....                                    | 18 |
| Gráfico 2 - Regressão Linear.....   | 40 |
| Gráfico 3 - Regressões não-lineares quadrática e cúbica .....                             | 40 |
| Gráfico 4 - Regressões não-lineares exponencial e bi quadrática .....                     | 41 |
| Gráfico 5 - Regressão não-linear senoidal.....  | 41 |
| Gráfico 6 - Outros tipos de regressões não-lineares .....                                 | 41 |
| Gráfico 7 - Modelo dinâmico que representa o crescimento da Covid-19 no Brasil .....      | 44 |
| Gráfico 8 - Predição do número total de mortos no Brasil.....                             | 45 |
| Gráfico 9 - Predição do número total de mortos no Brasil.....                             | 46 |
| Gráfico 10 - Equações de diferenças lineares.....   | 50 |
| Gráfico 11 - Equações de diferenças não-lineares.....                                     | 50 |
| Gráfico 12 - EDO de 1ª ordem .....  | 51 |
| Gráfico 13 - EDO de 2ª ordem .....  | 52 |
| Gráfico 14 - Proficiência média em Matemática da Rede Estadual do RJ.....                 | 54 |
| Gráfico 15 - Trabalhos sobre Modelagem Matemática.....                                    | 68 |
| Gráfico 16 - Rede de ensino de atuação dos participantes .....                            | 85 |
| Gráfico 17 - Nível de ensino de atuação dos professores participantes da pesquisa.....    | 85 |
| Gráfico 18 - Experiências dos participantes com a Modelagem Matemática .....              | 86 |
| Gráfico 19 - Anos de escolaridade das experiências com Modelagem .....                    | 86 |
| Gráfico 20 - Benefícios do uso da Modelagem segundo os professores .....                  | 91 |
| Gráfico 21 - Formas que iniciam as atividades de Modelagem .....                          | 91 |
| Gráfico 22 - O foco enfatizado nos problemas.....   | 92 |
| Gráfico 23 - Principais obstáculos ao uso da Modelagem segundo os professores .....       | 92 |
| Gráfico 24 - Desafios no uso da Modelagem segundo os professores .....                    | 93 |
| Gráfico 25 - Vantagens do uso das tecnologias na Modelagem segundo os professores.....    | 94 |
| Gráfico 26 - Tecnologias digitais pensadas para a Modelagem no 3º ano do Ensino Médio.... | 94 |
| Gráfico 27 - Ferramentas tecnológicas utilizadas nas aulas de Modelagem .....             | 95 |

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|   |     |
|---|-----|
| Figura 1 - Etapas do processo de Modelagem Matemática .....                 | 31  |
| Figura 2 - Diferentes tipos de modelos.....                                 | 33  |
| Figura 3 - Modelos antigos.....   | 36  |
| Figura 4 - Quadro negro e giz colorido .....                                | 37  |
| Figura 5 - Calculadora gráfica .....  | 37  |
| Figura 6 - Planilhas e gráficos .....                                       | 38  |
| Figura 7 - Relações entre triângulos e quadrados.....                       | 38  |
| Figura 8 - EDO de 2ª ordem .....  | 40  |
| Figura 9 - Polígonos que respiram.....                                      | 42  |
| Figura 10 - Torções e Rotações .....  | 42  |
| Figura 11 - Projeções no Plano Horizontal.....                              | 43  |
| Figura 12 - Modelos em Geometria não-euclidiana .....                       | 43  |
| Figura 13 - Curvatura do espaço-tempo .....                                 | 47  |
| Figura 14 - Simuladores de fenômenos físicos.....                           | 47  |
| Figura 15 - Planificação do cubo.....                                       | 47  |
| Figura 16 - Modelos matemáticos a partir das buscas no Google .....         | 48  |
| Figura 17- Escala de indicadores do Inep.....                               | 55  |
| Figura 18 - Textos selecionados após o método de RSL.....                   | 69  |
| Figura 20 - Nuvem de palavras a partir dos textos .....                     | 71  |
| Figura 21 - Classes de palavras da análise textual.....                     | 72  |
| Figura 22 - Palavras significativas em cada classe.....                     | 73  |
| Figura 23 - Participantes da pesquisa por sementes .....                    | 84  |
| Figura 24 - Análise de similitudes gerada com as respostas discursivas..... | 87  |
| Figura 26 - Questão discutida na atividade de resolução de problemas .....  | 133 |
| Figura 27 - Questão discutida na atividade de resolução de problemas.....   | 133 |

## LISTA DE SIGLAS

|                   |  |
|-------------------|--|
| <b>FFP</b>        | – Faculdade de Formação de Professores                                   |
| <b>UERJ</b>       | – Universidade do Estado do Rio de Janeiro                               |
| <b>SEEDUD/RJ</b>  | – Secretaria Estadual de Educação do Estado do Rio de Janeiro            |
| <b>UGF</b>        | – Universidade Gama Filho  |
| <b>CEDERJ</b>     | – Centro de Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro    |
| <b>PIGEAD</b>     | – Planejamento, Implementação e Gestão da Educação a Distância           |
| <b>UFF</b>        | – Universidade Federal Fluminense  |
| <b>UNIGRANRIO</b> | – Universidade do Grande Rio   |
| <b>PEMAT</b>      | – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática                      |
| <b>UFRJ</b>       | – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro                       |
| <b>UNESA</b>      | – Universidade Estácio de Sá   |
| <b>TICPE</b>      | – Tecnologia da Informação e Comunicação nos Processos Educacionais      |
| <b>PCN</b>        | – Parâmetros Curriculares Nacionais                                      |
| <b>DNC</b>        | – Diretrizes Nacionais Curriculares                                      |
| <b>BNCC</b>       | – Base Nacional Comum Curricular   |
| <b>Enem</b>       | – Exame Nacional do Ensino Médio   |
| <b>UNIPAC</b>     | – Centro Universitário Presidente Antônio Carlos                         |
| <b>RSL</b>        | – Revisão Sistemática de Literatura                                      |
| <b>EDO</b>        | – Equações Diferenciais Ordinárias                                       |
| <b>IGM</b>        | – Instituto Goiano de Matemática   |
| <b>IDEB</b>       | – Índice de Desenvolvimento da Educação Básica                           |
| <b>SAEB</b>       | – Sistema de Avaliação da Educação Básica                                |
| <b>INEP</b>       | – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira |
| <b>MEC</b>        | – Ministério da Educação   |

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>APRESENTAÇÃO .....</b>  | <b>16</b> |
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>   | <b>18</b> |
| 1.1. O contexto da pesquisa .....  | 18        |
| 1.2. A problemática e a pergunta de pesquisa .....                                 | 20        |
| 1.3. Objetivos .....   | 23        |
| 1.3.1. Objetivo Geral .....  | 23        |
| 1.3.2. Objetivos Específicos .....   | 24        |
| 1.4. Delimitação do estudo .....   | 24        |
| 1.4. Relevância da pesquisa.....   | 26        |
| 1.5. Organização do trabalho.....  | 27        |
| <b>2. MODELAGEM MATEMÁTICA, TECNOLOGIAS E ENSINO MÉDIO .....</b>                   | <b>29</b> |
| 2.1. Modelagem Matemática: algumas concepções .....                                | 29        |
| 2.2. Modelagem Matemática e Tecnologias Digitais: algumas possibilidades .....     | 33        |
| 2.2.1. A evolução dos modelos matemáticos e o uso da tecnologia.....               | 36        |
| 2.2.2. Alguns exemplos de modelos matemáticos clássicos em mídias dinâmicas.....   | 39        |
| 2.2.2.1. Modelos lineares e modelos não-lineares .....                             | 40        |
| 2.2.2.2. Modelos estáticos e modelos dinâmicos.....                                | 42        |
| 2.2.2.2. Modelos estocásticos e modelos determinísticos .....                      | 45        |
| 2.2.2.3. Modelos educacionais.....   | 46        |
| 2.2.2.3. Modelos em equações de diferenças e modelos em equações diferenciais..... | 49        |
| 2.3. Modelagem Matemática, Tecnologias e Ensino Médio: algumas considerações ..... | 53        |
| <b>3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>   | <b>63</b> |
| 3.1. Tipo de pesquisa .....  | 63        |
| 3.2. Público-alvo da pesquisa .....  | 64        |
| 3.3. Instrumentos da coleta de dados.....  | 65        |
| 3.4. Etapas da pesquisa.....   | 65        |
| 3.4.1. Método de Revisão Sistemática de Literatura – RSL .....                     | 66        |
| 3.4.1.1. Etapa de redução: Procedimentos do método de RSL .....                    | 66        |
| 3.4.1.2. Etapa de apresentação: resultados das análises no Iramuteq.....           | 70        |
| 3.4.2. Questionário da pesquisa.....   | 75        |

|  |            |
|--|------------|
| 3.4.2.1. Etapa de redução: técnica de amostragem <i>snowball</i> .....                     | 82         |
| 3.4.2.2. Etapa de apresentação: dados obtidos com o questionário.....                      | 84         |
| <b>4. INTERPRETAÇÕES E DISCUSSÕES A PARTIR DOS RESULTADOS .....</b>                        | <b>95</b>  |
| 4.1. Etapa de conclusão: inferências a partir do método de RSL .....                       | 95         |
| 4.2. Etapa de conclusão: inferências a partir dos resultados do questionário.....          | 100        |
| 4.3. Aproximações e distanciamentos entre os resultados .....                              | 103        |
| 4.3.1. Quanto as concepções de Modelagem Matemática .....                                  | 103        |
| 4.3.2. Quanto as justificativas para o uso da Modelagem em sala de aula .....              | 106        |
| 4.3.3. Quanto aos desafios e obstáculos ao uso da Modelagem em sala de aula .....          | 109        |
| 4.3.4. Quanto ao uso de tecnologias digitais nos processos de Modelagem em sala de aula .. | 111        |
| <b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>  | <b>116</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>   | <b>120</b> |
| <b>APÊNDICES .....</b>   | <b>127</b> |
| Apêndice A – Protocolo de Revisão Sistemática de Literatura.....                           | 127        |
| Apêndice B – Critérios de Inclusão e Exclusão de Trabalhos.....                            | 128        |
| Apêndice C – TCLE .....  | 129        |
| Apêndice D – Relato de Experiência.....  | 131        |
| <b>ANEXO.....</b>  | <b>141</b> |
| PARECER DE APROVAÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA.....   | 141        |

## APRESENTAÇÃO

Qual é a minha história? É aqui, nessa seção, que trago um pouco de mim, que hoje sou doutoranda, professora, mãe e mulher. Ontem, fui alguém que sonhou em chegar exatamente nesse momento, no doutorado em Educação.

O desejo de ser professora de Matemática surgiu no 6º ano do ensino fundamental junto com o gosto e a facilidade de aprender e ensinar Matemática. Esse desejo me levou ao curso de formação de professores no Ensino Médio, onde entendi a importância de saber ensinar e de buscar metodologias que auxiliem a aprendizagem dos alunos. Após terminar o curso de formação de professores, iniciei o curso de licenciatura plena em Matemática oferecido pela Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – FFP/UERJ. Já no segundo período do curso, comecei a atuar como professora de Matemática para turmas do Ensino Fundamental e Médio em escolas particulares.

Em 2008, tomei posse como professora de Matemática na Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro (SEEDUC-RJ) com carga horária de 16 horas/aulas semanais e em 2011, assumi a segunda matrícula com carga horária de 30 horas/aulas semanais. Na busca por crescimento intelectual e profissional, ainda em 2011, iniciei e conclui um curso, de formação continuada oferecido pela SEEDUC-RJ e ingressei no curso de especialização em Docência do Ensino Superior oferecido pela Universidade Gama Filho (UGF), concluindo-o em 2012.

Em 2013, após a conclusão da especialização, fui selecionada como mediadora presencial no Centro de Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro (Consórcio CEDERJ) e iniciei em 2014 o curso de especialização em Planejamento, Gestão e Implementação da Educação a Distância (PIGEAD) oferecido pela Universidade Federal Fluminense (UFF), concluindo no início de 2016.

Ao longo desse período, durante a minha prática profissional, percebi a necessidade de tornar a Matemática algo mais próximo da realidade dos alunos e percebi também as dificuldades e temores na aprendizagem de seus conceitos. Por isso, buscava sempre metodologias que pudessem fazer com que os alunos enxergassem o sentido da Matemática na sua realidade e que construíssem um significado para ela em suas vidas pessoal e escolar.

No decorrer do ano de 2016, buscando enriquecimento intelectual e promoção profissional, ingressei no Mestrado Profissional em Ensino da Ciências oferecido pela Universidade do Grande Rio (UNIGRANRIO), aderindo à linha de pesquisa Abordagens



Conceituais, obtendo o grau de Mestre em Ensino das Ciências com ênfase em Matemática, em 19 de dezembro de 2018 e passei a atuar como gestora de Unidade Escolar Estadual.

Na atuação como gestora e no curso de Mestrado, percebi a importância da tecnologia na comunicação, no ensino e no aprendizado. E entendi como essa tecnologia poderia enriquecer o diálogo entre Matemática, aluno, conhecimento e realidade. Foi esse entendimento que permeou minha atuação docente no período de 2013 a 2018, ora como professora de Matemática da rede estadual, ora como gestora de unidade escolar e ora como tutora presencial do consórcio CEDERJ.

Na mediação no CEDERJ, pude perceber que mesmo os alunos que terminaram o ciclo na Educação Básica, ainda encontram dificuldades em compreender os conceitos matemáticos e possuem uma compreensão compartimentalizada da disciplina, sem conectá-la com sua realidade e sem conseguir realizar as demonstrações que essa exige.

Assim, a experiência enquanto aluna, professora, gestora e tutora no uso de tecnologias digitais e o desejo de compreender melhor o desenvolvimento do conhecimento matemático mediado pela tecnologia, motivou-me a cursar como aluna avulsa, no primeiro semestre de 2019, a disciplina de Tecnologias no Ensino da Matemática e das Ciências oferecida no curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade Federal do Rio de Janeiro (PEMAT/UFRJ). E movida pelo desejo de aplicar os conhecimentos adquiridos no PEMAT em minha prática docente e de prosseguir nos meus estudos, em 2020, solicitei dispensa do cargo de gestora e retornei para a sala de aula na Escola Básica.

Ainda no ano de 2020, ingressei no curso de Doutorado em Educação oferecido pela Universidade Estácio de Sá – UNESA e foi durante o curso das disciplinas do programa, nas discussões promovidas sobre o ensino e o uso das tecnologias digitais que o tema Modelagem Matemática surgiu como possibilidade de pesquisa.

Em 2021, como uma grata surpresa, ingressei também no programa de Doutorado em Ensino da Matemática e da Física, oferecido pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Cursando concomitantemente os dois programas, afirmo que os conhecimentos adquiridos em ambos me ajudaram a reavaliar a minha prática docente e a desenvolver o interesse pelo tema dessa pesquisa.

Em resumo, a minha trajetória acadêmica e profissional despertou o meu interesse em estudar a construção do conhecimento matemático e motivou minha prática docente. Esse interesse se intensificou no decorrer dos cursos de especialização e na atuação como gestora e

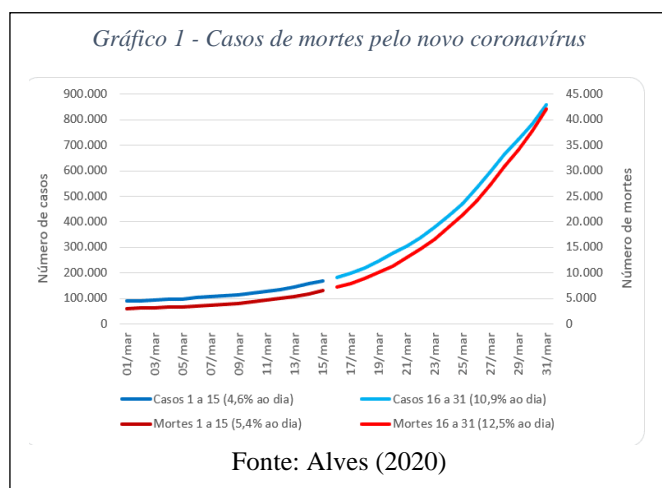
como tutora, na participação nos cursos de doutorado e continua motivando a minha vida acadêmica e profissional.

Aliada a essa motivação, soma-se o meu entendimento de que as ferramentas tecnológicas podem atuar não somente como meios de dinamizar as aulas, mas como parte integrante do processo de construção do conhecimento. Desta forma, acredito que a pesquisa aqui desenvolvida pode contribuir com os projetos da linha de pesquisa em Tecnologias de Informação e Comunicação nos processos Educacionais (TICPE), por apresentar discussões pertinentes aos impactos das tecnologias digitais no ensino de Matemática na Educação Básica, no tocante as discussões sobre redefinições das práticas pedagógicas com a Modelagem Matemática e o uso das tecnologias digitais para a formação de sujeitos capazes de ver, refletir, criticar e modificar seu modo de viver no mundo, especialmente, após a vivência com as tecnologias digitais no período pandêmico.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. O contexto da pesquisa

A Pandemia provocada pelo novo coronavírus impôs um novo cenário para a vida das pessoas, modificou as formas de levantamento, tratamento e divulgação das informações e alterou o processo de desenvolvimento das atividades escolares. Nesse novo cenário, em âmbito mundial, as informações sobre o novo coronavírus evidenciaram a necessidade de se pensar em processos de criação de modelos que pudessem apoiar as tomadas de decisão na busca pela contenção do vírus.



Houve uma crescente utilização de modelos de curvas e de gráficos estatísticos e probabilísticos gerados a partir de expressões matemáticas, que buscavam estimar o comportamento do novo coronavírus e a sua velocidade de propagação. O gráfico 1 ilustra um exemplo de modelo divulgado nos meios de comunicação nesse período.

O entendimento do comportamento do novo coronavírus também alterou o desenvolvimento dos processos educativos e impulsionou a transição temporária das práticas pedagógicas do ambiente presencial para o virtual. Fato esse que, segundo Saldanha (2020), obrigou professores e alunos a aderirem ao ensino remoto como forma possível de dar continuidade ao processo educativo frente à necessidade de isolamento social. De uma hora para outra, na tentativa de garantir que a Educação chegasse a todos, práticas pedagógicas tiveram que ser adaptadas aos recursos tecnológicos e aos meios de comunicação digital.

Nesse novo cenário educacional, em pouco tempo presenciamos novos fazeres pedagógicos, novas discussões e adaptações do currículo, novas formas de avaliação, de comunicação, novos métodos e práticas, enfim, novos olhares sobre a prática pedagógica. Com resiliência, foi possível repensar os processos educativos e reconhecer realidades que se projetam para fora do campo teórico específico de cada disciplina.

Não somente no contexto educacional, mas na vida cotidiana foi preciso pensar ou repensar a utilização de mais que uma linguagem para se compreender a realidade que se apresentava e acomodar, com o objetivo de facilitar sua divulgação, as informações geradas pelas diferentes áreas do conhecimento.

A integração entre as áreas do conhecimento, principalmente no campo do ensino, é uma discussão que vem de longa data e que, ainda nos dias de hoje, encontra muita dificuldade para se concretizar nos processos educativos. Todavia, enxergamos uma possibilidade de potencializar essa interlocução com abordagens que propiciem a construção de modelos para interpretação da realidade, ou seja, pensamos na Modelagem Matemática.

Portanto, essa pesquisa tem como tema, o estudo das concepções de Modelagem Matemática abordadas no ensino da Matemática na Educação Básica e as possibilidades que ela oferece para o ensino da disciplina, segundo os entendimentos e vivências dos professores que ensinam matemática no Ensino Médio.

Ressaltamos a compreensão da extensão dos assuntos que podem ser abordados ao trabalharmos com a Modelagem Matemática e a prática pedagógica. Por isso, nas próximas seções desse capítulo, descrevemos a problemática, os objetivos, a delimitação do estudo e apresentamos a relevância e a estrutura de organização desse trabalho.

## 1.2. A problemática e a pergunta de pesquisa

Pensar na Modelagem de um problema da realidade como metodologia de ensino implica em pensarmos na transversalidade e na interdisciplinaridade no ensino das diferentes áreas do conhecimento na Educação Básica; Esses temas motivam discussões que vem sendo promovidas entre pesquisadores e educadores ao longo de muitos anos e culminaram com a criação de políticas públicas educacionais que procuraram remodelar o ensino em todos os níveis da Educação com propostas diversificadas de orientação do ensino.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (BRASIL, 2000), um documento oficial que norteia o ensino na Educação Básica, discute essa integração, descrevendo que:

através da organização curricular por áreas e da compreensão da concepção transdisciplinar e matricial, que articula as linguagens, a Filosofia, as ciências naturais e humanas e as tecnologias, pretendemos contribuir para que, gradativamente, se vá superando o tratamento estanque, compartimentalizado, que caracteriza o conhecimento escolar. [...] Na perspectiva escolar, a interdisciplinaridade não tem a pretensão de criar disciplinas ou saberes, mas de utilizar os conhecimentos de várias disciplinas para resolver um problema concreto ou compreender um determinado fenômeno sob diferentes pontos de vista.

Por sua vez, as Diretrizes Nacionais Curriculares para a Educação Básica – DNC (BRASIL, 2013), um segundo documento oficial que norteia a Educação Básica, traz discussões sobre a interdisciplinaridade e em consonância com o descrito nos PCN (BRASIL, 2000), descreve que a interdisciplinaridade pressupõe uma abordagem teórica e metodológica que enfatize o trabalho colaborativo e integrativo das diferentes áreas do conhecimento.

O mais recente documento oficial, a Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2018) descreve que a aprendizagem na Educação Básica deve ser baseada em ações referentes a contextualização e interdisciplinaridade, no sentido de:

contextualizar os conteúdos dos componentes curriculares, identificando estratégias para apresentá-los, representá-los, exemplificá-los, conectá-los e torná-los significativos, com base na realidade do lugar e do tempo nos quais as aprendizagens estão situadas; (BRASIL, 2018, p. 16)

Considerando as prescrições desses documentos e o tempo decorrido desde as suas elaborações e implementações na Educação Básica, percebemos que a integração das áreas do conhecimento, como pretendida, ainda não se concretizou na prática. Não negamos que existam avanços nesse sentido; mas, acreditamos que as questões dessa discussão extrapolam as

determinações legais dos documentos oficiais e adentram em questões sociais, políticas, econômicas, da prática pedagógica, da organização curricular e da cultura escolar, dentre muitas outras. Essas questões ainda se prologam ou se subdividem dentro do campo teórico e pedagógico de cada área do conhecimento, e em especial para esse trabalho, no campo do ensino da Matemática.

Silva (2005, p. 49) aponta algumas discussões importantes nesse sentido quando destaca a Matemática como uma ciência que se distanciou das ditas “Ciências Humanas” e quando defende uma retomada da interligação da Matemática com a realidade, sugerindo algumas metodologias possíveis para esse processo, dentre elas a Modelagem Matemática.

Assim, corroborando com as considerações de Silva (2005), destacamos nossa compreensão da Matemática como uma ciência, que possui objetos de estudos bem definidos e que pode oferecer diferentes linguagens<sup>1</sup> que possibilitem o diálogo entre as diferentes realidades<sup>2</sup> presentes no mundo e as diferentes áreas do conhecimento no ensino da Matemática.

Ainda considerando o texto da BNCC (BRASIL, 2018) e com foco no Ensino Médio, direcionamos nossa atenção à organização curricular proposta para esse segmento de ensino, descrita nesse documento da seguinte forma:

o currículo do Ensino Médio será composto pela Base Nacional Comum Curricular e por itinerários formativos, organizados por meio da oferta de diferentes arranjos curriculares, conforme a relevância para o contexto local e a possibilidade dos sistemas de ensino, a saber:

- I – Linguagens e suas tecnologias;
- II – Matemática e suas tecnologias;
- III – Ciências da natureza e suas tecnologias;
- IV – Ciências humanas e sociais aplicadas;
- V – Formação técnica e profissional. (BRASIL, 2018, p. 265).

Segundo o próprio documento, essa estrutura deve ratificar a organização do conhecimento por áreas, mas sem desconsiderar o aprofundamento acadêmico em uma ou mais áreas do conhecimento. Além de flexibilizar a organização curricular para o favorecimento da construção de currículos e propostas pedagógicas que atendam às especificidades locais e à multiplicidade de interesses dos estudantes, estimulando o exercício do protagonismo juvenil e fortalecendo o desenvolvimento de seus projetos de vida.

---

<sup>1</sup> Na BNCC (BRASIL, 2018, p. 267), as linguagens como competências específicas da Matemática são descritas como “gráficos, tabelas e esquemas; além de texto escrito na língua materna e outras linguagens para descrever algoritmos”, como os fluxogramas.

<sup>2</sup> Entendemos por realidade como tudo aquilo que é perceptível ou não e que faz parte da vida pessoal, social e profissional do indivíduo e que pode ser acessível ou entendido por ele.

Não estamos alheias as intenções políticas dos documentos oficiais citados. Mas, entendemos que esses podem nos oferecer brechas para trabalharmos a Educação que entendemos como digna. Ou ainda, que podemos escolher dentro desses documentos o que serve para enriquecer o ensino e a aprendizagem e descartar o que não serve. Todavia, apesar dessas discussões serem muito importantes, debater os objetivos implícitos da BNCC ou o próprio documento não é um objetivo desse trabalho. Contudo, esse documento motiva questionamentos pertinentes ao assunto escolhido, quando prescreve o itinerário formativo II, descrito como Matemática e suas tecnologias.

O itinerário formativo II descrito na BNCC (BRASIL, 2018, p. 265) propõe que o conhecimento dos estudantes desenvolvido em etapas anteriores de ensino, seja consolidado no Ensino Médio e que esse conhecimento agregue novas informações e amplie o “leque de recursos” para resolver problemas, exigindo “maior reflexão e abstração”. E que assim permita a construção de uma visão da Matemática mais integrada e interligada com as outras áreas do conhecimento e aplicada à realidade.

Ainda segundo a BNCC (BRASIL, 2018, p. 266), o ensino da Matemática na Educação Básica deve abarcar a “análise de situações da vida cotidiana”, com base em outras áreas do conhecimento e da própria Matemática, de forma que:

os processos matemáticos de resolução de problemas, de investigação, de desenvolvimento de **projetos e da modelagem** posam ser citados como formas privilegiadas da atividade Matemática [...]. Esses processos de aprendizagem são potencialmente ricos para o desenvolvimento de competências fundamentais para o **letramento matemático (raciocínio, representação, comunicação e argumentação)** e para o **desenvolvimento do pensamento computacional**. (grifos nossos)

Segundo Jolandek e Kato (2021), o letramento matemático<sup>3</sup> pode ser uma forma de assegurar que os alunos reconheçam os conhecimentos matemáticos como fundamentais para a compreensão e atuação no mundo. Porém, a realidade atual é muito mais complexa. O mundo encontra-se permeado por diferentes tecnologias, que tem suas bases nos conhecimentos tecnológico, científico e matemático. Nesse mundo tecnológico que habitamos, o uso da Matemática não é mais tão aparente ou transparente como outrora era “fazer um troco” ou “medir os ingredientes de uma receita”.

---

<sup>3</sup> O letramento matemático, conforme o descrito nesse documento refere-se as competências de raciocínio, representação, comunicação e argumentação sobre um problema ou realidade; competências tais que consideramos implicitamente relacionadas ao processo de Modelagem Matemática.

Reconhecer a Matemática no cotidiano se tornou mais complicado à medida que a ela agora encontra-se implícita nas transações em Pix, nos cálculos de estabilização de uma estrutura, nas estratégias de melhoria de fluxos, nas medidas de crescimento populacional, nas estruturas de dados, nas rotinas computacionais, nos tratamentos de grandes quantidades de dados, nos jogos, nos dispositivos de localização por GPS etc.

Logo, trabalhar a Matemática, o pensamento computacional, as questões do cotidiano e o desenvolvimento do conhecimento no ensino na Educação Básica é uma tarefa que não se realizará apenas com a sua prescrição em um documento; mas, que necessita de pesquisas, discussões e ações que envolvam a interdisciplinaridade, a contextualização, a interligação das áreas do conhecimento, o letramento matemático, o pensamento computacional e as metodologias ativas de ensino, como a Modelagem Matemática. Por isso, pensando na complexidade das questões que envolvem o tema dessa pesquisa, levantamos as seguintes questões:

- o que é Modelagem Matemática para o professor que ensina Matemática no Ensino Médio?
- quais possibilidades esse professor que ensina Matemática na Educação Básica conjectura para o uso da Modelagem Matemática e das tecnologias digitais no ensino da Matemática no 3º ano do ensino Médio?

As respostas a essas inquietações transpassam por diferentes discussões relacionadas ao ensino da Matemática e ecoam na aplicação da Modelagem Matemática, no uso das tecnologias digitais e nas práticas dos docentes que ensinam matemática. Logo, na busca por um entendimento das relações que podem ser estabelecidas entre esses temas, definimos os seguintes objetivos para a pesquisa.

### 1.3. Objetivos

#### 1.3.1. Objetivo Geral

Compreender quais concepções sobre Modelagem Matemática têm os professores que ensinam Matemática na Educação Básica, ponderando sobre as possibilidades de uso da Modelagem Matemática e das tecnologias digitais no ensino da disciplina no 3º ano do Ensino Médio.

### 1.3.2. Objetivos Específicos

- a) Identificar por meio de uma Revisão Sistemática de Literatura – RSL, algumas concepções de professores que ensinam Matemática no Ensino Médio sobre a Modelagem Matemática e as potencialidades de sua relação com o uso das tecnologias digitais no ensino da Matemática.
- b) Verificar, por meio de análises das respostas coletados por meio de um questionário online, quais concepções, os professores que ensinam Matemática no 3º ano do Ensino Médio possuem sobre Modelagem Matemática e como esses professores entendem a sua relação com o uso das tecnologias digitais no ensino da Matemática.
- c) Traçar um comparativo entre as concepções de Modelagem Matemática e as possibilidades de uso nas práticas, sinalizadas nas pesquisas contemporâneas com as respostas oferecidas ao questionário pelos professores que ensinam Matemática no 3º ano do Ensino Médio.

Assim, com os objetivos definidos, prosseguimos para a apresentação da delimitação do estudo, da relevância dessa pesquisa e da organização do trabalho.

### 1.4. Delimitação do estudo

O exercício de pensar em questões relacionadas a interdisciplinaridade e transversalidade no ensino da Matemática para o desenvolvimento do letramento matemático e dos pensamentos tecnológico e científico, nos remete à temas relacionados ao uso da Modelagem Matemática na Educação Básica, a sua relação com a Matemática do cotidiano, com as tecnologias digitais e com o desenvolvimento do pensamento matemático, computacional, tecnológico, científico, reflexivo e crítico.

Esses temas se interligam e extrapolam o papel principal do ensino da Matemática, que deve ser o desenvolvimento do conhecimento matemático. E esse desenvolvimento é o foco que não pode ser perdido ao discutirmos a Modelagem Matemática no ensino da Matemática na Educação Básica. Porém, pesquisas recentes sinalizam que esse conhecimento não tem sido



desenvolvido de maneira adequada pelos alunos. Fato que motivou a necessidade de se pensar em reformulações das práticas de ensino da disciplina.

Parece haver um consenso entre os pesquisadores e educadores no campo de Educação Matemática sobre a necessidade de construção de uma Matemática ou de um ensino dessa, mais reflexivo e que possibilite a interação do aluno com o conhecimento matemático e com a realidade de forma mais autônoma e consciente. Contudo, não devemos esquecer que a realidade tem se apresentado de forma cada vez mais complexa e que os conhecimentos necessários para sua interpretação se encontram cada vez mais imbricados, de maneira que é quase impossível determinar seus limites específicos ou decidir qual conhecimento de cada área usar ou abordar nesse ensino voltado para a realidade.

Nesse contexto, concordamos com as colocações de Filho (2019) e Santos *et al.* (2022) sobre metodologias ativas e sinalizamos que essas metodologias no ensino da Matemática podem contribuir para a construção do conhecimento matemático, para o desenvolvimento do raciocínio lógico, para a capacidade de argumentar e pensar matematicamente de forma mais autônoma e crítica. E uma dessas metodologias ativas sinalizadas em diferentes pesquisas no campo da Educação Matemática é a Modelagem Matemática.

Entretanto, a diversidade de temas que transpassam a relação entre a Modelagem Matemática e o ensino da Matemática muitas vezes provoca um desencontro entre as teorias da Modelagem e as práticas docentes (RAMON *et al.*, 2022) e trazem insegurança e até mesmo rejeições de seu uso na Educação Básica. Logo, enfatizamos a necessidade de aprofundamento no entendimento da Modelagem Matemática no campo educacional e das potencialidades de sua relação com as tecnologias digitais na construção do conhecimento matemático do aluno.

Compreendemos que as discussões de todas as questões levantadas sobre o processo de Modelagem são inviáveis para essa pesquisa. Então, optamos por delimitar o estudo às questões relacionadas ao entendimento dos professores que ensinam Matemática no Ensino Médio sobre a Modelagem Matemática e traçar um possível perfil de sua utilização no 3º ano do Ensino Médio da Educação Básica. Com essa delimitação, conseguimos a identificação nas práticas pedagógicas de aspectos da utilização da Modelagem Matemática aliada ao uso das tecnologias digitais no 3º ano do Ensino Médio para responder as perguntas de pesquisa.

#### 1.4. Relevância da pesquisa

A BNCC (BRASIL, 2018) enfatiza que o ensino da Matemática deve ajudar no desenvolvimento de habilidades para agir com inteligência e de maneira adequada em situações que envolvem desafios matemáticos, assegurando o acréscimo de competências matemáticas para a integração e participação na sociedade e para a adaptação as mudanças sociais.

Compartilhando desse pensamento, acreditamos que o (re)pensar do ensino da Matemática deve incluir a reflexão sobre a construção do conhecimento matemático na e para a vida cotidiana. Entretanto, esse repensar deve fundamentar-se no desenvolvimento do conhecimento matemático científico, que é o foco do ensino da Matemática e deve regular os processos de ensino da disciplina. Todavia, nesse processo de ensino e aprendizagem podemos buscar o aporte de metodologias ativas de ensino, do uso das tecnologias e de discussões de diferentes realidades, para atingir o desenvolvimento do pensamento matemático e da capacidade de aplicar a Matemática na resolução de problemas complexos do dia a dia.

De tal modo, consideramos que essa pesquisa é relevante para o campo da Educação Matemática à medida que pode ser acrescentado ao corpo dos trabalhos sobre a Modelagem Matemática no ensino da Matemática, por trazer considerações que podem contribuir com as discussões sobre uma tendência nesse campo, que apesar de ser potencialmente inovadora para a Educação Matemática e para o desenvolvimento do pensamento matemático crítico, possui pouca representação nas práticas pedagógicas na Educação Básica.

A relevância da pesquisa ainda se destaca para o ensino da Matemática no que concerne à proposta de diminuir a resistência de professores à Modelagem Matemática, a partir de discussões sobre as diferentes possibilidades para as práticas docentes com ênfase na Modelagem Matemática e na oferta de experimentações de diferentes modelos matemáticos construídos em mídias dinâmicas.

Uma vez que, o uso de metodologias ativas e das tecnologias digitais no ensino da Matemática necessita de pesquisa, estudo, conhecimento e discussões que possam ajudar na sua aceitação. Aliado ao fato de que a proposta de adoção de livros-textos por áreas do conhecimento prescrita atualmente nas políticas públicas para a Educação, que torna ainda mais imprescindível o conhecimento e utilização de metodologias ativas de ensino e tecnologias que possam integrar às diferentes áreas do conhecimento no ensino na Educação Básica.

A escolha do nível de escolaridade, a saber: o 3º ano do Ensino Médio, se justifica a partir da dificuldade que encontrarmos em obter trabalhos sobre a aplicação da Modelagem

Matemática nesse nível de ensino; fato que caracteriza-se com uma lacuna no estudo do tema; outra justificativa reside no fato da BNCC (BRASIL, 2018) descrever essa etapa da vida escolar do aluno como um momento onde os alunos já teriam adquirido conhecimento suficiente para trabalhar com diferentes conceitos e ferramentas matemáticas.

Sendo assim, nessa etapa da Educação Básica, a aplicação da Modelagem Matemática se daria de forma a revisar ou ressignificar todo o conteúdo estudado e ofereceria uma recontextualização e interligação entre os conceitos matemáticos (estudados de forma estanque) e os diferentes problemas da vida cotidiana (PEREIRA, 2016). De tal modo, que seria possível romper ou amenizar a linearidade do currículo, a hierarquização dos conteúdos e o afastamento entre ensino e realidade.

Academicamente, acreditamos na relevância deste trabalho para a linha de pesquisa TICPE, devido às discussões que ele pode trazer sobre o uso da tecnologia digital nos processos de Modelagem Matemática e da oferta de oportunidades de se reconhecer, por meio de exemplificações e experimentações virtuais, as potencialidades dos recursos tecnológicos para as práticas pedagógicas e para o desenvolvimento do letramento matemático. Desta forma, a pesquisa é relevante por contribuir com as discussões presentes nos projetos da linha de pesquisa, cujo objetivo é o aprofundamento de discussões sobre a disseminação das tecnologias na sociedade contemporânea, analisando seus impactos em processos educacionais e avaliativos.

Particularmente, esse estudo é relevante, porque nos oferece momentos de enriquecimento do conhecimento, de aperfeiçoamento da escrita acadêmica e da pesquisa, do levantamento de questões, dados e análises. Além de, proporcionar um melhor entendimento e desenvolvimento da nossa prática docente ao oferecer momentos de reflexão sobre questões relacionadas as metodologias ativas e sua integração com as tecnologias digitais no ensino da Matemática, ajudando a definir possíveis molduras para nossa prática com a Modelagem Matemática. Além da satisfação pessoal da possibilidade de contribuir com a prática de outros professores que ensinam matemática.

### 1.5. Organização do trabalho

O presente trabalho foi organizado em cinco capítulos, a saber: 1) o capítulo de introdução; 2) o capítulo de fundamentação teórica; 3) o capítulo de procedimentos metodológicos; 4) o capítulo de interpretações e discussões a partir dos resultados e 5) o

capítulo de considerações finais. Após o desenvolvimento desses cinco capítulos são apresentadas as seções de referências bibliográficas, apêndices e anexos.

A introdução tem como objetivo promover a contextualização da pesquisa e trazer discussões importantes para a escolha do tema. Nesse capítulo, realizamos a apresentação da problemática da pesquisa, da delimitação do estudo, da relevância da pesquisa e da organização da tese.

O capítulo de fundamentação teórica destina-se a proporcionar um embasamento teórico para a pesquisa e ajudar na identificação de algumas discussões sobre o tema no campo da Educação Matemática. Nesse capítulo, buscamos trazer considerações sobre (a) algumas concepções de Modelagem Matemática; (b) sobre algumas potencialidades do uso das tecnologias digitais nos processos de criação de modelos; e (c) algumas considerações sobre o uso de metodologias ativas nas práticas docentes no 3º ano do Ensino Médio, por meio de um relato de experiência com a metodologia de resolução de problemas e questões do Enem.

No capítulo destinado a descrição dos procedimentos metodológicos da pesquisa, apresentamos os referenciais teóricos e metodológicos que ajudaram na escolha dos procedimentos de produção, organização e análise dos dados e descrevemos detalhadamente as etapas de redução e apresentação, tanto para o método de RSL quanto para as análises das respostas oferecidas ao questionário.

Na **etapa de redução** do método de RSL, buscamos a partir da identificação nas pesquisas contemporâneas as principais concepções sobre Modelagem Matemática e a sua relação com o uso das tecnologias digitais no Ensino Médio, a redução da quantidade de temas sobre Modelagem Matemática que poderiam ser abordados no questionário. Na etapa de redução para os procedimentos de aplicação do questionário, buscamos reduzir o tamanho da amostra de participantes da pesquisa por meio do método de cadeias de referências.

Na **etapa de apresentação**, descrevemos detalhadamente os dados obtidos em cada método e como foi realizada sua exploração, de maneira que fosse possível sua apresentação de forma organizada, sistematizada e sintetizada.

No capítulo de interpretações e discussões a partir dos resultados, descrevemos a **etapa de conclusão** de cada método, com a elaboração de algumas inferências sobre os dados e resultados obtidos e realizamos algumas comparações entre nossa experiência com a Resolução de Problemas, as discussões sobre a Modelagem Matemática nas pesquisas contemporâneas e as concepções sinalizadas pelos professores no questionário. Nesses capítulos, buscamos

construir possíveis interpretações sobre o tema, a luz de alguns referenciais teóricos, de modo a responder as perguntas da pesquisa.

No capítulo de considerações finais, retomamos o contexto da pesquisa, os seus objetivos e perguntas e avaliamos o percurso metodológico adotado a partir dos principais resultados obtidos, fazendo apontamentos de algumas lacunas encontradas. Ao final da apresentação do capítulo de considerações finais, encontram-se as seções de referências, apêndices e anexos.

