

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE – FURG
INSTITUTO DE MATEMÁTICA, ESTATÍSTICA E FÍSICA
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas

**A MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO: UMA ABORDAGEM
COM FOCO NO DESENVOLVIMENTO DO PAPEL SOCIOCRTICO
DOS ESTUDANTES**

Eduardo de Almeida Boeira

Santo Antônio da Patrulha

2023

EDUARDO DE ALMEIDA BOEIRA

**A MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO: UMA ABORDAGEM
COM FOCO NO DESENVOLVIMENTO DO PAPEL SOCIOCRTICO
DOS ESTUDANTES**

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, da Universidade Federal do Rio Grande – FURG, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências Exatas.

Orientador: Prof. Dr. Lucas Nunes Oglari

SANTO ANTÔNIO DA PATRULHA

2023

Ficha Catalográfica

B671m Boeira, Eduardo de Almeida.

A modelagem matemática no ensino : uma abordagem com foco no desenvolvimento do papel sociocrítico dos estudantes / Eduardo de Almeida Boeira. – 2023.

128 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, Santo Antônio da Patrulha/RS, 2023.

Orientador: Dr. Lucas Nunes Ogliari.

1. Educação matemática 2. Estatística 3. Educação e sociedade
4. Criticidade I. Ogliari, Lucas Nunes II. Título.

CDU 37:51

Catálogo na Fonte: Bibliotecária Vanessa Ceiglinski Nunes CRB 10/2174

EDUARDO DE ALMEIDA BOEIRA

**A MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO: UMA ABORDAGEM
COM FOCO NO DESENVOLVIMENTO DO PAPEL SOCIOCÍTICO
DOS ESTUDANTES**

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, da Universidade Federal do Rio Grande – FURG, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências Exatas.

Orientador: Prof. Dr. Lucas Nunes Ogliari

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Lucas Nunes Ogliari (Orientador)
Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

Profa. Dra. Greice da Silva Lorenzetti Andreis
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS)

Profa. Dra. Kelen Berra de Mello
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS)

Prof. Dr. Tobias Espinosa
Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

SANTO ANTÔNIO DA PATRULHA

2023

AGRADECIMENTOS

À minha família por todo o apoio e incentivo ao longo da vida e, em especial, desta etapa que se conclui. Um agradecimento especial aos meus pais, Roseli e Moacir, pelos ensinamentos, por acreditarem em mim e sempre me apoiarem na busca pelos meus sonhos. Não tenho palavras para expressar o carinho e a gratidão por tê-los em minha vida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Lucas Nunes Ogliari, pelo apoio, incentivo, paciência, pelas discussões e conhecimentos compartilhados ao longo desta pesquisa.

À Profa. Dra. Greice da Silva Lorenzetti Andreis, à Profa. Dra. Kelen Berra de Mello e ao Prof. Dr. Tobias Espinosa, por aceitarem compor a banca examinadora desta pesquisa e pelas importantes contribuições para com os resultados da mesma.

A toda equipe diretiva e pedagógica da instituição de ensino em que a pesquisa foi realizada, assim como aos estudantes que participaram e empenharam-se na realização das atividades, contribuindo para o êxito deste trabalho.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, pelas discussões, reflexões e conhecimentos compartilhados, contribuindo significativamente com minha formação docente e acadêmica.

Aos colegas do curso, pelas experiências, discussões e conhecimentos compartilhados.

A todos que, de alguma forma, contribuíram com a realização desta pesquisa.

RESUMO

Os índices de aprendizagem e interesse dos estudantes pelo estudo de ciências e matemática, atualmente, estão muito baixos, sendo motivo de discussões e reflexões nas pesquisas em educação. Entre as causas mais apontadas para essa situação está a falta de aproximações entre o conhecimento escolar e a realidade social dos estudantes. Visando promover essa aproximação e contribuir na formação de sujeitos críticos e ativos em seu meio social, são discutidas, nesta pesquisa, a Abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no ensino de ciências (Auler, 2003), a Educação Matemática Crítica (Skovsmose, 2001) e a Modelagem Matemática (Barbosa, 2001; Biembengut; Hein, 2009; Bassanezi, 2014) no ensino de matemática. Entendendo o ensino e a aprendizagem de matemática como importantes instrumentos de análise, reflexão e intervenção social, este estudo teve como foco o ensino de matemática com a prática de atividades de Modelagem Matemática sob a perspectiva sociocrítica da Abordagem CTS e da Educação Matemática Crítica. Visando responder a problematização: *de que maneira a Modelagem Matemática, como um ambiente de aprendizagem, pode contribuir no desenvolvimento do papel sociocrítico do estudante como ativista social?*, esta pesquisa, caracterizada, metodologicamente, como um estudo de campo, de abordagem qualitativa, permeou a elaboração, aplicação e análise da prática de atividades de Modelagem Matemática com estudantes do 9º ano do ensino fundamental de uma escola pública estadual da região da Serra do Rio Grande do Sul. Essa prática propiciou aos estudantes experiências diferentes e enriquecedoras, engajando-os durante todo o processo e proporcionando-lhes um ambiente de trocas, reflexões e construção de conhecimento. A partir da análise da mesma, concluímos que, com a investigação de temas de seu interesse, além da exploração de conceitos matemáticos (tais como razão e proporção, ângulos, assim como os termos e o tratamento de dados em uma pesquisa estatística) articulados com outras áreas do conhecimento, foi estimulado o pensamento crítico e o ativismo social dos estudantes, o que aconteceu por meio de uma relação de parceria e aprendizado conjunto entre professor e estudantes. Além disso, foi elaborado um produto educacional, no formato de cartilha digital, cuja proposta é apresentar um percurso didático, apontando caminhos para o trabalho com a Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica, sendo ele ilustrado com uma breve descrição das atividades desenvolvidas nesta pesquisa.

Palavras-chave: Educação Matemática. Estatística. Educação e Sociedade. Criticidade.

ABSTRACT

Students' learning rates and interest in the study of science and mathematics are currently very low, causing discussion and reflection in education research. Among the most cited causes for this situation is the lack of approximations between school knowledge and the social reality of students. Aiming to promote this approximation and contribute to the formation of critical and active subjects in their social environment, the Science, Technology and Society (STS) Approach in the science teaching (Auler, 2003), the Critical Mathematics Education (Skovsmose, 2001) and the Mathematical Modeling (Barbosa, 2001; Biembengut; Hein, 2009; Bassanezi, 2014) in the mathematics teaching, are discussed, in this research. Understanding the teaching and learning of mathematics as important instruments of analysis, reflection and social intervention, this study focused on teaching mathematics with the practice of Mathematical Modeling activities from the socio-critical perspective of the STS Approach and Critical Mathematics Education. Aiming to answer the question: *how can Mathematical Modeling, as a learning environment, contribute to the development of the student's socio-critical role as a social activist?*, this research, methodologically characterized as a field study, with a qualitative approach, permeated the elaboration, application and analysis of the practice of Mathematical Modeling activities with 9th grade students from an elementary school at a state public school in the Serra region of Rio Grande do Sul. This practice provided students with different and enriching experiences, engaging them throughout the process and providing them with an environment for exchanges, reflections and construction of knowledge. From its analysis, we concluded that, with the investigation of topics of interest, in addition to the exploration of mathematical concepts (such as ratio and proportion, angles, as well as terms and data treatment in statistical research) articulated with other areas of knowledge, critical thinking and social activism among students were stimulated, which happened through a relationship of partnership and joint learning between teacher and students. Furthermore, an educational product was elaborated, in the format of a digital booklet, whose proposal is to present a didactic route, pointing out ways to work with Mathematical Modeling from a socio-critical perspective, illustrated with a brief description of the activities developed in this research.

Keywords: Mathematics Education. Statistics. Education and Society. Criticality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma de sintetização das contribuições do referencial teórico.....	37
Figura 2 – Fluxograma das etapas da atividade desenvolvida pelos estudantes da Turma A...	68
Figura 3 – Ideia da Modelagem Matemática.....	69
Figura 4 – Processo de Modelagem Matemática em sala de aula.....	69
Figura 5 – Temas de estudo apontados pelos estudantes da Turma A.....	70
Figura 6 – Análise das respostas do questionário pelos estudantes da Turma A.....	72
Figura 7 – União das análises dos grupos da Turma A.....	72
Figura 8 – Registros do estudo do capítulo de Estatística do livro didático com a Turma A...	73
Figura 9 – Construção manual de gráficos pelos estudantes da Turma A.....	75
Figura 10 – Construção eletrônica de gráficos pelos estudantes da Turma A.....	76
Figura 11 – Registro das observações da visita técnica dos estudantes da Turma A.....	78
Figura 12 – Conclusões da atividade realizada pela Turma A.....	79
Figura 13 – Fluxograma das etapas da atividade desenvolvida pelos estudantes da Turma B.	79
Figura 14 – Temas de estudo apontados pelos estudantes da Turma B.....	80
Figura 15 – Estudantes da Turma B pesquisando sobre o tema de estudo.....	80
Figura 16 – Análise das respostas do questionário pelos estudantes da Turma B.....	82
Figura 17 – União das análises dos grupos da Turma B.....	83
Figura 18 – Registros do estudo do capítulo de Estatística do livro didático com a Turma B.	84
Figura 19 – Construção eletrônica de gráficos pelos estudantes da Turma B.....	85
Figura 20 – Conclusões da atividade realizada pela Turma B.....	86
Figura 21 – Elaboração de cartazes informativos pelos estudantes da Turma B.....	87
Figura 22 – Cartazes informativos produzidos pelos estudantes da Turma B.....	88
Figura 23 – Apresentação dos cartazes produzidos pelos estudantes da Turma B para as outras turmas.....	89

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Processo de familiarização gradativa dos estudantes com atividades de Modelagem.....	32
Quadro 2 – Algumas competências específicas de Matemática para os Ensinos Fundamental e Médio apontadas pela BNCC.....	35
Quadro 3 – Objetivo de cada pergunta do questionário aplicado com os estudantes.....	39
Quadro 4 – Categorias finais das questões do Questionário Inicial.....	62
Quadro 5 – Categorias emergentes do processo de categorização das respostas dos estudantes ao Questionário Inicial.....	64
Quadro 6 – Categorias finais das questões do Questionário Final.....	105
Quadro 7 – Categorias emergentes do processo de categorização das respostas dos estudantes ao Questionário Final.....	107

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Frequência de apontamentos das disciplinas citadas na Questão 1 do Questionário Inicial.....	45
Tabela 2 – Frequência de respostas em cada categoria inicial da Questão 1 do Questionário Inicial para a disciplina de Matemática.....	46
Tabela 3 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 2 do Questionário Inicial para a disciplina de Matemática.....	47
Tabela 4 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 3 do Questionário Inicial para a disciplina de Matemática.....	48
Tabela 5 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 4 do Questionário Inicial para a disciplina de Matemática.....	49
Tabela 6 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 5 do Questionário Inicial para a disciplina de Matemática.....	51
Tabela 7 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 6 do Questionário Inicial.....	52
Tabela 8 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 7 do Questionário Inicial.....	53
Tabela 9 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 8 do Questionário Inicial.....	54
Tabela 10 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 9 do Questionário Inicial.....	55
Tabela 11 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 10 do Questionário Inicial.....	57
Tabela 12 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 11 do Questionário Inicial.....	58
Tabela 13 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 12 do Questionário Inicial.....	59
Tabela 14 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 13 do Questionário Inicial.....	60
Tabela 15 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 14 do	

Questionário Inicial.....	62
Tabela 16 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 1 do Questionário Final.....	93
Tabela 17 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 2 do Questionário Final.....	94
Tabela 18 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 3 do Questionário Final.....	96
Tabela 19 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 4 do Questionário Final.....	97
Tabela 20 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 5 do Questionário Final.....	98
Tabela 21 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 6 do Questionário Final.....	99
Tabela 22 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 7 do Questionário Final.....	101
Tabela 23 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 8 do Questionário Final.....	102
Tabela 24 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 9 do Questionário Final.....	103
Tabela 25 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 10 do Questionário Final.....	105

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1 CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS) NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	18
2.1.1 Os Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov e Angotti para o ensino estruturado na abordagem CTS.....	21
2.2 EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA (EMC).....	22
2.3 MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO.....	24
2.3.1 Modelagem Matemática como metodologia científica.....	25
2.3.2 Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem de matemática.....	27
2.3.3 Modelagem matemática para a ação sociocrítica.....	29
2.3.4 Os desafios da utilização da Modelagem Matemática em sala de aula.....	31
2.3.5 Modelagem matemática na Base Nacional Comum Curricular (BNCC).....	34
2.4 CONTRIBUIÇÕES DO REFERENCIAL TEÓRICO APRESENTADO PARA A CONSTITUIÇÃO DESTA PESQUISA.....	36
3 METODOLOGIA.....	38
3.1 CONTEXTO DE PESQUISA.....	38
3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	39
4 ANÁLISE DAS RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO INICIAL.....	44
4.1 CATEGORIZAÇÃO DADOS OBTIDOS COM O QUESTIONÁRIO INICIAL.....	45
4.2 CONCLUSÕES DA ANÁLISE DAS RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO INICIAL....	62
4.3 METATEXTO INICIAL: CONCEPÇÕES DOS ESTUDANTES ANTES DA REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE DE MODELAGEM MATEMÁTICA.....	65
5 DESCRIÇÃO E PERCEPÇÕES DA APLICAÇÃO DA PRÁTICA DE MODELAGEM MATEMÁTICA COM OS ESTUDANTES.....	68
5.1 PRÁTICA DE MODELAGEM DESENVOLVIDA COM A TURMA A.....	68
5.2 PRÁTICA DE MODELAGEM DESENVOLVIDA COM A TURMA B.....	79
5.3 PERCEPÇÕES EM RELAÇÃO ÀS ATIVIDADES REALIZADAS COM OS ESTUDANTES.....	89

6 ANÁLISE DAS RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO FINAL: PERCEPÇÕES DOS ESTUDANTES SOBRE A ATIVIDADE REALIZADA.....	92
6.1 CATEGORIZAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS COM O QUESTIONÁRIO FINAL.....	92
6.2 CONCLUSÕES DA ANÁLISE DAS RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO FINAL.....	105
6.3 METATEXTO FINAL: CONCEPÇÕES DOS ESTUDANTES APÓS A REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE DE MODELAGEM MATEMÁTICA.....	108
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	112
REFERÊNCIAS.....	117
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INICIAL.....	120
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO FINAL.....	122
APÊNDICE C – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PARTICIPAÇÃO DE PESQUISA E APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIOS.....	123
APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PARTICIPAÇÃO DE PESQUISA E APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIOS.....	124
APÊNDICE E – TERMO DE ANUÊNCIA PARA REALIZAÇÃO DE ATIVIDADES DE PESQUISA.....	125
APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO SOBRE AS CONDIÇÕES DO AMBIENTE ESCOLAR APLICADO COM OS ESTUDANTES (TURMA A).....	126
APÊNDICE G – QUESTIONÁRIO SOBRE AS CONDIÇÕES DO AMBIENTE ESCOLAR APLICADO COM OS PROFESSORES (TURMA A).....	127
APÊNDICE H – QUESTIONÁRIO SOBRE SANEAMENTO BÁSICO (TURMA B). 	128

1 INTRODUÇÃO

As práticas escolares e metodologias de ensino e de aprendizagem utilizadas na educação básica são foco de muitas reflexões e discussões na atualidade. Duarte, Livi e Vertuan (2019), relatam uma estagnação das escolas no que se refere às metodologias utilizadas, apontando que estas, muitas vezes, não atendem às necessidades dos estudantes no contexto social atual, fato que se evidencia em suas aversões às disciplinas que compõem sua formação na educação básica. Na percepção dos autores,

[...] conforme a sociedade se desenvolve, os meios de informação, de transporte e as tecnologias também se modificam, fato que não ocorre no formato de ensino das escolas, as quais continuam atuando da mesma forma e com as mesmas práticas de ensino. (Duarte; Livi; Vertuan, 2019, p. 01)

Consoante a essa percepção, as dificuldades dos estudantes na aprendizagem em ciências constituem um assunto bastante presente nas pesquisas e discussões sobre a educação científica, especialmente, no contexto da educação básica. Pozo (2009) relata uma crise na educação científica, evidenciada nos baixos índices de aprendizagem em ciência, no desinteresse científico por parte dos estudantes e na preocupação dos docentes com seu trabalho para contornar essa situação.