Portanto, com essa organização, esperamos trazer mais clareza à estrutura do trabalho e às discussões propostas em seus capítulos. Dito isso, prosseguimos para o capítulo dois e trazemos, por meio de alguns referenciais teóricos, algumas discussões sobre algumas concepções de Modelagem Matemática, sobre possibilidades de uso de tecnologias digitais nos processos de Modelagem e a relação desses dois temas com o ensino da Matemática no Ensino Médio.

## **2. MODELAGEM MATEMÁTICA, TECNOLOGIAS E ENSINO MÉDIO**

### **2.1. Modelagem Matemática: algumas concepções**

A Modelagem Matemática é uma tendência no Ensino da Matemática que tem sido discutida em pesquisas no campo da Educação Matemática há pelo menos 50 anos. Segundo Biembengut (2012), os primeiros trabalhos sobre Modelagem Matemática no Brasil foram produzidos na década de 1970. Nessa década, a história da Modelagem Matemática no Brasil remetia a temáticas relacionadas a área da Matemática Aplicada e fora do campo da Educação Matemática.

A “importação da Matemática Aplicada” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2020, p.12) para o campo educacional fez surgir os primeiros procedimentos e conceitos que ajudaram a construir e categorizar o que chamamos hoje de Modelagem Matemática. Segundo os autores, com a importação dos conceitos de Matemática Aplicada para a área educacional, começou-se a se delinear uma perspectiva na área da Educação Matemática que se debruçava sobre o ensino e a aprendizagem da Matemática mediado por problemas do cotidiano.

Para Bean (2001, p. 3), a transferência da Matemática Aplicada para a prática em sala de aula se deu em resposta às preocupações sociais e culturais e ao baixo desempenho dos

alunos na própria Matemática. Segundo o autor, essa adaptação deveria trazer para o ensino da Matemática mais motivação para aprender e mais compreensão da relevância dos conceitos matemáticos para os alunos. Na concepção do autor, a Modelagem Matemática voltada para o ensino passou a ser concebida como um processo matemático que “envolve formulação de hipótese e aproximações simplificadoras na criação de modelos matemáticos” (BEAN, 2001, p. 1).

Ainda segundo Bean (2001), os termos Modelagem ou Modelação passaram a ser usados para distinguir propostas de Modelagem Matemática aplicadas na Educação Básica ou no Ensino Superior, respectivamente. Seja “Modelagem” ou “Modelação”, concordamos com Bean (2001) quando afirma que o objetivo da Modelagem Matemática deve ser aproximar a Matemática escolar ou a Matemática universitária dos interesses dos alunos e dos aspectos da vida fora da escola; sejam esses aspectos advindos do cotidiano social, profissional ou do exercício da cidadania.

Porém, aproximar a Matemática das realidades dos alunos não é uma tarefa fácil e impõem um grande peso sobre o ensino da Matemática. Pois exige, além do desenvolvimento do conhecimento matemático, o desenvolvimento das capacidades de formular, empregar, interpretar e avaliar a Matemática em uma série de problemas do contexto real. Ou seja, exige a formação de um sujeito “letrado matematicamente” (JOLANDEK; KATO, 2021, p. 223) e que consiga mobilizar as competências de representar, matematizar, modelar, resolver problemas, argumentar e comunicar-se matematicamente, utilizando uma linguagem simbólica, formal e técnica das ferramentas matemáticas, em uma realidade que encontra-se carregada de interpretações e subjetividades.

Intepretações e subjetividades que também impactam os processos de ensino e aprendizagem e as formas de ver e conceber a aplicação da Modelagem ou da Modelação. Tanto que não existe um consenso no campo da Educação Matemática quanto a uma definição única de Modelagem Matemática. Entretanto, independentemente da concepção de Modelagem Matemática, Almeida, Silva e Vertuan (2020), Acebo-Gutiérrez e Rodríguez-Gallegos (2021) e Cunha e Santos (2022) e sinalizam que uma atividade de Modelagem pode envolver diferentes estratégias e ações em relação a resolução de um problema.

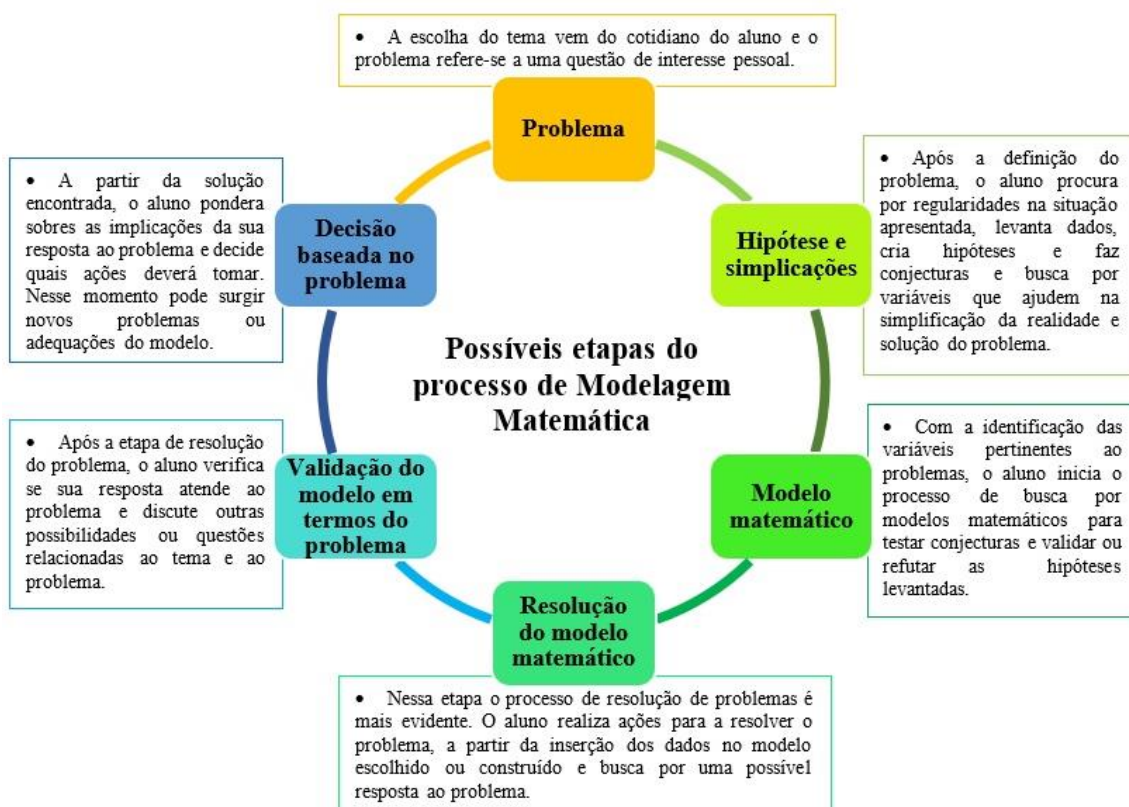
É importante ressaltar que a Resolução de Problemas, enquanto metodologia de ensino da Matemática, diferentemente da Modelagem, não envolve a escolha de um tema do cotidiano do modelador, ou a definição de um problema de interesse pessoal do aluno, e também não propicia a criação de conjecturas e ou o levantamento de hipóteses; e não exige a simplificação

da realidade por meio de modelos construídos a partir da ação do aluno; mas, a atividade de resolver um problema se constitui como a base da prática da Modelagem Matemática e portanto, é uma parte importante de todo o processo de Modelagem ou Modelação.

Retomando o foco nas discussões sobre a Modelagem Matemática, destacamos que a Figura 1 a seguir expressa uma possibilidade de entendimento das etapas do processo de Modelagem ou Modelação de um problema como um ciclo não direcional. O ciclo representa um conjunto de possibilidades de transitar entre etapas, sem o estabelecimento de uma ordem pré-estabelecida ou da necessidade de cumprimento de uma etapa antes da outra; pois cada etapa possui o mesmo nível de importância dentro do processo.

Esse ciclo expressa nosso entendimento de que os procedimentos para a Modelagem ou Modelação de um problema são “variados, não lineares e nem cíclicos” (BEAN, 2001, p. 51) e são pautados nas ações para a resolução de um problema.

*Figura 1 - Etapas do processo de Modelagem Matemática*



**Fonte:** Adaptado de Bean (2001, p. 51)

Além da diversidade dos entendimentos sobre a Modelagem ou Modelação e das diferentes etapas que pode ser desenvolvida no processo de Modelagem Matemática, o foco

ênfático nos problemas também influencia a escolha da concepção a ser trabalhada. A partir das concepções de Almeida, Silva e Vertuan (2020) e Acebo-Gutiérrez e Rodríguez-Gallegos (2021), sintetizamos na tabela 1 a seguir, sete possibilidades de entendimento da Modelagem Matemática de acordo com a ênfase dada ao problema.

*Tabela 1 - Diferentes Perspectivas de Modelagem Matemática*

| Perspectivas segundo Almeida et al. (2020) | Perspectivas segundo Acerbo-Gutiérrez et al. (2021) | Descrição  |
|--|---|--|
| <b>Realística</b>                          | <b>Realista ou aplicada</b>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfatizam questões que envolvem situações autênticas da indústria ou aplicação no trabalho.</li> </ul>  |
| <b>Contextual</b>                          | <b>Contextual</b>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• As questões levantadas têm por finalidade de contextualizar ou mostrar conteúdos matemáticos para motivação da aprendizagem.</li> </ul>   |
| <b>Sócio crítica</b>                       | <b>Sócio crítica</b>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• O foco dos temas e questões escolhidos devem ser a preparação para o exercício da cidadania de forma autônoma ou para a intervenção em debates por meio de reflexões pautadas na Matemática e no uso na realidade.</li> </ul> |
| <b>Epistemológica</b>                      | <b>Epistemológica ou teórica</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• O foco do problema deve privilegiar contextos estritamente matemáticos e presar pelo desenvolvimento de conceitos e propriedades matemáticas.</li> </ul>  |
| <b>Cognitiva</b>                           | <b>Cognitiva</b>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• O objetivo deve ser o de compreender processos cognitivos, barreiras matemáticas, epistemológicas, psicológicas etc. em relação a aprendizagem dos alunos.</li> </ul>   |
| <b>Educacional Didática</b>                | <b>Educativa Didática</b>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• As questões devem desencadear a aprendizagem ou servir como estratégia de ensino.</li> </ul>  |
| <b>Educacional Conceitual</b>              | <b>Educativa Conceitual</b>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• As questões buscam a introdução e sistematização de conceitos matemáticos.</li> </ul>   |

**Fonte:** Adaptado de Almeida, Silva e Vertuan (2020) e Acebo-Gutiérrez e Rodríguez-Gallegos (2021).

A partir das concepções destacadas na tabela 1, podemos destacar alguns aspectos do processo de Modelagem que justificam sua aplicação na Educação Básica. Esses aspectos são a possibilidade de reconhecer a Matemática em ambientes fora do escolar, como nas indústrias ou no trabalho; as oportunidades de desenvolvimento do conhecimento crítico e reflexivo; os estímulos ao uso de diferentes conceitos matemáticos por meio da contextualização; e as possibilidades de construção de estratégias de ensino que favoreçam o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa.

Contudo, apesar de haver diferentes motivos que justifiquem a adoção da Modelagem Matemática como metodologia de ensino nos processos de ensino e aprendizagem na Educação Básica, não podemos nos ater ingenuamente às vantagens de seu uso, sem pensarmos nos desafios ou obstáculos que essa perspectiva de ensino nos impõe. Pois, o uso da Modelagem no



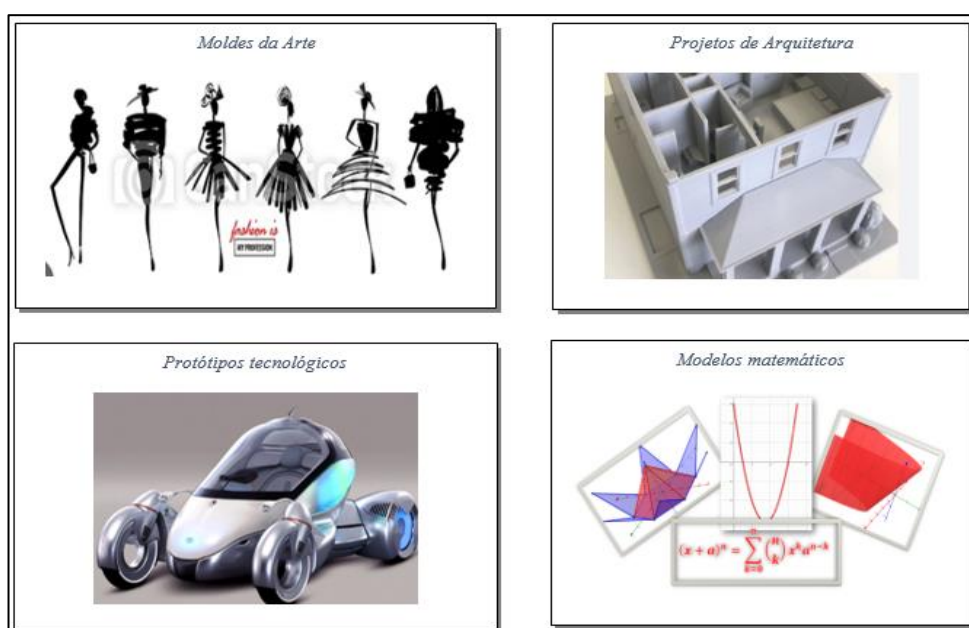
ensino “nem sempre se traduz em uma experiência de sucesso” (MEYER; CALDEIRA; MALHEIROS, 2019, p. 61) e esbarra em diferentes paradigmas tradicionais de ensino. Mas, essa é uma discussão para as próximas seções.

Porém, ressaltamos que nesse trabalho não definimos uma concepção prévia sobre Modelagem, pois buscamos um entendimento das concepções existentes, de tal forma uma concepção prévia poderia influenciar ou enviesar os resultados e análises da pesquisa. De tal modo, não apresentamos nosso entendimento sobre Modelagem Matemática, mas, destacamos nas próximas seções algumas possibilidades de entendimento de sua relação com o uso das tecnologias digitais.

## 2.2. Modelagem Matemática e Tecnologias Digitais: algumas possibilidades

A criação de modelos é uma prática presente em diferentes áreas do conhecimento e sua finalidade não é oferecer uma cópia fiel da realidade estudada; mas, propiciar uma simplificação da realidade, que possibilite a construção de possíveis previsões de comportamentos, ou demonstração de certos fenômenos, ou observação de certas propriedades de alguns objetos, ou a ilustração de diferentes características da realidade estudada. A figura 2 ilustra alguns exemplos de modelos que podem ser usados no cotidiano ou no ambiente escolar.

Figura 2 - Diferentes tipos de modelos



**Fonte:** Adaptado de Lacerda (2023a)

Um modelo possui diferentes finalidades; mas, independentemente delas, um modelo deve ser “sempre uma tentativa de expor e/ou explicar características” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2020, p. 13) de um problema, fenômeno ou realidade. E como tal, um modelo possui limites e restrições, que permitem modelar ou caracterizar apenas uma parte da realidade através da Matemática. Esses limites ou restrições podem ser consequências das limitações da Matemática empregada na construção do modelo ou das ferramentas tecnológicas escolhidas para sua criação.

Apesar das limitações ou restrições dos modelos matemáticos ao representarem uma determinada realidade, destacamos com as considerações de Filho *et al.* (2022) que o uso das tecnologias digitais nos processos de criação de modelos pode trazer para o ensino da Matemática a promoção da interação, do compartilhamento e da contextualização dos conceitos matemáticos, ajudando no desenvolvimento do pensamento computacional. Neste sentido, Lacerda *et al.* (2020) ponderam que a tecnologia digital deve ser parte integrante de todo o processo de ensino e aprendizagem, independente da disciplina a ser aprendida ou lecionada.

A partir das colocações de Santos *et al.* (2022), corroboramos com as considerações feitas por Lacerda *et al.* (2020) e Filho *et al.* (2022), no entendimento de que as tecnologias digitais como aliadas dos processos educativos propiciam a construção de ambientes de investigação e pesquisa mais dinâmicos e atrativos, que motivam e ajudam a desenvolver estratégias diversificadas para a resolução de problemas, influenciando positivamente a construção do conhecimento matemático.

Em pesquisas contemporâneas no campo da Educação Matemática, o uso da tecnologia nos processos de Modelagem Matemática está associado a possibilidades de relacionar cotidiano e aprendizagem, de propiciar ressignificações dinâmicas, interações, diversidades, ludicidades, inovações e de favorecimento do diálogo, da exploração, da experimentação e do desenvolvimento do conhecimento. Contudo, ressaltamos a importância de não se ter uma visão ingênua ou otimista de seu uso nos processos de ensino, pois a tecnologia por si só, não resolve todos os problemas do ensino da Matemática ou da aprendizagem dos alunos.

Então, chamamos a atenção para as considerações de Selwyn (2017) que sinaliza que o uso da tecnologia se tornou corriqueiro na vida cotidiana, mas essa realidade não se reflete nos ambientes educacionais brasileiros. Segundo as asseverações do autor, vivenciamos a existência de entraves para a utilização da tecnologia nas escolas que vão desde a infraestrutura inadequada até a resistência de alunos e professores ao seu uso em sala de aula.

O sucesso do ensino e da aprendizagem com o uso da tecnologia depende dos usos que damos a ela e dos cuidados para não incorrer em aplicar “velhas práticas” com “recursos novos”; sem que realmente se alcance o processo de modelagem, ou a construção do conhecimento desejado ou a autonomia e o desenvolvimento do pensamento reflexivo e crítico.

A animação intitulada “Tecnologia ou metodologia?”<sup>4</sup> da UNIPAC, postado em 15 de setembro de 2007 no Youtube, ilustra a reprodução de práticas tradicionais com recursos tecnológicos e nos possibilita refletir que não é suficiente trocar recursos didáticos por tecnologias mais avançadas, mas, que o uso de tecnologias digitais nos ensinos necessita um repensar sobre as práticas pedagógicas com esses recursos.

De tal maneira, concordamos com Correia e Oliveira (2020) que o uso da tecnologia digital nas atividades de Modelagem Matemática, de forma intencional, planejada e com clareza de seus objetivos, potencializa a produção e coordenação de diferentes registros de representação associados aos conceitos matemáticos estudados; permite uma compreensão mais profunda da relação desses conceitos com a realidade; e possibilita sua utilização para a construção de novas aprendizagens, produzindo significados para esses conceitos matemáticos na vida do aluno e tornando a aprendizagem mais significativa<sup>5</sup> para ele.

Brasil *et al.* (2021) enfatizam que as tecnologias digitais podem promover impactos significativos na aprendizagem, pois possibilita a incorporação de novos modos de pensar e agir da juventude contemporânea aos processos educativos. Ou seja, pode oferecer ao ensino características da cultura digital. Em relação ao tema desse trabalho, acrescentamos as asseverações de Carvalho e Klüber (2021) que salientam a impressão da existência de uma incorporação natural das tecnologias digitais na Modelagem Matemática.

Porém, trazendo um contraponto a essa percepção, Ramon *et al.* (2022) sinalizam que poucas práticas em Modelagem Matemática utilizam a tecnologia digital. Temos a mesma percepção ao analisamos as práticas de colegas professores na Educação Básica. Acreditamos que talvez essa não incorporação da tecnologia no processo de Modelagem possa ser devido ao desconhecimento de suas potencialidades na criação de modelos matemáticos. Então,

---

<sup>4</sup> Nesta animação a professora aparece “tomando a tabuada” dos alunos de forma mecanizada e com o auxílio do quadro. Em momento posterior, a mesma metodologia é utilizada, porém com o uso de recursos tecnológicos mais avançados. Essa animação pode ser acessada no link: <https://youtu.be/xLRt0mvvpBk>.

<sup>5</sup> Enfatizamos citando Almeida, Silva e Vertuan (2020, p. 36), que a aprendizagem significativa ocorre quando o aluno consegue relacionar conhecimentos previamente adquiridos à novas informações, de forma a desenvolver um novo conhecimento ou uma compreensão mais profunda do objeto de estudo e de sua relação com outros conhecimentos e com o mundo.

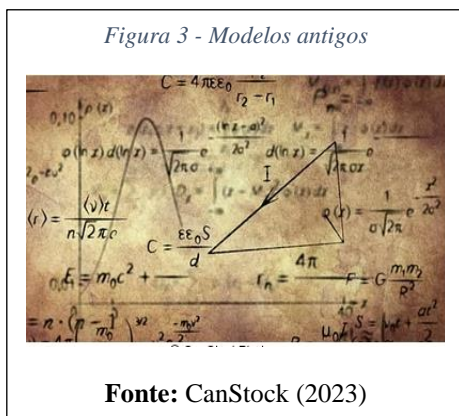
consideramos importante trazer na próxima seção algumas breves discussões sobre a evolução dos modelos matemáticos e o uso das tecnologias digitais que podem ser usadas na sua criação.

### 2.2.1. A evolução dos modelos matemáticos e o uso da tecnologia

A evolução da tecnologia impacta diretamente em todos os aspectos da vida social, pessoal, profissional e acadêmica dos indivíduos e influencia a evolução dos modelos matemáticos à medida que possibilita a inserção de novas ferramentas e funcionalidades para representação, coleta, tratamento e análise de dados.

Nesse sentido, destacamos as considerações de Moreno-Armella *et al.* (2008) ao discorrer sobre a evolução da tecnologia a partir do entendimento de cinco estágios evolutivos: estático inerte, estético cenestésico, da computação estática, dinâmico discreto e dinâmico contínuo. Segundo o autor, o surgimento das mídias<sup>6</sup> estáticas, como os livros, os histogramas, os pictogramas, os ideogramas e outras mídias, possibilitou a manipulação, o armazenamento e o transporte de informações e potencializou as ações de interpretação de realidades, fenômenos e situações.

A partir desses cinco estágios, pontuamos em cada um deles as funcionalidades adquiridas pela tecnologia, que consideramos ter influenciado ou contribuído com a evolução dos modelos matemáticos.



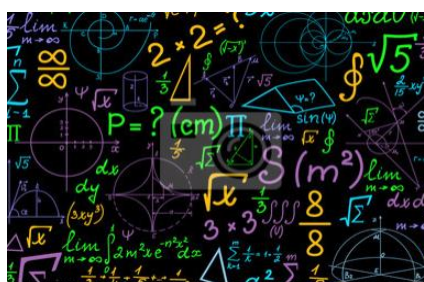
**Estágio Estático Inerte.** Nesse estágio, as informações estão fundidas à tecnologia e são inertes. A modificação das informações é muito difícil e necessita, na maioria das vezes, da substituição da mídia. As mídias estáticas podem ser elaboradas por meio de representações escritas ou em desenhos, com símbolos ou arte cuneiforme e em tábuas ou construções geométricas em argila ou madeira.

<sup>6</sup> O que são mídias? Mídia consiste no conjunto dos diversos meios de comunicação com a finalidade de transmitir informações e conteúdos variados, como os livros, os jornais, as revistas, os programas matemáticos, os hipertextos, a televisão, o rádio e a internet. (DICIONÁRIO CALDAS AULETE, 2023)

No estágio estático inerte, os modelos matemáticos, em sua maioria, podem ser objetos geométricos, dados numéricos, tabelas e fórmulas, que privilegiam as características físicas (figuras ou sólidos) ou abstratas (números, tabelas, gráficos e fórmulas) do conhecimento matemático.

A divulgação e compartilhamento das informações em mídias estáticas era mais demorado na antiguidade; porém essa demora não impediu as discussões de cada modelo e as modificações em suas teorias.

Figura 4 - Quadro negro e giz colorido



Fonte: MyLoview (2023)

**Estágio Estético Cinestésico.** Esse estágio se diferencia do anterior pela possibilidade de reutilização da mídia e pela facilidade no destaque de elementos importantes com o uso de cores para diferenciação das informações. Mas, apesar da possibilidade de destaque com marcadores ou apagamento das informações para reutilização da mídia, as inscrições continuavam estáticas e fundida a mídia.

Os modelos matemáticos nesse estágio ganharam cores, que possibilitaram o destaque de dados e características relevantes. A possibilidade de apagamento das informações contidas nas mídias (quadro ou papel, por exemplo) tornou um pouco mais prática a reutilização dos modelos construídos, a inserção de novos parâmetros e a evolução dos modelos.

Figura 5 - Calculadora gráfica



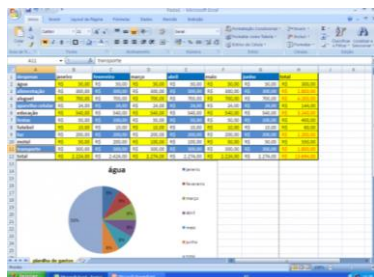
Fonte: Amazon (2023)

**Estágio da computação gráfica.** A evolução para esse estágio permitiu o uso de calculadoras, a construção de gráficos e o trabalho com funções em mídias estáticas a partir da possibilidade de inserção de alguns dados por meio da interação limitada do usuário com os dispositivos.

Nesse estágio, os modelos matemáticos passaram a ser compostos por ferramentas para a construção de gráficos e para agilizar trabalhos que antes eram feitos manualmente, como cálculos numéricos, estatísticos e probabilísticos.

Com o passar do tempo, após o surgimento da mídia estática e com a inserção de novas funcionalidades nas mídias, houve a transição evolutiva das inscrições estáticas para as inscrições dinâmicas, que impetraram novas formas de pensamento simbólico ao conhecimento matemático: a visualização, a experimentação e a simulação.

*Figura 6 - Planilhas e gráficos*

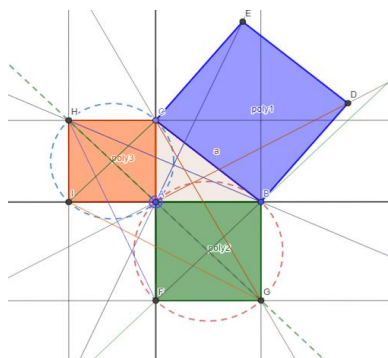


**Fonte:** IPED (2023)

**Estágio Dinâmico Discreto.** A interação humano-tecnologia se torna um pouco mais fluida, prática e maleável com a possibilidade de intervenção do usuário na inserção de um conjunto dados em planilhas, na criação de listas, no traçado de gráficos, nos cálculos de regressões, potencializando a entrada de parâmetros nos modelos matemáticos.

Os modelos matemáticos construídos puderam ser observados e modificados a partir de ações de alteração de um valor por controle deslizante ou com sua digitação no campo de entrada da mídia tecnológica utilizada.

*Figura 7 - Relações entre triângulos e quadrados*



**Fonte:** Lacerda (2023b)

**Estágio Dinâmico Contínuo.** A tecnologia permite ações de clicar, arrastar, mover, ampliar ou reduzir, detectar movimento ou temperatura, coletar e armazenar dados, além de oferecer análises e resultados independentemente da ação do usuário.

Nesse estágio de evolução, a tecnologia permite a criação de modelos matemáticos em ambientes dinâmicos de simulação ou de Geometria Dinâmica e emprega mais dinamicidade às observações, modificações e validações dos modelos construídos.

Os estágios evolutivos da tecnologia proporcionaram a inserção de novas características aos modelos matemáticos, influenciaram e ajudaram na sua evolução. Mas, salientamos que um modelo matemático evolui, não apenas pela inserção de novas funcionalidades nas ferramentas

tecnológicas que o compõem; mas também, e principalmente, pela inserção de novos parâmetros e técnicas matemáticas na sua construção.

Entretanto, a evolução da tecnologia possibilitou a manipulação, visualização, verificação e validação de dados e parâmetros e ajudou no aperfeiçoamento de modelos, enriquecendo e motivando a busca por representações, simbolizações, generalizações e comprovações matemáticas dos resultados obtidos com os modelos.

### 2.2.2. Alguns exemplos de modelos matemáticos clássicos em mídias dinâmicas

Uma das etapas do processo de modelagem é a escolha da ferramenta ou técnica matemática que comporá o modelo matemático. Essa escolha se processa através daquilo que o modelador conhece, reconhece e domina como ferramenta.

Assim, com inspiração nos trabalhos do professor Rodney Bassanezi, que classifica os modelos matemáticos quanto a natureza do fenômeno e o tipo de Matemática empregada, destacamos alguns exemplos de modelos que podem ser construídos em mídias dinâmicas. Esses modelos podem ser classificados como: a) modelos lineares ou não-lineares; b) modelos estáticos ou dinâmicos; c) modelos estocásticos ou determinísticos; e d) modelos educacionais históricos, de experiência em Iniciação Científica ou de experimentação.

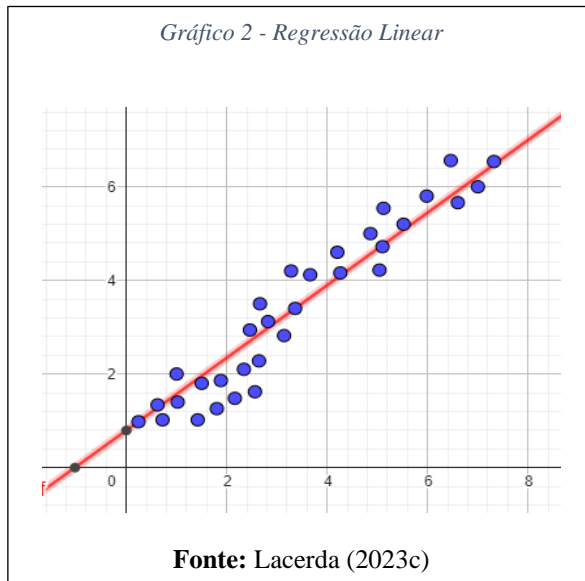
Cada um desses modelos pode ser utilizado para modelar dados discretos ou dados contínuos. Para dados discretos podem ser usados modelos em equações de diferenças e para dados contínuos podem ser utilizados modelos em equações diferenciais. Nas seções seguintes são apresentados exemplos de cada um desses modelos, construídos em um software de Geometria Dinâmica, o software Geogebra<sup>7</sup>. Caso você esteja com a versão digital desse trabalho, tomando a ação “Ctrl + clique” sobre as imagens e modelos, você poderá acessá-los ou experimentá-los virtualmente.

---

<sup>7</sup> O Geogebra é um software livre de Geometria Dinâmica, que reúne ferramentas para se trabalhar com representações geométricas, algébricas e numéricas de conceitos matemáticos. Suas funcionalidades permitem arrastar, mover, ampliar, reduzir, girar e animar as construções realizadas, dentre outras funcionalidades. O software pode ser baixado para o computador, usado no celular ou acessado virtualmente no link: <https://www.geogebra.org/graphing>.



### 2.2.2.1. Modelos lineares e modelos não-lineares



Os modelos lineares e os modelos não-lineares se distinguem pelas características de suas equações básicas. Na criação de modelos lineares, buscamos por ajustes ou regressões lineares. Nas regressões lineares ou ajustes lineares, usamos técnicas matemáticas para determinar os coeficientes angular e linear para obtenção da equação da reta  $y = ax + b$  (gráfico 2). A equação encontrada através do ajuste linear representa a reta que melhor modela o comportamento dos dados coletados.

Os modelos não-lineares podem ser obtidos por ajustes polinomiais ou não-polinomiais. Esses ajustes geram curvas, que melhor modelam o problema quando o conjunto de dados não pode ser contemplado por um ajuste linear. Esses ajustes podem ser realizados por regressões quadráticas, cúbica, bi quadráticas, exponenciais, senoidais e outras, como ilustrado nos gráficos 3 a 6.

*Gráfico 3 - Regressões não-lineares quadrática e cúbica*

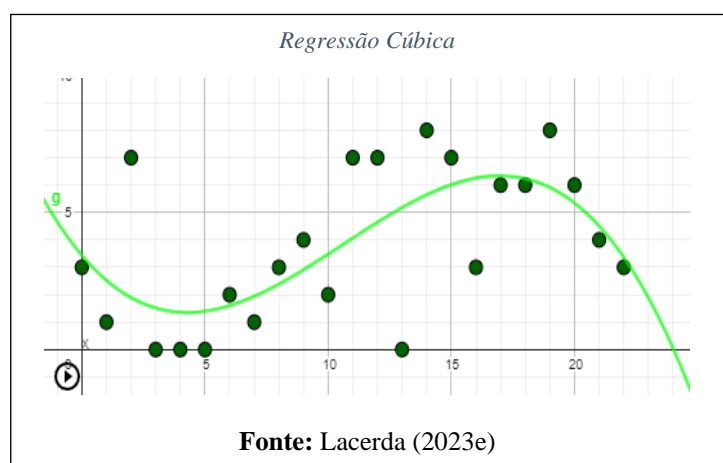
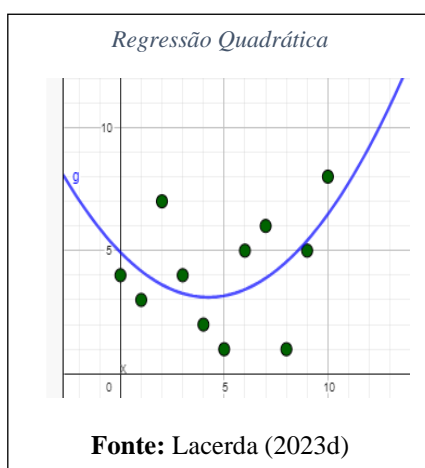
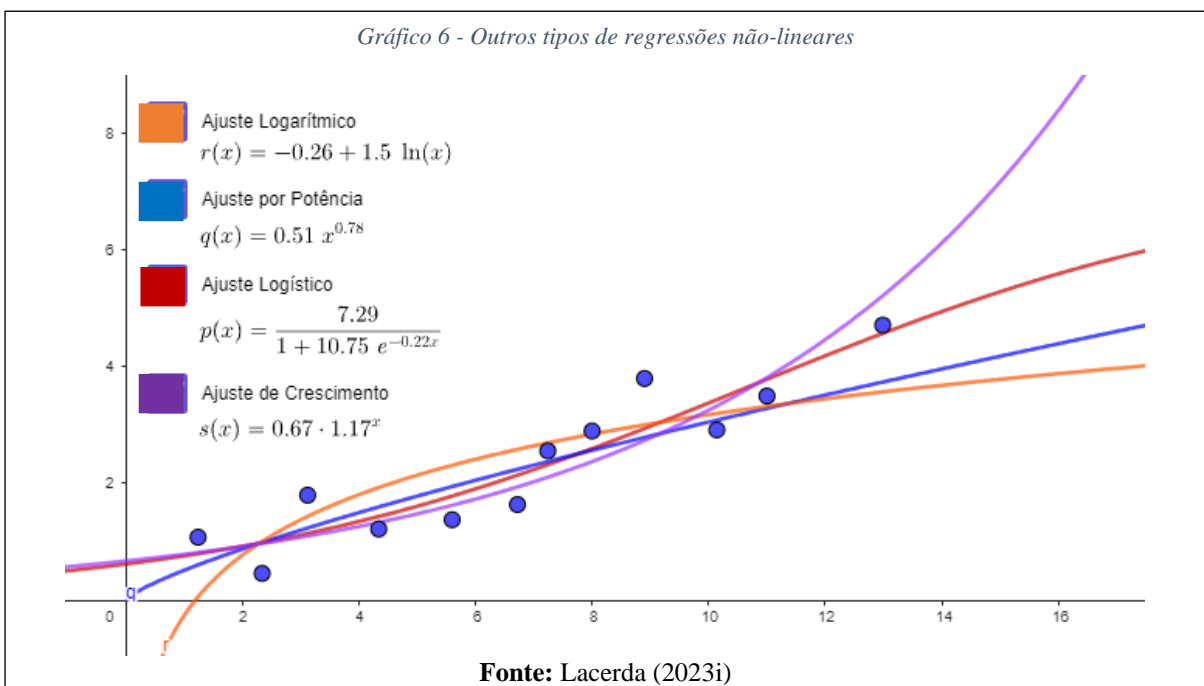
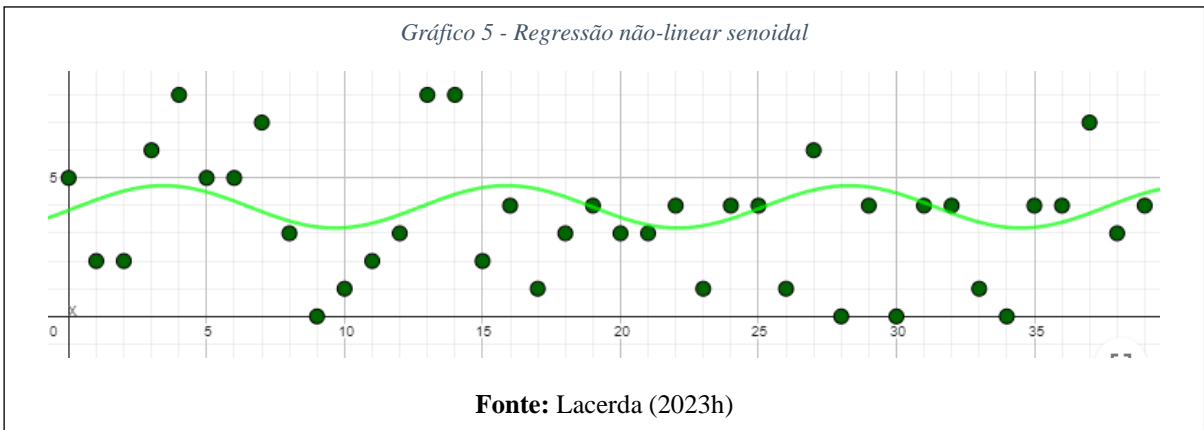
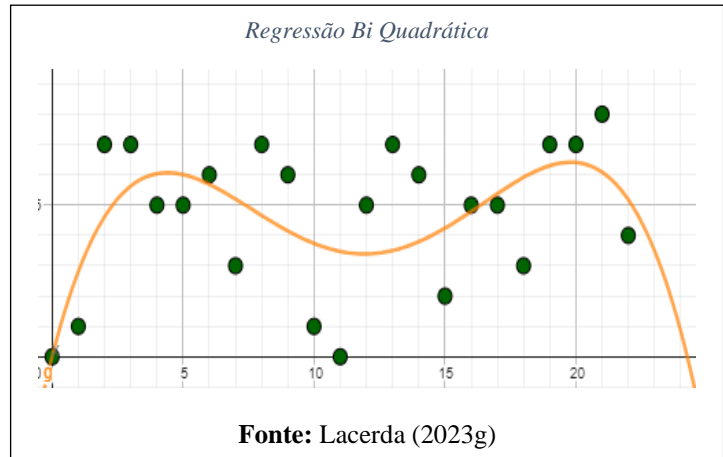
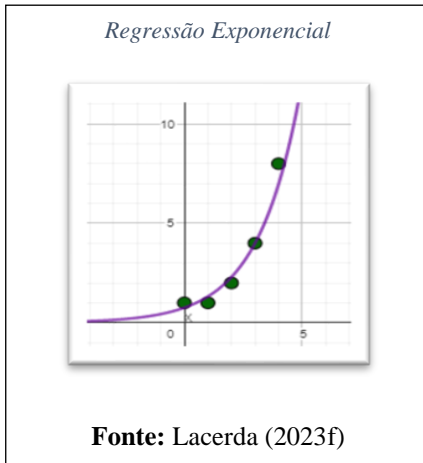




Gráfico 4 - Regressões não-lineares exponencial e bi quadrática



### 2.2.2.2. Modelos estáticos e modelos dinâmicos

Os modelos estáticos representam formas ou objetos e geralmente são modelos utilizados para estudos que envolvem diversos conceitos relacionados as diferentes Geometrias. Suas finalidades são expor características como tamanho, cores, proporções e formatos e seus objetos podem ser projetos, protótipos, maquetes, figuras e sólidos geométricos, dentre outros. As figuras 9 a 12 ilustram alguns exemplos de modelos estáticos.

*Figura 9 - Polígonos que respiram*

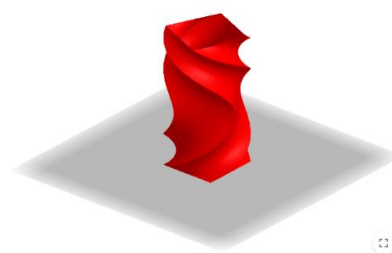


**Fonte:** Abreu e Bortolossi (2019)

Na figura 9 temos um modelo construído por Gustavo Abreu e Humberto Bortolossi (2023) que ilustra a representação de diferentes polígonos. Na animação “Polígonos que respiram” podemos observar exemplos de modelos estáticos em Geometria Plana, como triângulos, quadrados e outro polígonos. Apesar da animação nos oferecer a impressão de movimento, as características dos polígonos são estáticas.

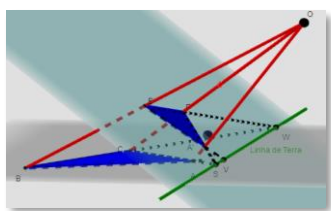
Na figura 10, temos a representação de um modelo estático em Geometria Espacial. Nesse modelo, o autor Humberto Bortolossi reproduz as distorções de uma superfície. Esse modelo pode ser utilizado tanto para representar uma obra de arte quanto para estudar aspectos físicos de um sólido ou simular propriedades físicas de estruturas de sustentação de prédios, pontes e outros.

*Figura 10 - Torções e Rotações*



**Fonte:** Bortolossi (2018)

*Figura 11 - Projeções no Plano Horizontal*



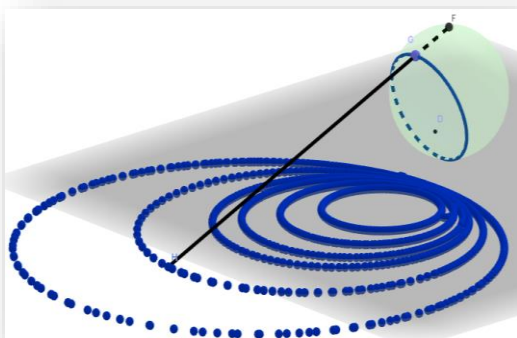
**Fonte:** Lacerda (2023j)

Na figura 11 temos um modelo estático que representa conceitos da Geometria Projetiva<sup>8</sup>. Nesse modelo podemos perceber a representação da projeção de um foco de luz no ponto O, que atravessa uma abertura triangular no plano inclinado e projeta a sua forma no plano horizontal.

Com os modelos construídos a partir de conceitos da Geometria Projetiva é possível estudar diferentes conceitos relacionados as retas, planos e projeções. Os conceitos de Geometria Projetiva também podem ser utilizados em modelos onde a superfície projetada ou de projeção não é plana e suas aplicações se propagam na Engenharia, na Arte, na Geografia, na Cartografia, na Astronomia e em outras áreas do conhecimento.

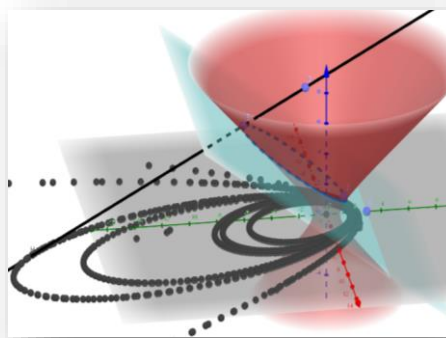
*Figura 12 - Modelos em Geometria não-euclidiana*

*Geometria na Esfera*



**Fonte:** Lacerda (2023k)

*Geometria na Hipérbole*



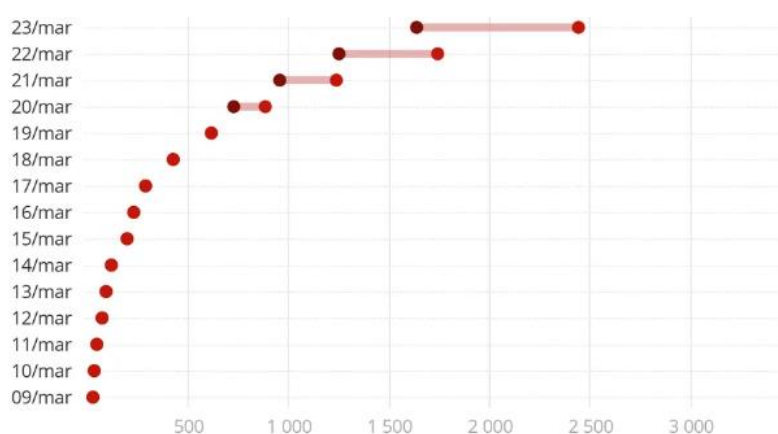
**Fonte:** Lacerda (2023l)

<sup>8</sup> Geometria Projetiva é um ramo da Matemática que estuda as relações entre objetos e suas imagens projetadas.

Nas figuras 12 temos a representação de dois modelos estáticos que utilizam conceitos de projeção estereográfica<sup>9</sup> na Geometria da esfera<sup>10</sup> e na Geometria da hipérbole<sup>11</sup>, respectivamente.

Os **modelos dinâmicos** expressam a relação entre duas variáveis e simulam as variações de estágios de um fenômeno. Esses modelos podem ser construídos por meio de regressões lineares ou não-lineares e podem ser usados para modelar o crescimento populacional de uma espécie, a evolução dos valores de uma poupança, o crescimento de um indivíduo ou as oscilações de um pêndulo, por exemplo.

*Gráfico 7 - Modelo dinâmico que representa o crescimento da Covid-19 no Brasil*



**Fonte:** Pierre (2020)

O gráfico 7 ilustra um tipo de modelo dinâmico que expressa a relação entre duas variáveis. No caso desse exemplo, as variáveis são os dias (tempo) e o número de pessoas contaminadas pelo novo coronavírus.

<sup>9</sup> A **projeção estereográfica** é uma transformação que projeta uma esfera em um plano e que preserva ângulos e círculos, com exceção dos círculos que passam pelo polo da esfera. As projeções estereográficas são utilizadas na Astronomia, por exemplo, para projetar a Terra e as trajetórias das estrelas como círculos no plano.

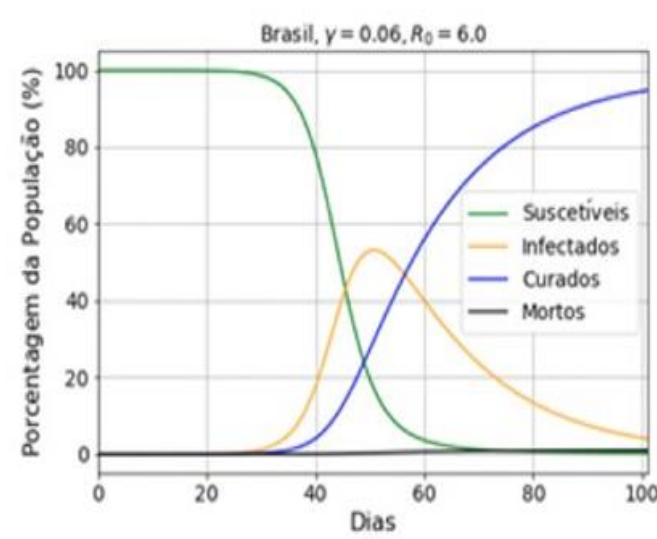
<sup>10</sup> A **Geometria da esfera ou Geometria Esférica** é uma geometria não-euclidiana que estuda objetos matemáticos em superfícies não-planas como a superfície da esfera. Os conceitos de Geometria esférica são usados para estudar as distâncias na superfície terrestre.

<sup>11</sup> A **Geometria na hipérbole ou Geometria Hiperbólica** também é uma geometria não-euclidiana, que estuda objetos e projeções em superfícies negativas, ou seja, na hipérbole.

### 2.2.2.2. Modelos estocásticos e modelos determinísticos

Os modelos estocásticos e os modelos determinísticos se distinguem pelo uso ou não de fatores aleatórios nas suas equações (BASSANEZI, 2002). Os **modelos determinísticos** não utilizam fatores aleatórios. Essa característica possibilita previsões sobre o futuro do sistema a partir de suposições, ao considerar que um determinado instante de tempo pode oferecer informações suficientes para prever o comportamento do processo estudado em sua integralidade. Um exemplo de modelo determinístico encontra-se ilustrado no gráfico 8 a seguir.

Gráfico 8 - Predição do número total de mortos no Brasil

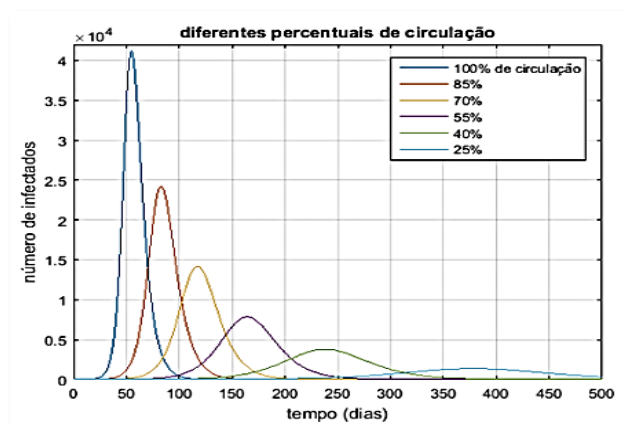


Fonte: Gomes *et al.* (2019)

O modelo de Lyra e Nascimento ilustrado no gráfico 8 representa uma suposição sobre o número total de mortos no Brasil, que segundo seus criadores, evidenciava um quadro alarmante para a população brasileira. Ele representa a relação entre o número de infecções e mortes e o tempo, em dias, sem considerar fatores como a diminuição de circulação do vírus.

Nos **modelos estocásticos** são utilizados dados probabilísticos que dificultam uma previsão do comportamento futuro do sistema a partir da observação de apenas alguns instantes ou estágios do processo. Um exemplo mais recente de modelo estocástico pode ser ilustrado pelo gráfico 9 a seguir.

Gráfico 9 - Predição do número total de mortos no Brasil



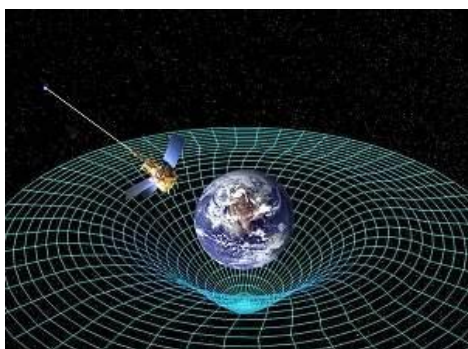
Fonte: Gomes *et al.* (2019)

No gráfico 9, o modelo intitulado “Diferentes percentuais de circulação” traz uma representação em curvas do número de infectados pelo novo coronavírus. A simulação que gerou esse modelo trabalhou com diferentes possibilidades de percentuais de circulação do novo coronavírus no país e ofereceu uma possível análise de respostas à doença, se cada possível percentual pudesse ser atingido.

#### 2.2.2.3. Modelos educacionais

Os **modelos educacionais** têm como finalidade auxiliar no desenvolvimento da aprendizagem dos conceitos matemáticos, a partir da oferta de experiências para o desenvolvimento do pensamento, da ação, da abstração, da formalização e da resolução de situações por meio de processos empíricos de análise de fenômenos. Segundo Bassanezi (2002) esses modelos podem ser modelos históricos, modelos de experiência em Iniciação Científica ou modelos de experimentação.

Figura 13 - Curvatura do espaço-tempo

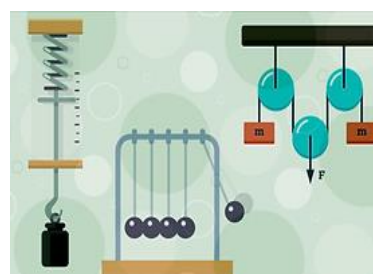


Fonte: BBC (2011)

Os **modelos históricos** são modelos que ajudam a discutir ou testar métodos matemáticos, historicamente construídos; por exemplo, o estudo da teoria espaço-tempo desenvolvida por Albert Einstein, há mais de 100 anos. O modelo ilustrado na figura 13 exemplifica uma simulação realizada pela NASA para explicar ou confirmar a teoria do matemático para a curvatura do espaço-tempo em torno de objetos maciços.

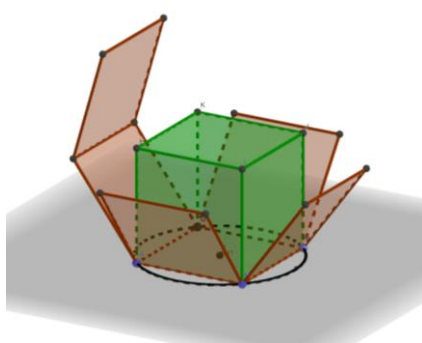
Os **modelos de experiência em Iniciação Científica** são modelos que normalmente se originam de trabalhos de pesquisa na graduação; por exemplo, as simulações (figura 14). A página da UFC apresenta duas alternativas aos experimentos reais, dos quais as simulações são descritas como modelos que guardam semelhança com os experimentos reais correspondentes.

Figura 14 - Simuladores de fenômenos físicos



Fonte: UFC (2011)

Figura 15 - Planificação do cubo



Fonte: Gonçalves (2018)

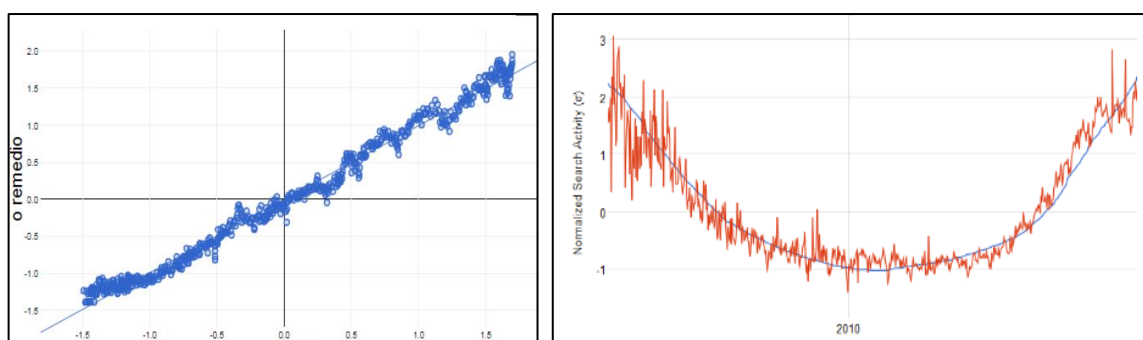
Os **modelos de experimentação** são criados a partir de processos empíricos, vivenciados nas salas de aula, como a criação de mosaicos, de padrões geométricos, simulações e outros. O modelo ilustrado na figura 15 foi construído no software Geogebra para uma atividade intitulada “explorando o cubo em 3D” (GONÇALVES, 2018). O objetivo desta atividade é auxiliar na visualização e exploração de características e propriedades de um cubo.

Outro exemplo de uso educacional de modelos matemáticos que gostaríamos de destacar foi desenvolvido por Gayeski, Vecchia e Maltempi (2020). Com o uso das tecnologias de

recursos de Big Data<sup>12</sup>, os autores trabalharam tarefas com o Google Trends<sup>13</sup> e com o Google Correlate<sup>14</sup> para discutir as potencialidades da Modelagem Matemática e do Big Data no desenvolvimento de habilidades relacionadas a Literacia Digital<sup>15</sup>.

No trabalho desenvolvido, os autores e seus alunos exploraram os resultados de buscas no Google correlate para discutir modelos matemáticos com ajustes lineares e não-lineares. A figura 16 ilustra alguns modelos construídos e discutidos durante as atividades desenvolvidas pelos e seus alunos.

*Figura 16 - Modelos matemáticos a partir das buscas no Google*



**Fonte:** Gayeski, Vecchia e Maltempi (2020, p. 244-245)

Em resumo, geralmente, as técnicas Matemáticas utilizadas na construção dos modelos lineares, não lineares, estocásticos ou determinísticos são de obtenção de coeficientes para a determinação de equações de retas ou curvas de modelação. Essas técnicas podem ser utilizadas

<sup>12</sup> A tecnologia de Big Data não tem uma forma padrão para defini-la, de uma forma geral, podemos dizer que se refere a grande quantidade de dados produzidos a nível global “cujo manuseio requer técnicas complexas”. (NEVES; CARVALHO, 2018, p. 315).

<sup>13</sup> Segundo Gayeski, Vecchia e Maltempi (2020, p. 243) citando Santos e Lemes (2014), “o Google Trends permite identificar a evolução de busca de termos específicos na internet, comparar essa evolução e verificar o que as pessoas mais costumam pesquisar”. O Google Trends pode ser acessado através do link: <https://trends.google.com.br/trends/explore?geo=BR&hl=pt-BR>.

<sup>14</sup> Gayeski, Vecchia e Maltempi (2020, p. 243) define o Google Correlate, a partir das considerações de Santos e Lemes (2014, p. 182), como um recurso do Big Data que permite introduzir “um termo de busca ou uma série de dados temporais ou regionais e se obtém uma lista das consultas no Google cujas frequências seguem padrões que melhor se correlacionam com os dados”. Porém, o Google encerrou as atividades da ferramenta correlate no dia 15 de dezembro de 2019, por causa do seu baixo uso nos últimos anos.

<sup>15</sup> A Literacia Digital é a consciência, a atitude e a capacidade dos indivíduos de utilizar recursos e facilidades digitais para identificar, acessar, gerenciar, integrar, avaliar, analisar e sintetizar recursos digitais, construir novos conhecimentos, criar expressões de mídia, e se comunicar com os outros. (GAYESKI; VECCHIA; MALTEMPI, 2020, p. 242 apud MARTIN, 2006)



com um conjunto de dados discretos, como os dados ilustrados nos gráficos 3 a 6, ou com um conjunto de dados contínuos, exemplificados nos gráficos 8 e 9.

De acordo como o conjunto de dados utilizados, podemos obter modelos em equações de diferenças ou modelos em equações diferenciais. Ambos os modelos podem utilizar tanto os ajustes lineares quanto os ajustes por curvas e podem ser trabalhos no Ensino Superior; mas, na Educação Básica indicamos apenas o uso de modelos em equações de diferenças; pois os modelos em equações diferenciais exigem um conhecimento mais avançado da Matemática, que vai além do previsto para os níveis de escolaridade da Educação Básica.

### 2.2.2.3. Modelos em equações de diferenças e modelos em equações diferenciais

Os modelos de equações de diferenças e os modelos em equações diferenciais se distinguem pelos conjuntos de dados que são utilizados na sua construção. Os **modelos em equações de diferença** são equações que podem ser representadas por fórmulas de recorrências do tipo:  $x_{n+1} = f(x_n)$ . Essas equações geram sequências de números reais por recursividade.

Os modelos em equações de diferenças são utilizados quando os dados coletados são do tipo discreto. Ou seja, quando o conjunto de dados (finito ou infinito) é um conjunto enumerável<sup>16</sup> de valores. Esses dados podem ser obtidos a partir do resultado de uma contagem e podem modelar situações de financiamento, orçamento familiar, capitalização, crescimento populacional e etc.

- As **equações de diferenças lineares** são equações da forma:  $x_{n+1} = f(x_n)$ , onde  $f$  é uma função linear de  $x_n$ . A gráfico 10 ilustra um modelo construído a partir da equação  $f(x_n) = 1,1x$ , cujo valor inicial  $x_0 = 100$  e a quantidade de termos é  $n = 12$ . Essas condições simulam o montante acumulado a juros simples de 10% ao mês, da aplicação de um capital inicial  $x_0$  de R\$ 100,00, durante  $n = 12$  meses, em uma poupança fictícia.

---

<sup>16</sup> Um conjunto é enumerável quando conseguimos enumerar ou relacionar seus elementos. Matematicamente, um conjunto  $A$  é enumerável quando é finito ou quando existe uma bijeção  $f: \mathbb{N} \rightarrow A$ . A função  $f$  é dita enumeração de  $A$ .



Os **modelos em equações diferenciais** são necessários quando as variáveis definidas para a modelação de uma situação ou fenômeno são contínuas; ou seja, quando o conjunto de dados assume valores que podem ser representados por intervalos reais, que geralmente são obtidos a partir de medições. Por exemplo, os dados coleados sobre a variação de temperatura ao longo do dia ou do aquecimento de um processador do computador são do tipo contínuos.

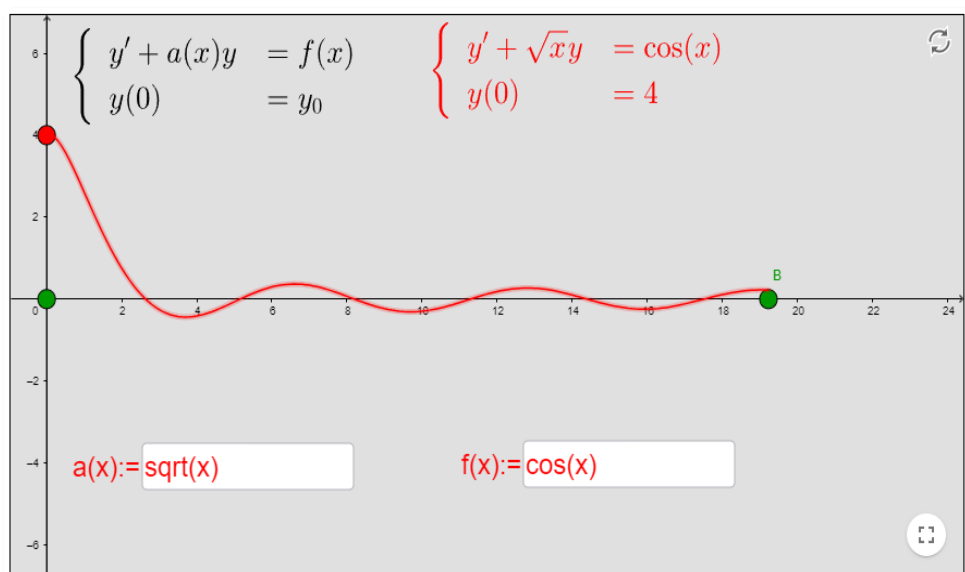
Na construção desses modelos podemos utilizar técnicas matemáticas como as equações diferenciais ordinárias (EDO), que são equações que envolvem derivadas de uma função desconhecida de uma variável. As EDO podem ser classificadas pela maior ordem das derivadas que aparecem na sua fórmula.

$$\frac{dy}{dx} = f(x, y)$$

A **EDO de 1ª ordem** é uma equação que se apresenta da seguinte forma:  $\frac{dy}{dx} = f(x, y)$ , onde  $f(x, y)$  é dada e a incógnita é a função  $x(t)$ . A solução geral dessa equação é uma família de curvas que satisfazem a equação quando fixamos um ponto  $P_0 = (x_0, y_0)$ . A curva que passa por  $P_0$  e satisfaz  $\frac{dy}{dx} = f(x, y)$  é chamada de “solução particular do problema de Cauchy” (BASSANEZI, 2002, p. 125):

$$\begin{cases} \frac{dy}{dx} = f(x, y) \\ y(x_0) = y_0 \end{cases}$$

Gráfico 12 - EDO de 1ª ordem



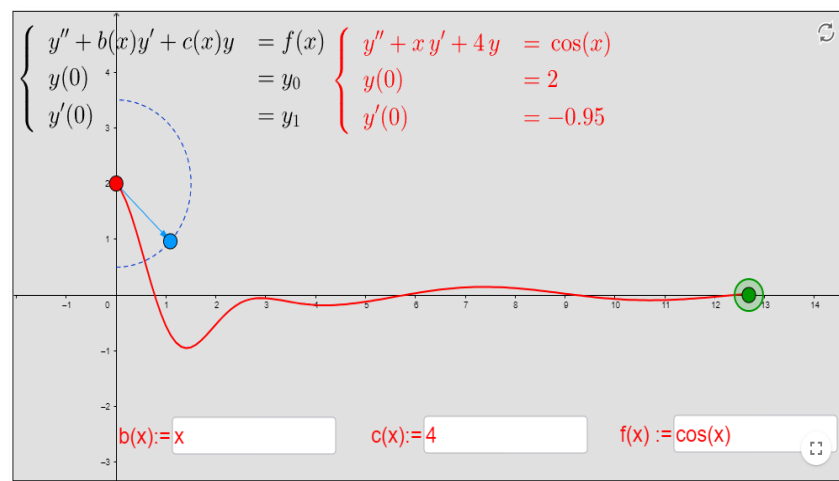
Fonte: IGM DIGITAL (2023a)

$$\frac{d^2y}{dx^2} = a \frac{dy}{dx} + by + c$$

• A **EDO de 2ª ordem** é uma equação do tipo  $\frac{d^2y}{dx^2} = a \frac{dy}{dx} + by + c$ , onde  $a$ ,  $b$  e  $c$  são constantes ou funções  $a(x)$ ,  $b(x)$  e  $c(x)$ . A solução geral dessa equação é uma família de curvas que satisfazem as equações:

$$\begin{cases} \frac{d^2y}{dx^2} = a(x) \frac{dy}{dx} + b(x)y + c(x) \\ \frac{dy}{dx}(x_0) = y_1 \\ y(x_0) = y_0 \end{cases}$$

Gráfico 13 - EDO de 2ª ordem



Fonte: IGM DIGITAL (2023b)

Ressaltamos que o objetivo nesta parte do trabalho não foi estudar profundamente cada modelo e suas técnicas matemáticas. Mas, apresentar alguns exemplos de modelos que podem ser construídos em Modelagem Matemática com a ajuda da tecnologia digital.

O conhecimento desses modelos clássicos e das suas potencialidades nos processos educativos com a Modelagem Matemática, e até mesmo com a Resolução de Problemas, pode ajudar na construção de processos de ensino e aprendizagem que contribuam como o desenvolvimento do protagonismo estudantil nos termos previstos na BNCC (BRASIL, 2018).

No entanto, devemos nos ater a necessidade de mais cuidados na construção de modelos e na divulgação de seus resultados; uma vez que a facilidade de realização de simulações, experimentações e cálculos oferecida com o uso da tecnologia, também se reflete na possibilidade de manipulação de resultados, da coleta de informações sem conhecimento dos

usuários da tecnologia, das discriminações de grupos por privilégio de informações ou dados. Logo, faz-se importante observarmos que as questões de foro da ética que se colocam ou decorrem dos possíveis usos da informação ou conhecimentos extraídos por meio do Big Data, como o uso de softwares em processos de análises de dados (NEVES; CARVALHO, 2018).

Nesse sentido, concordamos com Selwyn (2017) quando enfatiza que a tecnologia não é neutra, pois cada tecnologia, antes mesmo de ser construída, foi pensada com um determinado propósito e para atingir certa finalidade; e logo carrega consigo valores que extrapolam seus objetivos de uso. E esses valores podem ser usados para modificar ou acentuar diferentes contextos sociais e políticos de acordo com o interesse de determinados grupos. Logo, o autor aponta a necessidade de se observar o uso da tecnologia tanto do ponto de vista dos benefícios trazidos por esse uso, quanto pelos limites impostos às escolhas e oportunidades. Principalmente, em contextos educacionais onde os processos de ensino e aprendizagem são permeados por aspectos sociais, culturais, econômicos e políticos.

É possível, a partir da construção ou exploração de diferentes modelos matemáticos em mídias dinâmicas, como os modelos exemplificados, e da interação com as mídias, com os colegas e professores, desenvolver a criatividade, a criticidade e a reflexão; de forma que possamos preparar sujeitos “mais cautelosos com o uso dos recursos tecnológicos” (GAYESKI; VECCHIA; MALTEMPI, 2020, p. 253); uma vez que eles (nossos alunos) estão diariamente acostumam a expor a sua realidade, de seus familiares e de seus amigos e seus interesses nas diferentes plataformas digitais. Mas, possuem dificuldades de relacionar essa mesma tecnologia ao seu aprendizado.

### 2.3. Modelagem Matemática, Tecnologias e Ensino Médio: algumas considerações

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação – LDB (BRASIL, 1996), os PCN (BRASIL, 1997) e a BNCC (BRASIL, 2018) descrevem que o Ensino Médio, deve ser uma etapa que tem por finalidade assegurar uma formação comum e indispensável para o exercício da cidadania e fornecer meios para a progressão no trabalho e estudos posteriores. Consideramos implícita a essa prescrição, a necessidade de a escola transcender sua estrutura disciplinar, compartimentalizada e hierarquizada, para acomodar as novas exigências da vida em sociedade e no trabalho.

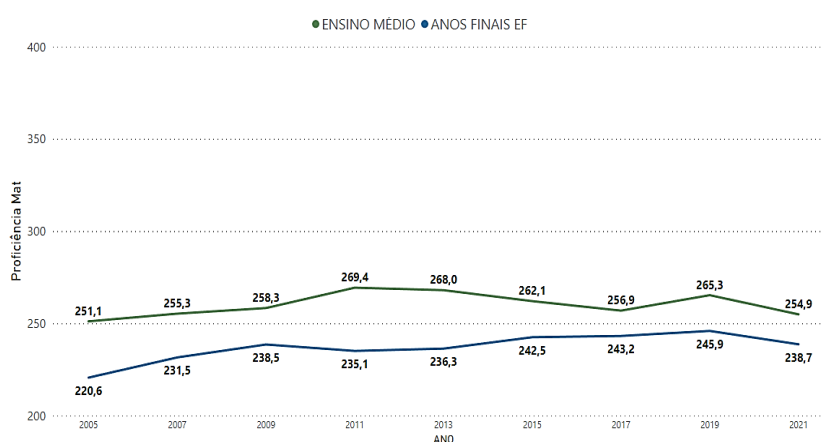
A formação de cidadãos para o exercício da cidadania pressupõe a formação de cidadãos críticos, reflexivos, questionadores e transformadores de suas realidades e da sociedade em que

vivem. E entender a Educação Básica nessa perspectiva significa romper com alguns paradigmas<sup>17</sup> tradicionalmente estabelecidos no ensino e modificar o contrato didático<sup>18</sup> que permeia as relações entre professores, alunos e o conhecimento matemático.

Nós concordamos com as considerações de Costa *et al.*(2020), quando sinaliza que a ruptura de paradigmas tradicionais, que envolvem o ensino da Matemática, faz-se necessária à medida que esses paradigmas não respondem mais satisfatoriamente aos problemas encontrados no processo de ensino e aprendizagem das novas gerações. Segundo os autores, a maioria dos alunos que concluem o Ensino Médio, o fazem com grandes dificuldades em Língua Portuguesa e Matemática.

Em corroboração com essa afirmação, buscamos uma atualização dos dados apresentados pelos autores, em relação a proficiência em Matemática no Ensino Médio no estado do Rio de Janeiro. Esses dados encontram-se sintetizados no gráfico 14 a seguir oferecido pela SEEDUC/RJ ao apresentar os dados coletados pelo IDEB<sup>19</sup>. O IDEB é calculado usando como base o índice de aprendizado dos alunos em português e matemática e o fluxo escolar.

Gráfico 14 - Proficiência média em Matemática da Rede Estadual do RJ



Fonte: Governo do Estado do Rio de Janeiro (2023)

<sup>17</sup> Segundo Costa *et al.*(2020, p. 376), “os paradigmas são “realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, oferecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência”.

<sup>18</sup> Pessoa (2004) citando Guy Brousseau (1982) descreve um contrato didático como um “conjunto de comportamentos do professor que são esperados pelo aluno e o conjunto dos comportamentos do aluno que são esperados pelo professor”. Para a autora, esse conjunto de regras determina explicita e implicitamente o que cada elemento da relação didática deverá fazer e que será, na relação estabelecida entre eles.

<sup>19</sup> O IDEB foi criado em 2007 pelo Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – Inep, para funcionar como um indicador nacional que possibilite o monitoramento da qualidade da Educação por meio de dados concretos, subsidiem a mobilização em busca de melhorias. (BRASIL, 2007).

Figura 17- Escala de indicadores do Inep

|                             |               |
|-----------------------------|---------------|
| <b>Insuficiente</b>         |               |
| nível 0                     | 0 - 224 pts   |
| nível 1                     | 225 - 249 pts |
| nível 2                     | 250 - 274 pts |
| <b>Básico</b>               |               |
| nível 3                     | 275 - 299 pts |
| nível 4                     | 300 - 324 pts |
| nível 5                     | 325 - 349 pts |
| <b>Proficiente</b>          |               |
| nível 6                     | 350 - 374 pts |
| nível 7                     | 375 - 399 pts |
| <b>Avançado</b>             |               |
| nível 8                     | 400 - 424 pts |
| nível 9                     | 425 - 449 pts |
| nível 10                    | ≥ 450 pts     |
| <b>Fonte: BRASIL (2021)</b> |               |

A proficiência em matemática é um dos indicadores de qualidade do ensino na Educação Básica analisados. O índice de aprendizado dos alunos em matemática é indicado pela proficiência média em Matemática aferida pela prova SAEB<sup>20</sup> (INEP, 2023). Podemos perceber analisando o gráfico 14, em comparação com a tabela na figura 17, que os resultados obtidos para a proficiência em Matemática ficaram abaixo do desejado.

Segundo as escalas de indicadores do aprendizado oferecidas pelo Inep (Figura 18). Com índice de 254,9, o Ensino Médio da rede estadual do RJ atingiu o nível 2 no aprendizado de Matemática, que é um nível de insuficiência no aprendizado da disciplina. Esse é um quadro preocupante, que indica a necessidade de repensar o ensino da Matemática na Educação Básica, e especialmente no Ensino Médio, que é uma etapa de encerramento dos estudos de nível básico e início da vida profissional e possivelmente acadêmica desses alunos.

No Ensino Médio, esses alunos deveriam possuir um vasto conhecimento acumulado em etapas anterior, que lhes permitissem refletir, questionar, criticar e argumentar matematicamente situações e problemas relacionados ao seu cotidiano (BRASIL, 2018). Porém a realidade é bem diferente. Esses alunos adentram ao Ensino Médio, após passar por um longo período de formação, com conhecimentos fragmentados e não relacionados, que dificultam sua ressignificação e a construção de novos conhecimentos. E ainda, possuem uma visão do ensino enraizada em paradigmas tradicionais que dificultam a modificação do contato didático, que foi estabelecido desde a sua entrada na escola nos anos iniciais da Educação Básica.

Assim, nessa seção, optamos por discutir alguns paradigmas e a nossa percepção da influência do contrato didático em cada um deles a partir da nossa experiência com turmas de

<sup>20</sup> O SAEB é um “exame que permite avaliar a qualidade, a equidade e a eficiência da educação praticada nos diversos níveis governamentais”. Essa prova é aplicada a cada dois anos e permite produzir indicadores educacionais de regiões, unidades da Federação e, quando possível, de municípios e escolas do Brasil” (INEP, 2023)

3º ano do Ensino Médio, em atividades de resolução de questões do Enem<sup>21</sup>. Justificamos nossa escolha em trabalhar com essas questões, enfatizando as considerações de Tortola e Silva (2023, p. 611) ao sinalizarem que esses tipos de questões, apesar de não apresentarem “aspectos explícitos que permitam abordar discussões críticas”, possibilitam ao professor motivar debates que extrapolem o contexto abordado em cada uma delas.

Ressaltamos que o trabalho com as questões do Enem foi pensado como introdução a metodologia de resolução de problemas e teve a intenção de preparar os alunos para trabalharem com a Modelagem Matemática em bimestres posteriores e ajudar na preparação para o exame e para os vestibulares. O relato completo da experiência encontra-se no apêndice D deste trabalho. Aqui, procuramos discutir, por meio da identificação de alguns desafios<sup>22</sup> e obstáculos encontrados no processo de desenvolvimento das atividades, a complexidade das questões que envolvem a mudança de metodologia e o uso da tecnologia no ensino da Matemática em turmas de Ensino Médio. Assim, trazemos um possível diálogo entre a nossa experiência enquanto professoras que ensinam Matemática na Educação Básica e essas questões, a partir das seguintes inquietações:

- a) como introduzir uma metodologia ativa de ensino em turmas do terceiro ano do Ensino Médio regular, que passaram uma parte considerável de sua formação aprendendo com métodos tradicionais de ensino?
- b) quais são os desafios para a mudança de metodologia neste nível de ensino?
- c) na visão dos alunos, quais obstáculos são perceptíveis nessa mudança?

Enfatizamos que não desenvolvemos atividades de Modelagem e por isso não definimos e nem explicitamos uma concepção de Modelagem Matemática. Mas, buscamos construir junto com os alunos bases para a interpretação e resolução de problemas. De tal modo, inspiradas nas considerações sobre as fases da Modelagem Matemática descritas por Almeida, Silva e Vertuan

---

<sup>21</sup> Enem é a sigla de Exame Nacional do Ensino Médio. Esse exame é uma avaliação diagnóstica e educacional criada pelo Ministério da Educação em 1998, com o objetivo de avaliar a qualidade do ensino brasileiro. A partir de 2004, o Enem passou a ser usado como forma de ingresso em instituições de ensino superior. (BRASIL, 1998).

<sup>22</sup> Para nós, os desafios representam as posturas, ações e atitudes individuais ou coletivas que podem ser modificadas com estudo, disposição e desejo de fazer diferente. E os obstáculos são situações ou ações que independiam do desejo ou da disposição, que provocavam um incômodo ou transtorno no alcance de objetivos e que precisam ser transpassadas ou contornadas no processo.



(2020) e desejando trabalhar com a metodologia em bimestre posteriores, realizamos o trabalho com as turmas a partir das fases de **Interação, Matematização, Resolução e Interpretação** (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2020) e descrevemos a seguir algumas observações do processo realizado na sala de aula, que consideramos relevantes para as discussões do tema desta pesquisa.

Identificamos como fase de **interação**, as etapas do processo de desenvolvimento das atividades iniciadas com a apresentação da proposta metodológica para as turmas de 3º ano do Ensino Médio, que foi a metodologia de resolução de problemas com foco na interpretação de enunciados e na identificação do problema. Discutimos os passos necessários para se resolver um problema e oferecemos uma possível organização para a orientação dessa ação. O foco nessa fase foi a leitura e a interpretação dos enunciados, buscamos a identificação dos problemas e das informações relevantes para sua resolução.

O primeiro desafio encontrado nessa fase foi a necessidade da ruptura do paradigma do professor como o centro do processo de ensino e aprendizagem<sup>23</sup>. E a ruptura desse paradigma exigiu a reformulação do contrato didático<sup>24</sup>, que ainda se encontra enraizado nas práticas educativas. Ou seja, foi necessário que os alunos modificassem sua postura de expectadores passivos, que aguardam instruções para prosseguirem no seu processo de aprendizagem, e que começassem a questionar, pesquisar e resolver os problemas apresentados com autonomia.

No início das atividades, percebemos que não atuar seguindo um contrato didático tradicional, onde espera-se que o professor exponha e proponha conteúdos e que o aluno ouça e anote passivamente, provocou um incômodo na maioria dos alunos, que inicialmente rejeitaram a proposta ou sinalizaram seu descontentamento com a metodologia.

O segundo desafio nessa etapa foi superar uma das consequências do paradigma do professor como centro do processo de ensino e aprendizagem, que é a falta de autonomia e disposição do aluno para aprender, desenvolver um diálogo, trocar ideias, discutir possibilidades e desenvolver o gosto pela pesquisa. Uma vez que, esse aluno passou um longo

---

<sup>23</sup> O paradigma do professor como o centro do processo de ensino e aprendizagem se configura pelo entendimento do professor como o detentor do conhecimento e como tal, o responsável por transmiti-lo aos alunos. Esses por sua vez, devem memorizar o conhecimento transmitido de forma disciplinada, passiva e esforçada. (MEYER; CALDEIRAS; MALHEIROS, 2019)

<sup>24</sup> O contrato didático nas considerações de Pessoa (2004, p. 1) refere-se ao “conjunto de regras que determinam explicitamente em uma pequena parte, mas sobretudo implicitamente em grande parte, o que cada elemento da relação didática deverá fazer e que será, de uma maneira ou de outra, válido para o outro elemento”. Nesse sentido, o contrato didático estabelece as responsabilidades de cada parte na relação entre professores, alunos e conhecimento.

tempo sobre um contrato que pressupunha que o bom andamento da aula necessitava de pouca interação entre aluno-aluno, aluno-professor e aluno-conhecimento.

O terceiro desafio foi superar as dificuldades de interpretação dos enunciados, da seleção de informações e da identificação do problema proposto na questão. Percebida essas dificuldades, nos indagamos se elas não seriam uma consequência do distanciamento do ensino da Matemática do ensino das outras áreas do conhecimento, ou dos paradigmas concebidos nas metodologias tradicionais de ensino ou das regras implícitas e explícitas do contrato didático estabelecido para esse ensino, ao longo de muitos anos.

Percebemos que alguns dos obstáculos ao processo de desenvolvimento das atividades seriam o cumprimento do currículo pré-estabelecido e o tempo para o desenvolvimento das atividades, uma vez que auxiliá-los na leitura e interpretação das questões demandaria mais tempo e um atraso no cronograma dos conteúdos. Sentimos também a presença de obstáculos socioeconômicos na aquisição de materiais ou recursos para trabalhar com as questões, pois a cópia de todas as questões no quadro atrasaria o processo de leitura e interpretação.

Assim, esbarramos na dificuldade da escola em oferecer fotocópias das atividades ou dos alunos acessarem virtualmente as questões, por falta de aparelhos ou acesso à internet, tanto pela oferta da escola quanto o acesso pessoal; pois, muitos alunos não possuíam pacotes de dados ou a escola não possui condições de disponibilizar o acesso à internet para todos os alunos.

Como fase de **matematização**, identificamos as etapas do processo de desenvolvimento das atividades que se iniciaram com as ações de seleção e organização das informações contidas nos enunciados, de definição das variáveis no problema e de busca por estratégias e ferramentas tecnológicas e matemáticas para a solução da situação apresentada.

Verificamos, nessas ações a dificuldade dos alunos em decidir quais dados deveriam ser destacados, como organizá-los, quais estratégias poderiam ser usadas e principalmente, a falta de percepção de que poderia utilizar a tecnologia na pesquisa de conceitos matemáticos ou estratégias para solução do problema. Assim, constatamos uma das consequências do uso do paradigma do exercício<sup>25</sup> nos processos de ensino, a solicitação dos alunos de explicações prévias de conceitos matemáticos, como a exploração de exemplos, para que eles pudessem prosseguir com a resolução do problema.