Nesse sentido, o autor aponta que

Muitas vezes, os alunos não conseguem adquirir as habilidades necessárias, seja para elaborar um gráfico a partir de alguns dados ou para observar corretamente através de um microscópio, mas outras vezes o problema é que eles sabem fazer as coisas, mas não entendem o que estão fazendo e, portanto, não conseguem explicá-las nem aplicá-las em novas situações. Esse é um déficit muito comum. (Pozo, 2009, p. 16)

Discutindo essa preocupação com a situação da aprendizagem em ciências e refletindo sobre as possíveis causas para a mesma, assim como seus reflexos na atuação social dos estudantes, Auler (2003, p. 80) aponta que

Hegemonicamente as pesquisas, as práticas didático-pedagógicas têm focalizado a dimensão cognitiva, secundarizando aspectos ligados ao interesse, à atribuição de significado, à motivação. Talvez este "reducionismo" seja uma das causas dos generalizados fracassos em termos de aprendizagem e também limitador no processo de formação de um cidadão crítico, participante na sociedade em que está inserido. (Auler, 2003, p. 80)

Com isso, o autor indica a necessidade e a potencialidade de um ensino pautado nas temáticas sociais, voltadas ao contexto, à realidade sociocultural dos estudantes, construindo uma aproximação entre o conhecimento científico, o aprendizado escolar e os problemas e interesses do meio social em que a instituição escolar está inserida. Dessa forma, possibilita-se um aprendizado significativo e estimula-se o papel crítico e ativo dos estudantes frente às discussões do meio onde vivem. Ou seja, “[...] favorecendo uma maior ressonância

entre o ‘mundo da escola’ e o ‘mundo da vida’, a atribuição de significado ao que se faz na escola, por parte do aluno, pode constituir-se numa dimensão que potencializa a aprendizagem” (Auler, 2003, p. 80).

Na Educação Matemática, a falta de aproximações do ensino de matemática com aspectos da realidade dos estudantes também é discutida. Bennemann e Allevato (2015), com base em Skovsmose (2001), discutem o paradigma do exercício como uma corrente metodológica muito presente nas aulas de matemática, no qual os exercícios são focados na repetição e memorização de comandos e técnicas operatórias, voltados à preparação para avaliações externas, como vestibulares e concursos públicos, não possibilitando abertura a contextualizações e problematizações sociais.

Com isso, ao não problematizar, não conhecer e analisar os usos da matemática, fortalece-se o absolutismo dos números, a crença em uma matemática perfeita, inquestionável e infalível (Bennemann; Allevato, 2015). Porém,

[...] o discurso social dominante é o da necessidade de criatividade, raciocínio lógico, capacidade de análise, entre outras habilidades que os conhecimentos matemáticos supostamente ofereceriam aos profissionais. Então, está a sociedade iludida com a capacidade da Matemática de preparar profissionais inovadores, ou a estrutura social se beneficia com uma massa trabalhadora treinada para receber comandos? (Bennemann; Allevato, 2015, p. 03)

Como possíveis contribuições para o ensino de ciências e matemática, buscando proporcionar mais aproximações entre o conhecimento escolar e a vivência prática dos estudantes, são apresentadas as propostas de Educação CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), de Modelagem Matemática e de Educação Matemática Crítica.

A Educação CTS, de acordo com Pinto e Vermelho (2017), preocupada com as relações de influência entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, tem o objetivo de proporcionar a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes, entendida como o desenvolvimento da sua capacidade de analisar e interpretar criticamente as influências da ciência e da tecnologia na realidade onde vivem, e, assim, posicionar-se frente às mesmas. Nesse sentido, a perspectiva CTS na educação fornece ao professor uma possibilidade de diversificar sua prática, contribuindo não só com a aprendizagem dos estudantes, mas também no processo de sua formação crítica para o exercício da cidadania (Pinto; Vermelho, 2017).

Biembengut e Hein (2009) entendem que um dos principais desafios apresentados à educação, nas últimas décadas, é formar estudantes com pensamento crítico, criativo e independente, capazes de “comandar” e possibilitar a evolução dos mais diversos segmentos sociais. Com isso, é importante e necessário que as práticas educativas estejam voltadas ao enfrentamento deste desafio. Em vista disso, os autores discutem que

A Matemática, alicerce de quase todas as áreas do conhecimento e dotada de uma arquitetura que permite desenvolver os níveis cognitivo e criativo, tem sua utilização defendida, nos mais diversos graus de escolaridade, como meio para fazer emergir essa habilidade em criar, resolver problemas, modelar. Devemos encontrar meios para desenvolver, nos alunos, a capacidade de ler e interpretar o domínio da Matemática. (Biembengut; Hein, 2009, p. 09)

Voltada à tradução, interpretação e resolução de um problema/fenômeno da realidade, utilizando conceitos matemáticos, Biembengut e Hein (2009) apontam a Modelagem Matemática como um dos instrumentos que podem contribuir com o desafio apresentado à educação, no ensino de matemática, pois ao modelar uma situação-problema real,

[...] além de conhecimento de matemática, o modelador precisa ter uma dose significativa de intuição e criatividade para interpretar o contexto, saber discernir que conteúdo matemático melhor se adapta e também ter senso lúdico para jogar com as variáveis escolhidas. (Biembengut; Hein, 2009, p. 12)

Assim, a Modelagem Matemática apresenta-se como um instrumento que possibilita a interação entre a realidade e a teoria, contribuindo com o desenvolvimento de um cidadão capaz de entender e agir ativamente no seu meio, posicionando-se criticamente diante das decisões que governam e delineiam o avanço da sociedade.

Com foco no envolvimento dos estudantes no controle do processo educacional, na consideração crítica de conteúdos e na relação da educação com problemas externos ao seu universo, a Educação Matemática Crítica visa a reflexão crítica e a transformação da sociedade, assim como a alfabetização matemática dos estudantes (Skovsmose, 2001). Nesse sentido, essa abordagem no ensino de matemática contribui para o desenvolvimento das competências críticas dos sujeitos, assim como para o entendimento das aplicações e influências dos conceitos matemáticos frente às decisões do meio onde vivem.

Baseado nessas discussões iniciais, este trabalho tem como foco de pesquisa o ensino de matemática com a prática de atividades de Modelagem Matemática sob o viés da Educação CTS e da Educação Matemática Crítica, entendendo o ensino e a aprendizagem de matemática como um importante instrumento de análise, reflexão, interpretação e intervenção social. Nesse sentido, esta pesquisa é norteada pelo seguinte questionamento: **de que maneira a Modelagem Matemática, como um ambiente de aprendizagem, pode contribuir no desenvolvimento do papel sociocrítico do estudante como ativista social?**

Sendo assim, temos como objetivo geral propor e discutir a prática de Modelagem Matemática, na perspectiva de um ambiente de aprendizagem, como uma abordagem sociocrítica de ensino e aprendizagem de matemática para a análise, reflexão, interpretação e intervenção social. De forma mais específica buscamos:

- Compreender os potenciais e as perspectivas da utilização da prática de Modelagem

Matemática na Educação Matemática de acordo com a literatura;

- Refletir sobre a função social do ensino de matemática por meio da prática de Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica da abordagem CTS e da Educação Matemática Crítica;
- Desenvolver uma prática de Modelagem Matemática com estudantes de duas turmas do 9º ano do ensino fundamental, discutindo, por meio de ações sociocríticas, problemas de seu interesse e oriundos da sua realidade;
- Elaborar um produto educacional, no formato de uma cartilha digital, apresentando caminhos para o trabalho como a Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica em sala de aula.

Diante do exposto, no segundo capítulo é dissertado acerca dos pressupostos teóricos que fundamentam esta pesquisa, isto é, a Abordagem CTS no ensino de ciências, a Educação Matemática Crítica e a Modelagem Matemática na Educação Matemática, de acordo com a literatura estudada. Ao final do capítulo, são sintetizadas as contribuições desses referenciais na constituição da proposta deste trabalho, adotando a perspectiva sociocrítica da Modelagem Matemática para a prática em sala de aula.

Na sequência, são apresentados a metodologia, o contexto de aplicação e coleta de dados, assim como os procedimentos metodológicos utilizados no desenvolvimento desta pesquisa. O quarto capítulo apresenta o processo de análise dos dados obtidos com as respostas dos estudantes participantes desta pesquisa a um questionário inicial aplicado com eles, o qual visava compreender suas concepções sobre a matemática, assim como sua capacidade de atuação na sociedade, antes da realização da atividade de Modelagem Matemática. Para a análise foi utilizada a Análise Textual Discursiva (ATD), sendo as conclusões apresentadas e discutidas na forma de um metatexto.

No capítulo seguinte, é realizada uma descrição detalhada e ilustrada das práticas de Modelagem Matemática com os estudantes, seguida das percepções do pesquisador/professor a partir de suas observações e mediações dessas práticas. No sexto capítulo, é apresentado o processo de análise dos dados obtidos com as respostas dos estudantes ao questionário final, aplicado após a realização da prática de Modelagem. Com esse questionário, buscamos, além de obter suas avaliações da atividade realizada, compreender possíveis mudanças em suas concepções sobre a matemática e sua capacidade de atuação na sociedade, assim como indícios do desenvolvimento de seu pensamento crítico e reflexivo em relação à matemática e ao seu meio social. Ao final do capítulo, é apresentado o metatexto com as conclusões da análise.

O capítulo seguinte apresenta as considerações finais em relação aos resultados desta pesquisa, as quais são discutidas com base no referencial teórico adotado, assim como nos objetivos e na pergunta que a nortearam. Ao final do capítulo, é descrito, brevemente, o produto educacional elaborado a partir desta pesquisa, o qual tem o formato de uma cartilha digital e é apresentado em um documento destacado desta dissertação. O produto tem como objetivo principal apontar caminhos para a prática de Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica, em sala de aula, buscando auxiliar professores interessados pela temática, assim como na diversificação e reflexão de sua prática docente, em prol da qualificação dos processos de ensino e aprendizagem de matemática.

Por fim, são listadas as referências bibliográficas que fundamentaram a constituição deste trabalho, seguidas dos apêndices, apresentado instrumentos de coleta de dados utilizados durante a pesquisa, assim como aqueles produzidos e utilizados pelos estudantes participantes da mesma, em suas atividades.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são apresentadas algumas perspectivas teóricas estudadas, que fundamentam a proposta desta pesquisa. Nesse sentido, ele encontra-se dividido em quatro seções: a primeira tratando das discussões acerca da abordagem CTS no ensino de Ciências e suas relações com a Educação Matemática; a segunda, discorrendo sobre a perspectiva da Educação Matemática Crítica no ensino e na aprendizagem de Matemática; a terceira, apresentando e discutindo concepções sobre a Modelagem Matemática, especialmente, como estratégia para o ensino de conceitos matemáticos e como ambiente de aprendizagem, considerando, também, o desenvolvimento do pensamento reflexivo e crítico dos estudantes; e, por fim, a quarta sintetizando as contribuições dos referenciais teóricos apresentados na constituição da proposta desta pesquisa.

2.1 CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS) NO ENSINO DE CIÊNCIAS

De acordo com Pozo (2009), o ensino de ciências¹, focado em tarefas repetitivas de resolução de exercícios com pouco significado científico e pouco estímulo às reflexões e problematizações, tem como consequência a desmotivação e a desvalorização pela ciência por parte dos estudantes. Ainda, segundo o autor, com essa abordagem da ciência, os estudantes

[...] tendem a conceber experimentos como “demonstrações” e não como pesquisas; a assumir que o trabalho intelectual é uma atividade individual e não de cooperação e busca conjunta; a considerar a ciência como um conhecimento neutro, desligado de suas repercussões sociais; a assumir a superioridade do conhecimento científico com respeito a outras formas de saber culturalmente mais “primitivas”, etc. (Pozo, 2009, p. 18)

Nesse sentido, Pozo (2009) sinaliza a importância de uma abordagem científica que contribua com a visão crítica da ciência, inserida e determinante em um meio, como uma construção humana para interpretar a realidade, como um conhecimento que não está pronto, mas em constante construção.

Com essa perspectiva do ensino de ciências é apresentada a abordagem CTS, a qual tem como foco as relações de influência entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, assim como o envolvimento dos alunos no processo de ensino e aprendizagem, como sujeitos ativos, que fazem ciência, que problematizam ciência e tecnologia, e não se contentam apenas com respostas prontas e inquestionáveis.

¹ As ciências, nesta discussão, são aquelas entendidas como as ciências da natureza nos ensinamentos fundamental e médio, que trabalham com conceitos físicos, químicos e biológicos.

Segundo Auler (2003), essa abordagem preocupa-se com os impactos sociais do ensino de ciências, concebendo os estudantes como sujeitos que devem participar ativamente do seu meio social. Dessa forma, o ensino de ciências deve fornecer um ambiente de compreensão e interpretação do mesmo, assim como da forma como a ciência e a tecnologia o influenciam e são influenciadas por ele.

Contextualizando historicamente as concepções e discussões CTS no ensino de ciências, Pinto e Vermelho (2017, p. 03) apontam que essa abordagem “suruiu como proposta curricular na década de 1970 e como reflexo do agravamento dos problemas ambientais, o que levou a um aumento de discussões críticas sobre a natureza do conhecimento científico e seu papel na sociedade”. Ainda, de acordo com Roehrig e Camargo (2013), até meados do século XX, a ciência era compreendida como uma atividade autossuficiente, sem influências externas ao meio científico. Já a tecnologia era entendida como uma aplicação da ciência, mas sem relação direta com esta. Nesse sentido,

Sendo a ciência uma atividade neutra, qualquer responsabilidade sobre a sua aplicação em tecnologia viria a recair sobre aqueles que dela fizessem uso, ou seja, a responsabilidade sobre questões éticas, políticas e sociais decorrentes do mau uso de determinadas tecnologias não recaiam sobre os cientistas e engenheiros, e sim a quem as consumia. (Roehrig; Camargo, 2013, p. 119)

Em vista disso, a perspectiva CTS, de acordo com Pinto e Vermelho (2017), preocupada com as relações de influência entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, tem o objetivo de proporcionar a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes, ou seja, o desenvolvimento da sua capacidade de analisar e interpretar criticamente as discussões e as influências da ciência e da tecnologia na realidade onde vivem, e, assim, posicionar-se frente a elas.

Auler e Delizoicov (2001), ao discutir a alfabetização científica e tecnológica como produto da educação na perspectiva CTS, apontam que ela contribui com a problematização e a superação de três mitos relacionados às atividades científicas e tecnológicas, vinculados à uma concepção de neutralidade das mesmas. O primeiro desses mitos é a superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, a ideia do “cientificamente provado”, desconsiderando a importância da participação pública em problemas que são públicos, que afetam a todos.