---

<sup>25</sup> O paradigma do exercício é marcado pela exposição do conteúdo, seguido pela exemplificação de técnicas matemáticas para resolução de problemas e pela “proposição de exercícios de treinamento” (TORTOLA; SILVA, 2023, p. 597), memorização e fixação dos conceitos estudados, geralmente com listas de exercícios a serem resolvidos, organizados em ordem crescente de dificuldades.

Desta forma, o quarto desafio ao processo encontrado nessa fase foi romper com o contrato didático presente no paradigma do exercício, que pressupõem exposições e exemplificações do professor, e motivar a construção de uma aprendizagem significativa, onde conhecimentos prévios pudessem ser selecionados, reorganizados e combinados para a construção de novos entendimentos sobre o problema por meio da predisposição positiva para a pesquisa e para a aprendizagem.

O quinto desafio que encontramos foi romper com o paradigma do uso da tecnologia digital como privilégio do professor<sup>26</sup>. E oferecer oportunidades para o aluno compreender, reconhecer e usar a tecnologia no seu processo de aprendizagem. Como consequência desse paradigma, entramos dificuldades dos alunos em identificar e usar a tecnologia como parte integrante do processo de aprendizagem. Fato que contradiz a ideia de que os alunos teriam o domínio de ferramentas tecnológicas para o desenvolvimento de sua aprendizagem. Pois, sua vida cotidiana é permeada de tecnologias digitais no trabalho, no pagamento de contas, em momentos de compras, na interação social, no lazer e no entretenimento.

Trazemos um contraponto ao paradigma elencado, enfatizado com as considerações da professora Almeida (2021), que o marco da internet publicado em 2014 no artigo 26 traz uma proposta que prevê o uso da tecnologia nos processos educacionais. Porém, a cultura digital e suas características mais marcantes como a ampliação do alcance das redes de comunicação da internet; a implementação do uso das tecnologias digitais móveis; e a tecnologia digital de informação e comunicação como ferramentas de linguagem, penetram no meio educacional muito mais pelo modo de pensar, de se relacionar e de se comunicar com o outro pelos meios tecnológicos, do que pela sua efetiva utilização nas práticas pedagógicas.

Logo, o paradigma do uso da tecnologia como privilégio do professor traz como consequências a falta de conhecimento e domínio dos alunos das ferramentas tecnológicas para a sua aprendizagem. De tal modo, que esses alunos não conseguem usar as ferramentas de busca para pesquisas de conteúdos matemáticos, não conhecem e não sabe utilizar editores de texto ou planilhas; no conhecimento das calculadoras científicas e, muito raramente, tiveram contato com programas matemáticos para construção de gráficos, manipulações algébricas e etc., com

---

<sup>26</sup> No paradigma do uso da tecnologia como privilégio do professor, identificamos as posturas de proibição do uso da tecnologia em sala para o aluno durante o período de aula. Segundo esse paradigma, somente o professor faz uso da tecnologia para expor o conteúdo, ou apresentar um vídeo explicativo, ou um filme relacionado ao tema, ou imagens para contextualizar o assunto. O aluno é proibido de usar os celulares, tablets e calculadoras em sala de aula. Salvo os momentos solicitados pelo professor, ou em pesquisas extraclasse ou na apresentação de trabalhos.

exceção do conhecimento e uso limitado das calculadoras comuns para auxílio em cálculos simples de multiplicação, divisão de decimais e porcentagens.

Sendo assim, o uso desse paradigma impede que os alunos reconheçam o uso da tecnologia na construção de modelos matemáticos, na ressignificação de suas representações e conceitos e no entendimento ético, crítico e reflexivo das potencialidades e limitações da tecnologia na sua aprendizagem e na sua vida.

Então nos indagamos, se esse paradigma seria uma consequência do afastamento da escola do cotidiano do aluno em relação ao uso das tecnologias digitais ou seria um problema das escolhas metodológicas para o ensino da disciplina; ou ainda, nos perguntamos se seria uma consequência das questões que envolvem aspectos filosóficos, sociais, das políticas públicas educacionais e econômicas que permeiam o campo educacional.

Sabemos que o uso da tecnologia no ensino é uma proposta discutida a longo tempo na Educação, e tem sua prescrição nos documentos oficiais que a norteiam. Mas, sua implementação no ambiente educacional ainda encontra muitos desafios e obstáculos. Mesmo no período pandêmico, pudemos perceber inúmeros desafios ao seu uso. Esses desafios e obstáculos também foram sinalizados pela professora Almeida (2021) que salientou um incômodo ao perceber que no período pandêmico, a educação não estava sendo um direito garantido para todos, devido a inúmeras circunstâncias: como falta de acesso à internet, falta de recursos financeiros para adquirir um computador, ou com a utilização de um único celular para toda a família.

Os maiores obstáculos encontrados no processo de desenvolvimento das atividades nessa fase foram a oferta de acesso as tecnologias digitais e a estrutura física da instituição; pois, o laboratório de informática não comportaria todos os alunos da turma, ou não tinha acesso à internet, ou não possui computadores suficientes para todos os alunos (nem para metade deles) e ainda, a movimentação ou uso constante do laboratório poderia ser entendida pela gestão escolar como a falta de desejo do professor em dar suas aulas de Matemática.

Ainda nesse processo, percebemos que os alunos desconhecem a existência de softwares matemáticos e outros recursos matemáticos, para além das calculadoras comuns. E mesmo essas são recursos, dos quais eles dominam apenas as funções básicas.

Outro obstáculo foi o tempo necessário para a oferecer possibilidades de experimentação de diferentes tecnologias para o desenvolvimento das atividades, como a possibilidade de experimentação das ferramentas de edição de texto como o aplicativo

*Equation*<sup>27</sup>, ou as planilhas do Excel e softwares matemáticos, como o Geogebra e o WinPlot, para construção de gráficos ou manipulações geométricas, algébricas e numéricas. E a possibilidade de construções ou discussões de alguns modelos matemáticos como os apresentados na seção 2.2.2 deste trabalho.

Em suma, o uso da tecnologia digital no processo de resolução de problemas ou de Modelagem, e de uma forma geral no ensino da Matemática, muitas vezes é sinônimo de dificuldades: dificuldades com equipamentos, no domínio dos softwares e no entendimento de que os recursos digitais como o celular, a internet e o computador são mais do que um meio de entretenimento. Para alcançar essa mudança de postura em relação à tecnologia foi necessário diálogo, orientação e prática de pesquisa em sala de aula, com o incentivo ao uso da tecnologia digital e com a mediação das experiências dos alunos com os recursos tecnológicos.

Como fase de **resolução**, buscamos identificar as ações práticas para a resolução do problema e as estratégias utilizadas para tal. O sexto desafio encontrado nesse processo foi a dificuldade de relacionar as informações destacadas no enunciado com as variáveis do problema, com os conceitos matemáticos que poderiam ser utilizados, perceber o uso da tecnologia nesse processo e desenvolver uma postura ativa nas discussões e resoluções do problema.

Assim, retomamos as consequências do ensino pautado nos paradigmas do ensino centrado no professor, do exercício e do uso das tecnologias como privilégio do professor e da necessidade de modificação do contrato didático estabelecido em cada um deles, para motivar a pesquisa, o uso de ferramentas tecnológicas e o diálogo no desenvolvimento do conhecimento matemático. Ou seja, motivar a saída da zona de conforto do ensino tradicional e motivar a autonomia, a pesquisa, as discussões e a disposição para buscar soluções para cada questão.

Alguns obstáculos nessa fase foram o tempo necessário para relembrar os conteúdos, o cumprimento do currículo para o bimestre, a estrutura física para acesso aos recursos tecnológicos e a necessidade de preparação para as avaliações internas e externas. Além das imprevisibilidades das discussões que poderiam emergir sobre o uso das tecnologias digitais ou sobre o contexto das questões.

A fase de **interpretação e validação do resultados** pode ser identificada como as etapas destinadas as discussões sobre a metodologia de ensino, as estratégias utilizadas, os conceitos matemáticos abordados, a necessidade da leitura e interpretação dos enunciados, a necessidade

---

<sup>27</sup> A ferramenta “Inseri equação” do word oferece a possibilidade de escolha de diferentes modelos de fórmulas matemáticas para serem inseridos no documento.

de identificação do problema antes das tentativas de adivinhar sua solução, as possíveis respostas corretas (ou não) do problema e sobre a importância da Matemática, do raciocínio lógico e do uso das tecnologias digitais.

O sétimo desafio ao processo nessa fase foi motivar as discussões e romper com o paradigma do erro como deficiência de conhecimento<sup>28</sup>. Assim, motivar as discussões em torno do problema e das respostas encontradas, no sentido de não oferecer repostas prontas, mas discutir os possíveis erros de interpretação, de identificação do problema e das variáveis, dos relacionamentos entre os conceitos e as respostas dadas, necessitou de muito diálogo e mudança de posturas.

O rompimento como o paradigma do erro como indicador de deficiência de conhecimento exigiu um diálogo mais cuidadoso. Pois, suas raízes encontram-se emaranhadas com as questões motivacionais e de autoestima na aprendizagem matemática e se entrelaçam com o entendimento da Matemática, no ambiente educacional, como uma ciência pronta, acabada, exata e infalível, que não admite imprecisões ou erros.

Por isso, destacamos nas considerações de Wirmond, Souza e Pinheiro (2019) que é necessário implementar práticas de ensino que possibilitem ao aluno investigar, analisar e construir seu próprio conhecimento e entender que o erro é um processo positivo durante a sua aprendizagem. Porque, o erro quando não visto de forma positiva, pode ocasionar dificuldades e bloqueios no processo de aprendizagem da Matemática.

Durante todo o processo, desde a fase de interação até a fase de interpretação, havia solicitações, por parte dos alunos, de retorno ao contrato didático tradicionalmente estabelecido pelo uso de paradigmas tradicionais de ensino. Então, percebemos que um dos obstáculos nessa fase seria motivar e provocar o pensamento lógico e crítico, esforçando-nos para romper com a passividade dos alunos e motivar a predisposição para aceitar o novo, para repensar os seus erros de forma positiva, para pesquisar e para aprender.

Buscamos o desenvolvimento da compreensão de que o ganho da aprendizagem não está unicamente na obtenção das respostas corretas para os problemas; já que essas respostas são oferecidas na internet ou no próprio livro; mas, que ela reside no processo de compreensão do problema, nas estratégias escolhidas para sua solução e nas discussões do significado das possíveis respostas para o problema. A partir dessa experiência, percebemos que a ruptura com

---

<sup>28</sup> O paradigma do erro como deficiência de conhecimento pode ser caracterizado como o entendimento de que o erro cometido na resolução de um problema ou na compreensão de certo conceito seria um indicativo de defasagem na aprendizagem, ou sinal de falta de conhecimento matemático ou ainda incorrência de pensamentos equivocados sobre o conteúdo e, por isso, devendo ser tratado como “algo negativo” (WIRMOND; SOUZA; PINHEIRO, 2019, p. 664) nos processos de ensino e aprendizagem.

paradigmas tradicionais de ensino pode ser realizada com metodologias que envolvam cenários de investigação (SKOVSMOSE, 2019) com aporte do uso das tecnologias digitais.

Assim, com o retorno as questões iniciais desta seção, podemos dizer, a partir da nossa experiência, que a introdução de uma metodologia ativa no ensino da Matemática na Educação Básica, mais especialmente no terceiro ano do Ensino Médio regular, exige muito diálogo e negociação de contratos didáticos pré-estabelecidos. Pois, essa negociação necessita que professores e alunos sedam, modifiquem suas posturas e ajustem seus papeis e responsabilidades ao longo do processo de ensino e aprendizagem.

A compreensão de que os paradigmas tradicionais do ensino estão muito enraizados nas formas de conceber e prática o ensino e aprendizagem da Matemática, permite entender que seus rompimentos provocam desconforto e rejeições. E esses incômodos se refletem como desafios ao processo de passagem de um ensino mais tradicional para um ensino que use de metodologias mais ativas.

Portanto, concluímos o processo de desenvolvimento das atividades e nosso relato de experiência com uma reposta parcial as questões levantadas em seu início. Pois, não conseguimos discutir mais profundamente as questões sociais, econômicas, políticas, éticas, pedagógicas, cognitivas e outras, que envolvem as relações entre a Resolução de Problemas, a Modelagem Matemática (que nem conseguimos chegar), as tecnologias digitais e o ensino da Matemática no Ensino Médio.

Mas, podemos ressaltar, com o pensamento nos motivos que justificam o uso da resolução de problemas (no sentido de ação) como atividade principal do modelador, sem ignorar seus desafios e obstáculos, que acreditamos que a Modelagem Matemática como metodologias de ensino pode ajudar na construção de um ambiente propício ao diálogo, a pesquisa e ao desenvolvimento do pensamento matemático, científico e tecnológico.

### **3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

#### **3.1. Tipo de pesquisa**

A abordagem metodológica escolhida foi a pesquisa qualitativa exploratória, cuja inspiração advém das concepções de Gil (2008) e Fiorentini, Garnica e Bicudo (2020) sobre esse tipo de pesquisa. Segundo Gil (2008), o processo de análise qualitativa pode ser

desenvolvido a partir de um conjunto de dez princípios e práticas. Dos princípios elencados pelo autor, destacamos a possibilidade de o processo de análise transcorrer de forma sistemática e compreensiva, mas não rígida; e de forma que o acompanhamento dos dados se construísse em uma prática reflexiva.

Sendo assim, com base nesses princípios, prezamos por uma pesquisa qualitativa exploratória que tivesse como principal finalidade “desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias” (GIL, 2008, p. 46) e construir seu significado na vida profissional e acadêmica dos envolvidos na pesquisa.

Neste sentido, destacamos a partir das considerações de Fiorentini, Garnica e Bicudo (2020) que uma pesquisa qualitativa deve ser descritiva, possuir uma análise de dados indutiva e visar a obtenção de significados dos resultados para a pesquisa e para o campo. Objetivando mais do que os resultados, as pesquisas qualitativas interessam-se pela análise qualitativa dos dados.

Inspiradas nos trabalhos de Figueiredo (2022) e Pedrosa e Lacerda (2023), na abordagem qualitativa exploratória, utilizamos o aporte metodológico dos procedimentos de Revisão Sistemática de Literatura com auxílio do uso do software Iramuteq para a identificação de possíveis discussões sobre o tema e redução do número de questões que comporiam o questionário da pesquisa. E recorremos ao método da cadeia de referências para localização de participantes para a pesquisa.

De tal modo, buscamos a realização de uma comparação entre as experiências das pesquisadoras com metodologias ativas, experiência relatada na fundamentação teórica desse trabalho, com as discussões sobre o tema presentes nas pesquisas contemporâneas sobre Modelagem Matemática e com as respostas oferecidas por professores que ensinam Matemática no Ensino Médio ao questionário oferecido online; a fim de construir um significado para a aplicação da Modelagem Matemática no ensino da disciplina no 3º ano do Ensino Médio.

### 3.2. Público-alvo da pesquisa

O público-alvo da pesquisa são professores que ensinam Matemática no Ensino Médio. Mais especificamente, professores que trabalharam ou trabalham ou desejam trabalhar com a Modelagem Matemática no 3º ano desse nível de ensino.



### 3.3. Instrumentos da coleta de dados

Para a coleta de dados, selecionamos os seguintes instrumentos:

- a) Artigos científicos, disponibilizados na web e as análises gráficas geradas pelo software Iramuteq do corpo textual desses trabalhos.
- b) questionário online, aplicado à professores que ensinam Matemática no Ensino Médio.

### 3.4. Etapas da pesquisa

A organização, análise e tratamento dos dados foram desenvolvidas em três etapas. A definição dessas etapas foi inspirada nas considerações de Gil (2008, p. 175) que citando Miles e Huberman (1994) destaca como etapas de uma pesquisa qualitativa: a **redução**, a **apresentação** e a **conclusão**.

Na etapa de **redução**, nos interessou o processo de seleção, simplificação, abstração e a transformação dos dados em temas da pesquisa. Segundo Gil (2008, p. 175), nesta etapa “é importante tomar decisões acerca da maneira como codificar as categorias, agrupá-las e organizá-las para que as conclusões se tornem razoavelmente construídas e verificáveis”. Nessa etapa, usamos o método de Revisão Sistemática de Literatura e as análises gráficas oferecidas pelo Iramuteq para identificar discussões relevantes para a pesquisa e definir ou refinar as questões do questionário.

A etapa de **apresentação** é para o autor o momento de organização sistemática dos dados de forma que possibilite a identificação de semelhanças, diferenças e seu inter-relacionamento como o tema da pesquisa. Segundo o autor essa “apresentação pode ser constituída por textos, diagramas, mapas ou matrizes que permitam uma nova maneira de organizar e analisar as informações” (GIL, 2008, p. 175). Nessa etapa, realizamos a apresentação dos resultados obtidos em cada instrumento de pesquisa.

A terceira etapa é destinada as **conclusões**. Para Gil (2008, p.176), a elaboração da conclusão deve preceder uma revisão dos significados dos dados e das suas regularidades, padrões e explicações. Segundo ele, é preciso verificar a validade das conclusões emergentes;

o que significa verificar se essas conclusões são “dignas de crédito, defensáveis, garantidas e capazes de suportar explicações alternativas”. Essa etapa, nesse trabalho destina-se ao tratamento dos resultados, a elaboração de inferência e a interpretação dos resultados.

Destacamos que as etapas de uma pesquisa qualitativa não são independentes umas das outras e que algumas características de uma etapa, podem se entrelaçar ou se sobrepor a outras. Portanto, optamos por descrever as etapas de redução e apresentação para cada procedimento metodológico utilizado. E a etapa de conclusão de cada método foi descrita no capítulo quatro, junto com a elaboração de inferências, interpretações e discussões dos resultados.

### **3.4.1. Método de Revisão Sistemática de Literatura – RSL**

Existe uma diversidade de discussões que podem ser realizadas sobre a relação entre a Modelagem Matemática e o ensino da Matemática na Educação Básica. Essas discussões podem envolver questões relacionadas as metodologias de ensino, ao currículo, as avaliações, as tecnologias, as questões sociais, políticas, econômicas etc. Por isso, escolhemos realizar, como parte da pesquisa, uma Revisão Sistemática de Literatura, na tentativa de reduzir o escopo de discussões entorno da temática e identificar as mais pertinentes ao nosso trabalho.

O método de Revisão Sistemática de Literatura foi utilizado por Silva (2020), Lacerda (2022) e Pedrosa e Lacerda (2023) na identificação de discussões pertinentes aos seus temas de pesquisa. Por consideramos que nesses trabalhos, o método propiciou uma boa organização da pesquisa e ofereceu um bom procedimento de seleção, organização e apresentação dos trabalhos, temas e discussões desenvolvidos, optamos por utilizá-lo.

Assim, com o uso do método de RSL, conseguimos reunir algumas evidências, identificar algumas lacunas e restringir a nossa área de investigação, ao redor de temas presentes nas pesquisas contemporâneas sobre a Modelagem Matemática no Ensino Médio. E, de acordo com as possíveis discussões identificadas, também realizamos a redução do escopo de questões que comporiam o questionário.

#### **3.4.1.1. Etapa de redução: Procedimentos do método de RSL**

Os procedimentos para a realização da RSL começaram com a elaboração do protocolo de RSL (apêndice A) e do quadro de critérios de inclusão e exclusão (apêndice B) de trabalhos

na pesquisa. Nessa etapa, assumimos como hipótese que os temas mais presentes nas pesquisas contemporâneas do campo da Educação Matemática seriam referentes à quatro eixos temáticos: concepções sobre Modelagem Matemática, currículo matemático, uso de tecnologias digitais e práticas pedagógicas.

Pautadas nessa hipótese, elaboramos o protocolo e os critérios de inclusão e exclusão e realizamos a busca por artigos publicados no período de 2020 a 2023, no banco de dados do Google Acadêmico. A escolha da base de dados do Google Acadêmico foi motivada pela leitura dos trabalhos de Silva (2020) e Alcântara (2022) que destacam que o banco de dados do Google Acadêmico mostrou-se suficiente para os seus estudos, pois abrangeu uma quantidade consideravelmente maior de trabalhos, do que outras bases consultadas em conjunto como as bases CAPES, SCIELO e BDTD/IBICT. Ainda consideramos nessa escolha, que a nossa intenção de não foi esgotar todas as discussões ou encontrar todas as pesquisas sobre o assunto, mas esboçar possíveis discussões em torno dele.

Ressaltamos que a princípio, escolhemos o período de 2019 a 2023 para as buscas de publicações e que a escolha desse período foi motivada pela leitura de trabalhos sobre Modelagem Matemática, como o trabalho de Santos *et al.* (2022), que traça um panorama das pesquisas sobre o uso da Modelagem Matemática no Ensino Médio de 2016 a 2020. O desejo foi identificar as publicações sobre o tema a partir do início do período pandêmico. Porém, durante o processo de busca foi preciso modificar o período de busca das publicações para 2020 a 2023, por causa do volume de publicações encontradas.

O formato de artigo científico foi escolhido por consideramos que a maioria das teses ou dissertações geram artigos que resumem suas discussões e resultados em um volume menor de páginas, possibilitando o acesso a uma quantidade maior de discussões pela seleção de mais trabalhos que exigem menos tempo de leitura.

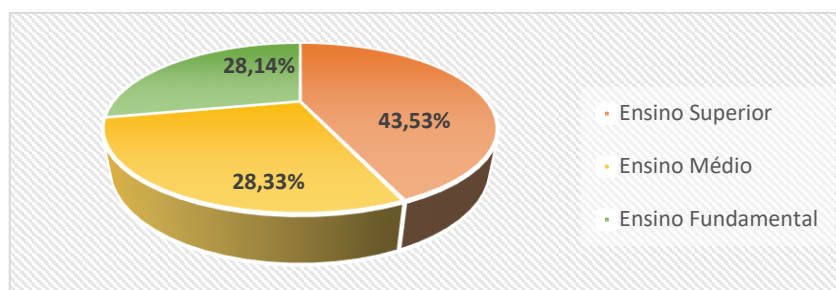
Assim, a execução do método de RSL foi realizada no dia 20 de agosto de 2023, com a utilização do período de 2019 a 2023. Nessa primeira busca, usando o descritor “*Modelagem Matemática*”, encontramos 15.600 trabalhos relacionados ao tema. A partir desse resultado, buscamos identificar a quantidade de trabalhos sobre Modelagem Matemática referentes a cada nível de ensino, então acrescentamos as *tags*<sup>29</sup> “*Ensino Médio*” e “*Ensino Fundamental*”, alternadamente, e realizamos novas buscas na base de dados.

---

<sup>29</sup> As *tags* integram uma funcionalidade que permite adicionar palavras chaves que mapeiam as pesquisas, permitindo identificá-las de maneira rápida e visual. Ou ainda, podem ser entendidas como etiquetas que orientam os mecanismos de buscas, que vasculham as páginas da web para encontrar as informações contidas nas *tags*. (AMADO, 2023)

O gráfico 14 a seguir apresenta como resultado das buscas, a distribuição desses trabalhos em relação aos níveis de Ensino Superior, Fundamental ou Médio.

*Gráfico 15 - Trabalhos sobre Modelagem Matemática*



**Fonte:** Dados da pesquisa

Os dados da primeira busca revelaram uma diferença entre os trabalhos que fazem referência ao Ensino Superior (6.790) em relação aos trabalhos que fazem referência ao Ensino Médio (4.420) e aos que se referem ao Ensino Fundamental (4.390).

Acreditamos que essa diferença pode ter origem no fato da aplicação da Modelagem Matemática como metodologia ter seus primeiros usos em cursos de nível superior. Como destaca Bassanezi (1999), a Modelagem Matemática como processo de ensino e aprendizagem começou no Brasil num curso de especialização para professores de Matemática, quando o enfoque das atividades realizadas foi trocado para situações e problemas locais e questões sociais, econômicas, ambientais e etc.

Na tentativa de reduzir a quantidade de trabalhos a serem analisados, uma vez que a quantidade obtida dificultaria a análise de cada um deles, por causa do tempo necessário para tal análise, resolvemos modificar os descritores com a inclusão de novas *tags*, alterar o filtro de período das publicações e realizamos novas buscas na base de dados. A tabela 2 apresenta os resultados das três buscas realizadas após as alterações feitas.

*Tabela 2 - Resultados após as buscas na base de dados*

|   | Descritores   | Período     | Total |
|---|---|-------------|-------|
| 1 | “Modelagem Matemática” e “Ensino Médio” e “3º ano”              | 2019 a 2023 | 699   |
| 2 | “Modelagem Matemática” e “Ensino Médio” e “3º ano” e Matemática | 2019 a 2023 | 411   |
| 3 | “Modelagem Matemática” e “Ensino Médio” e “3º ano” e Matemática | 2020 a 2023 | 136   |

**Fonte:** Dados da pesquisa

Desta forma, após a realização das buscas, obtivemos um total de 136 trabalhos que possivelmente estariam relacionados a nossa temática. Mas, como a quantidade de trabalhos encontrados ainda era substancial, aplicamos os critérios de exclusão para selecionar os trabalhos que seriam baixados e armazenados na biblioteca do programa Zotero<sup>30</sup>. O resultado da aplicação desses critérios encontra-se sintetizado na tabela 3.

*Tabela 3 - Total de trabalhos selecionados no método de RSL*

| <b>TRABALHOS ENCONTRADOS</b>           | <b>136</b> |
|--|------------|
| (-) DUPLICADOS                         | 25         |
| (-) NÃO PUDEAM SER BAIXADOS            | 16         |
| (-) NÃO SE APRESENTAVAM COMO ARTIGO    | 47         |
| (-) NÃO REFERENTES AO ENSINO MÉDIO     | 25         |
| <b>TOTAL DE TRABALHOS SELECIONADOS</b> | <b>13</b>  |

**Fonte:** Dados da pesquisa

Os treze trabalhos selecionados foram organizados na biblioteca do Zotero em ordem cronológica oferecida pela biblioteca do mais recente para o mais antigo. A figura 20 apresenta os nomes dos autores, o título e o ano de publicação dos treze trabalhos selecionados após a aplicação de todos os critérios.

*Figura 18 - Textos selecionados após o método de RSL*

|   |                            |      |      |
|---|----------------------------|------|------|
| 1 - De questões do Enem a aulas com modelagem matemática: o caminhar para uma educação matemática crítica   | Tortola e Silva            | A... | 2023 |
| 2 - Um estado do conhecimento sobre a gamificação no ensino da matemática   | Silva e Abar               | A... | 2023 |
| 3 - Educação do Campo no Encontro Nacional de Educação Matemática (2013-2019)   | Ledur et al.               | A... | 2023 |
| 4 - Conhecimento Especializado do Professor de Matemática Manifestado a partir de Ações Formativas: um Levantamento Bibliográfico                       | Vitalino e Teixeira        | A... | 2022 |
| 5 - O Contexto das atividades de Modelagem Matemática desenvolvidas nas salas de aula Paranaenses: um olhar para os relatos de experiências do IX EPMEM | Vertuan                    | A... | 2022 |
| 6 - Recorte de pesquisas brasileiras sobre Etnomodelagem  | SANTOS e MADRUGA           | A... | 2022 |
| 7 - Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática: Aspectos Evidenciados nos Relatos de Experiência                                       | RAMON et al.               | A... | 2022 |
| 8 - Elaboração, Formulação e Proposição de Problemas em Matemática: percepções a partir de pesquisas envolvendo práticas de ensino                      | Possamai e Allevato        | A... | 2022 |
| 9 - Diagnóstico sobre as dificuldades de aprendizagem da geometria no ensino médio e os potenciais elementos facilitadores                              | de Lima Bissolotti e Titon | A... | 2022 |
| 10 - Um olhar para a pesquisa sobre criatividade em periódicos nacionais voltados à educação matemática   | de Figueiredo et al.       | A... | 2022 |
| 11 - A transformação de um projeto de modelagem em um exercício de matemática   | Campos                     | A... | 2022 |
| 12 - Conhecimento matemático para o ensino evidenciado em um plano de uma aula na perspectiva da Resolução de Problemas                                 | Bonato e Teixeira          | A... | 2022 |
| 13 - Modelagem na Educação Matemática para o desenvolvimento de conceitos de Análise Combinatória   | Bastos e Rosa              | A... | 2020 |

**Fonte:** Dados da pesquisa

30 O que é o programa Zotero? Segundo a UFRJ (2020), “o Zotero é gerenciador gratuito de referências e citações, que armazena, cita e gera bibliografias de forma automática. Tem como finalidade facilitar a elaboração de trabalhos acadêmicos e científicos”.

Com a escolha e o armazenamento dos trabalhos, findamos a fase de execução do método de RSL e iniciamos a fase de preparação dos textos para a inserção no software Iramuteq. Inspiradas nos trabalhos de Figueiredo (2022) e Pedrosa e Lacerda (2023), optamos por analisar o corpo textual desses trabalhos no software Iramuteq, de forma a facilitar a categorização dos textos e de suas discussões.

Dos trabalhos selecionados foram retidas as seções: introdução, revisão de literatura, discussão de resultados e considerações finais, para a elaboração de um único corpo textual a ser inserido no software. A preparação desse corpo de textual seguiu alguns procedimentos para evitar erros de compilação do software (PEDROSA; LACERDA, 2023) e após essa preparação, o corpo textual foi arquivado com o nome “Temas sobre Modelagem Matemática 2023<sup>31</sup>”, para posterior inserção no Iramuteq.

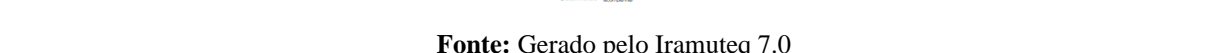
Com a inserção do corpo textual no software, o Iramuteq tratou esse dicionário, analisou a distribuição dos vocábulos nos textos e identificou para o corpo textual inserido as associações de dependência e independência entre as categorias de palavras. Assim, na etapa de apresentação a seguir, a partir das análises do corpo textual oferecidas pelo software, apresentamos duas análises possíveis: a Nuvem de Palavras e a Classificação Hierárquica Descendente – CHD.

#### 3.4.1.2. **Etapa de apresentação:** resultados das análises no Iramuteq

Segundo Tinti *et al.* (2021, p. 487) o diagrama de nuvem de palavras é um “recurso que evidencia as palavras com maiores frequências nos textos”, com o agrupamento e organização gráfica dessas palavras em função da frequência é possível visualizar rapidamente as palavras-chaves nos textos. Complementando essas colocações, destacamos que Figueiredo (2022, p. 27) descreve que a nuvem de palavras é “uma análise mais simples”, que permite inferir quais palavras foram mais evocadas no corpo textual. A figura 20 a seguir apresenta a nuvem de palavras gerada pelo software Iramuteq a partir do corpo textual.

---

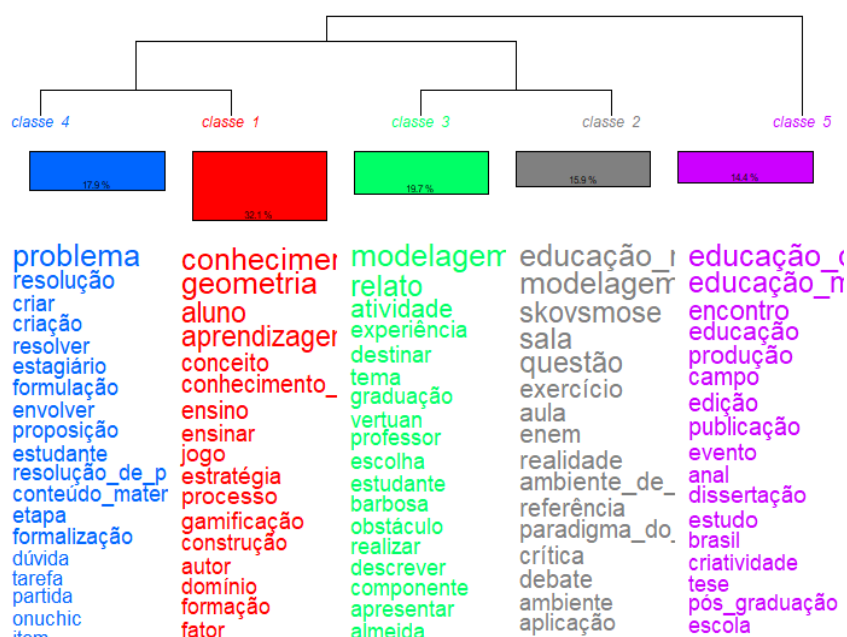
<sup>31</sup> O arquivo gerado pode ser acessado no link: [TEMAS SOBRE MODELAGEM MATEMÁTICA 2023.docx](#).



Segundo nossa interpretação, essas palavras demonstram uma forte ligação entre as

Assim, inspiradas do trabalho de Figueiredo (2022) e Pedrosa e Lacerda (2023).

Figura 20 - Classes de palavras da análise textual



Fonte: Gerado pelo Iramuteq 7.0

A análise textual a partir da CHD ilustrada na figura 23, possibilita visualizar a divisão do corpo textual em 5 classes de palavras e em cada classe foram destacadas as palavras mais significativas. Uma palavra é considerada significativa pela CHD quando o seu valor-p<sup>32</sup> é menor do que 5%. Esse índice evidencia uma “forte dependência entre a palavra e a classe” (FIGUEIREDO, 2022, p. 81). Verificamos o valor-p atribuído a cada palavra da classe e encontramos os seguintes resultados:

- **1ª classe:** 162 palavras significativas, com 31 palavras com percentual menor que 0,0001, das quais na figura 23 são apresentadas as 17 primeiras.
- **2ª classe:** 135 palavras significativas, com 61 palavras com percentual menor que 0,0001, das quais na figura 23 são apresentadas as 16 primeiras.
- **3ª classe:** 133 palavras significativas, com 47 palavras com percentual menor que 0,0001, das quais na figura 23 são apresentadas as 18 primeiras.


<sup>32</sup> “Valor-p é o menor nível de significância estatística de se obter em um de teste” do Qui-quadrado ( $\chi^2$ ). O Valor-p < 0,05 implica que o  $\chi^2 > 3,86$ . Quanto menor o valor-p ou maior o  $\chi^2$ , maior é a “hipótese de dependência entre a palavra e a classe”. (FIGUEIREDO, 2022, p. 81)





- **4ª classe:** 147 palavras significativas, com 54 palavras com percentual menor que 0,0001, das quais na figura 23 são apresentadas as 18 primeiras.
- **5ª classe:** 180 palavras significativas, com 98 palavras com percentual menor que 0,0001, das quais na figura 23 são apresentadas as 17 primeiras.


A terceira parte das análises textuais realizadas com auxílio do software Iramuteq teve como objetivo identificar para cada classe, os temas que melhor contemplariam as suas discussões. Tomamos como base as 20 palavras mais significativas destacadas em cada classe de palavras (figura 22).


Figura 21 - Palavras significativas em cada classe

| 1 Classe 1<br>525/1636<br>32.09%   | 2 Classe 2<br>261/1636<br>15.95% | 3 Classe 3<br>322/1636<br>19.68% |
|--|----------------------------------|----------------------------------|
| n.  | forme                            | p                                |
| 0  | conhecimento                     | < 0,0001                         |
| 1  | geometria                        | < 0,0001                         |
| 2  | aluno                            | < 0,0001                         |
| 3  | aprendizagem                     | < 0,0001                         |
| 4  | conceito                         | < 0,0001                         |
| 5  | conhecimento_m...                | < 0,0001                         |
| 6  | ensino                           | < 0,0001                         |
| 7  | ensinar                          | < 0,0001                         |
| 8  | jogo                             | < 0,0001                         |
| 9  | estratégia                       | < 0,0001                         |
| 10   | processo                         | < 0,0001                         |
| 11   | gamificação                      | < 0,0001                         |
| 12   | construção                       | < 0,0001                         |
| 13   | autor                            | < 0,0001                         |
| 14   | domínio                          | < 0,0001                         |
| 15   | formação                         | < 0,0001                         |
| 16   | fator                            | < 0,0001                         |
| 17   | ferramenta                       | < 0,0001                         |
| 18   | significado                      | < 0,0001                         |
| 19   | elemento                         | < 0,0001                         |
| 20   | recurso                          | < 0,0001                         |

| 1 Classe 1<br>525/1636<br>32.09%   | 2 Classe 2<br>261/1636<br>15.95% | 3 Classe 3<br>322/1636<br>19.68% | 4 Classe 4<br>292/1636<br>17.85% |
|--|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| n.  | forme                            | p                                |                                  |
| 0  | educação_matemática_critica      | < 0,0001                         |                                  |
| 1  | modelagem_matemática             | < 0,0001                         |                                  |
| 2  | skovsmose                        | < 0,0001                         |                                  |
| 3  | sala                             | < 0,0001                         |                                  |
| 4  | questão                          | < 0,0001                         |                                  |
| 5  | exercício                        | < 0,0001                         |                                  |
| 6  | aula                             | < 0,0001                         |                                  |
| 7  | enem                             | < 0,0001                         |                                  |
| 8  | realidade                        | < 0,0001                         |                                  |
| 9  | ambiente_de_aprendizagem         | < 0,0001                         |                                  |
| 10   | referência                       | < 0,0001                         |                                  |
| 11   | paradigma_do_exercício           | < 0,0001                         |                                  |
| 12   | crítica                          | < 0,0001                         |                                  |
| 13   | debate                           | < 0,0001                         |                                  |
| 14   | ambiente                         | < 0,0001                         |                                  |
| 15   | aplicação                        | < 0,0001                         |                                  |
| 16   | semirrealidade                   | < 0,0001                         |                                  |
| 17   | etnomatemática                   | < 0,0001                         |                                  |
| 18   | reconhecer                       | < 0,0001                         |                                  |
| 19   | obtenção                         | < 0,0001                         |                                  |
| 20   | exposição                        | < 0,0001                         |                                  |

| 1 Classe 1<br>525/1636<br>32.09%   | 2 Classe 2<br>261/1636<br>15.95% | 3 Classe 3<br>322/1636<br>19.68% | 4 Classe 4<br>292/1636<br>17.85% | 5 Classe 5<br>236/1636<br>14.43% |
|--|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| n.  | forme                            | p                                |                                  |                                  |
| 0  | modelagem_matemática             | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 1  | relato                           | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 2  | atividade                        | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 3  | experiência                      | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 4  | destinar                         | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 5  | tema                             | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 6  | graduação                        | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 7  | vertuan                          | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 8  | professor                        | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 9  | escolha                          | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 10   | estudante                        | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 11   | barbosa                          | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 12   | obstáculo                        | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 13   | realizar                         | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 14   | descrever                        | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 15   | componente                       | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 16   | apresentar                       | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 17   | almeida                          | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 18   | dado                             | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 19   | burak                            | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 20   | pesquisador                      | < 0,0001                         |                                  |                                  |

| 1 Classe 1<br>525/1636<br>32.09%   | 2 Classe 2<br>261/1636<br>15.95% | 3 Classe 3<br>322/1636<br>19.68% | 4 Classe 4<br>292/1636<br>17.85% |
|--|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| n.  | forme                            | p                                |                                  |
| 0  | problema                         | < 0,0001                         |                                  |
| 1  | resolução                        | < 0,0001                         |                                  |
| 2  | criar                            | < 0,0001                         |                                  |
| 3  | criação                          | < 0,0001                         |                                  |
| 4  | resolver                         | < 0,0001                         |                                  |
| 5  | estagiário                       | < 0,0001                         |                                  |
| 6  | formulação                       | < 0,0001                         |                                  |
| 7  | envolver                         | < 0,0001                         |                                  |
| 8  | proposição                       | < 0,0001                         |                                  |
| 9  | estudante                        | < 0,0001                         |                                  |
| 10   | resolução_de_problemas           | < 0,0001                         |                                  |
| 11   | conteúdo_matemático              | < 0,0001                         |                                  |
| 12   | etapa                            | < 0,0001                         |                                  |
| 13   | formalização                     | < 0,0001                         |                                  |
| 14   | dúvida                           | < 0,0001                         |                                  |
| 15   | tarefa                           | < 0,0001                         |                                  |
| 16   | partida                          | < 0,0001                         |                                  |
| 17   | onuchic                          | < 0,0001                         |                                  |
| 18   | item                             | < 0,0001                         |                                  |
| 19   | reformulação                     | < 0,0001                         |                                  |
| 20   | elaboração                       | < 0,0001                         |                                  |

| 1 Classe 1<br>525/1636<br>32.09%   | 2 Classe 2<br>261/1636<br>15.95% | 3 Classe 3<br>322/1636<br>19.68% | 4 Classe 4<br>292/1636<br>17.85% | 5 Classe 5<br>236/1636<br>14.43% |
|--|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| n.  | forme                            | p                                |                                  |                                  |
| 0  | educação_do_campo                | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 1  | educação_matemática              | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 2  | encontro                         | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 3  | educação                         | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 4  | produção                         | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 5  | campo                            | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 6  | edição                           | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 7  | publicação                       | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 8  | evento                           | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 9  | anal                             | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 10   | dissertação                      | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 11   | estudo                           | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 12   | brasil                           | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 13   | criatividade                     | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 14   | tese                             | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 15   | pós_graduação                    | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 16   | escola                           | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 17   | verbete                          | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 18   | pesquisa                         | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 19   | psicologia                       | < 0,0001                         |                                  |                                  |
| 20   | manejamento                      | < 0,0001                         |                                  |                                  |

Fonte: Gerado pelo Iramuteq 7.0

Com a análise das palavras mais significativas em cada classe, inferimos que os temas das discussões presentes nos textos podem ser entendidos como:

- Questões referentes a construção do conhecimento matemático nas práticas pedagógicas com a Modelagem Matemática. (classe 1)
- Discussões sobre as concepções de Modelagem e suas relações com a Educação Matemática Crítica, com os paradigmas tradicionais de ensino, com as avaliações externas e Enem e com a realidade dos alunos. (classes 2)
- Discussões sobre desafios e obstáculos encontrados nas práticas com atividades de Modelagem Matemática a partir de relatos de experiência. (classe 3)
- Discussões sobre a relação da Modelagem com o problema e a resolução de problemas na construção do conhecimento matemático, na formalização desses conhecimentos e na sua reformulação. (classe 4)
- Questões que envolvem as práticas com a Modelagem Matemática na Educação Matemática e na Educação do Campo. (classe 5)

Nos apropriando das palavras de Pedrosa e Lacerda (2023), ressaltamos que as análises realizadas com auxílio do software são algumas das análises possíveis e que a interpretação de cada análise é subjetiva. Logo, deve ser pautada na leitura reflexiva de cada texto selecionado. Ressaltamos ainda que, a análise dos dados é trabalho do pesquisador e que o software apenas oferece apoio à organização, categorização, apresentação e interpretação das informações contidas nos textos. Por isso, na etapa de conclusão apresentada no capítulo quatro, tecemos a partir das classes oferecidas pelo software e na leitura dos textos selecionados, algumas inferências sobre suas principais discussões.

A identificação dos possíveis temas presentes nos textos sobre Modelagem Matemática nos possibilitou definir os temas das questões que comporiam o questionário de pesquisa. Logo, apresentamos a seguir o questionário elaborado e os objetivos de cada questão que o compõe.

### 3.4.2. Questionário da pesquisa

O questionário elaborado para a coleta de dados é composto pelo TCLE (Apêndice E) para aceite de participação na pesquisa e por 16 perguntas organizadas em: 14 perguntas objetivas e 2 perguntas discursivas.

Na elaboração das perguntas objetivas tomamos o cuidado de disponibilizar em algumas delas, a opção “**Outros – Especifique:**”, possibilitando que cada participante, caso deseje, insira uma resposta não programada pelas pesquisadoras. A intensão desta ação é evitar ou diminuir o enviesamento das respostas, não restringindo-as apenas as alternativas oferecidas.

O enviesamento das respostas pode ocorrer por causa de uma possível influências das concepções de Modelagem das pesquisadoras na definição das opções de respostas ou pela limitação da técnica escolhida para a localização dos possíveis participantes, a saber, a técnica de amostragem *snowball* ou amostragem por bola de neve.

No questionário, a primeira pergunta destina-se ao mapeamento do desenvolvimento do processo de amostragem por bola de neve. As perguntas de 2 a 6 procuram ajudar na definição do perfil dos participantes da pesquisa. As perguntas de 7 a 12 destinam-se a identificação das concepções dos professores sobre a Modelagem Matemática, no que tange a sua conceituação, importância e utilização no ensino de Matemática.

E as perguntas de 13 a 16 buscam por aspectos que evidenciem a importância e o uso das tecnologias digitais nos processos de Modelagem Matemática no terceiro ano do Ensino Médio. As perguntas que compõem o questionário e o objetivo definido para cada uma delas são apresentados a seguir.

*Tabela 4 - Pergunta 1 do questionário*

#### **Pergunta 1**

**Uma etapa importante para essa pesquisa é mapear o desenvolvimento do processo de pesquisa e escolha dos participantes. Por isso, perguntamos: como você ficou sabendo dessa pesquisa?**

- A. Por meio do grupo de WhatsApp da faculdade.
- B. Por meio do grupo de WhatsApp dos professores da escola em que trabalho.
- C. Por meio de um colega de trabalho, participante da pesquisa.
- D. Outros – Especifique: \_\_\_\_\_

#### **Objetivo dessa pergunta:**

Construir um mapeamento do processo de desenvolvimento da técnica de amostragem por bola de neve, identificando os participantes de cada grupo ou rede social dos pesquisadores.

**Fonte:** Dados da pesquisa

Tabela 5 - Pergunta 2 do questionário

**Pergunta 2**

**Você leciona matemática em qual / em quais das redes de ensino listadas abaixo?**

- A. Federal
- B. Estadual
- C. Municipal
- D. Particular
- E. Outros – Especifique: \_\_\_\_\_

Objetivo dessa pergunta:

Traçar um perfil dos professores participantes da pesquisa quanto ao pertencimento as instituições.

**Fonte:** Dados da pesquisa

Tabela 6 - Pergunta 3 do questionário

**Pergunta 3**

**Há quanto tempo você leciona matemática?**

- A. Menos de um ano.
- B. de 1 a 5 anos
- C. de 5 a 10 anos
- D. de 10 a 15 anos
- E. mais de 15 anos

Objetivo dessa pergunta:

Traçar um perfil dos professores participantes da pesquisa quanto ao tempo de experiência no ensino da Matemática.

**Fonte:** Dados da pesquisa

Tabela 7 - Pergunta 4 do questionário

**Pergunta 4**

**Você atua em qual ou quais níveis de ensino?**

- A. Ensino Fundamental II.
- B. Ensino Médio
- C. Ensino Superior
- D. Outros – Especifique: \_\_\_\_\_

Objetivo dessa pergunta:

Traçar um perfil dos participantes quanto à experiência no ensino em cada nível de ensino.

**Fonte:** Dados da pesquisa

Tabela 8 - Pergunta 5 do questionário

**Pergunta 5**

**Você já trabalhou, trabalha ou pretende trabalhar com Modelagem Matemática nas suas aulas?**

- A. Sim, já trabalhei com Modelagem Matemática.
- B. Sim, estou trabalhando com Modelagem Matemática.
- C. Não, mas quero usar a Modelagem Matemática.
- D. Não trabalhei e nem quero de usar a Modelagem Matemática.
- E. Outros – Especifique: \_\_\_\_\_

Objetivo dessa pergunta:

Identificar entre os participantes, os professores que têm experiência em práticas com a Modelagem.

**Fonte:** Dados da pesquisa

Tabela 9 - Pergunta 6 do questionário

**Pergunta 6**

**Em qual ou quais anos de escolaridade você já trabalhou ou trabalha com Modelagem Matemática?**

- A. Do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental II.
- B. No 1º ano do Ensino Médio.
- C. No 2º ano do Ensino Médio.
- D. No 3º ano do Ensino Médio.
- E. Outros – Especifique: \_\_\_\_\_

Objetivo dessa pergunta:

Identificar entre qual ou quais anos de escolaridade, os professores costumam trabalhar com a Modelagem.

**Fonte:** Dados da pesquisa

Tabela 10 - Pergunta 7 do questionário

**Pergunta 7**

**O que é Modelagem Matemática na sua concepção?**

Resposta: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Objetivo dessa pergunta:

Perceber qual ou quais concepções de Modelagem Matemática tem os professores participantes da pesquisa.

**Fonte:** Dados da pesquisa

Tabela 11 - Pergunta 8 do questionário

**Pergunta 8**

**Com o pensamento no ensino de Matemática para turmas de 3º ano do Ensino Médio, qual ou quais seriam, na sua concepção, os benefícios de se trabalhar com a Modelagem Matemática?**

- A. Protagonismo do aluno no seu processo de aprendizagem.
- B. Aproximação da Matemática escolar à realidade do aluno.
- C. Desenvolvimento da autonomia e do gosto pela pesquisa.
- D. Possibilidades de uso das tecnologias digitais.
- E. O trabalho em grupos ou colaborativo.
- F. Outros – Especifique: \_\_\_\_\_

Objetivo dessa pergunta:

Identificar aspectos que levaram os participantes a usarem ou desejarem utilizar a modelagem Matemática nas suas aulas.

**Fonte:** Dados da pesquisa

Tabela 12 - Pergunta 9 do questionário

**Pergunta 9**

**Como você iniciaria ou inicia uma atividade que envolve a Modelagem Matemática no 3º ano do Ensino Médio?**

- A. Com a definição e escolha de temas sugeridos pelos alunos.
- B. Com a oferta de temas pré-selecionados para que os alunos definam os problemas que querem resolver.
- C. Com a oferta de problemas pré-selecionados.
- D. Outros – Especifique: \_\_\_\_\_

Objetivo dessa pergunta:

Verificar se a prática docente como o uso da Modelagem está de acordo com a teoria da Modelagem Matemática.

**Fonte:** Dados da pesquisa

Tabela 13 - Pergunta 10 do questionário

**Pergunta 10**

**Em sua opinião, qual deveria ser o foco principal dos problemas a serem tratados nas atividades de Modelagem Matemática no 3º ano do Ensino Médio?**

- A. Situações autênticas da indústria ou aplicação no trabalho.
- B. Contextualizar ou mostrar conteúdos matemáticos para motivação da aprendizagem.
- C. Desencadear a aprendizagem ou como estratégia de ensino.
- D. Introduzir e sistematizar conceitos matemáticos.
- E. Preparar para o exercício da cidadania, autonomia e para intervir em debates por meio de reflexões pautadas na Matemática e em seu uso na realidade.
- F. Desenvolver conceitos e propriedades Matemáticas em contextos estritamente matemáticos.
- G. Compreender os processos cognitivos, as barreiras Matemáticas, epistemológicas e psicológicas em relação a aprendizagem.

Objetivo dessa pergunta:

Identificar de acordo com o foco enfatizado pelos participantes, as concepções ou a concepção mais abordada nas práticas pedagógicas com o uso da Modelagem Matemática e verificar algumas justificativas que os levaram a utilizar a modelagem Matemática nas suas aulas.

**Fonte:** Dados da pesquisa

Tabela 14 - Pergunta 11 do questionário

**Pergunta 11**

**Você poderia descrever um exemplo de atividade de Modelagem que desenvolveu com seus alunos ou que gostaria de desenvolver?**

Resposta: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Objetivo dessa pergunta:

Coletar exemplos de atividades que envolvem Modelagem Matemática desenvolvidas pelos participantes com suas turmas, buscando identificar conteúdos mais abordados e concepções mais utilizadas.

**Fonte:** Dados da pesquisa

Tabela 15 - Pergunta 12 do questionário

**Pergunta 12**

**Na sua opinião, qual ou quais seriam os principais obstáculos a serem enfrentados no uso da Modelagem Matemática com turmas de 3º ano do Ensino Médio?**

- A. A imprevisibilidade do conteúdo.
- B. A necessidade de dispor de mais tempo de planejamento, estudo, preparação e aplicação das aulas.
- C. Dificuldade para acesso a ferramentas tecnológicas para a pesquisa ou a professores ou profissionais de outras áreas para coleta de informações.
- D. o cumprimento do currículo.
- E. A necessidade de preparação para as avaliações externas, Enem ou vestibulares.
- F. Outros – Especifique: \_\_\_\_\_

Objetivo dessa pergunta:

Verificar quais são os principais obstáculos destacados pelos participantes para a utilização da Modelagem em suas aulas.

**Fonte:** Dados da pesquisa

Tabela 16 - Pergunta 13 do questionário

**Pergunta 13**

**Ainda, pensando nas turmas de 3º ano do Ensino Médio, qual ou quais seriam, na sua opinião, os maiores desafios a serem enfrentados no uso da Modelagem em sala de aula?**

- A. A ruptura do paradigma do exercício.
- B. A ruptura do paradigma do ensino centrado no professor como detentor do conhecimento.
- C. O desenvolvimento do desejo de aprender.
- D. Dominar as ferramentas tecnológicas para a construção e apresentação de modelos e soluções.
- E. A defasagem do conhecimento de conceitos matemáticos pelo aluno.
- F. Outros – Especifique: \_\_\_\_\_

Objetivo dessa pergunta:

Averiguar quais são os principais desafios enfrentados pelos participantes no desenvolvimento de atividades de Modelagem em suas aulas.

**Fonte:** Dados da pesquisa

Tabela 17 - Pergunta 14 do questionário

**Pergunta 14**

**Considerando a possibilidade de uso de tecnologias digitais no processo de modelagem de um problema, na sua opinião, qual seria a principal vantagem desse uso com turmas de 3º ano do Ensino Médio?**

- A. Favorecer a construção de múltiplas representações de um objeto matemático.
- B. Possibilitar a manipulação de objetos, a alteração de suas características e parâmetros e visualização de seu comportamento.
- C. Promover a interação, o compartilhamento e a contextualização dos conceitos matemáticos.
- D. Desenvolver o pensamento computacional.
- E. Favorecer a construção de ambientes de investigação e pesquisa mais dinâmicos e atrativos.
- F. Outros – Especifique: \_\_\_\_\_

Objetivo dessa pergunta:

Averiguar quais são os principais benefícios destacados pelos participantes para a utilização das tecnologias digitais na Modelagem em suas aulas.

**Fonte:** Dados da pesquisa



Tabela 18 - Pergunta 15 do questionário

**Pergunta 15**

**Como última pergunta desse questionário, gostaríamos de saber: quais tipos de ferramentas tecnológicas você sugeriria que eles utilizassem na modelação de um problema?**

A. Ferramentas de pesquisa, hipertextos e diferentes mídias digitais para escolha de temas e levantamentos de dados sobre o problema.

B. Softwares, programas matemáticos ou simuladores para a construção de modelos, revisão e estudo dos conceitos matemáticos.

C. Editores de textos, planilhas ou apresentações de slides para comunicação dos resultados e discussões das soluções encontradas.

D. Outros – Especifique: \_\_\_\_\_

Objetivo dessa pergunta:

Averiguar quais são os principais recursos tecnológicos destacados pelos participantes para a utilização com a Modelagem em suas aulas.

**Fonte:** Dados da pesquisa

Tabela 19 - Pergunta 16 do questionário

**Pergunta 16**

**Como última pergunta desse questionário, gostaríamos de saber: quais tipos de ferramentas tecnológicas seus alunos utilizam na modelação de um problema?**

A. Ferramentas de pesquisa, hipertextos e diferentes mídias digitais para escolha de temas e levantamentos de dados sobre o problema.

B. Softwares, programas matemáticos ou simuladores para a construção de modelos, revisão e estudo dos conceitos matemáticos.

C. Editores de textos, planilhas ou apresentações de slides para comunicação dos resultados e discussões das soluções encontradas.

D. Outros – Especifique: \_\_\_\_\_

Objetivo dessa pergunta:

Averiguar quais tipos de ferramentas são utilizados pelos participantes nos processos e atividades de Modelagem em suas aulas.

**Fonte:** Dados da pesquisa

Finalizamos o questionário com agradecimentos a participação na pesquisa e com a disponibilização do e-mail das pesquisadoras para envio de dúvidas, sugestões ou críticas e para a solicitação dos resultados da pesquisa, caso seja de interesse do participante.

Com a elaboração do questionário, esperávamos encontrar indícios que pudessem ajudar a responder as perguntas da pesquisa. Contudo, pensamos na dificuldade de identificar os sujeitos participantes da pesquisa, pois apesar da população composta por professores que ensinam a Matemática ser um público acessível, a identificação dentre eles, daqueles que tem experiência com a Modelagem Matemática seria um trabalho difícil. Por isso, escolhemos usar a técnica de amostragem *snowball* ou amostragem por bola de neve.

Outro motivo para a escolha desta técnica foi a possibilidade de contornar o impasse gerado pela solicitação de anuência da SEEDUC/RJ para a aprovação do projeto de pesquisa pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UNESA - CEP. O impasse foi um problema inicial, pois o CEP solicitou uma carta de anuência da instituição, autorizando a realização da pesquisa com seus professores; porém, a instituição por sua vez, solicitou a aprovação do CEP para a liberação de sua anuência. Assim, com a escolha da técnica não foi preciso a anuência da instituição, porque a pesquisa pôde ser desvinculada do órgão.

#### 3.4.2.1. **Etapa de redução:** técnica de amostragem *snowball*

A técnica de amostragem *snowball* ou amostragem por bola de neve, segundo Bockorni e Gomes (2021), é uma técnica que se utiliza das redes de referências do pesquisador ou dos participantes da pesquisa. Essa técnica pode ser aplicada quanto o público-alvo da pesquisa é uma população difícil de ser identificada ou distinguível da população geral.

O processo de amostragem por bola de neve, também é conhecido como método da cadeia de referências. Esse método tem vantagens e desvantagens que foram sintetizadas por Bockorni e Gomes (2021) da seguinte forma.

Tabela 20 - Vantagens e desvantagens do método da cadeia de referências

| Vantagens  | Desvantagens  |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• É ideal para pesquisas sobre temas de âmbito privado ou com populações de difícil acesso.</li> <li>• Os indivíduos são mais propensos a aceitarem participar, por serem indicados por conhecidos.</li> <li>• Há acesso às pessoas de maior visibilidade dentro do grupo social pesquisado.</li> <li>• Baixo custo.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Não é apropriada para pesquisas probabilísticas.</li> <li>• Não há como conhecer o total da população pesquisada.</li> <li>• Há o risco de obter sempre as mesmas respostas.</li> <li>• O pesquisador pode receber sempre as mesmas indicações.</li> <li>• Existe a possibilidade de ocorrer um viés amostral, por superestimação ou subestimação da amostra.</li> </ul> |

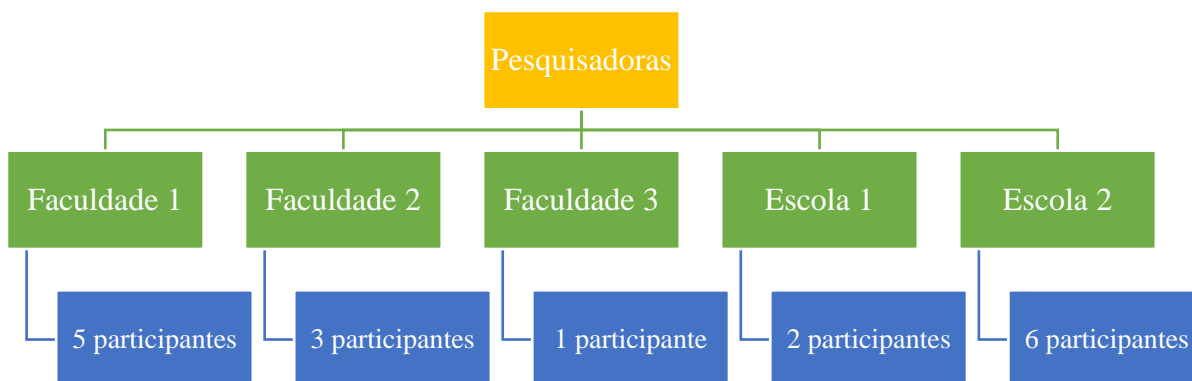
**Fonte:** Adaptado de Bockorni e Gomes (2021, p. 110)

Sem desconsiderar as desvantagens dessa técnica, mas com o pensamento nas vantagens oferecidas por ela, optamos pela escolha proposital de pessoas vinculadas a rede de contato das pesquisadoras. Entendemos que não seria possível fazer generalizações sobre a população da pesquisa; mas que seria possível fazer inferências e, em conjunto com os resultados obtidos com o método de RSL, traçar comparações entre concepções sobre a Modelagem no 3º ano do Ensino Médio.

A aplicação do método da cadeia de referências se iniciou com a escolha de cinco grupos de WhatsApp do contato das pesquisadoras e inspiradas na exposições de Bockorni e Gomes (2021) sobre esse método, identificamos esses grupos como as sementes do processo de pesquisa. Uma semente é um “intermediário inicial” que aponta ou localiza pessoas para a pesquisa (BOCKORNI; GOMES, 2021, p. 108).

Nossas sementes foram compostas por três grupos de alunos e egressos de faculdades públicas diferentes e dois grupos de trabalho de escolas estaduais diferentes. A figura 24 apresenta a distribuição e a localização dos participantes para a pesquisa a partir das respostas à primeira pergunta do questionário.

Figura 22 - Participantes da pesquisa por sementes



**Fonte:** Dados da pesquisa

Com o método da cadeia de referências obtivemos um total de 17 professores para a pesquisa. Consideramos que o ponto de saturação<sup>33</sup> do método foi atingido quando não foram apresentadas novas respostas ao questionário. A partir das respostas oferecidas por esses 17 professores, iniciamos o processo de análise dos dados obtidos com o questionário. Os resultados obtidos são apresentados na etapa a seguir.

#### 3.4.2.2. **Etapa de apresentação:** dados obtidos com o questionário

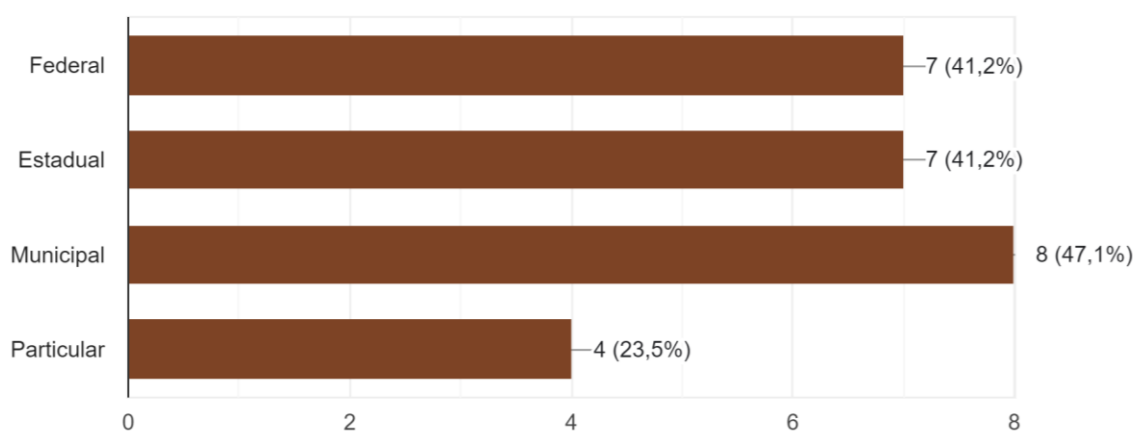
Para a organização, sistematização e sintetização dos dados coletados, a fim de classificá-los e categorizá-los, utilizamos a organização das tabulações gráficas oferecidas pelo próprio questionário na plataforma *Google Forms* ou as análises gráficas do Iramuteq.

Como dito anteriormente, a questão 1 do questionário teve o objetivo de mapear o processo de localização dos participantes para a pesquisa. Enquanto, as questões 2, 3 e 4 tiveram como objetivo traçar um perfil desses participantes.

Desta forma, reunimos os dados obtidos com essas questões e identificamos que os professores que responderam à pesquisa têm em sua maioria (35,3%) de 10 a 15 anos de magistério e atua em mais de uma rede de ensino. O gráfico 16 expressa a distribuição desses professores de acordo com as redes de ensino em que lecionam.

<sup>33</sup> O ponto de saturação no método da cadeia de referências é atingido quando os novos participantes não trazem novas informações para a pesquisa. (DEWES, 2013; VINUTO, 2014)

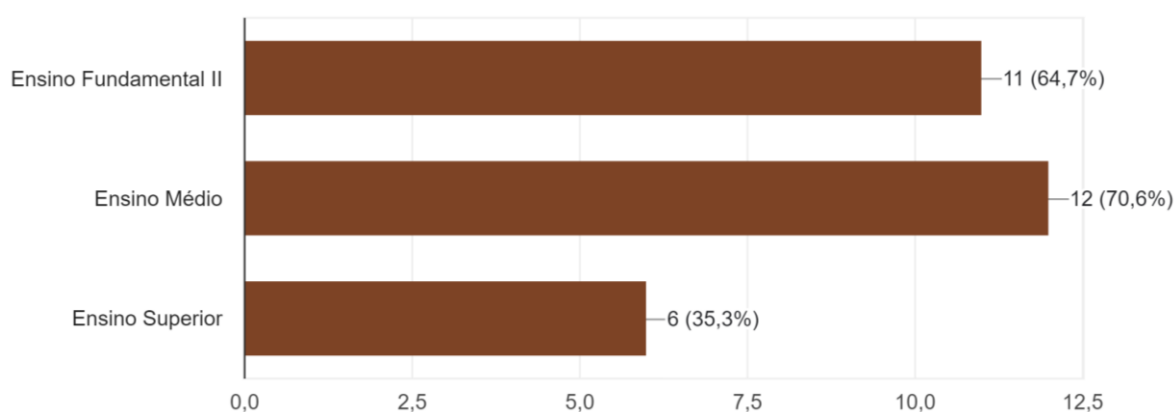
Gráfico 16 - Rede de ensino de atuação dos participantes



**Fonte:** Dados da pesquisa

Com a análise do gráfico 16, percebemos que a maioria dos professores atua na rede municipal de ensino, cuja responsabilidade da rede é gerir as práticas de ensino nos níveis fundamental I e fundamental II. Porém, como esses professores atuam em mais de uma rede de ensino, utilizamos o gráfico 17 para apresentar a distribuição desses professores dentro dos níveis de ensino Fundamental II, Médio e Superior.

Gráfico 17 - Nível de ensino de atuação dos professores participantes da pesquisa

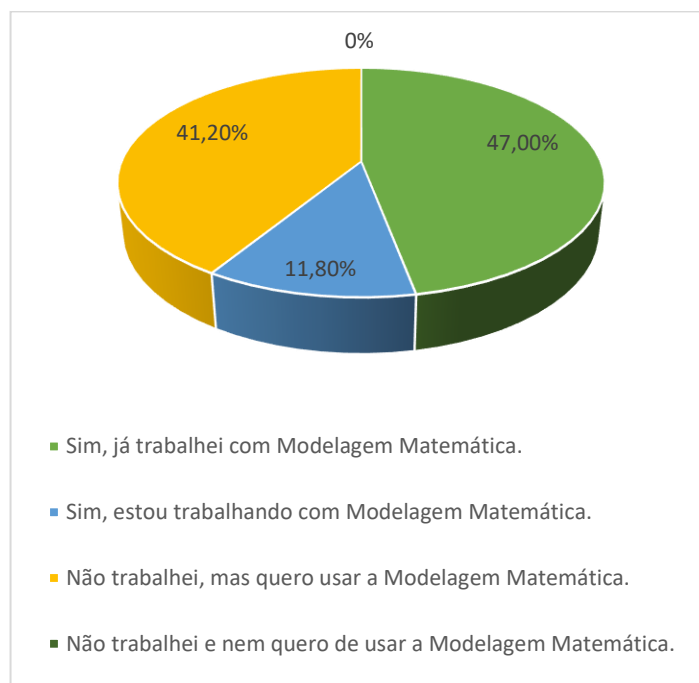


**Fonte:** Dados da pesquisa

Averiguamos então que a maioria desses professores atua nos ensinos Médio e Fundamental II e buscamos identificar se esses professores tiveram experiência com processos de Modelagem ou se desenvolveram atividades de Modelagem Matemática com seus alunos. As respostas obtidas foram sintetizadas no gráfico 18 e apresentam uma divisão desses

professores em três grupos: professores que já trabalharam com a Modelagem; professores que estão trabalhando com ela; e professores que desejam utilizá-la em suas aulas.

*Gráfico 18 - Experiências dos participantes com a Modelagem Matemática*

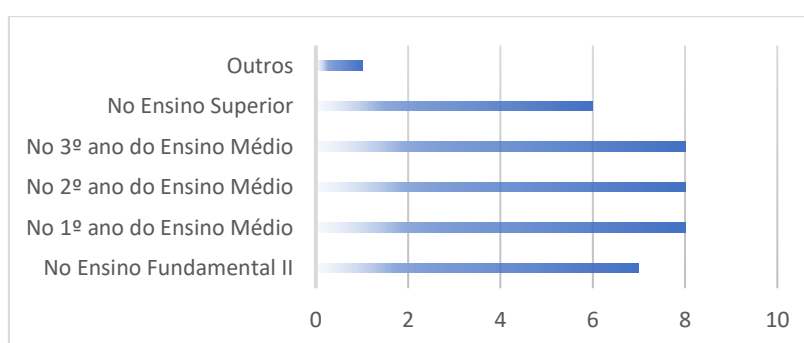


**Fonte:** Dados da pesquisa

De tal modo, inferimos que esse grupo de professores já trabalhou, trabalha ou pretende trabalhar com a Modelagem, ou seja, possui um entendimento do que é Modelagem Matemática.

Em relação aos anos de escolaridade em que esses professores costumam trabalhar algum processo de Modelagem Matemática, identificamos nas respostas a predominância do Ensino Médio, como ilustrado no gráfico 19 a seguir.

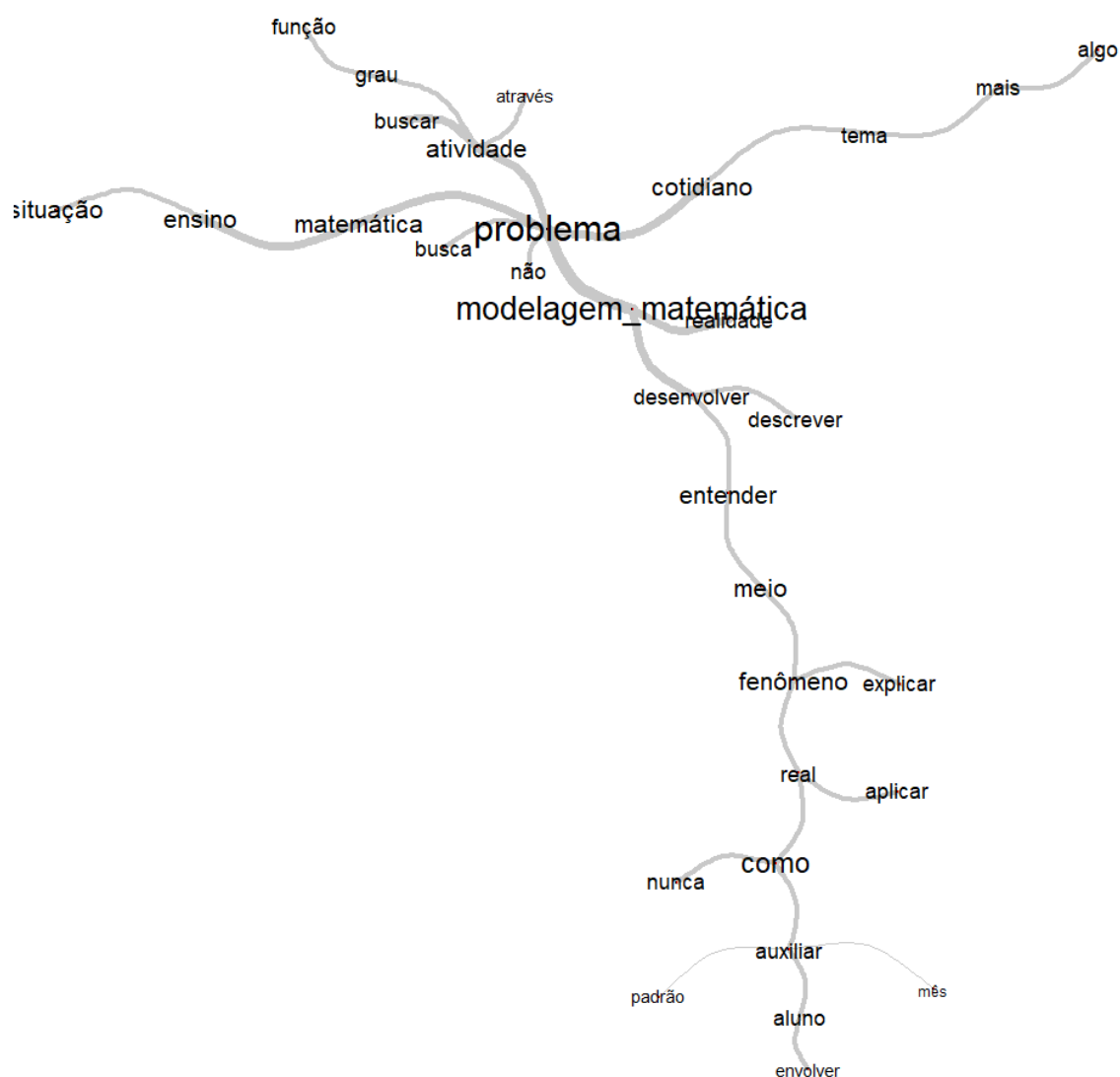
*Gráfico 19 - Anos de escolaridade das experiências com Modelagem*



**Fonte:** Dados da pesquisa

As questões 7 e 11 do questionário tiveram como objetivo identificar as concepções desses professores sobre a Modelagem Matemática. Consideramos que ao descrever, na questão 11, uma atividade de Modelagem que desenvolveu ou que gostaria de desenvolver, que o professor também oferece indícios de sua concepção sobre Modelagem; logo, optamos por reunir as respostas oferecidas para essas duas questões em um único arquivo nomeado por “CONCEPÇÕES SEGUNDO PROFESSORES<sup>34</sup>” e inseri-lo no software Iramuteq. Com esse arquivo geramos a análise de similitudes apresentada na figura 24 a seguir.

Figura 23 – Análise de similitudes gerada com as respostas discursivas



**Fonte:** Gerado pelo Iramuteq 7.0

<sup>34</sup> Esse arquivo pode ser acessado no link: [CONCEPÇÕES SEGUNDO PROFESSORES.txt](#)

A análise de similitudes é uma análise que permite verificar as ligações existentes entre as palavras do corpo textual por meio de grafos<sup>35</sup>. Essa análise é uma representação que possibilita ao pesquisador identificar co-ocorrências e conexidades entre as palavras e seus resultados auxiliam na identificação da estrutura do corpo textual.

No grafo ilustrado na figura 24, podemos perceber no vértice central a palavra **problema**. Logo, podemos inferir que o foco no problema a ser estudo tem forte influência na concepção de Modelagem dos professores participantes da pesquisa. A partir do vértice central, percebemos quatro arcos principais (mais espessos) conectando a palavra problema aos termos: (1) Modelagem Matemática, (2) cotidiano, (3) atividade e (4) Matemática. Com a maior ênfase entre a conexão entre os termos problema e Modelagem Matemática, que pode ser percebida pela maior espessura do arco que conecta esses termos.

O arco 1 pode ser identificado a partir do primeiro vértice, cujo termo é Modelagem Matemática, que se conecta com os termos: realidade, desenvolver, descrever, entender, meio, fenômeno etc. O arco 2 é composto pelas palavras: cotidiano, tema, mais e algo. O arco 3 é indicado pela palavra atividade, que se interconecta com as palavras: através, buscar, grau e função. E o Arco 4 é composto pelas palavras: matemática, situação e ensino.

Assim, o grafo apresentado nos permite inferir que a concepção de Modelagem Matemática dos professores participantes da pesquisa tem um foco no problema e pode ser associada as ideias de que:

**(Arco 1)** A Modelagem para esse professor possuiu conectividade com a realidade dos alunos, de forma a possibilitar maneiras de desenvolver, descrever e entender fenômenos reais, explicando-os e aplicando-os no mundo real, como recurso auxiliar na observação de padrões.

E nesse sentido, considerando as conexões estabelecidas no grafo, podemos inferir que segundo esses professores, no processo de Modelagem em sala de aula:

**(Arco 2)** o problema abordado deriva de temas do cotidiano do aluno.

---

<sup>35</sup> Informalmente, podemos definir um grafo como um conjunto de vértices (ou nós ou nodos) conectados dois a dois por arestas (ou arcos). Formalmente, estudamos a estrutura de um grafo na Teoria dos Grafos em Matemática.



(**Arco 3**) o foco das atividades encontra-se na realização de atividades que busquem a resolução e problemas através de diferentes funções.

(**Arco 4**) busca-se no desenvolvimento de situação de ensino que envolvam a Matemática.

Ainda, a partir dessas inferências, podemos perceber que a concepção de Modelagem desses professores encontra-se associada a mais de uma perspectiva de Modelagem e considerando as perspectivas elencadas por Almeida, Silva e Vertuan (2020) e Acebo-Gutiérrez e Rodríguez-Gallegos (2021) (Tabela 1 da página 30), verificamos na concepção desses professores, o destaque das seguintes perspectivas:

Arco 1: **Sócio crítica**, pois inferimos que as palavras nesse ramo do grafo podem indicar que o foco dos temas e questões escolhidos pode indicar a intenção do professor em preparar seus alunos para o exercício da cidadania ou para a intervenção em debates por meio de reflexões pautadas na Matemática e no uso na realidade.

Arco 2: **Contextual**, pois acreditamos que as palavras elencadas nesse arco podem sugerir a adoção pelo professor de questões cuja finalidade seja contextualizar ou mostrar conteúdos matemáticos para motivação da aprendizagem.

Arco 3: **Educacional Conceitual**, ao verificarmos que as palavras identificadas nesse arco podem indicar um o foco no estudo de diferentes funções, o que sugere a busca por questões que ajudem na introdução e sistematização de certos conceitos matemáticos.

Arco 4: **Educativa Didática**, quando verificamos as palavras que explicitamente sugerem uma interconexão entre questões matemáticas que podem desencadear a aprendizagem ou servir como estratégia de ensino.

Trazemos a seguir um recorte das respostas oferecidas quando foi solicitado que cada professor descrevesse o seu entendimento sobre Modelagem Matemática. Esses recortes podem ilustrar as inferências feitas anteriormente:

**Professor\_4:** *“Pode ser um processo de ensino que permite analisar situações reais, tentando explicar matematicamente, os fenômenos ali presentes, como os padrões de repetições, de modo a auxiliar nas previsões e tomadas de decisões”.*

(Ilustração das inferências para o arco 1)

**Professor\_11:** *“A percepção de um padrão através de um problema cuja solução ou entendimento desse padrão se dá através da busca por uma função ou equações que descrevam a problemática por aproximações”.* (Ilustração das inferências para o arco 2)

**Professor\_8:** *“Utilizar temas do cotidiano ou tema mais explicáveis para introdução de algum conceito matemático”.* (Ilustração das inferências para o arco 3)

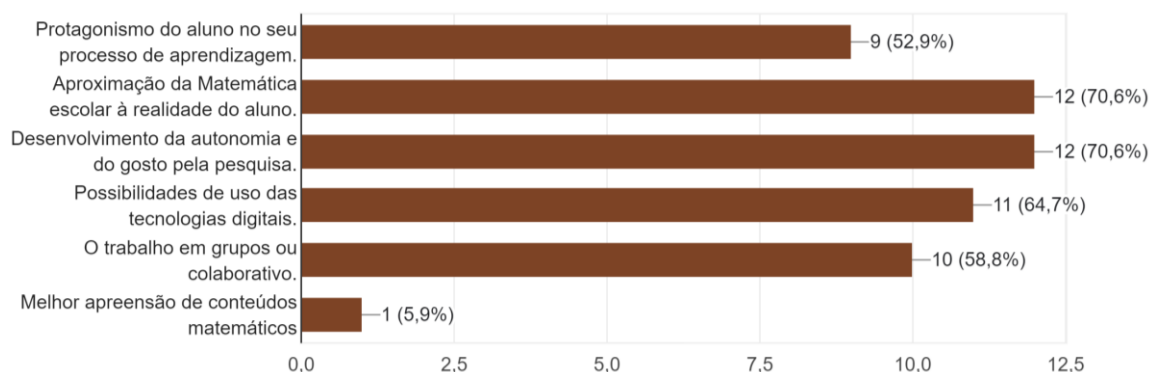
**Professor\_16:** *“É uma estratégia de ensino de matemática voltada para a busca por modelos que mais se aproximem da solução ótima para um problema ou situação”.*

(Ilustração das inferências para o arco 4)

Ressaltamos a percepção da adoção de mais de uma perspectiva de Modelagem Matemática nas práticas pedagógicas ou mesmo o uso articulado de diferentes perspectivas em uma mesma prática desses professores, tanto que uma mesma resposta poderia ilustrar mais de uma perspectiva de Modelagem. Porém, destacamos as que consideramos mais próximas das descrições de cada perspectiva.

Após a análise das respostas das questões discursivas, prosseguimos para a análise das respostas oferecidas as questões objetivas e a partir dessas constatamos alguns benefícios indicados por esses professores para o uso da Modelagem em suas aulas. Os dados coletados com essa questão são apresentados no gráfico 20 a seguir.

Gráfico 20 - Benefícios do uso da Modelagem segundo os professores

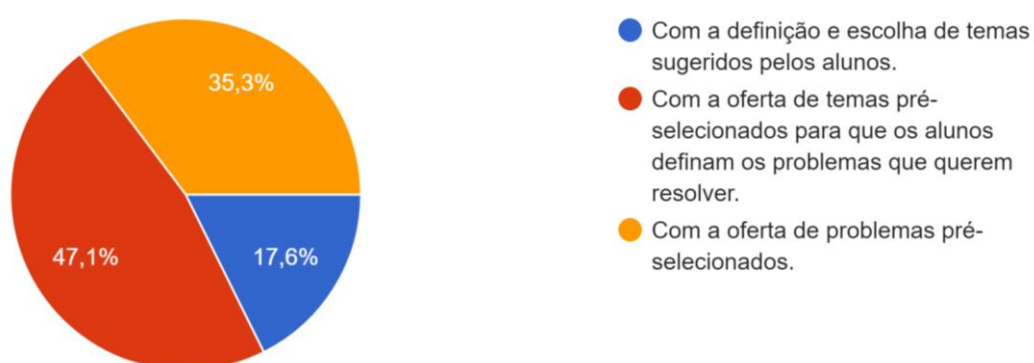


**Fonte:** Dados da pesquisa

Desta forma, verificamos que para esses professores, os principais benefícios do uso da Modelagem em suas aulas seriam as possibilidades de aproximação da Matemática escolar à realidade dos alunos e o desenvolvimento da autonomia e do gosto pela pesquisa; seguidos pelas possibilidades do uso das tecnologias digitais, do trabalho colaborativo e do protagonismo estudantil no processo de aprendizagem.