O segundo mito citado pelos autores é a perspectiva salvacionista da ciência e da tecnologia, a qual considera que essas áreas são capazes de resolver todos os problemas sociais existentes, não considerando a importância das medidas sociais e culturais, de um progresso social e moral para a solução dos mesmos. Por fim, o terceiro mito é o determinismo tecnológico para a mudança social, a concepção de que apenas o avanço

tecnológico pode proporcionar o avanço da sociedade. Essa concepção desconsidera o fato de que o avanço tecnológico, como atividade social, depende, também, de fatores sociais, culturais e econômicos, assim como possui impactos positivos e negativos na sociedade, os quais precisam ser refletidos criticamente.

Além disso, com as reflexões e interpretações propostas pela abordagem CTS, os estudantes têm a oportunidade de ressignificar, reconstruir, criticamente, os conhecimentos científicos e tecnológicos, o que contribui com a concepção de que as atividades científicas e tecnológicas não estão restritas a laboratórios e universidades, mas que são parte integrante e determinante dos diversos ambientes sociais, estando presente e influenciando, direta ou indiretamente, as atividades e a vida cotidiana de todos (Auler; Delizoicov, 2001).

Nesse sentido, essa abordagem fornece ao professor uma possibilidade de diversificar sua prática pedagógica, proporcionando um aprendizado escolar intimamente associado à análise e compreensão crítica do contexto e dos problemas reais vividos pelos estudantes em seu meio social, visando sua atuação ativa nos mesmos (Pinto; Vermelho, 2017).

Embora as raízes da abordagem CTS estejam intimamente ligadas ao ensino de ciências, ela também pode ser adaptada e trabalhada nos processos de ensino e aprendizagem de outras áreas do conhecimento. Essa possibilidade se deve justamente à proposição de reflexões mais amplas e abertas, considerando que os conhecimentos científicos/tecnológicos partem de, e influenciam, um todo, não necessariamente científico/tecnológico, mas um meio social, diverso e complexo.

Na Educação Matemática, conforme Silva (2022), a abordagem CTS, visando a incorporação de discussões políticas, éticas e sociais, encontra uma possibilidade na Modelagem Matemática. Conforme discute o autor, ao praticar Modelagem em sala de aula, os estudantes têm a possibilidade de estudar, formalizar e compreender fenômenos/problemas do cotidiano, e, com o auxílio do professor, como mediador, acrescentar à prática discussões e reflexões sobre questões de cunho científico, tecnológico e social.

Sobre isso, Pinheiro (2005) aponta que é preciso deixar de lado a ideia de que discussões sobre ciência e tecnologia são tarefas específicas dos componentes de Química, Física e Biologia, pois todos os conhecimentos influenciam e contribuem, igualmente, na construção de uma sociedade mais justa e democrática. Para a autora, áreas como as das ciências exatas, como a matemática, não podem ficar alheias a essas discussões, pois

Por trabalhar mais especificamente com números, atribui-se-lhe um “status” de ciência inquestionável. Porém, ao contrário do que se pensa, a sua não neutralidade está presente nos assuntos de interesses sociais, ajudando a moldar a sociedade tecnológica da mesma forma que os demais conhecimentos. Infelizmente, o que

percebo é que a matemática tem sido apresentada como mero instrumento de cálculo, sem responsabilidade no contexto social. (Pinheiro, 2005, p. 54)

Dessa forma, possibilitar e fomentar ambientes de discussões e reflexões como as propostas pela abordagem CTS, nas aulas de matemática, assim como de outras áreas do conhecimento, contribui com a formação de um sujeito mais consciente, ativo e crítico em relação ao seu contexto social.

2.1.1 Os Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov e Angotti para o ensino estruturado na abordagem CTS

Um referencial metodológico para a abordagem CTS em sala de aula pode ser encontrado nos três momentos pedagógicos apresentados por Delizoicov e Angotti (1994), sendo eles a Problematização Inicial, a Organização do Conhecimento e a Aplicação do Conhecimento.

No primeiro momento, da problematização inicial, devem ser apresentadas situações reais que os estudantes conhecem e/ou vivenciam, problematizando-as, levantando discussões em grupos. Com isso, o professor consegue evidenciar suas compreensões e posições iniciais, frente à temática em discussão. O importante neste momento, segundo os autores, é fazer com que os estudantes distanciem-se, criticamente, de suas concepções iniciais, evidenciando suas limitações, e, com isso, sintam a necessidade de adquirir novos conhecimentos. Assim, a situação em discussão configura-se como um problema que precisa ser enfrentado.

No segundo momento, de organização do conhecimento, os conhecimentos científicos necessários para a compreensão da situação problematizada inicialmente devem ser sistematicamente estudados, sob a orientação do professor. O objetivo é oferecer uma compreensão científica da situação problematizada aos estudantes.

Finalmente, no terceiro momento, de aplicação do conhecimento, a proposta é que os estudantes, utilizando os conhecimentos científicos estudados, analisem e interpretem tanto a situação inicial, que determinou seu estudo, como outras situações que possam ser compreendidas, analisadas com o auxílio do mesmo conhecimento. Nesse sentido, eles são estimulados a articular, constantemente, os conceitos científicos com suas vivências, seus problemas reais, concebendo aqueles como um suporte teórico para a interpretação e o enfrentamento destes.

2.2 EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA (EMC)

Desenvolver o papel crítico, reflexivo e criativo dos estudantes é um dos desafios apresentados à educação nos últimos anos (Biembengut; Hein, 2009). Torna-se cada vez mais necessário formar estudantes capazes de interpretar criticamente as relações sociais, políticas e econômicas do meio em que vivem, e agir sobre o mesmo, numa perspectiva de participação e transformação social.

A respeito do desenvolvimento das competências críticas dos estudantes, Skovsmose (2001) discute a importância do diálogo entre professor e estudante nos processos de ensino e aprendizagem, por meio de uma parceria entre esses sujeitos. Nesse sentido, o autor aponta que

[...] a educação deve fazer parte de um processo de democratização. Se queremos desenvolver uma atitude democrática por meio da educação, a educação como relação social não deve conter aspectos fundamentalmente não-democráticos. É inaceitável que o professor (apenas) tenha um papel decisivo e prescritivo. Em vez disso, o processo educacional deve ser entendido como um diálogo. (Skovsmose, 2001, p. 18)

Discutindo aspectos de uma educação crítica, Skovsmose (2001) apresenta três pontos-chave que devem ser considerados. O primeiro deles é o envolvimento dos estudantes no controle do processo educacional, distanciando-se da concepção de que apenas o professor é responsável pelo mesmo, assim como concebendo o estudante como um sujeito pertencente a um contexto social/cultural, dotado de experiências que podem propiciar assuntos relevantes para o processo.

O segundo ponto é a consideração crítica de conteúdos e outros aspectos, no qual professor e estudantes distanciam-se, criticamente, dos objetos do conhecimento, refletindo sobre a aplicabilidade, o interesse, os pressupostos (origens) e as funções sociais dos conteúdos, assim como suas limitações em certas áreas. Por fim, o terceiro ponto é a percepção e a consideração da relação do processo educacional com problemas/questões não necessariamente de natureza educacional. Nesse sentido, o processo de ensino e aprendizagem, ao selecionar e aproximar-se desses problemas, exige o engajamento crítico da educação com a sociedade em que está inserida, relacionando-se a problemas sociais de interesse dos estudantes e ligados à sua realidade.

Refletindo sobre a Educação Matemática, Skovsmose (2001) identifica três tendências: o estruturalismo, o pragmatismo e a orientação-ao-processo. A tendência estruturalista está relacionada à transmissão de conhecimentos, ao ensino da matemática pela matemática, em que a seleção e a apresentação dos conteúdos é independente dos estudantes,

negando a educação crítica, o papel ativo do estudante.

A tendência pragmática concebe a matemática como útil, aplicável e, portanto, direciona-se às suas aplicações. Porém, o que se observa, muitas vezes, é o trabalho com aplicações da matemática em problemas hipotéticos, apenas ilustrativos, sem relação com a realidade. Com esse foco, o pragmatismo distancia-se da educação crítica, uma vez que nesta é indispensável que os estudantes reconheçam as situações trabalhadas como seus próprios problemas, o que implica na necessidade de elas se relacionem com questões do contexto social dos mesmos (Skovsmose, 2001).

A terceira tendência identificada pelo autor é a orientação-ao-processo, cujo objetivo é tornar os estudantes aptos a criar matemática, criticar e reinventar conceitos, concebendo a matemática como um campo em construção. Porém, ainda distancia-se da educação crítica, pois os conteúdos a serem criticados continuam sendo pré-estabelecidos, impostos aos estudantes. Ainda, nesta tendência, os conteúdos têm como ambiente de reflexão as realidades hipotéticas, ilustrativas, não relacionadas com a realidade dos estudantes. Nesse sentido, a orientação-ao-processo limita o desenvolvimento de competências críticas aos estudantes (Skovsmose, 2001).

Em vista disso, é preciso que a Educação Matemática e a Educação Crítica se integrem, tornando a Educação Matemática em uma Educação Crítica, com um papel ativo, reflexivo e transformador da sociedade. Além disso, ao possibilitar um olhar crítico para a própria matemática e suas influências na sociedade, a EMC contribui com a conscientização da não neutralidade da matemática, com o enfraquecimento da ideologia da certeza, do absolutismo dos números, formando um sujeito capaz de entender os interesses por trás dos usos sociais da matemática, assim como suas limitações (Bennemann; Allevato, 2015).

Skovsmose (2001) também discute a importância da alfabetização matemática em uma Educação Matemática Crítica, ou seja, o olhar crítico para a forma como a matemática é aplicada e usada na sociedade, assim como os impactos dessa aplicação nas decisões sociais. Ou seja, não basta apenas dominar habilidades matemáticas de reprodução de raciocínios, algoritmos, teoremas e demonstrações; mas também discutir, refletir e compreender as funções das aplicações da matemática na sociedade.

Nesse sentido, o autor discute o poder formatador da matemática, uma vez que suas aplicações na sociedade, como instrumentos de análise, interpretação, previsão e tomada de decisões, contribuem para a organização e reorganização da mesma, formatando-a. Ou seja,

A matemática intervém na realidade ao criar uma “segunda natureza” ao nosso redor, oferecendo não apenas descrições de fenômenos, mas também modelos para a

alteração de comportamentos. Não apenas “vemos” de acordo com a matemática, nós também “agimos” de acordo com a matemática. (Skovsmose, 2001, p. 83).

Com esse olhar crítico sobre as aplicações sociais da matemática, contribui-se no enfraquecimento do que Skovsmose (2001) chama de “ideologia da certeza”, a crença de que a matemática é perfeita e que suas soluções são exatas e superiores às de outros campos. Nesse sentido,

Acreditamos que os seres humanos têm sempre de usar o julgamento quando usam a matemática. A matemática pode ser aplicada a problemas apenas se eles são ‘cortados’ de uma forma apropriada, para se adequar à matemática, e a matemática é ‘perfeita’ apenas quando construímos um contexto suficientemente adequado para essa proposta. (Skovsmose, 2001, p. 131)

Em vista disso, em uma perspectiva crítica, a matemática é apresentada como um dos muitos campos do conhecimento existentes, assim como deve-se analisar e discutir sobre as simplificações e adaptações geradas em um processo de matematização de uma situação. Com esse direcionamento, os estudantes são levados a refletir sobre os resultados matemáticos, concebendo-os não como inquestionáveis ou como o único caminho, mas como uma das possíveis maneiras de se analisar uma situação, dentre muitas outras (Skovsmose, 2001).

2.3 MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO

Ao pensar em um modelo de educação que esteja voltado não apenas à formação intelectual dos estudantes, mas também ao desenvolvimento do seu papel social, de habilidades de leitura e participação social, Bassanezi (2014) aponta que, na Educação Matemática, os conteúdos devem ser relacionados a problemas externos à matemática, problemas relacionados a outras áreas do conhecimento. Com isso, a aprendizagem de matemática pode se tornar agradável e estimulante aos estudantes, levando-os a valorizar essa ciência e a entender sua utilidade no mundo real. Nesse sentido, o autor reflete que

Na própria atividade de ensino, elementar e médio, o porquê de se ensinar matemática deve ser questionado. Os conhecimentos básicos de cálculo, geometria e estruturas algébricas seriam meros ‘jogos’ destinados a desenvolver habilidades intelectuais [...] ou deveriam ser instrumentos aplicáveis aos usos cotidianos? Esta pergunta é ainda mais relevante se considerarmos que a grande maioria dos alunos, mais tarde, saberá utilizar ou se lembrará de apenas uma pequena parcela dos conhecimentos matemáticos ensinados nesse estágio de formação e que, mesmo no ambiente de sala de aula, nem todos se divertem com os ‘jogos’ aprendidos. (Bassanezi, 2014, p. 15)

Com base nessa reflexão, o autor aponta que a Modelagem Matemática tem se mostrado um importante instrumento para estabelecer relações entre a matemática e os outros campos de conhecimento, contribuindo com a compreensão da matemática como uma

unidade que compõe um todo, afastando o pensamento fragmentado dessa ciência como um campo isolado e abstrato.

De acordo com Bassanezi (2014), a Modelagem Matemática pode ser entendida como a transformação/adaptação de problemas reais em problemas matemáticos, seguida de sua resolução, com ferramentas matemáticas, e posterior interpretação de suas soluções no contexto da realidade. Na visão do autor, compreendendo que todas as ciências têm bases empíricas e teóricas, a aplicação da Modelagem tem grande potencial para o desenvolvimento e avanço das mesmas, pois pesquisadores que dominam a linguagem matemática propiciam muitas contribuições em suas áreas de atuação, além de conseguirem, com mais facilidade, relacioná-las com os diversos campos do conhecimento (Bassanezi, 2014).

Biembengut e Hein (2009) apontam que a Modelagem Matemática não é uma atividade recente, sendo tão antiga quanto os conceitos da própria matemática, presente nas aplicações destes no cotidiano das civilizações antigas. Para os autores, atualmente, em um conceito moderno,

[...] a modelagem matemática constitui um ramo próprio da Matemática que tenta traduzir situações reais para uma linguagem matemática, para que por meio dela se possa melhor compreender, prever e simular ou, ainda, mudar determinadas vias de acontecimentos, com estratégias de ação, nas mais variadas áreas de conhecimento. (Biembengut; Hein, 2009, p. 07)

A Modelagem Matemática é apresentada como metodologia científica e como estratégia de ensino e aprendizagem no ensino de matemática (Bassanezi, 2014; Biembengut; Hein, 2009), o que discutiremos na sequência.

2.3.1 Modelagem Matemática como metodologia científica

Como método de pesquisa, a Modelagem Matemática, utilizada em estudos científicos, possibilita, por exemplo, a compreensão e a previsão de um determinado fenômeno da realidade, por meio de abstrações e generalizações, as quais surgem da elaboração de um modelo matemático, uma aproximação, em linguagem matemática, da realidade estudada. Dessa forma, ao modelar matematicamente um objeto de estudo, avanços significativos são proporcionados às teorias científicas envolvidas no processo.

Apresentando uma definição de modelo matemático, Bassanezi (2014, p. 20) o define como “um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam de alguma forma o objeto estudado”. Definição análoga é fornecida por Biembengut e Hein (2009, p. 12), que definem um modelo matemático como “[...] um conjunto de símbolos e relações matemáticas

que procura traduzir, de alguma forma, um fenômeno em questão ou problema de situação real [...]”.

Estruturando um processo de Modelagem Matemática, Bassanezi (2014) argumenta que ele inicia com um problema não matemático e aponta cinco passos, considerados como atividades intelectuais, a serem desenvolvidos: a Experimentação, a Abstração, a Resolução, a Validação e a Modificação. O passo inicial, de experimentação, consiste na fase de obtenção e seleção dos dados a serem considerados na análise do problema. Em seguida, na abstração, ocorre a formulação do modelo matemático do problema, por meio da seleção e definição das variáveis que descrevem e/ou controlam a situação em análise, da problematização e formulação de hipóteses, as quais vão dirigir a investigação, bem como da simplificação da situação, de forma que seja possível seu tratamento matemático, tomando-se o cuidado de não excluir suas informações essenciais.