Quanto a utilização da Modelagem Matemática, esses professores sinalizaram que iniciam suas atividades de três formas diferentes (gráfico 21), com a definição e escolha de temas pelos alunos; com a oferta de temas pré-selecionados pelo professor; ou com a oferta de problemas pré-selecionados pelo professor.

Gráfico 21 - Formas que iniciam as atividades de Modelagem



**Fonte:** Dados da pesquisa

Assim, entendemos que a maioria desses professores (47,1%) preferem iniciar suas atividades com a Modelagem, a partir da oferta de temas pré-selecionados por ele, para que seus alunos definam os problemas que querem resolver. Ao percebermos, a partir das pesquisas, que o problema tem grande relevância na escolha das concepções de Modelagem, buscamos

identificar qual seria o foco enfatizado nos problemas abordados em suas práticas pedagógicas com a Modelagem Matemática.

Os dados obtidos são apresentados no gráfico 22 e demonstram que a grande maioria dos professores (52,9%) utilizam a Modelagem na perspectiva de preparar seus alunos para o exercício da cidadania, para o desenvolvimento da autonomia e para intervir em debates por meio de reflexões pautadas na Matemática e em sua aplicação na realidade. Esse aspecto sinalizado do uso da Modelagem Matemática alinha-se na definição da perspectiva sócio crítica da Modelagem destacada na seção 2.1 deste trabalho.

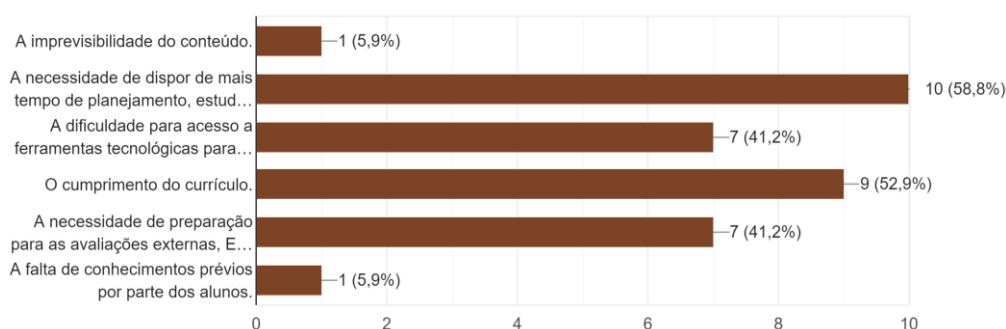
Gráfico 22 - O foco enfatizado nos problemas



Fonte: Dados da pesquisa

Sabemos que o processo de desenvolvimento de atividades com a Modelagem na sala de aula nem sempre se traduz em sucesso por causa de inúmeros desafios e obstáculos nesse processo. Por isso, buscamos identificar, junto aos professores, os principais obstáculos que, na sua concepção, dificultam o uso da Modelagem Matemática no 3º ano do Ensino Médio. Os dados obtidos foram sintetizados no gráfico 23 a seguir.

Gráfico 23 - Principais obstáculos ao uso da Modelagem segundo os professores

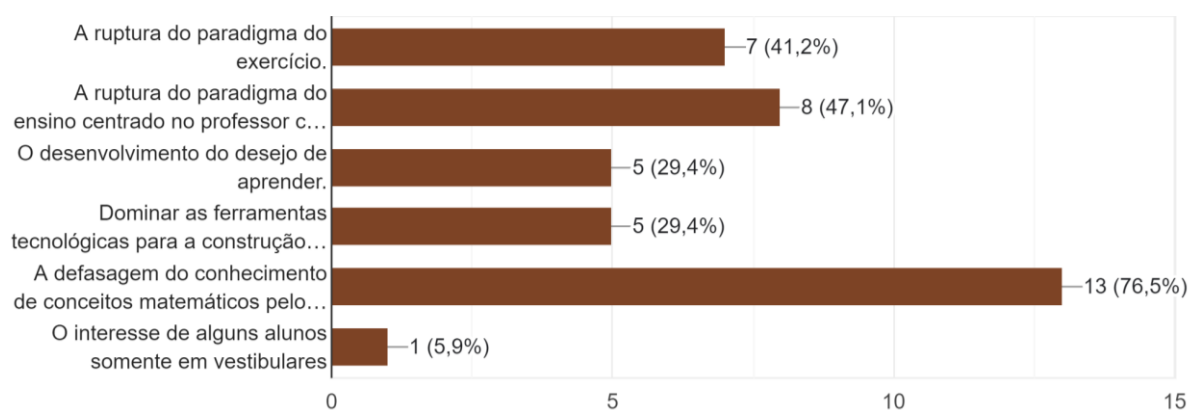


Fonte: Dados da pesquisa

Com a análise do gráfico 23, constatamos que o principal obstáculo sinalizado foi a necessidade de dispor de mais tempo de planejamento, estudo, preparação e aplicação das aulas. Mas, também percebemos a preocupação com o cumprimento do currículo, como a preparação para as avaliações externas, Enem e vestibulares e com as dificuldades de acesso as ferramentas tecnológicas.

Quanto aos desafios enfrentados no processo de Modelagem em sala de aula, os professores sinalizaram, com a maior frequência das respostas, a defasagem do conhecimento de conceitos matemáticos pelo aluno (gráfico 24); seguido dos desafios de romper com alguns paradigmas tradicionais de ensino.

*Gráfico 24 - Desafios no uso da Modelagem segundo os professores*

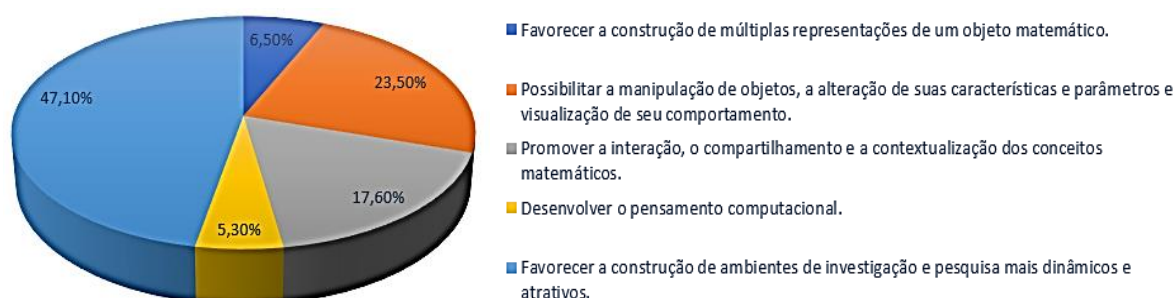


**Fonte:** Dados da pesquisa

Além dos desafios destacados, percebemos nas respostas oferecidas pelos professores a preocupação com o desejo de aprender do aluno e com o domínio das ferramentas tecnológicas para a construção do conhecimento matemático.

Alguns dos professores pesquisadores educadores matemáticos, cujos trabalhos foram analisados, afirmam em suas pesquisas que o uso da tecnologia no processo de Modelagem ocorre de modo natural. Então, questionamos os professores sobre as vantagens que vislumbram para o uso das tecnologias digitais nos seus processos de ensino e obtivemos como resultados os dados sintetizados no gráfico 25 a seguir.

Gráfico 25 - Vantagens do uso das tecnologias na Modelagem segundo os professores

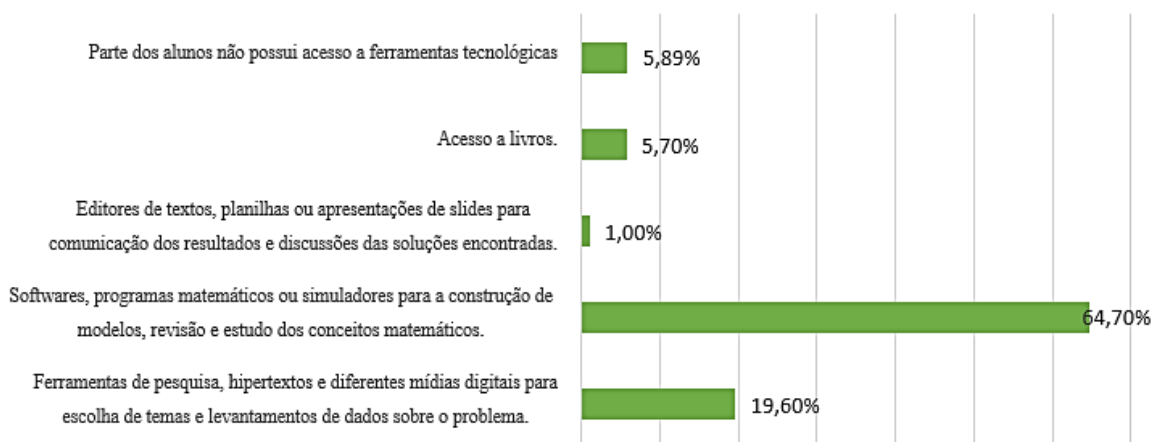


**Fonte:** Dados da pesquisa

Assim, percebemos que esses professores destacaram como principal vantagem do uso da tecnologia nos processos de Modelagem Matemática, o favorecimento da construção de ambientes de investigação e pesquisa mais dinâmicos e atrativos (47,1%).

Do mesmo modo, apuramos junto aos professores, quais tecnologias digitais foram ou são pensadas por eles como potencializadoras do aprendizado da Matemática no 3º ano do Ensino Médio e quais delas podem ser utilizadas no desenvolvimento de atividades de Modelagem. Os resultados obtidos foram sintetizados no gráfico 26.

Gráfico 26 - Tecnologias digitais pensadas para a Modelagem no 3º ano do Ensino Médio



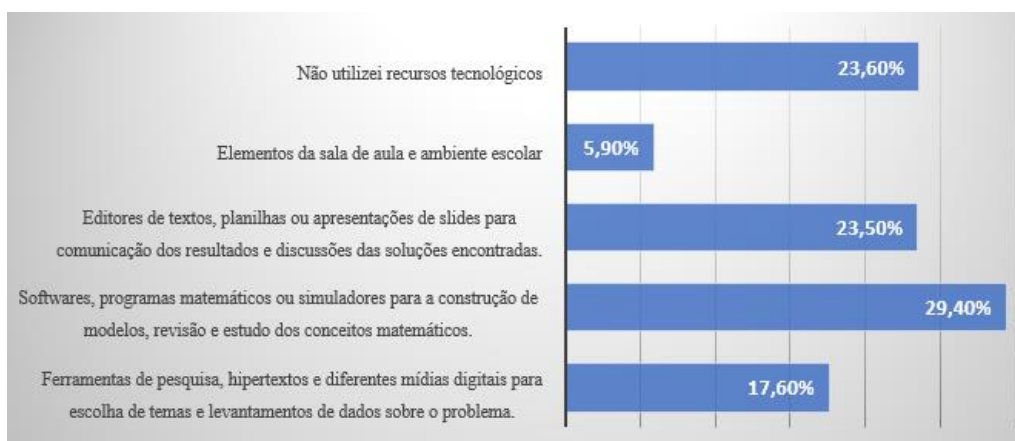
**Fonte:** Dados da pesquisa

A escolha de softwares, programas matemáticos ou simuladores para a construção de modelos, revisão e estudo dos conceitos matemáticos foi a primeira opção destacada. Também foram sinalizadas as possibilidades de uso de ferramentas de pesquisa, hipertextos e diferentes mídias para escolha de temas e levantamento de dados sobre o problema a ser estudado. Porém,

houve apontamentos de preocupações com a falta de acesso às ferramentas tecnológicas por parte dos alunos.

Logo, perguntamos sobre as ferramentas tecnológicas que efetivamente são utilizadas nas suas práticas e as respostas obtidas foram organizadas no gráfico 27.

*Gráfico 27 - Ferramentas tecnológicas utilizadas nas aulas de Modelagem*



**Fonte:** Dados da pesquisa

A análise das informações representadas no gráfico 27, permite a verificação de que uma boa parte desses professores utiliza recursos tecnológicos em suas aulas; entretanto, existe uma parcela considerável deles que não faz uso de tecnologia em suas práticas; apesar de reconhecerem os benefícios de seu uso. Contudo, não conseguimos identificar o que esse professor considera como recurso tecnológico ou se ele se referiu apenas aos recursos das tecnologias digitais.

## **4. INTERPRETAÇÕES E DISCUSSÕES A PARTIR DOS RESULTADOS**

### **4.1. Etapa de conclusão:** inferências a partir do método de RSL

No decorrer das buscas na base de dados e das análises, percebemos como lacunas nas discussões do campo da Educação Matemática em relação a Modelagem, a pouca quantidade de trabalhos que se caracterizam como relatos de experiência com o uso da Modelagem Matemática no Ensino Médio. Fato que nos levou a questionar se a Modelagem faz parte da ação pedagógica dos professores ou se sua aplicação apenas acontece mediante à necessidade de uma pesquisa sobre o tema dentro de grupos de pesquisa, que já estudam sobre Modelagem.

Qual seria realmente a relação da Modelagem Matemática com a prática docente? Como a Modelagem é vista pelos professores? E por que esses professores não relatam suas experiências com ela?

Outra observação importante foi a pouca produção de trabalhos exclusivamente sobre o 3º ano do Ensino Médio que envolvam questões sobre a aplicação da Modelagem Matemática. Os anos de escolaridade mais contemplados foram o 1º e o 2º ano do Ensino Médio. A natureza dos conteúdos previstos no currículo para esses segmentos do ensino, como: o estudo de funções, a Geometria Plana e Espacial e a Matemática Financeira influencia nessa escolha metodológica? Ou, a necessidade de preparação para avaliações externas, Enem e vestibulares não possibilita a diversificação das práticas com metodologias ativas?

A pouca quantidade de pesquisas encontradas relacionadas aos 3º anos do Ensino Médio não possibilitou identificar discussões sobre as potencialidades ou limitações do uso da tecnologia nas atividades de Modelagem Matemática, especificamente aplicadas no 3º ano do Ensino Médio. Então, procuramos discussões que abarcassem o uso da tecnologia no Ensino Médio, de uma forma geral. E verificamos que os poucos trabalhos encontrados sobre esse tema discutem o uso de alguns tipos específicos de softwares matemáticos.

Desta forma, nos indagamos: quais fatores impactam na dificuldade de uso da tecnologia na escola? A formação docente influencia no entendimento das possibilidades desse uso? O conteúdo abordado influencia nessa escolha? O domínio ou conhecimento da tecnologia influencia na sua escolha na prática docente?

Portanto, com a leitura dos textos, procuramos por discussões que nos ajudassem a responder algumas dessas questões e a partir deles tecemos as algumas considerações importantes para esse trabalho.

Segundo Tortola e Silva (2022), a forma como o ensino vem sendo desenvolvido nas escolas, não atende mais as necessidades de uma sociedade cada vez mais complexa e tecnológica. Nesse sentido, concordamos com as considerações de Figueiredo, Vertuan e Boscarioli (2022) destacam que a escola, além de promover o desenvolvimento do conhecimento, deve preparar cidadãos para viver e produzir em um mundo em constante mudança.

De tal modo que esses cidadãos desenvolvam competências para transformar o meio em que vivem com criticidade, criatividade e pensamento reflexivo e sejam capazes de questionar suas realidades, com aptidão para argumentar matematicamente os problemas da vida em



sociedade. Essas colocações vão ao encontro dos apontamentos que fizemos na problemática desse trabalho.

Em contra partida, Bastos e Rosa (2020) afirmam que o ensino atual nas escolas não acompanha a evolução da sociedade e da tecnologia pós-moderna. E concordamos com os autores, à medida que percebemos que o ensino das diversas áreas do conhecimento na escola encontra-se aquém do que deveria ser, especialmente, quando refletimos sobre o ensino da Matemática.

Para Bastos e Rosa (2020), Silva e Vertuan (2022), Figueiredo, Vertuan e Boscarioli (2022), Bissolotti e Titon (2022) e Ledur, Kiefer e Mariani (2023), o ensino da Matemática, ainda nos dias atuais, é marcado pela fragmentação, descontextualização e mecanização, que acabam por gerar frustrações, desinteresses, indiferenças e incapacidades de compreensão e resolução de problemas matematicamente.

Em sua maioria, os pesquisadores educadores matemáticos dos textos selecionados defendem mudanças nas metodologias de ensino da disciplina e apontam tendências no campo da Educação Matemática como formas possíveis de se desenvolver um ensino mais reflexivo, dinâmico, significativo e dialógico que explore as relações da Matemática com as realidades sociais de seus alunos. Essas colocações são pertinentes com as prescrições dos documentos oficiais que norteiam a Educação Básica no país.

As tendências em Educação Matemática apontadas por Tortola e Silva (2022), Silva e Vertuan (2022), Vitalino e Teixeira (2022), Santos e Madruga (2022), Ledur, Kiefer e Mariani (2023) e Silva e Abar (2023) são a Resolução de Problemas, a Modelagem Matemática, a História da Matemática, a Etnomatemática e a Etnomodelagem, os jogos, a gamificação, as tecnologias da informação e comunicação e as tecnologias digitais, dentre outras.

Em relação a Modelagem Matemática, as concepções apontadas pelas pesquisas não apresentam um consenso; mas, na maioria dos trabalhos, podemos perceber o entendimento da Modelagem como um ambiente de aprendizagem<sup>36</sup> onde os alunos são convidados a investigar, por meio da Matemática, situações com referência na realidade. Essa concepção de Modelagem é adotada por Bastos e Rosa (2020), Campos (2022) e Tortola e Silva (2022) e se aproxima das conceituações de Modelagem Matemática oferecidas por Bassanezi (2002) e Meyer, Caldeira e Malheiros (2019).

---

<sup>36</sup> Um ambiente de aprendizagem é composto pelo ambiente físico, pelos recursos didáticos disponíveis, pelos objetivos definidos para a aprendizagem e pelas metodologias empregadas pelo professor. (SKOVSMOSE, 2019).

A perspectiva de Modelagem Matemática mais referenciada nos textos é a sócio crítica, que possui uma forte ligação com a Educação Matemática Crítica e com as questões da Educação do Campo, alinhando-se também as propostas presentes nos PCN (BRASIL, 2000) e da BNCC (BRASIL, 2018), no tocante as questões voltadas para o trabalho, a cultura, ao conhecimento matemático e as lutas sociais estabelecidas nas relações em diferentes dimensões políticas, econômicas, sociais e da cidadania (TORTOLA; SILVA, 2022; LEDUR; KIEFER; MARIANI, 2023).

Os diferentes professores pesquisadores sinalizam nos textos selecionados que o uso da Modelagem Matemática como metodologia de ensino, independente da concepção adotada, pode trazer para o ensino da Matemática diferentes vantagens como: o desenvolvimento do pensamento matemático; a possibilidade de engajamento dos alunos, o compartilhamento de responsabilidades; e o desenvolvimento da autonomia e comunicação.

Além da oferta de ferramentas de trabalho em diferentes contextos do processo de ensino e aprendizagem para a criação dinâmica de modelos matemáticos; para a solução de problemas (SANTOS; MADRUGA, 2022); para a exploração de conceitos a partir de uma prática aberta e da troca de significados (RAMON; DE SOUZA; KLÜBER, 2022); e para a reflexão e rompimento de práticas tradicionais de ensino, que não respondem mais as questões atuais do ensino da Matemática.

Destacamos que o rompimento com as práticas tradicionais, em nosso entendimento, não significa o total abandono ou desconsideração de seus paradigmas; mas, a negociação de novos contratos didáticos e o estabelecimento de novas posturas na construção de outros paradigmas, que podem mesclar práticas tradicionais e metodologias ativas. Ou seja, o rompimento proposto denota sentidos de reformulação, renegociação, reflexão, reorganização e invenção de outras práticas possíveis, em diferentes contextos de ensino e aprendizagem.

Todavia, longe de uma visão otimista e acrítica do uso da Modelagem como metodologias de ensino, entendemos que sua adoção também pode trazer aspectos não-positivos, que dependem da forma como seus processos são entendidos e executados. Esses aspectos não-positivos são identificados por Campos (2022) como: a possibilidade de uso de dados fictícios na construção dos modelos matemáticos; a falta de participação de todos os alunos no processo de Modelagem; a divisão de tarefas nos grupos, que impede as discussões ao longo do processo e acaba por fragmentar a investigação.

Além de aspectos não-positivos, o desenvolvimento do processo de Modelagem como metodologia de ensino também enfrenta desafios e obstáculos. Esses desafios ou obstáculos são

classificados por Bastos e Rosa (2020) citando Bassanezi (2004) como obstáculos institucionais, obstáculos para os estudantes e obstáculos para os professores.

Segundo os autores, os obstáculos institucionais são relativos à organização da escola, as políticas públicas educacionais, a estrutura física das salas e laboratórios, ao acesso as tecnologias e ao tempo necessário para o desenvolvimento das atividades com a Modelagem. Os obstáculos para os alunos seriam o rompimento com paradigmas do ensino tradicional, a saída da zona de conforto dessa forma de ensino e o conhecimento e domínio de ferramentas tecnológicas; e os obstáculos para os professores seriam a falta de conhecimento sobre a Modelagem Matemática, a necessidade de mais tempo de planejamento e a insegurança e imprevisibilidade do processo.

Na tentativa de enfrentar os desafios e contornar os obstáculos presentes no uso da Modelagem como metodologia de ensino, consideramos a necessidade de se pensar em um planejamento mais cuidadoso, mais discutido, negociado e organizado das atividades de Modelagem, principalmente com a inserção de ferramentas tecnológicas. E acrescentamos, com as colocações de Bissolotti e Titon (2022), que muitas vezes, e por inúmeras questões, esse planejamento é negligenciado.

Ainda pautando-nos nas considerações de Bissolotti e Titon (2022), concordamos que a inserção da tecnologia na escola e nos processos de Modelagem precisa ser mais discutida e seu uso deve ser efetivamente planejado e executado. Pois, corroboramos com a afirmação das autoras e com base em nossa experiência, podemos destacar que pouco ou nenhum material concreto ou tecnológico é utilizado nos processos de ensino da Matemática na Educação Básica nos anos finais do Ensino Fundamental II e no Ensino Médio.

Percebemos durante a leitura dos textos, as sinalizações de o uso da Modelagem Matemática como metodologia de ensino na Educação Básica ainda se encontra em fase inicial de adoção. Percepção que Possamai e Allevato (2022) deixa bem clara no seu trabalho, ao destacarem que nas práticas de investigação e o uso da Modelagem na Educação encontra-se em fase experimental ou exploratória e que não possui expressão significativa nas escolhas metodológicas em sala de aula. Neste mesmo sentido, destacamos que Ramon; De Souza e Klüber (2022) afirmam não existirem muitos relatos de práticas com a Modelagem no 3º ano do Ensino Médio.

A partir dessas discussões, deduzimos que as pesquisas selecionadas trazem discussões relativas as concepções sobre Modelagem Matemática dos professores; suas justificativas para seu uso e os desafios e obstáculos percebidos nesse processo, com destaque para as

potencialidades do uso das tecnologias digitais em suas práticas. Por esse motivo, decidimos investigar por meio do questionário de pesquisa estas questões.

#### 4.2. **Etapas de conclusão:** inferências a partir dos resultados do questionário

Com as análises dos dados coletados com o questionário, podemos fazer algumas inferências sobre as concepções dos professores que ensinam Matemática no 3º ano do Ensino Médio que participaram da pesquisa. Essas inferências não são generalizações, mas indícios de aspectos e discussões relevantes para nossa pesquisa.

No início das análises, verificamos que o grupo respondente tem alguma experiência no desenvolvimento de práticas pedagógicas com Modelagem ou pretende utilizá-la em suas aulas. Ou seja, mesmo os que ainda não desenvolveram alguma atividade de Modelagem possui uma compreensão do que seja essa metodologia e de suas vantagens e desvantagens para o ensino da Matemática.

Verificamos também que esses professores são atuantes em mais de uma rede de ensino, em mais de um segmento e, em sua maioria, possuem mais de 10 anos de atuação docente. Logo, possuem vivências e experiências que os permite identificar e destacar características do ensino e do aprendizado em cada ano de escolaridade, e em especial, do 3º ano do Ensino Médio.

O uso da Modelagem por esse grupo ocorre predominantemente no Ensino Médio e em igual proporção nos 1º, 2º e 3º anos. Segundo suas concepções, a Modelagem Matemática se caracteriza como uma metodologia cujo foco encontra-se no problema como algo ou atividade que tem origem no cotidiano do aluno e que deve ajudar no desenvolvimento do ensino da Matemática para o entendimento de fenômenos da realidade.

Esse entendimento demonstra uma certa dificuldade de definir o que é formalmente a Modelagem Matemática. Mas, destaca o conhecimento de outros aspectos dela, que são as discussões de situações ou problemas da realidade do aluno e o desenvolvimento do conhecimento matemático. Essas observações podem ser ilustradas a partir das seguintes respostas oferecidas:

**Professor\_2:** *“Resolução de problemas contextualizados: por meio do Excel criar uma planilha no qual podemos determinar o número de parcelas do tempo para*

*quitar uma dívida dado o capital inicial e a taxa. Justificar o intervalo de tempo entre um comprimido de medicamento conhecendo a meia vida dele”.*

**Professor\_5:** *“Escrever em uma linguagem matemática uma questão problema. Gostaria de fazer a modelagem matemática em funções, mas há uma dificuldade imensa em matemática básica, o que dificulta a implementação de novas possibilidades. Algo mais básico que já fiz foi dividir a turma em grupos, cada grupo com um tema, como por exemplo: idade, quantidade de irmãos, vítimas de abuso sexual, racismo, bullying, feminicídio etc., esse faz um levantamento estatística na própria turma ou em outra, depois as informações são postas em tabelas e gráficos”.*

**Professor\_10:** *“Interpretação e identificar as perguntas a serem feitas. Educação Financeira. Coletamos uma situação hipotética no mercado aos realizar compras e identificamos possíveis questionamentos de escolhas de compras”.*

**Professor\_11:** *“A percepção de um padrão através de um problema cuja solução ou entendimento desse padrão se dá através da busca por uma função ou equações que descrevam a problemática por aproximações. Atividades que busquem encontrar a lei de funções de primeiro e segundo grau”.*

**Professor\_12:** *“Criação de um Modelo Matemático para explicar um determinado fenômeno. Atividades que busquem encontrar a lei de funções de primeiro e segundo grau”.*

**Professor\_13:** *“É uma técnica que visa usar a matemática para lidar com problemas do cotidiano. Não tenho muita familiaridade com a Modelagem Matemática, porém já vi o seu uso em problemas envolvendo sistema de equações do primeiro grau, acho que seria interessante as usar utilizando a realidade dos alunos em problemas envolvendo esse tema”.*

A perspectiva de Modelagem Matemática mais sinalizada nas respostas oferecidas para a questão objetiva número 10 foi a sócio crítica, cujos principais benefícios destacados foram a

possibilidade de aproximação da Matemática escolar à realidade do aluno, a preparação para o exercício da cidadania e o desenvolvimento da autonomia e do gosto pela pesquisa.

Nesse sentido, não conseguimos identificar se a adoção dessa perspectiva advém de uma prática reflexiva e crítica do professor ou se caracteriza como uma influência das propostas presentes nos PCN (BRASIL, 2000) e na BNCC (BRASIL, 2018). Uma vez que os PCN (BRASIL, 2000) descrevem como princípios e fins da Educação Nacional, que:

Art. 2º. A educação, dever da família e do Estado, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu **preparo para o exercício da cidadania** e sua qualificação para o trabalho (BRASIL, 2000, p. 24). (grifos nossos)

Prescrição que segue corroborada pelo texto da BNCC (BRASIL, 2018) que descreve que uma das competências gerais da Educação Básica deve ser:

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, 2018, p. 9). (grifos nossos)

Quanto aos processos de desenvolvimento da Modelagem em sala de aula, esses professores sinalizaram a adoção da oferta de temas pré-selecionados para que seus alunos definam os problemas que querem tratar. Consideramos que essa escolha pode relacionar-se a busca por diminuir a imprevisibilidade no processo, que é um obstáculo sinalizado por eles.

Quanto aos desafios, esses professores indicaram a defasagem no conhecimento matemático pelo aluno e as rupturas com paradigmas tradicionais de ensino. Deduzimos a partir desses resultados que esses professores têm consciência das dificuldades de seus alunos e de sua prática e buscam refletir sobre ela.

Outro desafio ressaltado pelos professores foi o uso das tecnologias nos processos de Modelagem. Mesmo compreendendo suas vantagens como o favorecimento da construção de ambientes de investigação dinâmicos e atrativos; boa parte dos professores não utiliza recursos tecnológicos nas suas aulas. Logo, inferimos a existência de fatores que, independentes da vontade ou escolha do professor, dificultam esse uso nos processos de Modelagem e que de uma forma geral impedem sua efetiva inserção na Educação.

Reafirmamos a compreensão das limitações das inferências aqui ressaltadas e dos resultados obtidos quanto a possibilidade de generalizações e ao possível enviesamento das respostas, por partirem de grupos não aleatórios e com experiências semelhantes no uso da Modelagem. Por isso, optamos por realizar, no capítulo de interpretações e discussões a partir

dos resultados, uma comparação entre os resultados obtidos com o questionário e os resultados obtidos com o método de RSL e discutir algumas de suas aproximações ou distanciamentos e, à luz de alguns referenciais teóricos e em contraste com a nossa prática com a resolução de problemas, tentar responder as perguntas da pesquisa.

#### 4.3. Aproximações e distanciamentos entre os resultados

Na busca de respostas a perguntas lançadas na problemática da pesquisa e ao longo do texto deste trabalho, realizamos uma pesquisa pautada no método de RSL e nas análises das respostas do questionário online. Como resultado das análises a partir do método de RSL, verificamos que as discussões acerca da Modelagem Matemática, nas pesquisas contemporâneas, relacionam-se à temas que buscam conceituar a Modelagem Matemática, descrever as etapas de seu processo, apresentar benefícios, desafios e obstáculos na sua aplicação em sala de aula e a debater sua relação com o uso das tecnologias digitais.

Deste modo, optamos por levantar algumas inferências por meio de aproximações e distanciamentos que percebemos dentro dos temas elencados com o método de RSL em comparação com os resultados obtidos com a análise das respostas do questionário; e então, realizamos algumas possíveis interpretações desses resultados.

##### 4.3.1. Quanto as concepções de Modelagem Matemática

Segundo Tortola e Silva (2022), Silva e Vertuan (2022) e Vitalino e Teixeira (2022) e Santos e Madruga (2022), a Modelagem Matemática é uma tendência em Educação Matemática a pelo menos 50 anos. Porém, não existe um consenso sobre sua definição. Essa falta de consenso também pode ser percebida nas respostas dos professores participantes da pesquisa, quando questionados sobre sua concepção de Modelagem Matemática. Assim sendo, quanto as concepções dos professores sobre a Modelagem Matemática, obtivemos os seguintes resultados:

Tabela 21 - Quanto as concepções de Modelagem Matemática

| Com o método RSL   | Com o questionário  |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Na maioria das pesquisas selecionadas, a Modelagem Matemática pode ser entendida como um ambiente de aprendizagem onde os alunos são convidados a investigar, por meio da Matemática, situações com referência na realidade.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Para os professores participantes, a Modelagem possuiu conectividade com a realidade dos alunos, de forma a possibilitar maneiras de desenvolver, descrever e entender fenômenos reais, explicando-os e aplicando-os no mundo real, como recurso auxiliar na observação de padrões.</li> </ul> |

Fonte: Dados da pesquisa

De uma forma geral, comparando a concepção de Modelagem Matemática acentuada nas pesquisas contemporâneas e na concepção sinalizada pelos professores, podemos perceber explicitamente seu entendimento como uma metodologia de ensino que busca a aproximação do ensino da Matemática como a realidade. E esse entendimento se aproxima da concepção de Modelagem como proposta de Modelagem Matemática aplicada na Educação Básica descrita por Bean (2001), cujo objetivo deve ser aproximar a Matemática escolar dos interesses dos alunos e dos aspectos da vida fora da escola.

Esses resultados afastam-se à medida que as pesquisas buscam uma definição mais delineada e fundamentada do conceito de Modelagem Matemática; e por outro lado, os professores a definem a partir de seus entendimentos, experiências e expectativas, sem, no entanto, buscar uma definição formal. Como podemos perceber nas respostas oferecidas pelos professores no questionário e que são apresentadas no recorte a seguir. A pergunta feita foi “O que é Modelagem Matemática na sua concepção?”.

**Professor 1:** *“É a resolução, através da matemática para um problema real do cotidiano”.*

**Professor 4:** *“Pode ser um processo de ensino que permite analisar situações reais, tentando explicar matematicamente, os fenômenos ali presentes, como os padrões de repetições, de modo a auxiliar nas previsões e tomadas de decisões”.*

**Professor 6:** *“Entendo a modelagem matemática como um recurso que possibilita compreender problemas da realidade por meio do uso de conceitos matemáticos que vão auxiliar na interpretação desses problemas”.*



**Professor 11:** *“A percepção de um padrão através de um problema cuja solução ou entendimento desse padrão se dá através da busca por uma função ou equações que descrevam a problemática por aproximações”.*

**Professor 15:** *“É uma forma de pegar um conhecimento matemático e o aplicar no estudo de fenômenos e sistemas reais em diversos campos do conhecimento e em busca do seu total controle por meio de equações matemáticas”.*

Para Meyer, Caldeira e Malheiros (2019), a Modelagem Matemática pode ser entendida como ambiente de aprendizagem, metodologia de ensino, estratégia de ensino ou arte de ensinar por problemas; porém, cada professor, pesquisador ou modelador define sua concepção de Modelagem de acordo com suas convicções filosóficas e pedagógicas. Mas, considerando o foco no problema ambos os resultados apontam para o uso mais frequente da perspectiva sócio crítica da Modelagem Matemática. Assim, quanto ao foco do problema estudado temos os seguintes resultados sinalizados na tabela 22:

*Tabela 22 - Quanto ao foco do problema*

| Com o método RSL  | Com o questionário  |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Perspectiva Sócio Crítica</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perspectiva Sócio Crítica</li> <li>Perspectiva Contextual</li> <li>Perspectiva Educacional Conceitual</li> <li>Perspectiva Educativa Didática</li> </ul> |

**Fonte:** Dados da pesquisa

O enfoque na perspectiva sócio crítica demonstra uma forte ligação das escolhas metodológicas dos professores com os pressupostos da Educação Matemática Crítica, cujos objetivos pautam-se no desenvolvimento do pensamento matemático e de “uma consciência crítica” dos alunos, para a “compreensão dos contextos sociopolíticos em suas vidas” (TORTORLA; SILVA, 2022, p. 608) e para sua inserção nos debates e intervenções da sua realidade.

Nesse sentido, a escolha da perspectiva sócio crítica da Modelagem pode ser interpretada como uma mudança na forma de conceber, ver e praticar o ensino da Matemática ou a aplicação da própria Matemática, ou ainda, o entendimento da função social da Matemática enquanto área do conhecimento na formação de cidadãos críticos e reflexivos. Assim sendo, percebemos nas respostas oferecidas que a perspectiva desses professores concatena a

perspectiva sócio crítica da Modelagem com perspectivas mais próximas das estratégias de ensino.

O início da prática pedagógica com a Modelagem Matemática é sinalizado de formas diferentes nos resultados, vide a tabela 23.

*Tabela 23 - Início do processo de Modelagem nas aulas dos professores*

| Com o método RSL   | Com o questionário  |
|--|---|
| A escolha dos temas e problemas a serem investigados parte dos alunos. | Os temas são pré-selecionados pelos professores e a partir deles, os alunos definem os problemas que querem tratar. |

**Fonte:** Dados da pesquisa

Na comparação desses resultados, verificamos um distanciamento entre o entendimento teórico da Modelagem e de sua prática em sala de aula. Mas, entendemos esse distanciamento da teoria na prática docente como a tentativa do professor de minimizar a “zona de risco” (SILVA; VERTUAN, 2022, p. 4) durante o processo, de diminuir a imprevisibilidade de temas que podem surgir a partir das escolhas dos alunos e de atuar a necessidade de dispor de mais tempo de planejamento para estudo e pesquisa de temas que podem porventura não dominar.

Interpretamos essa escolha como uma forma de enfrentar os desafios e contornar alguns obstáculos no processo de ensino com a Modelagem Matemática no 3º ano do Ensino Médio e percebemos que, mesmo partindo da escolha de temas pelo professor, a prática com a Modelagem pode trazer diferentes benefícios para a aprendizagem dos alunos e as discussões que podem ser promovidas podem enriquecer o processo. Por isso, sinalizamos a seguir os resultados obtidos quanto aos benefícios do uso da Modelagem Matemática em sala de aula.

#### 4.3.2. Quanto as justificativas para o uso da Modelagem em sala de aula

Santos e Madruga (2022), Ramon *et al.* (2022), Tortola e Silva (2022) e outros pesquisadores sinalizam diferentes vantagens que justificam o uso da Modelagem Matemática como metodologia de ensino na sala de aula. Algumas dessas vantagens destacadas por esses pesquisadores também foram sinalizadas pelos professores participantes, logo quanto as justificativas do uso da Modelagem Matemática no 3º ano do Ensino Médio, os resultados obtidos em ambos os métodos destacam características importantes para o processo de ensino

e aprendizagem. As características destacadas nos dois procedimentos de análises podem ser comparadas na tabela 24 a seguir.

*Tabela 24 - Justificativas para o uso da Modelagem nas aulas*

| Com o método RSL   | Com o questionário  |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aproximação entre a Matemática e a realidade;</li> <li>• Engajamento dos alunos;</li> <li>• Compartilhamento de responsabilidades;</li> <li>• Desenvolvimento da autonomia e comunicação;</li> <li>• Diálogo e troca de significados;</li> <li>• Processos dinâmicos de construção de modelos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aproximação entre a Matemática e a realidade;</li> <li>• Desenvolvimento da autonomia e gosto pela pesquisa;</li> <li>• Possibilidade de uso das tecnologias;</li> <li>• Trabalho colaborativo;</li> <li>• Protagonismo estudantil.</li> </ul> |

**Fonte:** Dados da pesquisa

Assim, percebemos aproximações dos resultados quanto ao entendimento da necessidade de relacionar o ensino da Matemática a realidade dos alunos, para o desenvolvimento da autonomia, do protagonismo estudantil e do trabalho colaborativo.

Verificamos ainda, aproximações no tocante as menções sobre a construção de modelos e a possibilidade de uso das tecnologias como benefícios no processo de Modelagem. E assim trazemos algumas respostas que ilustram essa observação, quanto questionamos sobre o conceito de Modelagem Matemática:

**Professor 2:** *“Modelo matemático para justificar ou responder ou apresentar subsídios para entender os fenômenos do cotidiano”.*

**Professor 11:** *“A percepção de um padrão através de um problema cuja solução ou entendimento desse padrão se dá através da busca por uma função ou equações que descrevam a problemática por aproximações”.*

**Professor 12:** *“Criação de um modelo matemático para explicar um determinado fenômeno”.*

**Professor 16:** *“É uma estratégia de ensino de matemática voltada para a busca por modelos que mais se aproximem da solução ótima para um problema ou situação”.*

Tanto nas pesquisas contemporâneas selecionadas quanto nas respostas oferecidas pelos professores, os modelos matemáticos sinalizados têm por finalidade o estudo de padrões a partir de funções lineares e não lineares e para o estudo de conceitos matemáticos como Álgebra, Estatística, Matemática Financeira e Geometria (LEDUR *et al.*, 2023). O recorte das respostas ao questionário também pode ilustrar a sinalização de alguns conceitos matemáticos pelos professores participantes, quando esses foram questionados sobre as atividades de Modelagem que desenvolveu ou pretende desenvolver com seus alunos.

**Professor 4:** *“Analisar a variação do dinheiro aplicado em uma caderneta de poupança, mês a mês, e auxiliar o aluno a verificar o processo multiplicativo que se repete até se obter um modelo que permita obter o valor ou montante em um determinado mês”*. (conceitos de Matemática Financeira)

**Professor 5:** *“Algo mais básico que já fiz foi dividir a turma em grupos, cada grupo com um tema, como por exemplo: idade, quantidade de irmãos, vítimas de abuso sexual, racismo, bullying, feminicídio etc., esse faz um levantamento estatística na própria turma ou em outra, depois as informações são postas em tabelas e gráficos”*. (conceitos de Estatística)

**Professor 8:** *“A última foi quando fizemos uma maquete realista da terra e lua para explicar melhor a regra de três”*. (conceitos de proporcionalidade)

**Professor 9:** *“Foi trabalhando o escoamento em torno de um cilindro com o propósito de entender para um escoamento em torno de um aerofólio”*. (conceitos de Geometria Espacial)

**Professor 11:** *“Atividades que busquem encontrar a lei de funções de primeiro e segundo grau”*. (conceitos de funções lineares e não lineares)

Na seção 2.2.2 deste trabalho apresentamos alguns exemplos de modelos matemáticos que podem ser construídos em ambientes dinâmicos. Esses exemplos podem expressar a variedade de modelos matemáticos que podem ser construídos e explorados, tanto em mídias estáticas quanto em mídias dinâmicas, na prática docente.

No entanto, poucos trabalhos ou professores relacionaram o uso de modelos na sua prática com a Modelagem. Portanto, não conseguimos analisar o uso feito dos modelos, as tecnologias efetivamente empregadas na sua criação, a sua importância nas discussões dos problemas e o processo prático de sua construção com turmas de 3º ano do Ensino Médio.

Desta forma, inferimos que a criação de modelos matemáticos e a utilização de tecnologias digitais na sua criação pode ser um desafio no processo de Modelagem em sala de aula. Um desafio que se soma a outros, como os destacados na seção a seguir.

#### 4.3.3. Quanto aos desafios e obstáculos ao uso da Modelagem em sala de aula

Silva e Vertuan (2022) sinalizam que migrar de uma aula tradicional para situações investigativas requer entrar em uma zona de risco que pode ser desconfortável para alunos e professores. Nesse sentido, destacamos que Ramon et al. (2022) enfatiza que a Modelagem Matemática como uma prática investigativa encontra-se aberta às situações incertas e não controláveis. Assim, acrescentamos que a Modelagem em sala de aula pode trazer muitos desafios e obstáculos ao processo de ensino e aprendizagem. Na tabela 25 a seguir, destacamos alguns desafios obtidos como resultados da pesquisa.

*Tabela 25 - Desafios ao uso da Modelagem nas aulas*

| <b>Com o método RSL</b>  | <b>Com o questionário</b>  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Paradigma do exercício;</li> <li>• Paradigma do professor como centro do processo de ensino e aprendizagem;</li> <li>• Domínio das ferramentas tecnológicas.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Paradigma do exercício;</li> <li>• Paradigma do professor como centro do processo de ensino e aprendizagem;</li> <li>• Domínio das ferramentas tecnológicas;</li> <li>• Defasagem do conhecimento matemático pelo aluno.</li> </ul> |

**Fonte:** Dados da pesquisa

Com essa comparação, interpretamos como aproximações dos resultados, o entendimento da existência de paradigmas tradicionais de ensino que dificultam a escolha e o desenvolvimento da Modelagem como metodologia de ensino. As consequências desses paradigmas e dos contratos didáticos estabelecidos dentro deles foi percebido por nós, nas práticas com a resolução de problemas; e a nossa experiência corrobora com as sinalizações das pesquisas contemporâneas e dos professores que ensinam Matemática no 3º ano do Ensino Médio, nesse sentido.

Interpretamos esses apontamentos desses paradigmas pelos professores como a presença de uma prática reflexiva na compreensão dos contextos de sua prática pedagógica e dos desafios e obstáculos que precisam ser enfrentados e superados, visando o sucesso do processo de ensino e aprendizagem da Matemática. E ainda, o entendimento, por parte desses, da exigência de mais tempo, diálogo, planejamento e reestruturação de contrato e de grades curricular de ensino nesse segmento.

Quanto aos obstáculos encontrados nos processos de desenvolvimento da Modelagem em sala de aula, as pesquisas contemporâneas e os professores que ensinam matemática destacam importantes observações que se complementam.

*Tabela 26 – Obstáculos ao uso da Modelagem nas aulas*

| Com o método RSL  | Com o questionário  |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Obstáculos institucionais:</b> as políticas públicas educacionais, a estrutura física das salas e laboratórios, ao acesso as tecnologias e o tempo das atividades com a Modelagem;</li> <li>• <b>Obstáculos para alunos:</b> rompimento com paradigmas do ensino tradicional, a saída da zona de conforto dessa forma de ensino e o conhecimento e domínio de ferramentas tecnológicas;</li> <li>• <b>Obstáculos para professores:</b> a falta de conhecimento sobre a Modelagem Matemática, tempo de planejamento, insegurança e imprevisibilidade do processo.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tempo de planejamento;</li> <li>• Cumprimento do currículo;</li> <li>• Acesso as tecnologias;</li> <li>• Preparação para avaliações externas e internas e Enem.</li> </ul> |

**Fonte:** Dados da pesquisa

Assim, destacamos as colocações de Bastos e Rosa (2020) e de Bissolotti e Titon (2022) quando acentuam que é preciso considerar o tempo necessário para o planejamento das aulas e para a aplicação das atividades com a Modelagem; ou destacam suas preocupações com o currículo e com as preparações para as avaliações internas e externas. Percebemos que as respostas dos professores são muito mais direcionadas a sua prática e a partir de aspectos vivenciados nas suas experiências com a Modelagem; enquanto, que os resultados das pesquisas são mais amplos e englobam mais questões nesse sentido.

Com a nossa prática, percebemos possibilidades de enfrentar alguns desafios ou de contornar alguns obstáculos, por exemplo, pautadas nas discussões oferecidas no trabalho de Tortola e Silva (2022): a adoção de discussões das questões do Enem pode ser pensada com uma excelente maneira de contornar a necessidade de preparação para esse exame ou a divisão de momentos com metodologias ativas e momentos de aulas mais tradicionais para diminuir o

estranhamento e suprir a necessidade de uma revisão mais tradicional dos conceitos matemáticos. Percepção que vai ao encontro das discussões de planejamento apresentadas por Bonato e Teixeira (2022). Todavia, não conseguimos verificar nas pesquisas e nas respostas como esses professores buscam contornar esses obstáculos; porém, levantamos essa possibilidade de verificação em uma pesquisa futura.

#### 4.3.4. Quanto ao uso de tecnologias digitais nos processos de Modelagem em sala de aula

Bastos e Rosa (2020) enfatizam a preocupação com o ensino atual da Matemática ao destacarem que esse ensino não está acompanhando a evolução da sociedade pós-moderna e da tecnologia. Figueiredo *et al.* (2022) também fazem críticas ao ensino da Matemática quando sinalizam que esse ensino, segundo eles, é marcado pela fragmentação, descontextualização e mecanização, que geram desinteresse e indiferença, frustração de compreender e resolver problemas.

Assim como defende Bissolotti e Titon (2022), acreditamos que o uso das tecnologias digitais como facilitadoras da aprendizagem podem ajudar a reverter ou anemizar o quadro preocupante sinalizado por Bastos e Rosa (2020) e Figueiredo *et al.* (2022). Pois, a tecnologia traz consigo características que permitem a visualização de conceitos, o acesso a diferentes representações de um mesmo objeto matemático e favorece a compreensão e manipulação de diferentes fórmulas e algoritmos.

Concordamos com Lacerda et al. (2022) quanto ao uso da tecnologia digital no auxílio à ressignificação de conceitos e assim como afirma Silva e Abar (2023), entendemos as possibilidades de estímulo ao raciocínio lógico, a imaginação e a criatividade que o uso da tecnologia pode oferecer ao ensino e a aprendizagem dos conceitos matemáticos.

Inspirada por essas colocações buscamos resultados que explicitassem as vantagens do uso da tecnologia no ensino e na aprendizagem da Matemática, que pudessem estar relacionadas também a aplicação da Modelagem Matemática. Os resultados quanto as vantagens do uso das tecnologias nos processos de Modelagem no 3º ano do Ensino Médio encontram-se descritos na tabela 27 a seguir.

Tabela 27 - Vantagens do uso da tecnologia nos processos de Modelagem nas aulas

| Com o método RSL   | Com o questionário  |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Os alunos são nativos digitais;</li> <li>• Incorporação natural das tecnologias;</li> <li>• Estímulo ao raciocínio;</li> <li>• Facilitadoras do processo de Modelagem;</li> <li>• Possibilidades de visualização e representação de conceitos matemáticos.</li> <li>• Uso de ferramentas como Excel, Geogebra, internet e vídeos explicativos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Construção de ambientes de investigação mais dinâmicos e atrativos;</li> <li>• Manipulação de objetos, alteração de característica e parâmetros e visualização de seu comportamento;</li> <li>• Interação, compartilhamento e contextualização dos conceitos matemáticos;</li> <li>• Desenvolvimento do pensamento computacional.</li> <li>• Uso de softwares matemáticos, simuladores e ferramentas de pesquisa.</li> </ul> |

Fonte: Dados da pesquisa

As vantagens do uso da tecnologia são muitas e todas justificam seu uso nos processos de Modelagem no 3º ano do Ensino Médio; começando pela identificação dos alunos como nativos digitais, conectados a smartphones, computadores, tablets, videogames etc. Uma geração que nasce envolta em tecnologia, capazes de receber as informações de forma mais rápida (SILVA; ABAR, 2023) e flexível.

Neste sentido, as duas análises convergem em destacar as vantagens do uso da tecnologia no favorecimento de ambientes de aprendizagem mais dinâmicos, atrativos, com estímulo ao raciocínio lógico, a imaginação, a criatividade, a exploração, manipulação, visualização e representação dos conceitos matemáticos. Porém, a afirmação de que parece haver uma incorporação natural das tecnologias nos processos de Modelagem (RAMON *et al.*, 2022) ou nos processos de ensino e aprendizagem está longe de ser uma realidade da prática docente.

Sabemos que essa incorporação depende de diferentes questões que extrapolam as metodologias e a prática em sala de aula. Então, buscamos verificar qual ou quais dificuldades esses professores enfrentam no uso da tecnologia nos ensinamentos da Matemática com a modelagem



e qual ou quais tecnologias eles efetivamente utilizam nesse processo no 3º ano do Ensino Médio. Os resultados dessa busca encontram-se sintetizados na tabela 28.

*Tabela 28 - Tecnologias efetivamente usadas nos processos de Modelagem nas aulas*

| Com o método RSL   | Com o questionário   |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dificuldades de acesso e domínio das tecnologias por parte dos alunos;</li> <li>• Falta de domínio das tecnologias por parte dos docentes;</li> <li>• Falta de estrutura física das instituições para acesso as tecnologias;</li> <li>• Falta de acesso à internet;</li> <li>• Falta de conhecimento ou pouco uso de alguns recursos como Excel, Geogebra, internet e vídeos explicativos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parte dos alunos não possui acesso a ferramentas tecnológicas;</li> <li>• Uso do livro e de materiais da sala de aula nos processos de Modelagem;</li> <li>• Uso de softwares e simuladores para construção de modelos, revisão e estudos dos conceitos;</li> <li>• Ferramentas de pesquisa, editores de textos e planilhas.</li> <li>• Uma boa parte dos professores não usa tecnologia nas suas aulas.</li> </ul> |

**Fonte:** Dados da pesquisa

Uma possível interpretação desses resultados é que o uso das tecnologias digitais na sala de aula se traduz em dificuldades, que desestimulam e impedem sua adequada inserção nos processos de ensino e aprendizagem. Dificuldades também sentidas por nós nas atividades com a resolução de problemas e sinalizadas por Bastos e Rosa (2020), Santos e Madruga (2022), Bissolotti e Titon (2022) e Possamai e Allevato (2022).

O fato de os alunos serem nativos digitais (SILVA; ABAR, 2023) não implica que eles consigam associar o uso da tecnologia como parte integrante de seu processo de aprendizado. Pois, essa tecnologia é usada por ele apenas com entretenimento e para o convívio social ou trabalho. No ambiente escolar presenciamos o paradigma do uso da tecnologia como privilégio do professor, onde muitas vezes, o uso da tecnologia pelo aluno é proibido.

Todavia, a BNCC enfatiza algumas “competências gerais para a Educação Básica, que dizem respeito a conhecimentos e habilidades” (BRASIL, 2018, p. 473) necessárias aos alunos, nos dias atuais. Essas competências e habilidades estão relacionadas ao pensamento computacional, ao mundo digital e a cultura digital.

o **pensamento computacional**: envolve as capacidades de compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções, de forma metódica e sistemática, por meio do desenvolvimento de algoritmos;

**mundo digital**: envolve as aprendizagens relativas às formas de processar, transmitir e distribuir a informação de maneira segura e confiável em diferentes artefatos digitais – tanto físicos (computadores, celulares, tablets etc.) como virtuais (internet, redes sociais e nuvens de dados, entre outros) –, compreendendo a importância contemporânea de codificar, armazenar e proteger a informação;

**cultura digital**: envolve aprendizagens voltadas a uma participação mais consciente e democrática por meio das tecnologias digitais, o que supõe a compreensão dos impactos da revolução digital e dos avanços do mundo digital na sociedade contemporânea, a construção de uma atitude crítica, ética e responsável em relação à multiplicidade de ofertas midiáticas e digitais, aos usos possíveis das diferentes tecnologias e aos conteúdos por elas veiculados, e, também, à fluência no uso da tecnologia digital para expressão de soluções e manifestações culturais de forma contextualizada e crítica. (BRASIL, 2018, p. 474) (**grifos nossos**)

Nas respostas ao questionário, os professores sinalizaram a possibilidade de uso de softwares, programas e simuladores, e de ferramentas de pesquisa, editores de textos e planilhas em suas aulas, acreditamos que estas sinalizações podem ter partido de professores que também atuam na rede federal de ensino, cuja inserção da tecnologia no ambiente escolar apresenta um quadro um pouco melhor do que nas redes estadual e municipal.

No Ensino Médio estadual, vivenciamos as consequências da não inserção adequada da tecnologia no ambiente escolar como a falta de domínio das ferramentas de busca e de construção de modelos matemáticos; o desconhecimento dos softwares matemáticos e das calculadoras científicas e até mesmo as dificuldades de uso das calculadoras comuns. E, ainda, segundo Silva e Abar (2023) as dificuldades de uso das tecnologias digitais são sentidas por professores e alunos e relacionam-se a falta de qualificação para o uso dessas tecnologias, ou falta de estrutura das escolas ou impossibilidade de acesso à internet de qualidade.

Assim, nos questionamos: como esperar que o nosso aluno desenvolva as competências e habilidades descritas na BNCC (BRASIL, 2018), se o acesso à tecnologia a ele é negado na escola e, muitas vezes, por questões econômicas e sociais, na sua vida cotidiana?

Ainda percebemos ao longo da pesquisa, tanto nas análises dos dados obtidos com o método de RSL quanto nas análises das respostas do questionário, a pouca relação estabelecida entre a construção de modelos matemáticos e o uso das tecnologias digitais. Nas respostas oferecidas ao questionário, foram mencionados apenas quando questionamos sobre o uso das ferramentas tecnológicas usadas nas aulas. E nas pesquisas, quando os autores Bastos e Rosa (2020) afirmaram a necessidade de se discutir o papel dos modelos matemáticos no ambiente extraescolar e na construção do conhecimento matemático.

Sabemos que existe uma variedade de modelos matemáticos (vide os exemplos apresentados na seção 2.2.2 desse trabalho) que podem ser utilizados com diferentes finalidades e no entendimento de diferentes problemas. Porém, nas pesquisas contemporâneas selecionadas e nas respostas oferecidas pelos professores, percebemos uma limitação da utilização dos modelos matemáticos a assuntos específicos de Geometria Espacial e Plana, a conceitos de funções e ao estudo da Matemática Financeira.

Assim, interpretamos que o uso de modelos matemáticos nas práticas com Modelagem no 3º ano pode estar relacionado a natureza mais abstrata dos conceitos previstos para esse nível de ensino; ou ainda, que se encontra atrelada a conceitos mais facilmente transferíveis ou representáveis em mídias dinâmicas. Entendemos que essas dificuldades de acesso e domínio das tecnologias digitais também pode ser um reflexo da própria formação do professor enquanto aluno na Educação Básica e da formação inicial docente na universidade. Para superar esse desafio são necessárias ações como as discutidas por Vitalino e Teixeira (2022) e a busca por projetos que articulem pesquisa e prática na Educação Básica.

Nesse entendimento, a prática com metodologias ativas torna-se importante não somente para o desenvolvimento criativo, crítico e reflexivo dos alunos. Mas, também se configura como uma oportunidade para o professor repensar suas práticas, posturas e conhecimentos; e romper um ciclo de perpetuação de práticas pautadas em paradigmas e contratos didáticos que não responde mais as demandas do ensino atual. Pois, esse professor também passou por diferentes contextos de ensino, permeado por diferentes tipos de paradigmas, que moldaram sua forma de ver, conceber e ensinar a Matemática.

Em resumo, buscamos trazer a partir da comparação de resultados algumas interpretações que ajudassem a responder as perguntas de pesquisa e por meio delas retornamos à primeira pergunta norteadora desse trabalho: o que é a Modelagem Matemática para o professor que ensina Matemática no Ensino Médio?

Como uma possível resposta a essa pergunta, podemos dizer que, a concepção intuitiva dos professores que ensinam Matemática no Ensino Médio sobre Modelagem Matemática possibilita o entendimento desta como uma metodologia de ensino que possuiu conectividade com a realidade dos alunos, de forma a possibilitar maneiras de desenvolver, descrever e entender fenômenos reais, explicando-os e aplicando-os no mundo real, como recurso auxiliar na observação de padrões.

Essa compreensão apresentada pelos professores se alinha a concepção de Tortola e Silva (2022) e outros professores pesquisadores matemáticos, que conceituam a Modelagem

Matemática como um ambiente de aprendizagem, onde os alunos são convidados a investigar, por meio da Matemática, situações com referência na realidade. Como é possível verificar, a concepção dos professores sobre Modelagem Matemática tem o foco centrado no problema a ser trabalhado. E por meio desse foco conseguimos identificar que a concepção desses professores enfatiza as perspectivas: Sócio Crítica, Contextual, Educacional Conceitual e Educativa Didática da Modelagem Matemática.

Em relação a segunda pergunta norteadora da pesquisa: quais possibilidades esse professor que ensina Matemática na Educação Básica conjectura para o uso da Modelagem Matemática e das tecnologias digitais no ensino da Matemática no 3º ano do ensino Médio? Podemos dizer que esses professores vislumbram com o uso da Modelagem nas suas aulas, as possibilidades de aproximar a Matemática e a realidade; de engajar seus alunos no processo de ensino e aprendizagem; de desenvolver do protagonismo desses alunos; de favorecer o compartilhamento de responsabilidades; de desenvolver a autonomia e a comunicação no processo de aprendizagem; e de motivar o trabalho colaborativo e o gosto pela pesquisa.

Nos entanto, esses professores enfatizam diferentes desafios e obstáculos que dificultam ou até impedem sua adoção nas salas de aula. E esses obstáculos são semelhantes ou complementam os obstáculos sinalizados nas pesquisas contemporâneas analisadas. Com esses apontamentos, percebemos que apesar do reconhecimento dessas possibilidades de uso da Modelagem Matemática no 3º ano do Ensino Médio, na maioria das vezes, esse reconhecimento não se configura no uso efetivo da Modelagem sala de aula.

Encerrando essa parte do trabalho, ressaltamos que as respostas apresentadas para as perguntas da pesquisa são possíveis interpretações dos resultados obtidos e que esses resultados agregam em seu cerne questões outras que expressam a complexidade do tema. Por esse motivo, consideramos que as questões levantadas no início do trabalho foram respondidas parcialmente; e compreendendo as limitações dessa pesquisa, sinalizamos que o aprofundamento de suas discussões exige mais tempo e novas pesquisas, que inviabilizaria a conclusão das discussões propostas nesse trabalho.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A reflexão sobre os processos de ensino e aprendizagem com o uso da Modelagem Matemática e das tecnologias digitais motivou a elaboração desse trabalho e nos inspirou na busca de um melhor entendimentos sobre essa metodologia de ensino. Assim, nos

questionamos: o que é Modelagem Matemática para o professor que ensina Matemática no Ensino Médio? Quais possibilidades esse professor que ensina Matemática na Educação Básica conjectura para o uso da Modelagem Matemática e das tecnologias digitais no ensino da Matemática no 3º ano do ensino Médio?

Com o objetivo de compreender quais concepções sobre Modelagem Matemática têm os professores que ensinam Matemática na Educação Básica, ponderando sobre as possibilidades de uso da Modelagem Matemática e das tecnologias digitais no ensino da disciplina no 3º ano do Ensino Médio, percorremos um longo caminho na busca por respostas as inquietações levantadas.

Nossa trajetória nessa busca foi dividida em duas etapas: a primeira foi a busca por referenciais teóricos para as discussões sobre Modelagem Matemática por meio do Método de Revisão Sistemática de Literatura e a segunda etapa foi a procura por uma compreensão mais profunda das concepções sobre Modelagem Matemática tomando por base as concepções dos professores que ensinam Matemática no 3º ano do Ensino Médio, a partir de um questionário disponibilizado online.

A partir da análise dos resultados obtidos com o Método de RSL e com as análises das respostas oferecidas no questionário, verificamos aproximações e distanciamentos no entendimento da Modelagem Matemática como metodologia de ensino, onde os alunos são convidados a investigar, por meio da Matemática, situações com referência na realidade e cujo foco encontra-se centrado no problema a ser trabalhado, enfatizando assim, as perspectivas Sócio Crítica, Contextual, Educacional Conceitual ou Educativa Didática da Modelagem Matemática.

Por meio dos procedimentos metodológicos realizados e comparação dos resultados, também percebemos que apesar da existência de diferentes possibilidades de construção de modelos matemáticos que a sua utilização no ensino da Matemática é pouco usual. Assim como também não é usual ou natural a utilização da tecnologia nos processos de ensino e aprendizagem. Sabemos e averiguamos por meio da pesquisa, que esse uso, tanto da Modelagem quanto das tecnologias digitais, é influenciado por questões que extrapolam os aspectos da prática ou do desejo do professor.

Todavia, ressaltamos a importância de apresentar alguns modelos matemáticos em mídias dinâmicas nesse trabalho, pois o seu reconhecimento e experimentação pode torná-los mais familiares aos que desejam diversificar sua prática com a Modelagem e aumentar sua aceitação e utilização na sala de aula.

Na nossa prática com a resolução de problemas não foi possível a construção de modelos ou a discussão deles por meio do uso das tecnologias digitais; contudo, percebemos questões importantes para o uso de metodologias ativas. Nesse processo, podemos destacar a presença de incomodações com a necessidade de negociação de novos contratos didáticos, gerada pela ruptura do paradigma do professor como o centro do processo de ensino e aprendizagem, do paradigma do exercício e do paradigma do erro como defasagem de conhecimento; ainda percebemos as consequências do paradigma do uso da tecnologia como privilégio do professor.

Alguns desses paradigmas são destacados por Bastos e Rosa (2020), Tortola e Silva (2022), Silva e Vertuan (2022), Ramon et al. (2022) e Bissolotti e Titon (2022) em suas pesquisas sobre Modelagem Matemática e também são sinalizados pelos professores respondentes à pesquisa. Quanto ao uso da Modelagem e das tecnologias digitais no 3º ano do Ensino Médio, encontramos diferentes sinalizações, dos professores participantes da pesquisa, de inúmeros desafios e obstáculos, que se alinham com os desafios e obstáculos descritos nas pesquisas contemporâneas e com os percebidos em nossa prática.

Os desafios ou obstáculos mais sensíveis ao Ensino Médio, mais especificamente, ao 3º ano do Ensino Médio foram sinalizadas como a necessidade de mais tempo de planejamento e execução das atividades com a Modelagem e a necessidade de se atender ao cumprimento do currículo, visando a preparação para o Enem e para as avaliações internas e externas.

Apesar da utilização do método da cadeia de referências não possibilitar a generalização dos resultados para a população de professores que ensinam matemática, acreditamos que as interpretações a partir das comparações dos resultados e da prática das pesquisadoras, permite, de uma forma geral, traçar um panorama das concepções e possibilidades de uso da Modelagem no 3º ano.

Logo, particularmente, os resultados obtidos foram reconfortantes à medida que nos consente perceber que os desafios e obstáculos encontrados no processo de Modelagem Matemática ou de Resolução de Problemas não são específicos da nossa prática; mas, inatos ao processo de passagem de metodologias mais tradicionais a outras metodologias mais ativas. No entanto, ainda assim, se mostraram preocupantes no tocante a percepção de que para o sucesso do processo, não basta contornarmos problemas práticos com escolhas metodológicas adequadas e com uma organização satisfatória do tempo e da estrutura curricular. Pois, existem questões que independem da nossa vontade ou formação, como: a aceitação do processo pelo aluno, que se encontra muito acomodado ou acostumado com as metodologias de ensino

tradicionais; a pressão das instituições e responsáveis para a preparação para as avaliações internas, externas e Enem; e a necessidade de cumprimento integral do currículo escolar.

Portanto, concluímos o processo de pesquisa com uma melhor compreensão do tema escolhido e das questões que o contemplam. Porém, ainda nos restam algumas inquietações que não puderam ser respondidas ao longo do trajeto percorrido: o uso da perspectiva sócio crítica da Modelagem pelo professor advém de sua compreensão da função social da Matemática no contexto da sociedade atual ou é influenciada pelas prescrições dos documentos oficiais que norteiam o ensino na Educação Básica? Como efetivamente esse professor desenvolve suas aulas com a Modelagem? Se esse professor realmente usa a Modelagem em suas aulas, por que ele não relata suas experiências? Como é a aceitação da Modelagem Matemática pelo aluno do Ensino Médio? Como os desafios e obstáculos são contornados na prática pedagógica com a Modelagem Matemática no 3º ano do Ensino Médio?

Enfim, sentimos na prática que a adoção de metodologias diferentes das tradicionais devem ser processadas de forma gradativa e que, muitas vezes, essa passagem se traduz em dificuldades, em momentos de regressão a velhas práticas e avanços para novas; mas que são mudanças necessárias na busca por novos paradigmas no ensino das novas gerações.

Com esse entendimento, deleitamo-nos nas dicas oferecidas professora Lourdes Maria Werle de Almeida, em entrevista concedida à Silva e Malheiros (2021), para aqueles que desejam usar a Modelagem em suas aulas. Segundo a professora Lourdes de Almeida, o uso da Modelagem na prática necessita de estudo, pois, “a cada dia novas ideias são disseminadas e novas ideias sempre agregam algo ao nosso processo de conhecer o mundo, de conhecer as coisas e de lidar com as pessoas” (SILVA; MALHEIROS, 2021, p. 28).

Ainda nos apropriando das palavras da professora, podemos dizer que, na sua prática e nas suas pesquisas sobre Modelagem Matemática é importante ser colaborativo e motivar a colaboração entre seus alunos; pois, acreditamos que superar desafios e obstáculos se torna um pouco mais fácil e gratificante quando podemos compartilhar problemas e soluções.

Assim, finalizamos dizendo que nos sentimos livres para expressar nossas opiniões sobre a Modelagem, sobre nossa forma de vê-la e de experimentá-la, conforme recomendado pela professora Lourdes de Almeida. E assim como foi feito por ela, recomendamos que, ao escolher usar a Modelagem ou pesquisar sobre ela, que você também se sinta livre. Pois, nas palavras da professora Lourdes de Almeida, reafirmamos que, “quem vai dizer se o que você fez é Modelagem Matemática, é você mesmo!” (SILVA; MALHEIROS, 2021, p. 28).

## REFERÊNCIAS

- ABREU, Gustavo Nascimento Santos de; BORTOLOSSI, Humberto José. Animação Interativa: Polígonos que respiram. 2019. **GeoGebra**. Disponível em: <https://www.geogebra.org/m/mbuxmrdy>. Acesso em: 20 set. 2023.
- ACEBO-GUTIÉRREZ, Claudia Jaqueline; RODRÍGEZ-GALLEGOS, Ruth. Diseño y validación de rúbrica para la evaluación de modelación matemática en alumnos de secundaria. **Revista Científica**, v. 40, n. 1, p. 13–29, 1 jan. 2021. <https://doi.org/10.14483/23448350.16068>.
- ALCÂNTARA, Cecilia Ferreira Borges de. Um estado da arte da pesquisa sobre ensino de Análise Real no Brasil. In: **XXV EBRAPEM**, 2022. DOI 10.29327/xxvebrapem.454519. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/xxvebrapem/454519>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- ALMEIDA; Lourdes Werle de; SILVA, Karina Pessoa da; Rodolfo Eduardo, VERTUAN. **Modelagem Matemática na Educação Básica**. São Paulo: Contexto, 2020.
- ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini. Seminário Direito à Educação e Tecnologia - YouTube. 2021. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=t2TvRA1GWU&ab\\_channel=unesappge](https://www.youtube.com/watch?v=t2TvRA1GWU&ab_channel=unesappge). Acesso em: 21 set. 2023.
- ALVES, José Eustáquio Diniz. O avanço da pandemia de Covid-19 no mundo e no Brasil no mês de março. 2023. **EcoDebate**. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2020/04/01/o-avanco-da-pandemia-de-covid-19-no-mundo-e-no-brasil-no-mes-de-marco-artigo-jose-eustaquio-diniz-alves/>. Acesso em: 20 set. 2023.
- AMADO, Francisco. Para que serve uma tag? 2023. **Meu Artigo Brasil Escola**. Disponível em: <https://meuartigo.brasilecola.uol.com.br/informatica/para-que-serve-uma-tag.htm>. Acesso em: 21 set. 2023.
- AMAZON. **Calculadora gráfica colorida, preto e branco**. 2023. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/Calculadora-gr%C3%A1fica-colorida-CASIO-FX-CG50/dp/B0711D5RNZ>. Acesso em: 20 set. 2023.
- BASSANEZI, Rodney. **Ensino - aprendizagem com Modelagem matemática**, 2002. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/256007243\\_Ensino\\_-\\_aprendizagem\\_com\\_Modelagem\\_matematica](https://www.researchgate.net/publication/256007243_Ensino_-_aprendizagem_com_Modelagem_matematica). Acesso em: 21 set. 2023.
- BASSANEZI, Rodney C. **Modelagem Matemática Uma disciplina emergente nos programas de formação de professores**. UNICAMP – IMECC:1999.
- BASTOS, Ticiano Azevedo; ROSA, Milton. Modelagem na Educação Matemática para o desenvolvimento de conceitos de Análise Combinatória. **Educação Matemática Debate**, v. 4, p. 1–26, 2020. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/6001/600162805003/html/>. Acesso em: 21 set. 2023.



BBC. Sonda da Nasa prova previsão feita por teoria da relatividade de Einstein. 2011. Disponível em: <https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2011/05/sonda-da-nasa-prova-previsao-feita-por-teoria-da-relatividade-de-einstein.html>. Acesso em: 20 set. 2023.

BEAN, Dale. O que é modelagem matemática? **Educação Matemática em Revista**, v. 8, n. 9/10, p. 49–57, 2001. Disponível em: <http://sbemrevista.kinghost.net/revista/index.php/emr/article/view/1689>. Acesso em: 20 set. 2023.

BISSOLOTTI, Mariane de Lima; TITON, Flaviane Predebon. Diagnóstico sobre as dificuldades de aprendizagem da geometria no ensino médio e os potenciais elementos facilitadores. **CONTRAPONTO: Discussões científicas e pedagógicas em Ciências, Matemática e Educação**, v. 3, n. 4, p. 5–22, 2022.

BOCKORNI, Beatriz Rodrigues Silva; GOMES, Almiralva Ferraz. A amostragem em snowball (bola de neve) em uma pesquisa qualitativa no campo da Administração. **Revista de Ciências Empresariais da UNIPAR**, v. 22, n. 1, 22 jun. 2021. DOI 10.25110/receu.v22i1.8346. Disponível em: <https://www.revistas.unipar.br/index.php/empresarial/article/view/8346>. Acesso em: 15 set. 2022.

BORTOLOSSI, Humberto José. Coluna distorcida. 2018. **GeoGebra**. Disponível em: <https://www.geogebra.org/m/j6pdn6mp>. Acesso em: 20 set. 2023.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC) com a inclusão da etapa do Ensino Médio**, Brasília: Ministério da Educação, p. 600, 2018.

BRASIL. **Diretrizes curriculares nacionais da educação básica**. Brasília: Ministério da Educação, 2013.

BRASIL. Índice de Desenvolvimento da Educação Básica - Ideb. 2021. **QEdu: Aprendizado em foco**. Disponível em: <https://qedu.org.br/brasil/ideb/>. Acesso em: 21 set. 2023.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. 2000. Disponível em: <https://www.google.com/search?q=par%C3%A2metros+curriculares+nacionais+para+o+ensino+m%C3%A9dio&oq=parametros+curriculares+nacionais+para+o&aqs=chrome.1.69i57j0i512l2j0i22i30l7.11565j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8>. Acesso em: 8 dez. 2021.

BRASIL, Gutemberg Leão; AGUIAR, Igor Pereira; SILVA, Josenildo Rodrigues da; CAIRES, Nielson Honório. Um panorama sobre a utilização da modelagem matemática no ensino da geometria. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 8, 2021.

BRASIL, Ministério da Educação. Exame Nacional do Ensino Médio - Enem. 1998. **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira | Inep**. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/enem/enem>. Acesso em: 21 set. 2023.

BRASIL. Índice de Desenvolvimento da Educação Básica - Ideb. Brasília: Ministério da Educação, 2007. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/conheca-o-ideb>. Acesso em: 21 set. 2023.

CAMPOS, Ilaine da Silva. A transformação de um projeto de modelagem em um exercício de matemática. **EM TEIA-Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana**, v. 13, n. 2, p. 1–27, 2022.

CANSTOCK. **Fórmulas, papel, antigas, física, matemática**. 2023. Disponível em: <https://www.canstockphoto.com.br/f%C3%B3rmulas-papel-antigas-f%C3%ADsica-10147023.html>. Acesso em: 20 set. 2023.

CARVALHO, Felipe José Rezende de; KLÜBER, Tiago Emanuel. Modelagem Matemática e Programação de Computadores: uma Possibilidade para a Construção de Conhecimento na Educação Básica. **Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, v. 23, n. 1, p. 297–323, 11 abr. 2021. <https://doi.org/10.23925/1983-3156.2021v23i1p297-323>.

CORREIA, Jorge Ricardo Marques; OLIVEIRA, Wellington Piveta. revisão Focos das pesquisas publicadas na CNMEM: Modelagem Matemática e GeoGebra. **Educação Matemática Debate**, v. 4, n. 10, p. 1–21, 2020.

COSTA, Nilton Carlos; MENDONÇA, Carla Andréia Sampaio; NETO, Alcides Castro Amorim; COSTA, Mauro Gomes da. **A ruptura do paradigma cartesiano no ensino de matemática**. v. 8, n. 1, p. 373–390, 2020. <https://doi.org/10.26571/reamec.v8i1.9788>.

CUNHA, Igor dos Santos da; SANTOS, Luiz Rogério Alves dos. **Modelagem matemática: como estratégia de aprendizagem no desenvolvimento de tecnologias numa prática pedagógica**. 2022. Disponível em: <https://repositorio.uninter.com/bitstream/handle/1/800/IGOR%20DOS%20SANTOS%20DA%20CUNHA.pdf?sequence=1>. Acesso em: 20 set. 2023.

DEWES, João Osvaldo. **Amostragem em Bola de Neve e Respondent-Driven Sampling: uma descrição dos métodos**. p. 53, 2013. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/93246>. Acesso em: 21 set. 2023

DICIONÁRIO DE CALDAS AULETE. **Significado de mídia**. 2023. Disponível em: <https://www.aulete.com.br/m%C3%ADdia>. Acesso em: 20 set. 2023.

FIGUEIREDO, Priscila Silva; VERTUAN, Rodolfo Eduardo; BOSCARIOLI, Clodis. Um olhar para a pesquisa sobre criatividade em periódicos nacionais voltados à educação matemática. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 15, n. 2, p. 83–109, 2022. .

FIGUEIREDO, Ronaldo Lage. **Concepções e práticas dos professores de Matemática sobre o uso das tecnologias digitais na Educação Profissional Técnica de nível médio do CEFET-MG**. 2022. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8739648.pdf>. Acesso em: 20 set. 2023.

FIORENTINI, Dario; GARNICA, Antonio Vicente Marafioti; BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. **Pesquisa qualitativa em Educação Matemática**. In: BORBA, Marcelo de Carvalho; ARAÚJO, Jussara de Loiola (Org.). *Coleção Tendências em Educação Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica, 2004. p. 99-112.

FILHO, Manoel de Araújo Brandão; FILHO, Rothchild Sousa de Moraes Carvalho; AMARAL, Fernanda Meneses. O uso da modelagem matemática com o GeoGebra no ensino de funções trigonométricas: uma revisão bibliográfica. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 9, p. e18111931931–e18111931931, 2022.

GAYESKI, Rose Grochot; VECCHIA, Rodrigo Dalla Vecchia Dalla; MALTEMPI, Marcus Vinicius. Modelagem Matemática e BIG DATA no desenvolvimento da literacia digital. **Com a Palavra, o Professor**, v. 5, n. 11, p. 237–257, 2020. <https://doi.org/10.23864/cpp.v5i11.564>.

GIL, António Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas S.A., 2008. Disponível em: <https://biblioteca.isced.ac.mz:443/handle/123456789/707>. Acesso em: 25 jun. 2021.

GOMES, Sebastião Cícero Pinheiro; ROCHA, Carlos Rodrigues; MONTEIRO, Igor Oliveira; ROCHA, Marina Zanotta; ARCANJO, Ana Luíza. **Modelagem Dinâmica Aplicada à COVID-19**. 2019. Disponível em: [https://imef.furg.br/images/stories/documentos/2021/livro\\_novaversao.pdf](https://imef.furg.br/images/stories/documentos/2021/livro_novaversao.pdf). Acesso em: 25 jun. 2021.

GONÇALVES, Maria das Graças Bianchine. **EXPLORANDO O CUBO EM 3D**. 2018. **GeoGebra**. Disponível em: <https://www.geogebra.org/m/znzz4cx2>. Acesso em: 20 set. 2023.

GOVERNO ESTADUAL DO RIO DE JANEIRO, Secretaria de Educação. **Seeduc em Números: indicadores educacionais**. 2023. Disponível em: <https://www.seeduc.rj.gov.br/mais/seeduc-em-numeros>. Acesso em: 21 set. 2023.

IGM DIGITAL. EDO linear de primeira ordem. 2019a. **GeoGebra**. Disponível em: <https://www.geogebra.org/m/t9kp3pvh>. Acesso em: 21 set. 2023.

IGM DIGITAL. EDO linear de segunda ordem. 2019b. **GeoGebra**. Disponível em: <https://www.geogebra.org/m/n4gxwhtn>. Acesso em: 21 set. 2023.

INEP. Portaria estabelece diretrizes para o Saeb 2023. 2023. **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira | Inep**. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/saeb/portaria-estabelece-diretrizes-para-o-saeb-2023>. Acesso em: 21 set. 2023.

IPED. **Dicas para fazer planilhas com Excel**. Disponível em: <https://www.iped.com.br/materias/informatica/dicas-planilhas-excel.html>. Acesso em: 20 set. 2023.

JOLANDEK, Emilly Gonzales; KATO, Lilian Akemi. Vertentes sobre a Modelagem Matemática e o letramento matemático a partir de uma revisão bibliográfica. **Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, v. 23, n. 2, p. 218–244, 1 set. 2021. <https://doi.org/10.23925/1983-3156.2021v23i2p218-244>.

LACERDA, Greice Keli Silva. Descobrindo com o Teorema de Pitágoras. 2023b. **GeoGebra**. Disponível em: <https://www.geogebra.org/m/rkqcx8mk>. Acesso em: 20 set. 2023.

LACERDA, Greice Keli Silva. Equações de diferenças lineares ou não-lineares. 2023. **GeoGebra**. Disponível em: <https://www.geogebra.org/m/sqk3kd5>. Acesso em: 21 set. 2023.

LACERDA, Greice Keli Silva. Geometria Esférica. 2023k. Disponível em: <https://www.geogebra.org/material/edit/id/ejaehhsy>. Acesso em: 21 set. 2023.

LACERDA, Greice Keli Silva. Geometria Hiperbólica. 2023l. **GeoGebra**. Disponível em: <https://www.geogebra.org/m/hjtghedf>. Acesso em: 21 set. 2023.

LACERDA, Greice Keli Silva. Geometria Projetiva. 2023j. **GeoGebra**. Disponível em: <https://www.geogebra.org/m/p7s48az5>. Acesso em: 20 set. 2023.

LACERDA, Greice Keli Silva. Notas de Aulas sobre Modelagem Matemática. 2023a. **Google Docs**. Disponível em: <https://docs.google.com/document/d/1031etrTXIFcJcLbsgRuYQ9xzNvu-u2lD/edit?usp=sharing&ouid=115337334384912135452&rtpof=true&sd=true>. Acesso em: 21 set. 2023.

LACERDA, Greice Keli Silva. Outros Tipos de Regressão. 2023i. Disponível em: <https://www.geogebra.org/m/sdcvb9qa>. Acesso em: 21 set. 2023.

LACERDA, Greice Keli Silva. Regressão Bi quadrática. 2023g. Disponível em: <https://www.geogebra.org/material/edit/id/fc32rt56>. Acesso em: 21 set. 2023.