Na etapa da resolução, o modelo formulado é resolvido com a utilização de técnicas e teorias matemáticas e/ou métodos computacionais, podendo conduzir à evolução e ao desenvolvimento destes. Já no passo de validação, os resultados obtidos são analisados, com a verificação do grau de aproximação destes com o contexto e os dados da situação inicial, culminando na aceitação ou não do modelo. Por fim, no passo de modificação, o modelo é modificado e aprimorado, uma vez que nenhum modelo é definitivo, finalizado, estando sempre passível de melhorias.

De maneira similar, para Biembengut e Hein (2009), as etapas do processo de Modelagem são a interação, a matematização e o modelo matemático. Na interação, ocorre o reconhecimento da situação-problema e a familiarização com o assunto a ser modelado, por meio de estudos bibliográficos, experiências em campo e/ou diálogos com pesquisadores do assunto. Os autores indicam que esta etapa permeia todo o trabalho de Modelagem, pois é por meio da interação constante com os dados que se aprofunda a compreensão da situação-problema.

Na etapa da matematização, o problema é modelado e descrito em linguagem matemática (expressões, fórmulas, gráficos etc.), por meio da seleção das variáveis e constantes que o constituem e que são relevantes, assim como dos símbolos que melhor o descrevem. Também nesta etapa, o modelo pode ser resolvido com o auxílio de técnicas matemáticas e/ou computacionais. Neste momento, novos ramos matemáticos podem se desenvolver, quando os ramos já conhecidos não resolvem o modelo em questão.

Por fim, na etapa do modelo matemático, é realizada a interpretação da solução e validação do modelo obtido. Com o modelo formulado e resolvido, deve-se avaliar a

aproximação da solução encontrada com a situação real que gerou o modelo, verificando-se o quão confiável e significativa é a utilização do mesmo, validando-o ou não. No caso de sua não validação, retoma-se o processo de Modelagem pela etapa de matematização, ajustando as variáveis e hipóteses consideradas, de forma a melhorar o modelo.

Conforme os autores, a Modelagem Matemática, além de ser bastante utilizada em estudos científicos, contribuindo significativamente com seu desenvolvimento, está presente também no cotidiano das pessoas. São muitas as atividades cotidianas que envolvem a Modelagem, bastando uma problematização que necessite de criatividade, intuição e técnicas matemáticas. Um exemplo de atividade de Modelagem em atividades cotidianas é apresentado por Biembengut e Hein (2009, p. 17):

Uma modista é solicitada para fazer uma roupa a uma cliente com estatura mediana, idade superior aos quarenta anos e peso um pouco acima dos padrões. A cliente espera que a roupa a deixe mais magra, mais alta, mais jovem, elegante e bonita. Nesse caso, a modista precisará pensar no tipo e na cor do tecido e no modelo de tal forma ‘criando a ilusão’ em sua cliente e nos outros dessa imagem desejada. A modista, além de conhecimento geométrico e medidas, tecidos e adereços, precisará ter uma boa dose de criatividade, intuição para fazer ressaltar os atrativos de sua cliente.

Em vista da grande presença de modelos matemáticos na prática cotidiana das pessoas e de práticas que envolvem a Modelagem, sua utilização no ambiente escolar tem papel importante e estimulante. Discutindo a importância de um ensino de matemática que envolva significados e aplicações reais, Biembengut e Hein (2009) relatam que ele tem grande potencial de despertar o interesse dos estudantes pelo conhecimento matemático, pois os fornece uma oportunidade de analisar e compreender questões de sua realidade e interesse, utilizando-se de pesquisas e conceitos matemáticos.

2.3.2 Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem de matemática

Como estratégia de ensino e aprendizagem no ensino de matemática, Bassanezi (2014) e Biembengut e Hein (2009) denominam a atividade de Modelagem como “modelação matemática”, sendo a segunda uma adaptação da primeira para sua utilização em sala de aula, respeitando a legislação educacional, o nível de conhecimento dos estudantes, o currículo escolar, o tempo disponível para o trabalho etc. Vale destacar aqui que, segundo Barbosa (2001), essa denominação, criada para diferenciar o foco da Modelagem Matemática no ensino e na aprendizagem de matemática, não teve êxito na Educação Matemática brasileira, sendo “Modelagem” a mais reconhecida e utilizada.

Conforme apresentado por Biembengut e Hein (2009), a modelação matemática

inicia-se com o diagnóstico, o qual constitui-se de um levantamento realizado pelo professor, sobre a realidade socioeconômica de seus estudantes, assim como do tempo que dispõem para estudos extraclasse e do conhecimento matemático que possuem. Em seguida, para o trabalho com Modelagem Matemática em sala de aula, deve ser realizada a escolha do tema, pelos estudantes, em grupos, de acordo com seus interesses de estudo. O papel do professor, nesta etapa, é de mediação, de forma que, conhecendo o contexto em que está inserido, contribua com a escolha de um assunto instigante e cujo tratamento e obtenção de dados/informações seja possível (Biembengut; Hein, 2009).

Escolhido o tema, deve ocorrer a interação com ele, a partir de pesquisas e levantamento de questões sobre o mesmo, elaboração de resumos e entrevistas com pesquisadores que o estudam. Esse processo contribui com a orientação do professor, que toma conhecimento do tema a partir das contribuições dos estudantes. Na etapa seguinte, é realizado o planejamento do trabalho a ser desenvolvido pelos grupos, com o auxílio do professor e com base nas questões levantadas, partindo da mais simples para a mais abrangente e da utilização dos conhecimentos matemáticos já dominados. Após a interação com o tema, quando possível, é interessante a realização de uma entrevista com especialistas e/ou uma visita a um setor que atue com a temática de estudo, trazendo mais contribuições ao trabalho e estimulando a iniciação científica-tecnológica dos estudantes.

Na sequência, na etapa do conteúdo matemático, na qual a situação em estudo será modelada e o modelo solucionado, de acordo com a necessidade dos estudantes, em seu trabalho, de tópicos ainda não conhecidos/estudados, estes podem ser trabalhados com um grupo específico ou com toda a turma. Ainda, pode-se estimular a pesquisa sobre este tópico, em que o professor coloca-se como orientador do processo de estudo. Posteriormente, na etapa de validação e extensão dos trabalhos desenvolvidos, é realizada a avaliação da adequação da solução obtida com base nas fontes de pesquisa iniciais e a divulgação dos trabalhos em forma de seminários, para os colegas ou à comunidade escolar em geral, e/ou relatórios escritos.

Por fim, deve ser realizada a avaliação do processo de Modelagem, utilizando-se de aspectos subjetivos, com a qual o professor observa o engajamento do estudante com o trabalho, assim como de aspectos objetivos, considerando os conceitos matemáticos envolvidos e desenvolvidos no processo, a capacidade de crítica do estudante sob o trabalho desenvolvido, a qualidade dos questionamentos, a interpretação e elaboração do modelo, assim como a apresentação oral e escrita do trabalho. Ainda, deve-se pontuar a potencialidade do trabalho em termos de extensão e aplicação dos resultados obtidos.

Portanto, o professor interessado em trabalhar com Modelagem Matemática em suas aulas, deve inseri-la, estrategicamente, no planejamento da disciplina, visando o estímulo à utilização dos conceitos matemáticos estudados em sala de aula na modelação e resolução de problemas do interesse ou da realidade dos estudantes.

Com essa mesma concepção, Bassanezi (2014) aponta que o foco principal de uma atividade de modelação matemática não é a elaboração de um modelo bem sucedido, validado, que forneça resultados bastante precisos, mas sim a sistematização e a aplicação dos conteúdos matemáticos no processo, possibilitando o aprendizado como resultado da interação do estudante com seu ambiente, seu contexto ambiental e social, e não como um conhecimento “passado” pelo professor. Conforme o autor

Na modelação a validação de um modelo pode não ser uma etapa prioritária. Mais importante do que os modelos obtidos é o processo utilizado, a análise crítica e sua inserção no contexto sócio-cultural. O fenômeno modelado deve servir de pano de fundo ou motivação para o aprendizado das técnicas e conteúdos da própria matemática. As discussões sobre o tema escolhido favorecem a preparação do estudante como elemento participativo da sociedade em que vive [...]. (Bassanezi, 2014, p. 38)

A modelação matemática possibilita, também, uma ordem inversa ao processo de ensino comum dos conceitos matemáticos nas escolas, que, geralmente, inicia com um enunciado, seguido de sua demonstração e posterior aplicação em exercícios. Com a modelação, o processo segue a ordem em que os conceitos matemáticos se originaram,

isto é, sua motivação (externa ou não à matemática), a formulação de hipóteses, a validação das hipóteses e novos questionamentos, e finalmente seu enunciado. Estaríamos assim reinventando o resultado juntamente com os alunos, seguindo o processo da modelagem e conjugando verdadeiramente o binômio ensino-aprendizagem. (Bassanezi, 2014, p. 36)

2.3.3 Modelagem matemática para a ação sociocrítica

Com um outro olhar para a atividade de Modelagem, e baseado em Skovsmose (1990), Barbosa (2001) discute três tipos de conhecimento que podem ser trabalhados com a Modelagem Matemática em sala de aula: o próprio conhecimento matemático, o conhecimento tecnológico, com foco na construção e utilização de modelos, e o conhecimento reflexivo, voltado à análise crítica dos modelos elaborados, com olhar para o seu contexto, a sua natureza, assim como as variáveis consideradas em sua construção, aplicação e avaliação de modelos matemáticos.

Com relação a esses tipos de conhecimento, em 2001, o autor aponta que, inicialmente, a maioria dos estudos em Modelagem não demonstraram muito interesse pelo

conhecimento reflexivo, priorizando os demais; mas destaca que os estudos brasileiros vinham mudando essa concepção. Esses estudos, segundo ele, possuíam “um forte viés antropológico, político e sócio-cultural, já que têm procurado partir do contexto sócio-cultural dos alunos e de seus interesses” (Barbosa, 2001, p. 01).

Essa visão do autor está de acordo com o que se vê nos trabalhos que vêm sendo realizados a partir de então, como os de Almeida e Silva (2010), Soares (2016) e Rocha e Pinto (2020), que relatam e discutem experiências com a Modelagem Matemática na perspectiva do desenvolvimento do pensamento crítico e do exercício de cidadania.

Barbosa (2001) defende e denomina a corrente de discussão da utilização da Modelagem com foco no alcance dos três tipos de conhecimento como sócio-crítica, na qual

As atividades de Modelagem são consideradas como oportunidades para explorar os papéis que a matemática desenvolve na sociedade contemporânea. Nem matemática nem Modelagem são “fins”, mas sim “meios” para questionar a realidade vivida. Isso não significa que os alunos possam desenvolver complexas análises sobre a matemática no mundo social, mas que a Modelagem possui o potencial de gerar algum nível de crítica. (Barbosa, 2001, p. 04)

O autor destaca ainda que nem sempre os estudantes atingem o conhecimento reflexivo da atividade sozinhos, tendo o professor a responsabilidade de orientá-los neste processo, indagando e fazendo-os pensar e analisar a atividade que desenvolveram e os resultados que obtiveram com a mesma. Nesse sentido, na visão sociocrítica da Modelagem, as atividades devem possibilitar e estimular reflexões sobre a elaboração e aplicação de modelos matemáticos na sociedade, assim como os impactos das decisões tomadas com base nos mesmos (Barbosa, 2001).

Ainda, para Barbosa (2001), fundamentado em Skovsmose (2000), e diferenciando-se um pouco das concepções de Biembengut e Hein (2009) e Bassanezi (2014), a Modelagem Matemática é um ambiente de aprendizagem, e não necessariamente um método de ensino e aprendizagem. O autor argumenta que a atividade de Modelagem tem uma natureza aberta, imprevisível, com diferentes encaminhamentos e resultados, a depender do envolvimento e interesse dos estudantes pela situação em análise, sendo que a conclusão da atividade pode, inclusive, não passar pela construção de um modelo matemático propriamente dito. Nesse sentido, o professor, ao trabalhar com Modelagem em sala de aula, realiza um convite constante aos estudantes à indagação, investigação e reflexão sobre problemas de outras áreas da realidade, utilizando-se da matemática (Barbosa, 2001).

Em vista disso, o autor também aponta que as atividades de investigação e indagação não podem ser encaradas como atividades separadas, nem trabalhadas apenas no início de uma prática de Modelagem, mas ao longo de todo o processo. O estudante é levado à

investigação somente se está diante de uma problematização para analisar e buscar respostas, assim como é levado a problematizar, indagar, discutir na medida em que vai obtendo mais informações sobre o tema em análise. É nessa articulação entre o investigar e o indagar que o estudante atinge o conhecimento reflexivo da atividade de Modelagem (Barbosa, 2004).

Pensando na prática da Modelagem na Educação Matemática, e diferenciando-a da Modelagem presente no trabalho dos matemáticos aplicados, Barbosa (2008) apresenta uma definição mais ampla de modelo matemático, em relação às concepções dos autores discutidos anteriormente. Para ele, qualquer registro matemático, escrito pelos estudantes, que tenha referência à situação-problema em análise na atividade de Modelagem, desde operações matemáticas básicas até conceitos e técnicas matemáticas mais avançadas, podem ser entendidos como modelos matemáticos. Nas palavras do autor,

Toda representação matemática da situação, por escrito, é chamada de modelo matemático. Esta noção é propositalmente ampla e inclusiva, agendando a intenção de capturar as diferentes formas que os alunos representam uma determinada situação, independente de sua capacidade de descrição, generalização e prescrição. (Barbosa, 2008, p. 48)

Barbosa (2001) sinaliza também alguns desafios para as pesquisas e estudos em Modelagem. Em sua concepção, visando uma implementação mais eficaz e estruturada da Modelagem, são necessárias mais discussões sobre alterações no currículo educacional, de acordo com cada contexto escolar, assim como nas visões dos docentes sobre seu papel social no ensino de matemática. Além disso, o autor aponta a necessidade de mudanças no foco dessas pesquisas, passando de relatos de experiência à produção de compreensões teóricas, fazendo da prática da Modelagem em sala de aula o próprio objeto de crítica e reflexão dos estudos em Modelagem.

2.3.4 Os desafios da utilização da Modelagem Matemática em sala de aula

Convém destacar que todos os autores citados consideram a utilização da Modelagem Matemática em sala de aula como um desafio ao professor, que precisa aprender e praticar Modelagem, para, posteriormente, ensinar Modelagem aos seus estudantes. O professor pode apropriar-se gradualmente desta prática, por meio de pesquisas e aplicações de trabalhos de outros pesquisadores em suas aulas, a fim de adquirir experiências que possibilitem aplicações mais abrangentes.

Ainda, conforme apontam Cararo e Vertuan (2020), outro desafio ao professor é a possibilidade de, durante o processo de Modelagem, as investigações irem além da sua área

de formação, necessitando de conhecimentos de outras áreas, o que causa muita insegurança aos docentes iniciantes na utilização da Modelagem. Porém,

Esse trilhar por outras áreas do conhecimento dá significado aos conteúdos matemáticos porque integra os conhecimentos e os torna dependentes. [...] esse é um dos objetivos dela [modelagem], agregar os conhecimentos de diferentes áreas para que se compreenda o conjunto de saberes e não algo isolado e sem sentido. (Cararo; Vertuan, 2020, p. 118)

Nesse sentido, a utilização da Modelagem Matemática proporciona um momento de formação, não só para o estudante, mas, também, para o professor, possibilitando-o a ir além dos limites da sua área de formação, conhecer além do que já conhece, evoluir e produzir novos conhecimentos. Assim, de acordo com Biembengut e Hein (2009), para uma implementação da modelação matemática de forma satisfatória, o professor precisa ter o desejo de diversificar e inovar sua prática, além de abertura a conhecer, aprender e se relacionar com temas não pertencentes ao seu domínio.

Nesse mesmo sentido, Cararo e Vertuan (2020) apontam que a reflexão sobre a própria prática docente é um importante elemento da ação pedagógica, o qual está alinhado com o processo de Modelagem: a pesquisa, a construção, a contextualização dos conhecimentos e a análise crítica das soluções. Ou seja, o professor que se propõe a utilizar uma nova metodologia em sala de aula, como a Modelagem Matemática, precisa estar aberto à mudança, ao aperfeiçoamento, à reflexão; pois olhando para sua prática, pode compreender pontos significativos e aspectos que precisam de melhorias (Cararo; Vertuan, 2020).

Além de ser um desafio aos professores, as atividades de Modelagem também são desafios aos estudantes, que precisam passar da posição de ouvinte para participante, para o centro do processo, exercendo pesquisas, investigações, reflexões, discussões etc. Nesse sentido, é necessário o estímulo à formação dos estudantes para o desenvolvimento de habilidades de planejamento, de tomadas de decisões, de autonomia, tão necessárias para a prática de Modelagem (Almeida; Silva; Vertuan, 2021).

Assim, os autores discutem a importância de uma familiarização gradativa dos estudantes com atividades de Modelagem Matemática, caracterizada por diferentes momentos. O Quadro 1 apresenta esses momentos.

Quadro 1 – Processo de familiarização gradativa dos estudantes com atividades de Modelagem.

Momento	Encaminhamento da atividade de Modelagem
1º	O professor apresenta a situação-problema, juntamente com os dados e as informações necessárias para sua resolução. Todo processo de Modelagem é realizado sob orientação do professor.

2º	O professor sugere a situação-problema aos estudantes, e estes, divididos em grupos, realizam o processo de Modelagem, desde a coleta de dados, passando pela matematização da situação, até a validação e reflexão sobre o uso do modelo gerado para analisar a situação inicial.
3º	Os alunos, em grupos, são os responsáveis pela condução de toda a atividade de Modelagem, desde a identificação de uma situação-problema, à obtenção, validação e reflexão do uso do modelo obtido para a análise da situação inicial. Ao final, sugere-se que eles apresentem os resultados para a comunidade escolar.

Fonte: Almeida; Vertuan (2011).

Em vista disso, sugere-se que a atuação do professor nas aulas com Modelagem Matemática seja de orientação, na qual a escolha da situação-problema a ser analisada ocorra em parceria com os estudantes. Assim, o professor é responsável, especialmente, por pensar na obtenção de dados, visitas, bibliografias para pesquisas etc., analisando a viabilidade de investigar tal situação no contexto em que atua. Ou seja, o docente deve proporcionar trabalhos em grupo, nos quais atua como orientador e estimulador (Almeida; Silva; Vertuan, 2021).

Em vista das compreensões e discussões apresentadas, de modo geral, pode-se dizer que as atividades de Modelagem Matemática caracterizam-se por um processo, que inicia com uma situação-problema, sobre a qual os procedimentos para sua resolução, assim como seus resultados, são, previamente, desconhecidos, seguida de uma investigação, na qual há a introdução e/ou aplicação de conceitos matemáticos, culminando em um modelo matemático, entendido como uma possível solução para a situação inicial, bem como na análise interpretativa e reflexiva do mesmo (Almeida; Silva; Vertuan, 2021).

Esse processo de Modelagem, possibilita a articulação da matemática com outras áreas da realidade, utilizando-se de seus conceitos para analisar, refletir e responder diversas problematizações de interesse dos estudantes. Assim,

[...] é no vivenciar das atividades de Modelagem que alunos e professores compreenderão o sentido dela, os seus encaminhamentos, o seu potencial para produção do conhecimento matemático. No entendimento de que a Matemática passa a fazer sentido para os alunos quando eles necessitam dela para compreender e/ou expressar determinadas situações do seu cotidiano, um movimento que dá sentido aos conteúdos matemáticos. (Cararo; Vertuan, 2020, p. 118)

Nesse sentido, com a Modelagem é possível estimular o papel sociocrítico dos estudantes, por meio de uma leitura crítica da matemática e dos modelos matemáticos, sua natureza e suas intervenções sociais. Ou seja, relacionando conhecimentos teóricos com questões práticas/reais, é proporcionada uma educação comprometida com a sociedade,

contribuindo com a formação de sujeitos com conhecimentos e habilidades para participar, ativa e criticamente, nos diversos contextos sociais (Duarte; Livi; Vertuan, 2019).

2.3.5 Modelagem matemática na Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), um documento de caráter normativo, é referência nacional para a elaboração dos currículos dos sistemas e das redes escolares dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, assim como das propostas pedagógicas das instituições escolares (Brasil, 2018).

Com esse papel, a BNCC define o

[...] conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE). (Brasil, 2018, p. 07)

Para a disciplina de Matemática, na etapa do Ensino Fundamental, a BNCC indica a importância de que os estudantes desenvolvam a habilidade de relacionar suas observações da realidade, a partir de suas vivências, com representações tabulares, gráficas, figurais etc., e estas com atividades matemáticas, explorando conceitos e propriedades. Assim, é esperado que os estudantes desenvolvam habilidades de utilização de conceitos matemáticos para analisar e resolver questões reais, interpretando suas soluções de acordo com o contexto considerado (Brasil, 2018).

Nesse sentido, o Ensino Fundamental tem o compromisso de desenvolver o que a BNCC denomina “letramento matemático” dos estudantes, consistindo nas

[...] competências e habilidades de raciocinar, representar, comunicar e argumentar matematicamente, de modo a favorecer o estabelecimento de conjecturas, a formulação e a resolução de problemas em uma variedade de contextos, utilizando conceitos, procedimentos, fatos e ferramentas matemáticas. (Brasil, 2018, p. 266)

Segundo o documento, com o letramento matemático, os estudantes têm a oportunidade de entender os conhecimentos matemáticos como instrumentos fundamentais para compreender e agir na sociedade a partir do estímulo ao raciocínio lógico e crítico, bem como às atividades de investigação. Com esse entendimento, a BNCC aponta e sugere a resolução de problemas, a investigação, o desenvolvimento de projetos e a Modelagem como metodologias com grande potencial para o letramento matemático dos estudantes (Brasil, 2018).

Para a etapa do Ensino Médio, na disciplina de Matemática, a BNCC indica o aprofundamento, de modo inter-relacionado, dos conhecimentos explorados na etapa anterior,

assim como a ampliação do letramento matemático dos estudantes, de forma a contribuir com o fortalecimento da concepção da matemática como parte de um todo, aplicada à realidade, influenciando e sendo influenciada por ela (Brasil, 2018). Nesse sentido, são sugeridas atividades que exijam mais reflexões e abstrações dos estudantes, permitindo que eles formulem e resolvam problemas em diversos contextos de forma mais autônoma aliada a um conjunto maior de recursos matemáticos.

Ainda, ao apontar o foco nas aplicações da matemática na realidade, considerando as vivências cotidianas dos estudantes, a BNCC destaca a importância da compressão do público-alvo do Ensino Médio como sujeitos “impactados de diferentes maneiras pelos avanços tecnológicos, pelas exigências do mercado de trabalho, pelos projetos de bem viver dos seus povos, pela potencialidade das mídias sociais, entre outros” (Brasil, 2018, p. 528), de forma a atender suas necessidades e interesses diante dos contextos em que estão inseridos.

A partir das concepções e objetivos discutidos, a BNCC aponta 8 competências específicas de matemática para a etapa do ensino fundamental, cujo desenvolvimento deve ser garantido a partir das atividades propostas na disciplina de Matemática. Já para o Ensino Médio, são definidas 5 competências específicas. O Quadro 2 apresenta algumas dessas competências, as quais, de acordo com as discussões apresentadas anteriormente, compreendemos que englobam características das atividades de Modelagem Matemática, assim como do desenvolvimento do papel sociocrítico dos estudantes.

Quadro 2 – Algumas competências específicas de Matemática para os Ensinos Fundamental e Médio apontadas pela BNCC.

Etapa de Ensino	Número da Competência	Descrição da Competência
Ensino Fundamental	1	Reconhecer que a Matemática é uma ciência humana, fruto das necessidades e preocupações de diferentes culturas, em diferentes momentos históricos, e é uma ciência viva, que contribui para solucionar problemas científicos e tecnológicos e para alicerçar descobertas e construções, inclusive com impactos no mundo do trabalho.
	2	Desenvolver o raciocínio lógico, o espírito de investigação e a capacidade de produzir argumentos convincentes, recorrendo aos conhecimentos matemáticos para compreender e atuar no mundo.
	5	Utilizar processos e ferramentas matemáticas, inclusive tecnologias digitais disponíveis, para modelar e resolver problemas cotidianos, sociais e de outras áreas de

		conhecimento, validando estratégias e resultados.
Ensino Médio	1	Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações em diversos contextos, sejam atividades cotidianas, sejam fatos das Ciências da Natureza e Humanas, das questões socioeconômicas ou tecnológicas, divulgados por diferentes meios, de modo a contribuir para uma formação geral.
	2	Propor ou participar de ações para investigar desafios do mundo contemporâneo e tomar decisões éticas e socialmente responsáveis, com base na análise de problemas sociais, como os voltados a situações de saúde, sustentabilidade, das implicações da tecnologia no mundo do trabalho, entre outros, mobilizando e articulando conceitos, procedimentos e linguagens próprios da Matemática.
	3	Utilizar estratégias, conceitos, definições e procedimentos matemáticos para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos, analisando a plausibilidade dos resultados e a adequação das soluções propostas, de modo a construir argumentação consistente.

Fonte: Brasil (2018).

Portanto, percebe-se nas orientações da BNCC a preocupação com a formação de cidadãos críticos e reflexivos, capazes de investigar questões de impacto social, mobilizando-se a propor ou participar de ações voltadas a discutir e/ou solucioná-las. Além disso, as atividades de Modelagem Matemática aparecem constantemente como sugestão de abordagens para as ações em sala de aula, com grande potencial para a formação de cidadãos ativos nos processos de interpretação, compreensão e intervenção na sociedade.

2.4 CONTRIBUIÇÕES DO REFERENCIAL TEÓRICO APRESENTADO PARA A CONSTITUIÇÃO DESTA PESQUISA

Entendemos que o ensino e a aprendizagem de matemática possuem um papel social, de considerar e propiciar a formação cidadã dos estudantes, visando sua atuação na sociedade. Para isso, relações e discussões com questões reais fortalecem o interesse dos estudantes pelas atividades propostas e estimulam o desenvolvimento de seu papel ativo e crítico no meio em que estão inseridos. Esse entendimento resulta das discussões apresentadas sobre a Educação Matemática Crítica e a Abordagem CTS no ensino de ciências, destacando a importância da

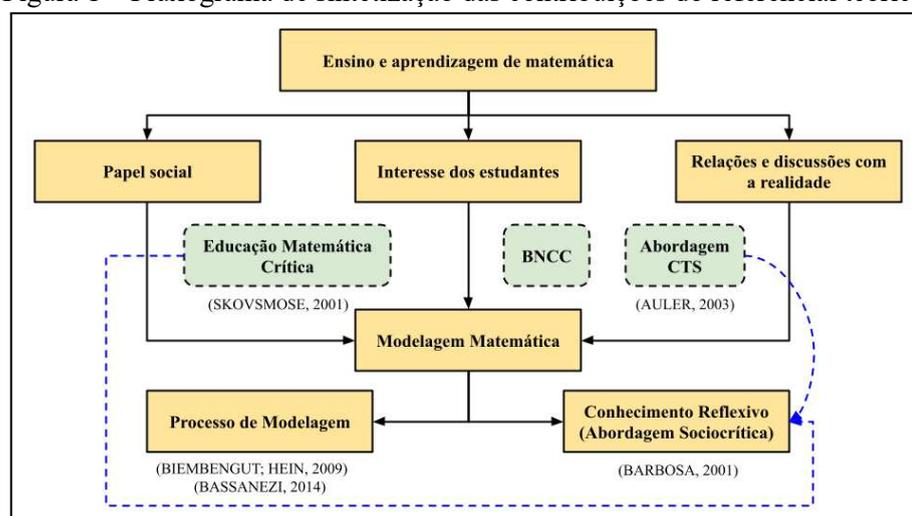
conscientização de que a matemática, embora seja considerada, muitas vezes, uma ciência exata e neutra, também faz parte da sociedade, influenciando-a e sendo influenciada por ela.

Como possibilidade de trabalhar com essas discussões em sala de aula, foi apresentada a Modelagem Matemática, sugestão essa também presente nas orientações da Base Nacional Comum Curricular, cuja ideia central é investigar e resolver questões do interesse e da realidade dos estudantes, utilizando-se de ferramentas matemáticas. Nesta pesquisa, adotamos as etapas do processo de Modelagem apresentado por Biembengut e Hein (2009) e Bassanezi (2014), associadas ao desenvolvimento do pensamento reflexivo e crítico, da abordagem sociocrítica da Modelagem, discutida por Barbosa (2001).

É importante destacar que consideramos a aproximação entre as ideias da Educação Matemática Crítica e da Abordagem CTS no ensino de ciências, discutida neste capítulo, como uma possibilidade de mobilizar as diferentes áreas do conhecimento que podem estar vinculadas ao trabalho com a Modelagem Matemática. Essa aproximação pode ocorrer, ou não, dependendo do tema abordado e do andamento da atividade que está sendo desenvolvida. Nesse sentido, na proposta desta pesquisa, os elementos da Abordagem CTS são apresentados como uma possibilidade, um complemento, visando enriquecer o trabalho com Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica, a depender da temática que está sendo discutida.

O fluxograma da Figura 1 sintetiza o delineamento da perspectiva de Modelagem adotada nesta pesquisa, com base nas contribuições do referencial teórico apresentado e discutido neste capítulo.

Figura 1 – Fluxograma de sintetização das contribuições do referencial teórico.



Fonte: Elaborado pelo autor.

No capítulo seguinte são apresentados a metodologia e os procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa, assim como o contexto em que ela foi desenvolvida.

3 METODOLOGIA

A atividade de pesquisa pode ser entendida como a busca por entendimentos e respostas para um problema, ou uma situação, de interesse do pesquisador (Gil, 2002; Gerhardt; Silveira, 2009). Uma das possíveis abordagens de pesquisa é a pesquisa de abordagem qualitativa, que, de acordo com Botelho e Cruz (2013, p. 54),

é basicamente aquela que busca entender um fenômeno específico em profundidade. Ao invés de estatísticas, regras e outras generalizações, ela trabalha com descrições, comparações, interpretações e atribuição de significados, possibilitando investigar [...] atitudes e opiniões de indivíduos ou grupos.

Ainda, Lüdke e André (2012) apontam que, nessa abordagem, os dados são coletados no contato direto do pesquisador com o objeto de estudo. Nesta perspectiva, Gil (2002) define o estudo de campo, que, privilegiando técnicas de observação em relação às de interrogação,

[...] focaliza uma comunidade, que não é necessariamente geográfica, já que pode ser uma comunidade de trabalho, de estudo, de lazer ou voltada para qualquer outra atividade humana. Basicamente, a pesquisa é desenvolvida por meio da observação direta das atividades do grupo estudado e de entrevistas com informantes para captar suas explicações e interpretações do que ocorre no grupo. (Gil, 2002, p. 53)

O autor também aponta que, nessa modalidade de estudo, o pesquisador executa a maior parte da pesquisa pessoalmente, dada a importância de sua experiência direta com o objeto de estudo, aumentando a confiabilidade das respostas apresentadas pelos participantes da pesquisa (Gil, 2002).