LACERDA, Greice Keli Silva. Regressão Cúbica. 2023e. **GeoGebra**. Disponível em: <https://www.geogebra.org/m/mkswxsd8>. Acesso em: 21 set. 2023.

LACERDA, Greice Keli Silva. Regressão Exponencial. 2023f. **GeoGebra**. Disponível em: <https://www.geogebra.org/m/tgfzmsqg>. Acesso em: 20 set. 2023.

LACERDA, Greice Keli Silva. Regressão Linear. 2023c. **GeoGebra**. Disponível em: <https://www.geogebra.org/m/ugvpdkgn>. Acesso em: 21 set. 2023.

LACERDA, Greice Keli Silva. Regressão Quadrática. 2023d. Disponível em: <https://www.geogebra.org/m/fnpfgfax>. Acesso em: 21 set. 2023.

LACERDA, Greice Keli Silva. Regressão Senoidal. 2023h. **GeoGebra**. Disponível em: <https://www.geogebra.org/m/a25jktzy>. Acesso em: 20 set. 2023.

LACERDA, Greice Keli Silva. **A natureza do conhecimento matemática e a disciplina de análise real: breves considerações a partir de uma revisão sistemática de literatura**. 17 jan. 2022. DOI 10.1590/SciELOPreprints.3262. Disponível em: <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/3262>. Acesso em: 17 jan. 2022.

LEDUR, Diandra Batirola; KIEFER, Juliana Gabriele; MARIANI, Rita de Cássia Pistóia. Educação do Campo no Encontro Nacional de Educação Matemática de 2013 a 2019. **Educação & Realidade**, v. 48, p. e122447, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/edreal/a/Jq3S5fCH6HyLPXdGcx5kJHs/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 20 set. 2023.

MEYER, João Frederico da Costa A.; CALDEIRA, Ademir Donizeti; MALHEIROS, Ana Paula dos Santos. **Modelagem em Educação Matemática**. 4. ed. Coleção Tendências em Educação Matemática. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2019.

MORENO-ARMELLA, Luis; HEGEDUS, Stephen J.; KAPUT, James J. From static to dynamic mathematics: Historical and representational perspectives. **Educational Studies in Mathematics**, v. 68, n. 2, p. 99–111, 2008.

MYLOVIEW. **Teste padrão sem emenda do vetor matemático colorido com traços pinturas para a parede**. Disponível em: <https://myloview.com.br/quadro-teste-padrao-sem-emenda-do-vetor-matematico-colorido-com-tracos-no-4137FE8>. Acesso em: 20 set. 2023.

NEVES, Maria do Céu; CARVALHO, Maria da Graça. Ciência e Ética: uma parceria integral. **Ética aplicada: investigação científica**, v. 12, p. 11–27, dez. 2018.

PEDROSA, Stella Maria Peixoto de Azevedo; LACERDA, Greice Keli Silva. Educação matemática: questões éticas no ensino remoto. **Revista Científica do UBM**, p. 18–31, 3 jan. 2023. <https://doi.org/10.52397/rcubm.v0i48.1417>.

PEREIRA, Geraldo Henrique Alves. **Geometria interativa: novas mídias numa proposta metodológica para o ensino médio**. 2016. Disponível em: <http://bdtd.uftm.edu.br/handle/tede/899>. Acesso em: 4 ago. 2021.

PESSOA, Cristiane. Contrato didático: sua influência na interação social e na resolução de problemas. 2004. Disponível em: <http://www.sbembrasil.org.br/files/viii/pdf/01/CC66657466404.pdf>. Acesso em: 20 set. 2023.

PIERRE, Eduardo. Ritmo de contágio do coronavírus no Brasil está igual ao registrado na Itália e acelerando, apontam universidades. 2020. **G1**. Disponível em: <https://g1.globo.com/bemestar/coronavirus/noticia/2020/03/20/ritmo-de-contagio-do-coronavirus-no-brasil-esta-igual-ao-registrado-na-italia-e-acelerando-aponta-unesp.ghtml>. Acesso em: 20 set. 2023.

POSSAMAI, Janaína Poffo; ALLEVATO, Norma Suely Gomes. Elaboração, Formulação e Proposição de Problemas em Matemática: percepções a partir de pesquisas envolvendo práticas de ensino. **Educação Matemática Debate**, v. 6, n. 12, p. 1–28, 22 fev. 2022. <https://doi.org/10.46551/emd.v6n12a01>.

RAMON, Rosangela; DE SOUZA, Nagmar Ferreira; KLÜBER, Tiago Emanuel. Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática: Aspectos Evidenciados nos Relatos de Experiência. **Revista Dynamis**, v. 28, n. 1, 2022.

SANTOS, Reinan Tiago Fernandes de; LIMA, Thamyres Moura; COSTA, Vagner dos Anjos; SANTOS, Eduardo de Oliveira; SILVEIRA, Leonardo Luiz Sousa. Uma Revisão Sistemática sobre a Modelagem Matemática no Ensino Médio. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 10, p. e167111032431–e167111032431, 2022.

SELWYN, Neil. **Um panorama dos estudos críticos em educação e tecnologias digitais**. preprint. SocArXiv, 2017. DOI 10.31235/osf.io/5pu3x. Disponível em: <https://osf.io/5pu3x>. Acesso em: 12 set. 2023.

SILVA, Fernando Gabriel Souza da. **Ensino de Estatística na Educação Básica em Países da América Latina**: Uma revisão sistemática de Literatura. , p. 120, 2020.

SILVA, Karina Alessandra Pessoa da; MALHEIROS, Ana Paula dos Santos. Entrevista: um caminho para a prática de sala de aula e para a pesquisa sob o olhar da professora Lourdes Maria Werle de Almeida. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, v. 10, n. 23, p. 13–29, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33871/22385800.2021.10.23.13-29>. Acesso em: 12 set. 2023.

SILVA, Simone Ribeiro da; VERTUAN, Rodolfo Eduardo. **O Contexto das atividades de Modelagem Matemática desenvolvidas nas salas de aula Paranaenses**: um olhar para os relatos de experiências do IX EPMEM. 2022. Disponível em: <http://sbemparana.com.br/xvieprem/anais/547453.pdf>. Acesso em: 12 set. 2023.

SILVA, Thiago Novaes; ABAR, Celina Aparecida Almeida Pereira. Um estado do conhecimento sobre a gamificação no ensino da matemática. **UNIÓN-REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA**, v. 19, n. 67, 2023.

SKOVSMOSE, Ole. Inclusões, encontros e cenários. **Educação Matemática em Revista**, p. 16–32, 2019. Disponível em: <http://sbem.iuri0094.hospedagemdesites.ws/revista/index.php/emr/article/view/2154>. Acesso em: 12 set. 2023.

TINTI, Douglas da Silva; BARBOSA, Geovane Carlos; LOPES, Celi Espasandín. O *software* IRAMUTEQ e a Análise de Narrativas (Auto)biográficas no Campo da Educação Matemática. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 35, p. 479–496, 16 abr. 2021. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v35n69a22>.

TORTOLA, Emerson; SILVA, Karina Alessandra Pessoa da. De questões do Enem a aulas com modelagem matemática: o caminhar para uma educação matemática crítica. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 103, p. 589–614, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeped/a/RdgKytQrKv59WCj5cbSGxzR/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 21 set. 2023.

UFC. SIMULAÇÕES. 2023. **Laboratório Virtual de Física | UFC**. Disponível em: <https://www.laboratoriovirtual.fisica.ufc.br/simulacoes>. Acesso em: 20 set. 2023.

UFRJ. **Gerenciadores de referências**. Sistema de Bibliotecas e Informação da UFRJ, 2020. Disponível em: <https://www.sibi.ufrj.br/index.php/recursos-informacionais/gerenciadores-de-referencias>. Acesso em: 21 set. 2023.

VINUTO, Juliana. **A amostragem em bola de neve na pesquisa qualitativa: um debate em aberto**. p. 18, 2014. Disponível em: <https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/tematicas/article/view/10977>. Acesso em: 21 set. 2023.

VITALINO, Gabriela da Silva Oliveira; TEIXEIRA, Bruno Rodrigo. Conhecimento Especializado do Professor de Matemática Manifestado a partir de Ações Formativas: um Levantamento Bibliográfico. **Perspectivas da Educação Matemática**, v. 15, n. 37, p. 1–20, 2022.

WIRMOND, Thamyres Karolyne; SOUZA, Graziela Ferreira de; PINHEIRO, Nilceia Aparecida Maciel. O papel do erro na construção do conhecimento matemático a partir da percepção dos professores dos Anos Iniciais. **Revista Thema**, v. 16, n. 3, p. 663–670, 2019. <https://doi.org/10.15536/thema.V16.2019.663-670.1379>.

## APÊNDICES

### Apêndice A – Protocolo de Revisão Sistemática de Literatura

#### Quadro 2 – Protocolo de Revisão Sistemática da Literatura

|  |   |
|--|---|
| <b>Questões de Pesquisa:</b> Quais concepções de Modelagem Matemática têm os professores de Matemática da rede estadual de ensino do estado do Rio de Janeiro? A Modelagem Matemática como uma perspectiva de ensino da Matemática pode ser um diferencial no ensino da disciplina no 3º ano do ensino médio na Educação Básica? |   |
| <b>Intervenção</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabalhos que tratem da Modelagem Matemática no Ensino da Matemática.</li> <li>• Trabalhos que abordem as práticas pedagógicas de Ensino da Matemática antes e durante a pandemia.</li> <li>• Trabalhos que discutam o uso da tecnologia no Ensino da Matemática e na Modelagem Matemática.</li> </ul> |
| <b>Efeito</b>  | <p>A partir dos trabalhos selecionados, discutir criticamente os tópicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelagem Matemática e o currículo matemático;</li> <li>• Modelagem Matemática e as tecnologias digitais;</li> <li>• Modelagem Matemática nas práticas docentes.</li> <li>•</li> </ul>                                   |
| <b>Medida de desfecho</b>  | Quantidade de trabalhos publicados sobre a temática apresentada.  |
| <b>População de trabalhos</b>  | Trabalhos (teses, dissertações e artigos) que se relacionem com o tema ou com os tópicos definidos.   |
| <b>Problema</b>  | Identificar uma ou mais concepções de Modelagem Matemática usadas no ensino de Matemática no 3º ano do Ensino Médio, considerando também as experiências vivenciadas no ensino remoto por professores da rede estadual de ensino do Estado do Rio de Janeiro e as novas propostas da BNCC (BRASIL, 2018).                                       |

|                  |  |
|------------------|--|
| <b>Aplicação</b> | Contribuir para um melhor entendimento da Modelagem Matemática e para a diminuição da resistência de sua aplicação na Educação Básica, em especial, no 3º ano do ensino médio. Além de ajudar a construir uma visão crítica de seu uso nas práticas pedagógicas durante o período de ensino remoto emergencial e incentivar novas discussões sobre o tema. |
|------------------|--|

**Fonte:** Adaptado de Lacerda (2018, p. 21-27).

## Apêndice B – Critérios de Inclusão e Exclusão de Trabalhos

**Quadro 3** – Critérios para Fase de Execução da Revisão Sistemática da Literatura

| <b>Critérios utilizados</b>                                   | <b>Descrição</b>  |
|---|---|
| <b>Período de Publicação</b>                                  | 2010 a 2021   |
| <b>Fontes que podem ser selecionadas</b>                      | Trabalhos (teses, dissertações e artigos) que se relacionem com o tema ou com tópicos relacionados no quadro 1, em formato eletrônico.  |
| <b>Descritores</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• "Modelagem Matemática";</li> <li>• "Modelagem Matemática" AND "Ensino Médio";</li> <li>• "Modelagem Matemática" AND "3º ano do Ensino Médio";</li> <li>• "Modelagem Matemática" AND "3º ano do Ensino Médio" AND "Práticas docentes".</li> </ul> |
| <b>Idiomas</b>  | Português, inglês e espanhol.   |
| <b>Metodologia de busca por fontes</b>                        | Fontes acessadas via web.   |
| <b>Listagem de fontes</b>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Base Capes</li> <li>• Base BDTD/IBICT</li> <li>• Google Acadêmico</li> <li>• SciELO</li> </ul>   |
| <b>Tipos de Trabalhos</b>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudos experimentais</li> <li>• Estudos Teóricos</li> <li>• Sequências didáticas</li> </ul>   |
| <b>Critérios de Inclusão (I) e Exclusão (E) dos Trabalhos</b> | <p><b><u>Inclusão:</u></b></p> <p><b>I1</b> – Trabalhos que se relacionem com o tema ou tópicos do quadro 4.</p> <p><b>I2</b> – Trabalhos cujo título, resumo ou palavras-chave apresentem alguma relação com o tema ou com os tópicos escolhidos.</p> <p><b><u>Exclusão:</u></b></p>     |



|  |  |
|--|--|
|  | <p><b>E1</b> – Trabalhos que se apresentem como estado da arte ou revisão de literatura.</p> <p><b>E2</b> – Trabalhos duplicados, incompletos ou que não podem ser baixados.</p> <p><b>E3</b> – Trabalhos que após a sua leitura superficial não versem sobre Modelagem Matemática no ensino de Matemática.</p> <p><b>E4</b> – Trabalhos que após a sua leitura aprofundada não versem sobre Modelagem Matemática no ensino de Matemática.</p> |
|--|--|

**Fonte:** Adaptado de Lacerda (2018, p. 21-27).

### **Apêndice C – TCLE**

Comitê de Ética em Pesquisa

## **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

(De acordo com as normas da Resolução nº 466, do Conselho Nacional de Saúde de 12/12/2012)

Você está sendo convidado para participar da pesquisa “**MODELAGEM MATEMÁTICA NO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO: CONCEPÇÕES DE PROFESSORAS E PROFESSORES QUE ENSINAM MATEMÁTICA NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**”. Você foi selecionado por fazer parte do quadro de professores de Matemática da Secretária Estadual de Educação do Rio de Janeiro e sua participação não é obrigatória. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição UNIVERSIDADE ESTÁCIO DE SÁ.

O objetivo deste estudo é compreender as concepções dos professores de Matemática sobre a Modelagem Matemática e suas possibilidades de aplicação no 3º ano do Ensino Médio.

Sua participação nesta pesquisa consistirá em responder a esse questionário e, caso deseje, participar de algumas discussões sobre Modelagem Matemática em grupo.

Os riscos relacionados com sua participação são mínimos e os benefícios são relacionados a compreensão das concepções de Modelagem Matemática no ensino da disciplina, nas discussões sobre sua relação com o currículo matemático e as tecnologias digitais e sobre essas questões e suas experiências no ensino remoto.

As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua

identificação; o questionário aplicado, assim como as discussões no grupo, não será identificado.

Uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e das respostas oferecidas nesse questionário serão enviadas para seu e-mail, caso seja de seu desejo. Para isso, ao final poderá ser oferecido Email para contato.

Podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento com os pesquisadores responsáveis Stella Pedrosa e Greice Lacerda nos e-mails: [smpedrosa@gmail.com](mailto:smpedrosa@gmail.com) e [greicelacerda@gmail.com](mailto:greicelacerda@gmail.com) ou no telefone (21) 98887-4861.

Pesquisador Responsável

---

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar. O pesquisador me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estácio de Sá - CEP/UNESA. Endereço: Av. Presidente Vargas, 642, 22º andar. E-mail: [cep.unesa@estacio.br](mailto:cep.unesa@estacio.br). Telefone (21) 2206-9726.

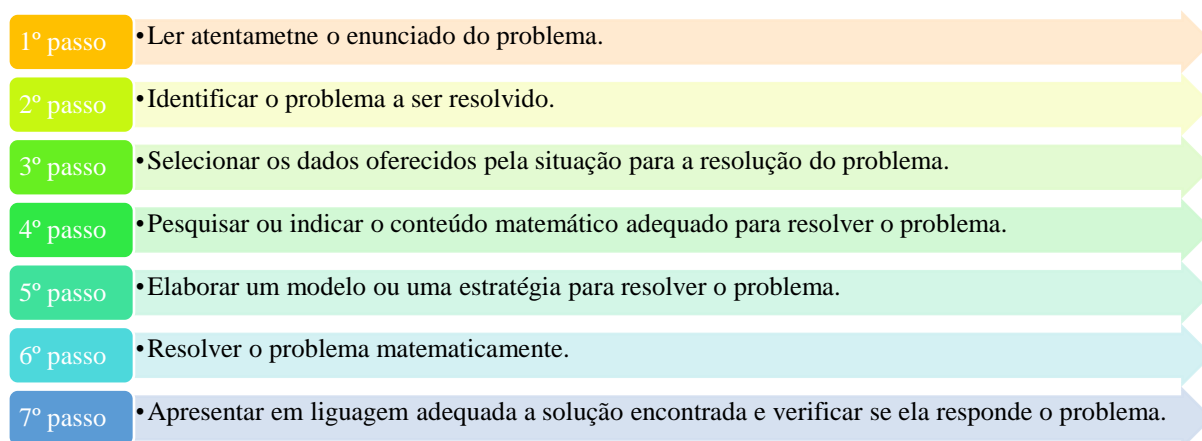
Rio de Janeiro, \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / 2022.

---

Sujeito da pesquisa

### Apêndice D – Relato de Experiência

No início do 1º bimestre letivo, conversamos com os alunos explicando a metodologia, o nosso papel enquanto professoras e o deles enquanto alunos. Explicamos também que a metodologia exigiria mais comprometimento com o trabalho individual e em conjunto, autonomia, interesse pela pesquisa e responsabilidade com a própria aprendizagem. Com base nas concepções de Modelagem Matemática de Caldeira (2009), nas primeiras aulas, discutimos com os alunos, sete passos a serem seguidos ao nos depararmos com uma situação-problema. Esses passos foram:



**Fonte:** Elaborada pela autora

Esses sete passos foram colocados no quadro e cada aluno copiou em seu caderno. Cada item foi discutido em sala de aula e salientou-se pontos importantes para cada item. No **passo 1**, enfatizamos a leitura, a necessidade da compreensão de cada frase e o entendimento da mensagem que essa deseja passar; não passando para a frase seguinte sem compreender sua mensagem e destacar as informações importantes em cada frase.

No **passo 2**, o mais importante é identificar o problema a ser resolvido. Caso seja necessário, pode-se reler o enunciado da situação-problema. O **passo 3**, destina-se as ações de separar e anotar organizadamente os dados importantes destacados durante a leitura do enunciado da questão. Com base na observação das informações separadas e do problema identificado, o **passo 4** é dedicado a definir e relembrar os conceitos matemáticos que podem ajudar na solução do problema. Podem ser utilizadas pesquisas em livros impressos ou ambientes virtuais ou discussões entre grupos.

A partir dos passos anteriores, o **passo 5** é o momento de pensar em estratégias para resolver o problema. Essas estratégias também podem ser discutidas em grupo, lembrando que podem existir estratégias diferentes para resolver o mesmo problema. O **passo 6** é definido como o momento de resolver matematicamente o problema com os dados oferecidos, com o modelo ou estratégias pensadas e com o conteúdo identificado. Caso não consiga ou não seja possível resolvê-lo matematicamente, é o momento de descrever como pensaria na solução do problema. Finalmente, o **passo 7** se concretiza com a apresentar em linguagem adequada da solução encontrada, com a verificação se a resposta encontrada responde corretamente o problema e da exposição do seu significado para a situação apresentada.

Então, compreendendo que os alunos do terceiro ano passaram boa parte de sua formação com metodologias tradicionais e que estavam retornando de um período de afastamento do ambiente escolar, devida a Pandemia provocada pelo Coronavírus, optamos por oferecer e discutir noções básicas necessárias para o desenvolvimento do processo de Modelagem e escolhemos, por ora, não introduzir propriamente o processo de escolha de temas pelo aluno, como é característico da modelagem; mas, iniciar com problemas contextualizados em certos aspectos da realidade. Assim, após a descrição e discussão dos sete passos, os três situações-problemas descritas a seguir foram apresentadas e discutidas:

Figura 24 - Questão discutida na atividade de resolução de problemas

- 1) (Enem) João tem uma loja onde fabrica e vende moedas de chocolate com diâmetro de 4 cm e preço de R\$ 1,50 a unidade. Pedro vai a essa loja e, após comer várias moedas de chocolate, sugere ao João que ele faça moedas com 8 cm de diâmetro e mesma espessura e cobre R\$ 3 a unidade. Considerando que o preço da moeda depende apenas da quantidade de chocolate, João
- A) aceita a proposta de Pedro, pois, se dobra o diâmetro, o preço também deve dobrar.
  - B) rejeita a proposta de Pedro, pois o preço correto seria R\$ 12,00.
  - C) rejeita a proposta de Pedro, pois o preço correto seria R\$ 7,50.
  - D) rejeita a proposta de Pedro, pois o preço correto seria R\$ 6,00.
  - E) rejeita a proposta de Pedro, pois o preço correto seria R\$ 4,50.

Fonte: ENEM (2015)

A **fase de Interação** iniciou-se com a busca de informações sobre o problema proposto com as discussões dos enunciados dos problemas em sala. Destacamos aqui apenas as discussões da primeira situação-problema. Como primeiro passo, iniciamos com a leitura do enunciado frase-a-frase e a realização das seguintes perguntas, em cada frase:

- O que essa frase quer dizer?
- Quais são as informações contidas nessa frase?
- Podemos descartar essa parte do problema ou ela traz informações importantes?
- Quais são os dados importantes nessa frase? Destaque-os: sublinhe ou circule.

Desta forma, na fase de interação, percorremos os passos de 1 a 3 e durante a execução desses passos e percebemos que os alunos: não gostam de ler os enunciados das questões ou acham a leitura e a interpretação desnecessária, ou não compreendem o que estão lendo; não conseguem identificar dentro do texto, qual o problema a ser resolvido, sem que esse se apresente de forma explícita ou seguido por uma interrogação; e não conseguem identificar dentro do texto as informações que são importantes para a resolução e as que podem ser descartadas.

Por isso, destacamos a importância de colocar ênfase na leitura de cada problema “frase-a-frase” e na interpretação de cada uma delas e no entendimento da situação como um todo. Os alunos sinalizaram que não estavam compreendendo o que era “para fazer” na questão e não estavam acostumados com esse “tipo de questão”. Ora sinalizavam que o enunciado era “muito grande”.

Para facilitar a execução dos passos, recomendamos aos alunos que copiassem no caderno o “roteiro de orientação (Fig. 7)”, o qual seria preenchido de acordo com as discussões e identificação de cada parte. Nas discussões da primeira questão, realizamos o preenchimento desse roteiro com os alunos no quadro, após a identificação por eles de cada parte: problema, dados, conteúdo, modelo ou estratégia, solução e resposta.

*Tabela 29 - Roteiro para resolução de um problema*

|   |
|---|
| <b>1) Problema:</b>                             |
| <b>2) Dados importantes:</b>                    |
| <b>3) Conteúdo(s) matemático(s):</b>            |
| <b>4) Modelo(s)/estratégia(s)/solução(ões):</b> |
| <b>5) Resposta (s):</b>                         |

**Fonte:** a autora

Com essa orientação os alunos se disseram mais seguros para desenvolver os passos propostos, uma vez que tinham ideia do que procurar; porém, reclamaram do trabalho que daria escrever cada uma das partes. Muitos disseram que não queriam escrever tudo isso, somente resolver a questão; no entanto, não sabiam por onde começar.

Verificamos, a partir dessas observações, um distanciamento entre o ensino da Matemática e da língua portuguesa, mais especificamente, da interpretação de texto. Pois, inicialmente não houve o entendimento de que a Matemática também necessita de interpretação. Os alunos queriam descobrir como calcular ou faziam qualquer procedimento sem entender o porquê. Esse fato pode ser resquícios de um ensino mecanizado que prioriza às técnicas de cálculos e processos puramente aritméticos ou algébricos? Ou a indicação de uma predisposição negativa para aprender os conceitos matemáticos, ou simplesmente, para aprender?

Após a leitura frase-a-frase, da identificação e escrita do problema no quadro/caderno e destaque dos dados, prosseguimos para a **fase de matematização** do problema, onde buscamos por um significado matemático do problema, percorrendo os passos 4 e 5. Na execução desses passos, repetimos as seguintes perguntas para cada frase do problema: quais são os dados importantes nessa frase? Destaque-os: sublinhe ou circule e anote-os organizadamente no caderno.

Nessa fase, observamos que os alunos não conseguem decidir quais dados devem ser destacados ou anotados, além de terem muita dificuldade em organizar as informações e não conseguem pensar em um modelo ou estratégia para resolver o problema. Isso demonstra significativa deficiência na resolução de problemas; dificuldade que já se manifesta na fase de leitura e interpretação.

Segundo os alunos, todas as informações seriam importantes. Logo, seria difícil escolher as que ajudassem a resolver o problema. Então, realizamos as seguintes perguntas:

- Para calcular o preço de venda do chocolate é importante saber o nome da loja ou do dono da loja?
- O nome de quem vai comprar o chocolate? A cor da roupa, ou dos olhos, ou do cabelo?
- É importante saber o nome da marca do chocolate? Ou a cor do chocolate?
- Então, o que é importante saber?

Com essas perguntas os alunos começaram a identificar os dados como o peso, o formato e o valor e apresentaram um progresso no descarte das informações irrelevantes. Depois de conseguirem selecionar e anotar as informações importantes, os alunos sinalizaram que não sabiam o que fazer com elas ou por onde começar a solução, ou queria simplesmente calcular qualquer coisa; tentando adivinhar as operações: “É dividir ou multiplicar, professora?” ou “Posso somar os valores?”.

Outra observação foi o fato deles não perceberem que poderiam utilizar diferentes recursos para pesquisar conceitos matemáticos ou estratégias para a solução, mesmo sendo discutido na apresentação dos passos a possibilidade de pesquisar em livros ou na internet. Outro problema para eles foi a dificuldade de saber o que e como pesquisar; solicitaram ajuda para a pesquisa nos livros, evidenciando que não sabiam usar o índice do livro ou não sabiam quais palavras-chaves inserir no google. Então, perguntamos: qual é o formato do chocolate? Que assuntos matemáticos podemos relacionar com o formato do chocolate? Quais outros conceitos matemáticos podemos identificar, além do formato? Assim percebemos (nós professoras e os próprios alunos) as dificuldades deles de identificar ou indicar um conceito matemático para trabalhar com os dados oferecidos.

Os alunos ficaram surpresos ao perceberem que não pensaram na possibilidade de pesquisar em livros ou no próprio celular: conceitos, ideias, vídeos ou qualquer outro recurso que os ajudassem na resolução da situação; e mais, que apesar de conviverem diariamente com a tecnologia digital, não sabiam como a usar para fazer essa pesquisa. Demonstrando que eles

não relacionam as tecnologias como fonte de aprendizagem, mas apenas como entretenimento. Isso seria uma consequência do afastamento entre a escola e o cotidiano desses alunos? Ou problema na escolha das metodologias de ensino escolhidas no ensino da disciplina?

Findada a fase de matematização do problema, prosseguimos para a **fase de resolução** com os passos 6 e 7. Nessa fase, buscamos a identificação de modelos ou estratégias que orientações a solução do problema. Durante a execução desses passos, percebemos que os alunos não entendiam a necessidade das representações por figuras ou gráficos como estratégia para trabalhar com conceitos geométricos ou com funções. Mesmo identificando o formato da moeda de chocolate como um círculo e que seria necessário calcular a área de dois círculos de tamanhos distintos. Ou ainda, não conseguiam indicar no desenho as características corretas da forma geométrica, como por exemplo: confundindo raio com diâmetro. A pergunta recorrente era: “preciso desenhar professora? Não posso só calcular?”.

Outra observação foi a dificuldade dos alunos em resolver a questão, mesmo após conseguir (com ajuda) interpretar o problema, selecionar os dados, usar figuras como modelos e identificar todos os passos anteriores. Eles alegaram não ter estudado o conteúdo, ou não lembrar como se faz ou não saber usá-lo. Novamente, não pensaram na possibilidade de buscar na internet vídeos ou sites que ajudassem. Segundo os alunos, apesar de saber o conteúdo, não sabem como usá-lo, como começar a calcular. Eles sinalizaram que é difícil saber qual informação usar primeiro, por onde começar ou como calcular.

Então, retornamos a questão como as seguintes perguntas:

- No início do problema, o que acontece?
- Quais são as informações importantes? Qual o formato, o valor e o peso?
- Depois, qual foi a sugestão dada no problema?
- Então, essa sugestão alteraria quais informações oferecidas no início da questão?
- Logo, quais seriam as novas informações a partir dessa alteração?

Percebendo que com essa intervenção, os alunos começaram a identificar como iniciar a solução Matemática do problema. Mas, ainda com dificuldades em expressá-la em linguagem Matemática. Portanto, solicitamos que eles escrevessem como pensaram a solução do problema; descrevendo os caminhos que percorreria para resolvê-la e qual seria uma possível resposta para o problema, mesmo sem usar a linguagem Matemática. A grande maioria dos alunos não conseguiu expressar sua opinião sobre o problema, nem conseguiu esboçar uma linha de raciocínio lógica e tampouco conseguiram expressar em palavras o que pensou sobre o problema.



Essa observação nos levou a perceber que os alunos não estão habituados a expressar seu raciocínio matemático por meio de palavras e textos. A grande maioria não apresentou uma justificativa escrita para o problema, uma vez que não conseguiu uma solução Matemática. Apesar de terem sido orientados que eles poderiam fazer essa justificativa em linguagem natural em formato de redação. Muitos optaram por não resolver a questão e aguardar para copiar a solução do quadro ou de algum colega.

Finalizamos as discussões desse problema com a **fase de interpretação e validação** das soluções encontradas. Nessa fase discutimos como as informações ajudaram na solução da questão, como conseguir identificar os passos para resolver o problema, as possíveis estratégias para a solução e a importância das representações por modelos na visualização ou experimentação do problema. Discutimos ainda a relevância das possíveis repostas para o problema (tanto as alternativas oferecidas pelas questões quanto as diferentes respostas apresentadas pelos alunos), indagando que, caso não fosse um problema semirreal, quais seriam as implicações financeiras para a loja? Ou quais problemas o dono da loja teria que enfrentar se sua decisão fosse a errada?

O trabalho com os sete passos, prosseguiu nessa aula, com as duas questões restantes e por todo o primeiro bimestre letivo. Faz-se importante ressaltar que dos cinco tempos semanais disponibilizados para as aulas de Matemática da grade curricular foram utilizados três tempos com duração de 50 minutos cada; sendo assim possível discutir com calma cada questão. Os outros dois tempos foram utilizados para introduzir assuntos previstos no Currículo Mínimo de Matemática para o Ensino Médio para o bimestre vigente.

Ao final do bimestre, como uma das avaliações foi realizada uma conversa com as turmas para discutir a metodologia adotada. O resultado foi que a maioria dos alunos solicitou o retorno para o método de ensino que eles classificaram como “tradicional”. Questionamos o que seria o método tradicional para eles e recebemos como resposta: “queremos calcule o valor de  $x$ , calcule a área das figuras ou resolva as equações”. Para tal pedido, as alegações foram que esse método é muito difícil, que eles não conseguem entender o que a questão pede; ou que não sabem o que fazer, como começar e como resolvê-la; mais ainda, que pesquisar e anotar os dados é muito trabalhoso; que eles querem somente calcular.

Atribuímos essas alegações, a longa trajetória dos alunos, que desde o ingresso no ensino fundamental I (nas séries iniciais) são apresentados a técnicas de cálculo, que se repetem durante toda a sua vida escolar. Principalmente, quando nos anos finais o ensino fundamental II se depara com conceitos matemáticos mais abstratos como radiciação, equações algébricas e

equações de 1º e 2º grau. Onde geralmente são realizados procedimentos mecânicos para encontrar as racionalizações ou raízes, sem a compreensão de seu fundamento, seu objetivo e sua aplicação em situações-problemas ou cotidianas.

Outra observação importante diz respeito a uma atividade proposta que solicitava a determinação da quantidade de água da torneira necessária para preencher um determinado sólido geométrico. Durante a aula, foram oferecidos sólidos geométricos físicos e diferentes para cada grupo de alunos de cinco alunos e uma régua graduada.

O objetivo da atividade foi calcular a quantidade de água necessária para preencher o sólido sem desperdício ou falta. Ao determinar a quantidade necessário, o aluno deveria pegar na torneira a quantidade exata calculada, com o auxílio de uma jarra graduada, e encher seu sólido.

As perguntas recorrentes durante a atividade foram “quais são os números professora?” ou “como vou calcular sem as medidas” ou ainda “como se calcula a quantidade de água de uma coisa?”. Assim, percebemos que os alunos não conseguem relacionar os modelos de representação gráfica ou imagens com as representações físicas ou com o modelo real. Ou seja, não relacionam a Matemática aprendida com a vida real; pois, não perceberam por si só, que necessitavam medir os lados e as alturas dos sólidos com a régua. Apenas aguardavam passivamente que lhes fossem oferecidos os dados para o cálculo. E novamente, não perceberam que poderiam usar a tecnologia digital para pesquisar conceitos relacionados a medida de quantidades ou capacidades e como calcular volumes.

Mais profundamente, compreendemos com a experiência de introdução a Modelagem, que os alunos ainda no Ensino Médio encontram-se na fase do pensamento instrumental, descrita por Skemp (1989) como uma aprendizagem constituída por hábitos de memorização e regras; e que, nós professores desejamos que eles desenvolvam o pensamento relacional, que segundo o autor, compreende a aprendizagem que permite fazer agrupamentos de informações e conhecimentos relacionados e estruturados. O pensamento relacional encontra-se muito mais próximo da Modelagem Matemática do que o pensamento instrumental.

Apesar dos protestos contra a metodologia de ensino, prosseguimos alternando entre aplicações mais técnicas da Matemática e a utilização dos passos para Modelagem Matemática. Ao final do segundo bimestre letivo, como uma das avaliações bimestrais foi solicitada a escolha, resolução e entrega de questões de vestibulares ou Enem sobre os assuntos de Análise Combinatória e Probabilidade. As questões e as estratégias de solução das situações-problemas

foram de livre escolha; porém, a maioria dos alunos optou por utilizar os passos propostos no início do primeiro bimestre letivo, inclusive com anotações de acordo com o roteiro sugerido.

Na devolutiva das avaliações do segundo bimestre foi realizada uma nova discussão, onde questionamos o uso da metodologia que eles haviam rejeitado. A resposta obtida foi que a princípio, eles acharam dificuldades em entender como realizar os passos propostos, porque não estavam acostumados a “fazer ou pensar” a Matemática desse jeito. Mas, ao longo do bimestre e principalmente como a realização do trabalho proposto ao final do segundo bimestre, compreenderam que o procedimento ajudava na compreensão e solução das questões, principalmente porque ajudava a saber o que fazer primeiro.

Então, com essa experiência, observamos que houve uma evolução nas fases de interação, matematização, resolução, interpretação e validação percorridas pelos alunos na solução de um problema. Entendemos que a transição de um método tradicional de ensino para um outro modelo deve necessariamente passar por uma preparação inicial dos alunos. Pois, esses estão acostumados a vivenciar uma única forma de “ver e fazer” a Matemática ou de pensá-la: o pensamento instrumental.

Contrapondo-se a ideia de que o aluno no Ensino Médio deveria alcançar esse nível de aprendizagem com um vasto repertório de conhecimento matemático acumulado, que lhe permitisse aprofundar-se em conceitos mais avançados e abstratos; percebemos que esses alunos chegam nesse nível de aprendizagem ainda com conhecimentos fragmentados, defasados, repletos de conceitos errados e confusão, com pouca ou nenhuma abstração e um entendimento limitado do verdadeiro papel da Matemática nas suas vidas cotidiana e escolar.

Constatação que chegamos a partir das observações feitas durante as atividades propostas e das respostas obtidas a uma pergunta provocativa lançada nas turmas, no início do primeiro bimestre, antes do início da metodologia proposta: “Por que é que eu tenho que estudar Matemática?”. Entre as respostas recebidas as mais recorrentes foram: “não sei”; “para saber fazer contas”; “para calcular o troco” e “para passar de ano”.

Assim, verificamos que os alunos não se questionam sobre os objetivos do que aprendem, sobre a necessidade dos conceitos na sua vida cotidiana e sobre sua importância para sua formação cidadã. Essa experiência nos revelou a necessidade de trabalhar a Matemática de forma mais interpretativa e questionadora, de modo a ajudar no desenvolvimento do pensamento relacional, crítico e reflexivo; sem, no entanto, perder sua fundamentação teórica.

De tal modo, a intensão desse relato foi divulgar uma experiência vivenciada no ensino da Matemática que pode ajudar a outros professores, que buscam metodologias diferenciadas

de ensino da disciplina, a compreenderem que o início do processo de passagem de uma metodologia tradicional para uma outra alternativa, no caso desse trabalho, um misto entre Modelagem Matemática e Resolução e Problemas, não ocorre de forma instantânea.

As fases de interação, matematização, resolução, interpretação e validação na solução de um problema necessitam do aluno uma predisposição positiva para aprender e de transição do aluno do pensamento instrumental para o pensamento relacional. E exigem, tanto do professor quanto do aluno, persistência e entendimento que que essa transição é permeada por períodos imbricados de rejeição, acomodação, adaptação, aceitação e utilização de novas maneiras de ver e fazer a Matemática.

## ANEXO

## Parecer de Aprovação do Projeto de pesquisa

UNIVERSIDADE ESTÁCIO DE  
SÁ/ UNESA/RJ



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

## DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** MODELAGEM MATEMÁTICA NO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO: CONCEPÇÕES E POSSIBILIDADES SEGUNDO PROFESSORES DE MATEMÁTICA DO RIO DE

**Pesquisador:** GREICE KELI SILVA LACERDA

**Área Temática:**

**Versão:** 4

**CAAE:** 63536022.7.0000.5284

**Instituição Proponente:** SOCIEDADE DE ENSINO SUPERIOR ESTACIO DE SA LTDA

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

## DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 5.823.105

**Apresentação do Projeto:**

A pesquisa pertence à área de educação e aborda a concepção e possibilidades do ensino de modelagem matemática para alunos do 3º ano do ensino médio, tendo como participantes da pesquisa professores de matemática do ensino médio da rede Estadual de ensino do estado do Rio de Janeiro

**Objetivo da Pesquisa:**

Está claro e coerente com a metodologia proposta

 **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Estão em conformidade

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A pesquisa tem mérito científico e é interessante.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os termos foram entregues adequadamente.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Não há pendências que impeçam a aprovação do projeto por este comitê.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Após cumprimento das pendências e considerando que os preceitos éticos da Resolução CNS

**Endereço:** Avenida Presidente Vargas, 842, 22o andar

**Bairro:** Centro

**CEP:** 20.071-001

**UF:** RJ

**Município:** RIO DE JANEIRO

**Telefone:** (21)2206-9726

**E-mail:** cep.unesa@estacio.br

# UNIVERSIDADE ESTÁCIO DE SÁ/ UNESA/RJ



Continuação do Parecer: 5.023.105

510/2016 foram atendidos, este comitê aprova o projeto e solicita envio de relatórios semestrais da pesquisa.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

| Tipo Documento  | Arquivo  | Postagem               | Autor                     | Situação |
|---|--|------------------------|---------------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto                            | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2019539.pdf  | 07/12/2022<br>16:30:57 |                           | Aceito   |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador                 | PROJETO_DE_PESQUISA_ATUALIZADO_2022.docx       | 14/11/2022<br>20:58:57 | GREICE KELI SILVA LACERDA | Aceito   |
| Declaração de Instituição e Infraestrutura                | DEMONSTRATIVO_INFRAESTRUTURA_2022.doc          | 21/09/2022<br>20:17:08 | GREICE KELI SILVA LACERDA | Aceito   |
| Declaração de Instituição e Infraestrutura                | DECLARACAO_NAO_NECESIDADE_DE_ANUENCIA_2022.doc | 21/09/2022<br>20:16:47 | GREICE KELI SILVA LACERDA | Aceito   |
| Folha de Rosto  | Folha_de_Rosto_UNESA.pdf                       | 21/09/2022<br>17:20:34 | GREICE KELI SILVA LACERDA | Aceito   |
| Orçamento   | Orçamento_2022.doc                             | 21/09/2022<br>17:11:31 | GREICE KELI SILVA LACERDA | Aceito   |
| Cronograma  | CRONOGRAMA_2022.docx                           | 21/09/2022<br>17:11:03 | GREICE KELI SILVA LACERDA | Aceito   |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TCLE_2022.doc                                  | 21/09/2022<br>17:09:22 | GREICE KELI SILVA LACERDA | Aceito   |
| Declaração de Pesquisadores                               | Carta_2022.pdf                                 | 21/09/2022<br>16:51:57 | GREICE KELI SILVA LACERDA | Aceito   |

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

RIO DE JANEIRO, 16 de Dezembro de 2022

Assinado por:

Luciana de Paula Lima Schmidt de Andrade  
(Coordenador(a))

Endereço: Avenida Presidente Vargas, 842, 22o andar

Bairro: Centro

CEP: 20.071-001

UF: RJ

Município: RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)2068-0728

E-mail: cep.unesa@estacio.br