Nesse sentido, a pesquisa aqui apresentada pode ser caracterizada como um estudo de campo qualitativo, pois buscou entender de que maneira a Modelagem Matemática, como um ambiente de aprendizagem, pode contribuir no desenvolvimento do papel sociocrítico do estudante como ativista social, a partir da aplicação, pelo pesquisador, de práticas de Modelagem com um determinado grupo de estudantes, observando e interpretando suas atitudes e opiniões ao longo de todo o processo de aplicação.

3.1 CONTEXTO DE PESQUISA

A pesquisa foi realizada em uma escola da rede estadual de educação, localizada na região da Serra do Estado do Rio Grande do Sul. Quanto às etapas de ensino, a escola oferta o Ensino Fundamental (Anos Iniciais e Anos Finais), atendendo, aproximadamente, 300 estudantes, e contando com um quadro de servidores com cerca de 35 profissionais, entre os quais estão os professores, os funcionários e as equipes diretiva e pedagógica. O corpo

discente da escola é composto, em sua maioria, de estudantes de classe média, os quais residem no bairro em que a escola está localizada ou em bairros vizinhos.

As atividades que compõem esta pesquisa foram aplicadas em aulas de matemática com estudantes de duas turmas de 9º ano, nas quais o pesquisador era o professor regente da referida disciplina. A equipe diretiva da escola assinou um Termo de Anuência para realização de atividades de pesquisa (Apêndice E), permitindo a realização da pesquisa com os estudantes das referidas turmas.

3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Com o intuito de obter informações para a elaboração da atividade de Modelagem Matemática a ser aplicada com os estudantes, foi aplicado um questionário inicial (Apêndice A) com os estudantes da turma participante. Este questionário, de maneira geral, buscou compreender sua visão da importância da disciplina de Matemática em sua formação, dos conhecimentos escolares para sua atuação social, bem como evidenciar temas sociais de seu interesse que possam ser abordados na atividade a ser elaborada.

De acordo com Gerhardt e Silveira (2009), o questionário pode ser definido como um instrumento de coleta de dados composto de uma lista ordenada de perguntas, o qual deve utilizar uma linguagem simples, de forma que os participantes compreendam o que está sendo solicitado e forneçam respostas coerentes.

Os questionários aplicados nesta pesquisa eram compostos de perguntas abertas, nas quais os participantes têm liberdade em suas respostas, podendo manifestar suas opiniões ou preferências pessoais; fechadas, nas quais as possíveis respostas já estão fixadas em alternativas apresentadas, cabendo ao participante escolher entre as mesmas; e mistas, combinando perguntas abertas e fechadas (Gerhardt; Silveira, 2009). O Quadro 3 detalha o objetivo de cada pergunta presente no questionário inicial no contexto desta pesquisa.

Quadro 3 – Objetivo de cada pergunta do questionário aplicado com os estudantes.

Pergunta(s)	Objetivo
1	Verificar qual a disciplina da matriz curricular com que os estudantes menos se identificam, assim como o porquê não se identificam com a mesma. Ainda, verificar se a matemática aparece entre as disciplinas mais citadas pelos estudantes.
2	Verificar se, mesmo não se identificando, os alunos consideram os conhecimentos da disciplina citada importantes de serem estudados para

	sua formação.
3	Compreender se os estudantes conseguem associar os conhecimentos da disciplina com a qual menos se identificam com as atividades realizadas em seu cotidiano.
4	Incentivar os estudantes a refletir sobre as influências que os conhecimentos estudados em sua formação escolar exercem nos rumos da sociedade.
5	Incentivar os estudantes a refletir e apresentar alternativas para a qualificação dos seus estudos, de metodologias, de recursos didáticos etc.
6	Entender a visão dos estudantes sobre a Matemática.
7	Verificar se os estudantes veem os resultados matemáticos sob o viés da ideologia da certeza.
8 - 11	Entender a visão dos estudantes sobre as relações de influência entre a matemática e a sociedade, assim como com os estudos científicos. Estimular o pensamento crítico e reflexivo sobre o poder formatador da matemática com relação à sociedade e vice-versa.
12 -14	Identificar a percepção dos estudantes acerca da realidade social que os cerca bem como o seu reconhecimento como possíveis atores sociais.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A técnica utilizada para analisar as respostas dos estudantes foi a Análise Textual Discursiva (ATD). Segundo Moraes e Galiuzzi (2016, p. 13), a ATD é uma

[...] metodologia de análise de informações de natureza qualitativa com a finalidade de produzir novas compreensões sobre os fenômenos e discursos. Insere-se entre os extremos da análise de conteúdo e a análise de discurso, representando, diferentemente destas, um movimento interpretativo de caráter hermenêutico.

Ainda, os autores apontam que, visando a interpretação dos dados, o objetivo da ATD não é comprovar ou refutar hipóteses, mas compreender e/ou reconstruir os conhecimentos existentes sobre o objeto de estudo. Com o entendimento de que toda leitura pressupõe uma perspectiva teórica, na ATD, o pesquisador busca interpretar e compreender o fenômeno a partir do que sabe, de seus conhecimentos. Ou seja,

[...] a análise textual discursiva parte de um conjunto de pressupostos em relação à leitura dos textos examinados. Os materiais analisados constituem um conjunto de significantes. O pesquisador atribui a eles significados a partir de seus conhecimentos, intenções e teorias. A emergência e comunicação desses sentidos e significados são os objetivos da análise. (Moraes; Galiuzzi, 2016, p.38)

Nesse sentido, a ATD pressupõe que não é possível saber o que um sujeito pensa, sua percepção sobre algo, mas apenas o que ele manifesta, expõe. Por isso o foco de análise está no que foi escrito, no que as palavras dizem, ou seja, na construção de compreensões e

significados a partir da escrita dos participantes (Moraes; Galiuzzi, 2016). Nessa perspectiva, o processo de análise acontece sobre os documentos, as informações obtidas com a pesquisa, denominadas o *corpus* da ATD. Segundo Moraes e Galiuzzi (2016, p. 38),

O corpus da Análise Textual Discursiva, sua matéria-prima, é constituído essencialmente de produções textuais. Os textos são entendidos como produções linguísticas, referentes a determinado fenômeno e originadas em um determinado tempo e contexto. São vistos como produções que expressam discursos sobre diferentes fenômenos e que podem ser lidos, descritos e interpretados, correspondendo a uma multiplicidade de sentidos possíveis.

Moraes e Galiuzzi (2016, p. 33-34) apontam que a ATD estrutura-se a partir da organização de argumentos em torno de quatro focos, os quais são:

1 – *Desmontagem dos textos*: também denominado de processo de unitarização, implica examinar os textos em seus detalhes, fragmentando-os no sentido de produzir unidades constituintes, enunciados referentes aos fenômenos estudados.

2 – *Estabelecimento de relações*: este processo determinado de categorização envolve construir relações entre as unidades de base, combinando-as e classificando-as, reunindo esses elementos unitários na formação de conjuntos que congregam elementos próximos, resultando daí sistemas de categorias.

3 – *Captação do novo emergente*: a intensa impregnação nos materiais da análise desencadeada nos dois focos anteriores possibilita a emergência de uma compreensão renovada do todo. O investimento na comunicação dessa compreensão, assim como de sua crítica e validação, constituem o último elemento do ciclo de análise proposto. O metatexto resultante desse processo representa um esforço de explicitar a compreensão que se apresenta como produto de uma combinação dos elementos construídos ao longo dos passos anteriores.

4 – *Um processo auto-organizado*: o ciclo de análise descrito, ainda que composto de elementos racionalizados e em certa medida planejados, em seu todo constitui um processo auto-organizado do qual emergem novas compreensões. Os resultados finais, criativos e originais, não podem ser previstos. Mesmo assim é essencial o esforço de preparação e impregnação para que a emergência do novo possa concretizar-se.

Dessa forma, a ATD acontece por meio de duas ações opostas, mas complementares: em um primeiro momento, os textos são desconstruídos e analisados; e, no segundo momento, são reconstruídos, visando a síntese das compreensões do pesquisador. Esse movimento de síntese culmina na produção de um metatexto, no qual as interpretações e compreensões do pesquisador são comunicadas, assim como validadas, a partir de uma discussão das perspectivas teóricas adotadas na pesquisa com excertos que representam ideias centrais dos textos que compõem o *corpus* da análise (Moraes; Galiuzzi, 2016).

Ainda, uma importante característica das pesquisas que utilizam a ATD é que as interpretações e compreensões dos fenômenos em análise ocorrem durante o processo de pesquisa. Ou seja, pesquisas de abordagem fenomenológica possuem natureza aberta, onde o caminho é delineado e modificado durante toda a caminhada, conforme as compreensões e as necessidades evidenciadas pelo pesquisador (Moraes; Galiuzzi, 2016).

É importante destacar o movimento de transformação do pesquisador enquanto interpreta os dados e realiza teorizações a partir dos resultados de sua pesquisa, com base em suas perspectivas teóricas, culminando na ampliação das suas compreensões iniciais, no (re)conhecimento e apropriação de teorias antes desconhecidas. Ou seja,

O pesquisador, quando está interpretando os sentidos de um texto com base em um fundamento teórico escolhido “a priori”, ou mesmo selecionado a partir das análises, exercita um conjunto de interlocuções teóricas com os autores mais representativos de seu referencial. Procura com isso ampliar a compreensão dos fenômenos que investiga, estabelecendo pontes entre os dados empíricos com que trabalha e suas teorias de base. Nesse movimento está também ampliando o campo teórico no qual se baseia. (Moraes; Galiazzi, 2016, p. 58)

Diante dessas compreensões, a fim de operacionalizar a análise textual discursiva dos dados coletados nesta pesquisa, as respostas dos estudantes a cada pergunta do questionário aplicado foram agrupadas em categorias, e analisadas quantitativa e qualitativamente, de acordo com os objetivos (apresentados no Quadro 1) e com o referencial teórico estudado e discutido neste projeto (perspectivas teóricas de base). Essa análise é apresentada no Capítulo 5.

Convém destacar que os estudantes participantes da pesquisa receberam os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido para participação de pesquisa e aplicação de questionários (Apêndice C e D), os quais foram assinados por eles e pelos seus responsáveis, e entregues ao pesquisador.

Com as respostas obtidas na aplicação do questionário aos estudantes, e análise das mesmas, foi elaborada e aplicada a atividade de Modelagem Matemática com as turmas, abordando alguns dos temas levantados na coleta de informações. No decorrer da aplicação, observações do pesquisador a respeito das atitudes dos estudantes foram constantes. A observação, segundo Gerhardt e Silveira (2009),

É uma técnica que faz uso dos sentidos para a apreensão de determinados aspectos da realidade. Ela consiste em ver, ouvir e examinar os fatos, os fenômenos que se pretende investigar. A técnica da observação desempenha importante papel no contexto da descoberta e obriga o investigador a ter um contato mais próximo com o objeto de estudo. (Gerhardt; Silveira, 2009, p. 74)

Como instrumento de registro, foi utilizado o diário de campo, o qual permite o registro imediato das observações, reflexões e interpretações que acontecem no decorrer da investigação. Nesse sentido, ele consiste na descrição do pesquisador sobre os acontecimentos e informações coletadas no processo de pesquisa (Gerhardt; Silveira, 2009).

Após a elaboração e aplicação da atividade de Modelagem, um segundo questionário foi aplicado com os estudantes, com o intuito de identificar possíveis mudanças nas suas visões das aplicações e influências da Matemática em sua realidade, assim como avaliar o

impacto da atividade no seu interesse pelas aulas. Por fim, a análise dos dados coletados foi realizada considerando os objetivos deste projeto de pesquisa, assim como o referencial teórico estudado, a fim de construir o metatexto produto da pesquisa, com a descrição, interpretação e discussão dos resultados gerados.

Em paralelo a todo esse processo de pesquisa descrito, foi elaborado um produto educacional, no formato de uma cartilha digital, cuja proposta é apresentar um percurso didático, apontando caminhos para o trabalho como a Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica, sendo ele exemplificado e discutido com base nas reflexões teóricas e nas atividades desenvolvidas nesta pesquisa.

4 ANÁLISE DAS RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO INICIAL

Com o questionário inicial (Apêndice A), tínhamos o objetivo de compreender as relações e visões dos estudantes sobre as disciplinas que compõem a matriz curricular de sua etapa de ensino, especialmente a Matemática. Nesse sentido, as respostas obtidas possibilitaram evidenciar suas visões a respeito da importância da disciplina de Matemática em sua formação, das aplicações dos conhecimentos matemáticos em seu cotidiano, sua realidade, dos conhecimentos escolares para sua atuação social, assim como o levantamento de temas que irão contribuir para a seleção de questões sociais de seus interesses que possam ser abordadas em atividades de Modelagem Matemática, de modo a estruturar a proposta desta pesquisa.

Dessa forma, neste capítulo apresentamos o processo de categorização dos dados obtidos com a aplicação do questionário aos estudantes, a partir da análise das respostas apresentadas por eles em cada questão, seguido das conclusões obtidas a partir desse processo.

A categorização das respostas foi desenvolvida em quatro momentos: no primeiro as respostas foram classificadas, com base em suas relações, em categorias iniciais, mais específicas e particulares. A partir dessas categorias, em um segundo momento, elaboramos categorias intermediárias, mais abrangentes, visando a compreensão geral das visões dos estudantes, as quais são ilustradas com exemplos de respostas consideradas para sua elaboração. De posse das categorias intermediárias, para cada questão obtivemos uma categoria final, que representa nossa compreensão da visão dos estudantes para o tema abordado.

Analisando as relações entre as categorias finais de cada questão, foi possível estabelecer as categorias emergentes do processo de categorização, as quais são discutidas à luz das perspectivas teóricas adotadas e apresentadas neste projeto, e outros autores que pesquisam e discutem as temáticas presentes nas categorias.

Para a análise dos dados, as respostas foram transcritas com a identificação da turma, estudante e disciplina escolhida. O questionário foi aplicado em duas turmas, A e B, os estudantes de cada turma foram identificados por um número e as disciplinas foram identificadas por letras minúsculas, da seguinte maneira: Língua Portuguesa (a), Língua Inglesa (b), Língua Espanhola (c), Arte (d), Ciências (e), Geografia (f), História (g), Ensino Religioso (h), Matemática (i), Projeto de Vida (j) e Educação Física (k). Dessa forma, o

código A12i representa o estudante 12 da turma A, que escolheu a disciplina de Matemática na primeira questão.

Ao todo, 35 estudantes responderam ao questionário. É importante destacar que, em algumas tabelas apresentadas no processo de categorização a seguir, o total de respostas indicadas não representa as dos 35 estudantes. Nesses casos, as respostas não indicadas são as de estudantes que não apresentaram respostas/justificativas para a questão, ou que suas respostas não estavam claras, coerentes com o tema abordado, impossibilitando o entendimento e a categorização das mesmas.

4.1 CATEGORIZAÇÃO DADOS OBTIDOS COM O QUESTIONÁRIO INICIAL

A **Questão 1** perguntava aos estudantes sobre a disciplina da matriz curricular de sua etapa de ensino (Ensino Fundamental - Anos Finais) com que menos se identificam. Também foi solicitado que justificassem o porquê da escolha pela disciplina apontada. A Tabela 1 apresenta o quantitativo de apontamentos das disciplinas citadas nas respostas.

Tabela 1 – Frequência de apontamentos das disciplinas citadas na Questão 1 do Questionário Inicial.

Disciplina	Frequência
Matemática	12
Ensino Religioso	7
Língua Portuguesa	4
Arte	3
Língua Inglesa	2
Educação Física	2
Língua Espanhola	2
História	2
Projeto de Vida	1

Fonte: Dados da pesquisa.

Percebe-se que as disciplinas mais apontadas pelos estudantes foram Matemática, e Ensino Religioso. De maneira geral, as justificativas apresentadas por eles nesta questão podem ser agrupadas em 5 categorias iniciais, denominadas C1, C2, C3, C4 e C5, as quais podem ser expressas como:

- C1 — Disciplina Complexa.
- C2 — Dificuldades de aprendizagem.
- C3 — Forma de abordagem dos conteúdos.
- C4 — Não identificação com os conceitos da disciplina.
- C5 — Disciplina não necessária para sua formação.

Dentre essas categorias, as mais citadas foram a C2, presente nas respostas de 14 estudantes, e a C3, presente nas respostas de 9 estudantes.

Considerando as respostas dos estudantes que apontaram a disciplina de Matemática como a que menos se identificam, o quantitativo de respostas em cada categoria é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Frequência de respostas em cada categoria inicial da Questão 1 do Questionário Inicial para a disciplina de Matemática.

Categoria	Frequência
C1	2
C2	9
C3	0
C4	0
C5	1

Fonte: Dados da pesquisa.

Visando a compreensão geral das respostas desses estudantes, suas respostas foram agrupadas em duas categorias intermediárias, denominadas CI1 e CI2, expressas como:

- CI1 — Matemática como uma disciplina complexa e difícil;

As respostas dos estudantes A16i e B18i, respectivamente, ilustram esses apontamentos: *“Não tenho muita afinidade com exatas, mas eu tento entender por mais que muitas vezes seja difícil”*; *“Eu não consigo entender a matemática. Eu não tenho vontade de aprender, porque eu tenho muita dificuldade”*.

- CI2 — Matemática como uma disciplina que aborda conceitos desnecessários para sua formação.

A resposta do estudante foi: *“A matemática para mim é algo que é sim muito importante, mas ao mesmo tempo inútil, pois alguns conteúdos eu não acho que tenham algum uso no futuro”*.

Finalmente, como categoria final das respostas desses estudantes, a categoria CFQ1QI representa a compreensão geral das mesmas.

- CFQ1QI — A Matemática apresenta-se como uma das disciplinas com as quais os estudantes menos se identificam, sendo considerada por eles como uma disciplina difícil e que trabalha com alguns conceitos desnecessários para a formação.

A **segunda questão** perguntava aos estudantes se consideravam os conhecimentos da disciplina apontada na Questão 1 importantes para sua formação, assim como o porquê consideravam ou não. Quinze estudantes assinalaram que não, 19 que sim e 1 assinalou as duas opções.

As categorias iniciais que representam as justificativas apresentadas pelos estudantes nessa questão podem ser classificadas em D1, D2 e D3, as quais podem ser expressas como:

- D1 — Não. Não vou usar na minha vida.
- D2 — Sim. Para um conhecimento geral.
- D3 — Sim. Dependendo da profissão que escolher.

Dessas categorias iniciais, podemos estabelecer duas categorias intermediárias para as respostas referentes à disciplina de Matemática: a categoria DI1 e a DI2.

- DI1 — Não. Não vou usar na minha vida.

Respostas como a do estudante B18i ilustram esta categoria: “*Não vejo aonde usaria a matemática na minha vida*”.

- DI2 — Sim. Para um conhecimento geral e/ou para exercer uma profissão no futuro.

As respostas dos estudantes A4i e B4i, respectivamente, ilustram essa categoria: “*Sim pois tenho que ter todos os conhecimentos para minha formação escolar*”; “*Pois eu quero ser programador, uma profissão que usa muita matemática*”.

A frequência das respostas nessas categorias é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 2 do Questionário Inicial para a disciplina de Matemática.

Categoria	Frequência
DI1	5
DI2	7

Fonte: Dados da pesquisa.

Assim, a categoria final das justificativas dos estudantes para a Questão 2, com relação à disciplina de Matemática, é a categoria CFQ2QI, expressa como:

- CFQ2QI — Os conhecimentos matemáticos só são importantes para os estudantes quando conseguem visualizar as aplicações e utilidades desses conhecimentos diretamente no seu cotidiano ou em algumas profissões.

A **Questão 3** indagava aos estudantes se eles visualizam aplicações dos conceitos trabalhados na disciplina apontada na Questão 1 em atividades do seu cotidiano, e, em caso afirmativo, como ocorrem essas aplicações.

Nesta questão, 15 estudantes assinalaram que sim e 20 que não. As categorias iniciais dos comentários apresentados podem ser classificadas em E1 e E2 e E3, identificadas como:

- E1 — Resposta negativa.
- E2 — Sim. Na convivência social.
- E3 — Sim. Em atividades básicas do dia a dia.

Novamente, a partir dessas categorias iniciais, estabelecemos duas categorias intermediárias, referentes às respostas para a disciplina de Matemática: a categoria EI1 e a categoria EI2.

- EI1 — Resposta negativa.

Esta categoria refere-se ao grupo de respostas em que os estudantes marcaram a alternativa “Não”, ou seja, aqueles que não viam aplicações dos conceitos trabalhados na disciplina de Matemática em seu cotidiano.

- EI2 — Visualização dos conceitos matemáticos em atividades cotidianas básicas.

As respostas dos estudantes A7i e B4i, respectivamente, exemplificam essa categoria: *“Na vida toda hora, todos os dias em todos os lugares, porém contas matemáticas fáceis de serem resolvidas”*; *“Uso a matemática quando vou ao mercado, [ao] medir algo, quando uso o relógio etc”*.

A frequência de respostas relacionadas a essas categorias intermediárias é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 3 do Questionário Inicial para a disciplina de Matemática.

Categoria	Frequência
EI1	5
EI2	7

Fonte: Dados da pesquisa.

Dessa forma, como categoria final das respostas dos estudantes para a Questão 3, com relação à disciplina de Matemática, temos a categoria CFQ3QI, expressa como:

- CFQ3QI — Os estudantes que não se identificam com a Matemática não visualizam aplicações de seus conceitos em seu cotidiano, ou percebem a matemática apenas em operações aritméticas básicas do cotidiano, como em compras e no supermercado.

A **Questão 4** questionava os estudantes se acreditavam que os conhecimentos da disciplina apontada na Questão 1 contribuíram/contribuem para o desenvolvimento social, científico e/ou tecnológico atual, e em caso afirmativo, como ocorrem essas contribuições.

As respostas dos estudantes podem ser categorizadas inicialmente em:

- F1 — Resposta negativa.
- F2 — Na compreensão e intervenção na sociedade.
- F3 — Nas descobertas, explicações, inovações e comunicações científicas e tecnológicas.
- F4 — No desenvolvimento social, convivência social.
- F5 — Respostas em branco ou incoerentes com a questão.

A partir dessas categorias iniciais, considerando as respostas referentes à Matemática, podemos elaborar as categorias intermediárias, expressas como:

- FI1 — Resposta negativa.

Esta categoria refere-se ao grupo de respostas em que os estudantes não acreditam que os conhecimentos da disciplina de Matemática contribuíram/contribuem para o desenvolvimento social, científico e/ou tecnológico atual.

- FI2 — Resposta afirmativa. Matemática como instrumento de descobertas científicas e de inovações tecnológicas.

As respostas dos estudantes A7i e B4i, respectivamente, ilustram essas ideias: “*Sim para ocasiões como saber onde você está, para não se perder etc*”; “*Sim, como na criação de novos remédios para tratamentos, e na parte tecnológica como robótica, programação*”.

A frequência de respostas relacionadas a essas categorias intermediárias é apresentada na Tabela 5.

Tabela 5 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 4 do Questionário Inicial para a disciplina de Matemática.

Categoria	Frequência
FI1	3
FI2	7

Fonte: Dados da pesquisa.

Diante das categorias intermediárias apresentadas, a categoria final da Questão 4 pode ser descrita como:

- CFQ4QI — Alguns estudantes acreditam que a Matemática não contribui com o desenvolvimento social, científico e tecnológico. Os outros, por sua vez, apontam que as contribuições da Matemática estão relacionadas ao desenvolvimento científico e tecnológico, o que culmina no desenvolvimento social.

A **Questão 5** solicitava aos estudantes que sugerissem alternativas para que os estudos na disciplina que apontaram na Questão 1 se tornem mais atraentes. As categorias iniciais que representam as respostas dos estudantes são apresentadas a seguir.

- G1 — Mais explicações.
- G2 — Maior carga horária para a disciplina.
- G3 — Mudança de foco na abordagem dos conteúdos.
- G4 — Diversificação das metodologias de ensino, aulas mais divertidas.
- G5 — Mostrar aplicações dos conteúdos.
- G6 — Mais voz aos estudantes.
- G7 — Sem sugestões.

Considerando as respostas referentes à disciplina de Matemática, podemos organizar essas categorias iniciais em categorias intermediárias, as quais são expressas como:

- GI1 — Mais explicações e atenção às dificuldades.

Uma das respostas que ilustram essa categoria é a do estudante A11i: *“Ter um pouco mais de atenção para aqueles que tem dificuldade”*.

- GI2 — Diversificação das metodologias de ensino e das formas de abordagens dos conteúdos.

As respostas dos estudantes A16i, B4i e B18i, respectivamente, ilustram essa categoria: *“Como eu gosto muito de história, ficaria mais atraente para mim, se fosse mais falado sobre a história da matemática em sala de aula, de uma forma dinâmica e interativa”*; *“Talvez aulas mais divertidas, no caso onde podemos fazer experimentos para aprender algo novo. Usar outras disciplinas como exemplo”*; *“Talvez usar um método diferente, algo mais legal. Por exemplo: alguns trabalhos em duplas grupos porque a gente se diverte e aprende”*.

A frequência de respostas relacionadas a essas categorias intermediárias é apresentada na Tabela 6.

Tabela 6 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 5 do Questionário Inicial para a disciplina de Matemática.

Categoria	Frequência
GI1	3
GI2	8

Fonte: Dados da pesquisa.

Diante disso, a categoria final das respostas dos estudantes, que representa suas sugestões para que as aulas da disciplina de Matemática se tornem mais atraentes, é descrita como:

- CFQ5QI — Mais atenção às dificuldades dos estudantes, utilização de metodologias ativas que proporcionem o trabalho e discussões em grupos, assim como o uso de tecnologias digitais e a abordagem das aplicações dos conteúdos.

As questões 6 a 11 questionavam especificamente sobre a disciplina de Matemática. Nesse sentido, a **sexta questão** indagava os estudantes a respeito de como entendem a Matemática, como a definem. Suas respostas foram classificadas nas categorias iniciais apresentadas a seguir.

- H1 — Não sei definir.
- H2 — Disciplina interessante, difícil, complexa.
- H3 — Importante, necessária, útil.
- H4 — Disciplina que aborda conceitos inúteis.
- H5 — Números, cálculos.
- H6 — Lógica, Racional.

A partir da reorganização dessas categorias iniciais, podemos agrupá-las em categorias intermediárias, descritas a seguir.

- HI1 — Não sei definir.

Nesta categoria, foram consideradas as respostas dos estudantes que relataram não conseguir definir a Matemática.

- HI2 — Disciplina complexa, difícil, mas importante/útil.

As respostas dos estudantes A9d e B3h, respectivamente, ilustram essas ideias: “*A matemática é TUDO. A matemática é complicada, mas está presente em todas as coisas*”; “*Algo complexo onde precisa de muito raciocínio onde precisamos desafiar nossos conhecimentos e ir além do básico*”.

- HI3 — Disciplina que trabalha com números e cálculos, e aborda alguns conceitos inúteis.

Exemplificando as respostas consideradas nessa categoria, trazemos as dos estudantes B17b e B8k, respectivamente: “*Um jeito de solucionar questões de medida, ângulos e cálculos*”; “*Útil no início, inutilmente confuso no final, matemática é bom até um ponto, depois vira matéria que deveria ser levada a faculdades específicas. No meu caso eu acho inútil no meu cotidiano e planos (a de alto conhecimento em questão)*”.

A frequência de respostas relacionadas a essas categorias intermediárias é apresentada na Tabela 7.

Tabela 7 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 6 do Questionário Inicial.

Categoria	Frequência
HI1	2
HI2	26
HI3	7

Fonte: Dados da pesquisa.

Nesse sentido, a categoria final das respostas dos estudantes sobre a definição da Matemática é expressa como:

- CFQ6QI — Os estudantes compreendem a Matemática como uma disciplina importante, de natureza complexa, que trabalha com números e cálculos, abordando, por vezes, alguns conceitos inúteis para suas escolhas e atuações profissionais.

A **Questão 7** perguntava aos estudantes se acreditavam que os resultados matemáticos são sempre exatos, corretos e únicos, além de solicitar que justificassem suas respostas. Oito estudantes assinalaram “Sim.” e 27, assinalaram “Não.”.

As justificativas presentes nas respostas dos estudantes podem ser categorizadas em:

- I1 — Resposta negativa. Erros em cálculos e aproximações numéricas.
- I2 — Resposta positiva ou negativa. Consideração rígida de algoritmos.
- I3 — Resposta negativa. Conhecimento em evolução/mudança.
- I4 — Resposta positiva. Certeza matemática.

Considerando essas categorias iniciais, podemos agrupá-las em categorias intermediárias, descritas a seguir.

- II1 — Os resultados não são sempre exatos, corretos e únicos, pois os cálculos podem conter erros e aproximações numéricas, assim como os conceitos utilizados podem estar desatualizados.

As respostas dos estudantes B3h e A13g, respectivamente, exemplificam essas ideias: “*Todos erram em algum momento o resultado vai dar errado, não vai dar exato e vão ter que*

ser feitas muitas pesquisas para descobrir o valor certo ou mais aproximado”; “As coisas mudam então talvez, no futuro o certo de hoje será errado”.

- II2 — Os resultados são sempre exatos, corretos e únicos, pois a matemática nunca erra, só existe um caminho para chegar na resposta correta.

Exemplificando as respostas assim categorizadas, apresentamos as dos estudantes A8j e A2k, respectivamente: *“A matemática é algo exato que nunca erra”; “Infelizmente, se a gente esquecer de algo ou fazer de um jeito diferente, já é considerado errado, mesmo que a resposta esteja correta”.*

A frequência de respostas relacionadas a essas categorias intermediárias é apresentada na Tabela 8.

Tabela 8 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 7 do Questionário Inicial.

Categoria	Frequência
II1	30
II2	5

Fonte: Dados da pesquisa.

Nesse sentido, a categoria final das respostas dos estudantes sobre os resultados matemáticos é expressa como:

- CFQ7QI — Os estudantes, em sua maioria, responderam a questão com base nos cálculos e algoritmos que utilizam em sala de aula, destacando erros em operações aritméticas e/ou aproximações numéricas utilizadas. Não refletiram sobre a utilização de resultados matemáticos na sociedade em que estão inseridos.

Na **oitava questão**, os estudantes foram questionados sobre as influências da Matemática nos rumos da sociedade. Eles deveriam assinalar “Sim”, caso acreditassem que há influência, ou “Não”, em caso contrário. Ainda, foi solicitado que justificassem sua escolha. Sendo assim, 31 estudantes assinalaram “Sim” e 4, “Não”. As justificativas apresentadas podem ser categorizadas, inicialmente, em:

- J1 — Resposta negativa. Sem justificativa ou justificativa não clara.
- J2 — Resposta positiva. Cálculos matemáticos como instrumentos de trabalho e de ações básicas do cotidiano.
- J3 — Resposta positiva. Matemática utilizada em pesquisas científicas/tecnológicas.
- J4 — Resposta positiva. Decisões com base em resultados matemáticos.

Considerando essas categorias iniciais, podemos estabelecer categorias intermediárias para as justificativas afirmativas dos estudantes, descritas a seguir.

- JI1 — A matemática influencia os rumos da sociedade pois possibilita descobertas e avanços científicos/tecnológicos.

Essa perspectiva é exemplificada nas respostas dos estudantes A8j e B10a, respectivamente: “*A matemática evolui muito a sociedade erguendo prédios, evoluindo na tecnologia e muito mais, sem a matemática nada disso existiria*”; “*Claro graças a matemática podemos desenvolver tecnologias avançadas o que pode mudar totalmente o rumo da sociedade e do planeta*”.

- JI2 — A matemática influencia na sociedade, pois é utilizada em ações básicas e tomadas de decisões no cotidiano, em notícias, impostos, assim como no trabalho de muitos profissionais.

As respostas dos estudantes B13d e A2k, respectivamente, exemplificam essas ideias: “*Com base em probabilidade e noções tomamos decisões diárias (de forma inconsciente) e levamos a vida com base em resultados (de forma biológica o cérebro calcula chances de sucesso e nos faz tomar decisões)*”; “*Tem influência por exemplo nos impostos, nos salários e até mesmo na arquitetura*”.

A frequência de respostas relacionadas a essas categorias intermediárias é apresentada na Tabela 9.

Tabela 9 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 8 do Questionário Inicial.

Categoria	Frequência
JI1	4
JI2	23

Fonte: Dados da pesquisa.

Diante disso, a categoria final das respostas dos estudantes sobre as influências da Matemática nos rumos da sociedade é expressa como:

- CFQ8QI — Os estudantes entendem que a Matemática tem influência nos rumos da sociedade, pois é utilizada em algumas profissões, em ações básicas e decisões do cotidiano, em notícias e operações bancárias, além de possibilitar descobertas e avanços científicos/tecnológicos.

A **Questão 9** estava relacionada com a resposta dos estudantes à Questão 8. Foi direcionada aos que assinalaram “Sim” na questão anterior, questionando-os se os resultados matemáticos são sempre benéficos para a sociedade. As alternativas eram “Sempre”, “Nem sempre” e “Nunca”, sendo que deveriam justificar/comentar sua escolha.

Quatorze estudantes assinalaram a primeira alternativa e 17, a segunda. Nenhum deles assinalou a alternativa “Nunca”. As categorias iniciais que representam as justificativas apresentadas pelos estudantes nesta questão são:

- K1 — Sempre. Contribuem com a evolução da sociedade.
- K2 — Sempre ou Nem sempre. Contribuem em situações cotidianas, como no mercado, no trabalho, em compras, a partir da realização ou verificação de cálculos.
- K3 — Nem sempre. Podem ter impactos negativos na sociedade, dependendo da forma como são utilizados.
- K4 — Nem sempre. Alguns resultados são insignificantes.
- K4 — Nem sempre. Sem justificativa.

A partir das categorias iniciais, estabelecemos categorias intermediárias para as justificativas dos estudantes, descritas a seguir.

- KI1 — Os benefícios dos resultados matemáticos para a sociedade estão relacionados com suas contribuições para a evolução da mesma, assim como para situações cotidianas, como na realização de compras e no exercício de algumas profissões.

As respostas dos estudantes A4i e B5h, respectivamente, exemplificam as justificativas consideradas nesta categoria: “*Sim, porque se não fosse a matemática não existiria todas as descobertas até hoje*”; “*Porque é uma coisa necessária. Por exemplo em compras, se não souber o resultado das compras, outras pessoas podem te cobrar mais*”.

- KI2 — Os resultados matemáticos nem sempre são benéficos, pois dependem das intenções com que são utilizados, podendo trazer impactos negativos ou insignificantes à sociedade.

Esta categoria foi elaborada considerando respostas como as dos estudantes A2k e A16i, respectivamente: “*No caso de impostos na maioria das vezes é negativo, por aumentarem de valor impactando a sociedade*”; “*Porque como o ser humano é muito individualista, ele vai procurar o que seja benéfico para ele, o que pode prejudicar os outros ao seu redor*”.

A frequência de respostas relacionadas a essas categorias intermediárias é apresentada na Tabela 10.

Tabela 10 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 9 do Questionário Inicial.

Categoria	Frequência
KI1	14

A partir das categorias intermediárias, a categoria final das respostas dos estudantes sobre os benefícios dos resultados matemáticos para a sociedade é expressa como:

- CFQ9QI — Os estudantes entendem que os resultados matemáticos contribuem para a evolução da sociedade, assim como para situações cotidianas, como na realização de compras e no exercício de algumas profissões, mas que alguns desses resultados nem sempre são benéficos, pois dependem das intenções com que são utilizados, podendo trazer impactos negativos ou insignificantes à sociedade.

Na **décima questão**, questionados se a Matemática contribui (ou pode contribuir) com a solução de problemas sociais como, por exemplo, Violência, Criminalidade, falta de Saneamento Básico, Desemprego, Desigualdades Sociais, dificuldades no acesso a tratamentos de Saúde, Poluição e Desmatamento etc., 20 estudantes acreditam que sim, 13 que não e 2 não assinalaram alternativa alguma.

Os comentários dos estudantes nesta questão podem ser inicialmente categorizados em:

- L1 — Sim. Nos cálculos utilizados para solucionar os problemas.
- L2 — Sim. Dependendo das intenções de quem a utiliza.
- L3 — Não. A matemática não lida com esses problemas.
- L4 — Em branco ou justificativas confusas, muito amplas.

Com essas categorias iniciais, podemos estabelecer categorias intermediárias para os comentários dos estudantes, as quais são descritas a seguir.

- LI1 — A matemática pode contribuir com cálculos relacionados à solução de problemas sociais, a partir das intenções de quem a utiliza.

Esta categoria representa respostas como as dos estudantes A16i e B4i, que comentaram, respectivamente: *“Porque quanto mais avanços na matemática, mais avanços vamos ter nas ciências em geral, o que pode ajudar a população mais vulnerável, se a realidade dessas pessoas seja levada em conta”*; *“Com um bom planejamento a matemática pode ajudar tudo e todos”*.

- LI2 — A matemática não contribui na solução de problemas sociais, pois eles não fazem parte de seus campos de estudo.

Nesta categoria foram consideradas as respostas exemplificadas pelos comentários dos estudantes A13g e B17b, respectivamente: *“Matemática ajuda problemas com números, aí o*

problema é de quem está no poder do Brasil”; “Pois essas questões estão mais próximas de serem resolvidas pelo governo e pela sociedade, do que utilizando a matemática”.

A frequência de respostas relacionadas a essas categorias intermediárias é apresentada na Tabela 11.

Tabela 11 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 10 do Questionário Inicial.

Categoria	Frequência
LI1	12
LI2	10

Fonte: Dados da pesquisa.

A partir das categorias intermediárias, a categoria final das respostas dos estudantes sobre as contribuições da Matemática na solução de problemas sociais é expressa como:

- CFQ10QI — Uma parcela dos estudantes entende que a matemática pode contribuir com cálculos relacionados à solução de problemas sociais, mas a contribuição só ocorre se quem calcula tem a intenção de contribuir. A outra parcela entende que a matemática não trabalha com problemas sociais e, portanto, não pode contribuir com sua solução.

Na **Questão 11**, os estudantes foram questionados sobre as influências da sociedade no trabalho dos matemáticos/cientistas. Eles tinham como opções de resposta “Sim”, “Não” ou “Não sei”. Aos que assinalaram “Sim”, foi solicitado que justificassem como ocorre a influência, e aos que assinalaram “Não”, se ela deveria influenciar e por quê.

Assim, 16 estudantes assinalaram “Sim”, 3 assinalaram “Não” e 16, “Não sei”. As justificativas apresentadas pelos estudantes podem ser classificadas, inicialmente, em:

- M1 — Sim. As necessidades e/ou evolução da sociedade influenciam o trabalho de matemáticos/cientistas.
- M2 — Sim. Desmotivando seu trabalho.
- M3 — Não. Não deveria, pois não têm relações.
- M4 — Sim ou Não. Em branco ou justificativas confusas, incoerentes com a questão.

Diante dessas categorias iniciais, foram estabelecidas categorias intermediárias, as quais estão descritas a seguir.

- MI1 — As necessidades e opiniões da sociedade influenciam o trabalho dos matemáticos/cientistas.

Esta categoria foi elaborada a partir de respostas como as dos estudantes A2k e B3h, respectivamente: “*Os matemáticos vão atrás de respostas conforme as necessidades da sociedade*”; “*Em muitos casos os julgamentos e críticas desanimam muito, fazendo com que queiram desistir ou refletir muito no resultado final*”.

- MI2 — A sociedade não tem influência sobre o trabalho dos matemáticos/cientistas, e não deveria influenciar, pois este trabalho não tem relação com questões sociais.

Nesta categoria foram consideradas as respostas exemplificadas pela justificativa do estudante B4i: “*Pois esse trabalho quem cuida são os matemáticos e não a sociedade*”.

A frequência de respostas relacionadas a essas categorias intermediárias é apresentada na Tabela 12.

Tabela 12 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 11 do Questionário Inicial.

Categoria	Frequência
MI1	15
MI2	3

Fonte: Dados da pesquisa.

Como categoria final das respostas dos estudantes sobre as influências da sociedade no trabalho dos matemáticos/cientistas temos a categoria CFQ11QI, a qual é expressa como:

- CFQ11QI — Uma parcela dos estudantes acredita que a sociedade tem, ou deveria ter influência sobre o trabalho de matemáticos/cientistas, pois esse trabalho tem relação com a sociedade. Os demais acreditam que o trabalho desses sujeitos não tem relação com questões sociais e, portanto, não devem ser influenciados pela sociedade.

A **Questão 12** solicitava que os estudantes, pensando no que aprenderam na escola até o momento, respondessem se consideravam-se indivíduos aptos a contribuir na solução de problemas sociais como, por exemplo, os citados na questão 10.

Assim, ao responderem a questão, 13 estudantes apontaram que se consideram aptos e 22 que não. Também foi solicitado que eles comentassem suas respostas. Os comentários apresentados podem ser categorizados, inicialmente, em:

- N1 — Não. Uma pessoa sozinha não é capaz.
- N2 — Não. Não me sinto preparado, pois são problemas muito sérios. Tenho que aprender mais. A escola não me preparou para isso.
- N3 — Sim. Posso propor discussões, contribuindo com o que já aprendi.

- N4 — Sim ou Não. Sem comentário ou comentário apenas reafirmando o “sim” ou o “não”.

A partir dessas categorias, foram estabelecidas as categorias intermediárias para as respostas dos estudantes, as quais estão descritas a seguir.

- NI1 — Não me sinto capaz de contribuir com a solução desses problemas, pois são muito sérios e não conseguiria sozinho(a). Tenho que aprender mais e/ou a escola não me prepara pra isso.

As respostas consideradas nesta categoria são ilustradas pelas justificativas apresentadas pelos estudantes A6h e B18i, respectivamente: “*Não me sinto capaz porque os exemplos da questão 10 são coisas muito sérias para um adolescente de 14 anos resolver*”; “*Porque eu não vejo como a escola contribui na nossa vida. Se for para aprender acho que seria passando por aquilo*”.

- NI2 — Posso ajudar manifestando ideias e propondo discussões sobre essas questões.

As respostas dos estudantes A16i e B2a, respectivamente, representam as respostas consideradas nesta categoria: “*Porque acho que me preocupo bastante com as questões das pessoas ao meu redor e discuto muito sobre isso*”; “*Concordo parcialmente, pois em algumas situações acho que não, mas por exemplo poluição podemos conscientizar nossos conhecidos sobre isso*”.

A frequência de respostas relacionadas a essas categorias intermediárias é apresentada na Tabela 13.

Tabela 13 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 12 do Questionário Inicial.

Categoria	Frequência
NI1	22
NI2	12

Fonte: Dados da pesquisa.

Assim, a categoria final das respostas dos estudantes sobre sua aptidão para contribuir na solução de problemas sociais é expressa como:

- CFQ12QI — Os estudantes, de maneira geral, não se vêem como sujeitos aptos a contribuir significativamente com a solução de problemas sociais de sua realidade, pois os consideram muito sérios e não têm os conhecimentos necessários para isso.

Na **Questão 13** foi indagado aos estudantes que, refletindo sobre problemas ou questões sociais da sua realidade, citassem aqueles que consideram merecer mais atenção fora

do ambiente escolar, justificando o porquê. Os problemas citados por eles podem ser categorizados em:

- O1 — Questões socioeconômicas.
- O2 — Questões ambientais.
- O3 — Problemas de convivência social.
- O4 — A importância do domínio de conhecimentos básicos de matemática como habilidades profissionais.
- O5 — Em branco ou respostas incoerentes com a questão.

Considerando essas categorias iniciais, foram estabelecidas as categorias intermediárias descritas a seguir.

- OI1 — Questões socioeconômicas, ambientais e de convivência social, especialmente o respeito às diferenças.

Esta categoria foi elaborada a partir de respostas como as dos estudantes A6h e B4i, respectivamente: *“A desigualdade social, a falta de empregos, o sistema policial que é totalmente racista, entre muitos outros”*; *“A desigualdade social, pois acho injusto essa questão, os que mais trabalham não são reconhecidos por exemplo. E também a questão de poluição que eu debato muito com meus conhecidos”*.

- OI2 — Os baixos índices de domínio de conhecimentos matemáticos básicos de alguns profissionais que atuam na sociedade, como operadores de caixa no comércio.

As respostas que possibilitaram a elaboração desta categoria são ilustradas pelo comentário do estudante B6i, que escreveu: *“Bom tem vários, porém nas lojas e supermercados deveriam ter atenção sobre. No caixa do mercado deveria ser organizado em relação a matemática”*.

A frequência de respostas relacionadas a essas categorias intermediárias é apresentada na Tabela 14.

Tabela 14 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 13 do Questionário Inicial.

Categoria	Frequência
OI1	28
OI2	3

Fonte: Dados da pesquisa.

Diante das categorias intermediárias, a categoria final das respostas dos estudantes sobre os problemas ou questões sociais da sua realidade que consideram merecer mais atenção fora do ambiente escolar é expressa como:

- CFQ13QI — Os estudantes consideram as questões socioeconômicas, os problemas ambientais, os de convivência social e as competências técnicas para a atuação profissional como temáticas merecedoras de atenção em discussões fora do ambiente escolar.

Por fim, na **Questão 14**, ainda refletindo sobre problemas ou questões sociais da sua realidade, foi solicitado aos estudantes que citassem aqueles que consideravam merecer mais atenção no ambiente escolar, justificando o porquê. As respostas apresentadas por eles foram categorizadas, inicialmente, em:

- P1 — Questões de convivência social.
- P2 — Baixos índices de aprendizagem e metodologias de ensino.
- P3 — Questões socioeconômicas.
- P4 — Questões ambientais.
- P5 — Debates e discussões sobre a estrutura da sociedade.
- P6 — Em branco ou respostas incoerentes com a questão.

A partir das categorias iniciais, foram estabelecidas as categorias intermediárias descritas a seguir.

- PI1 — Discussões sobre questões socioeconômicas, de convivência social, assim como a estrutura e a organização da sociedade, os direitos e deveres das pessoas.

Esta categoria foi elaborada a partir de respostas como as dos estudantes A9d, B4i e B8k, respectivamente: *“O preconceito; A violência... Esses problemas merecem ter atenção no ambiente escolar tanto quanto fora”*; *“A desigualdade social novamente, pois isso reflete muito na escola, pois sem um bom aprendizado temos muita desigualdade na sociedade em questão de emprego, isso merece ser discutido na escola”*; *“Conscientização de assuntos gerais, ensinar como os problemas sociais afetam e seus direitos com isso, fazer ser mais fácil a convivência entre todos e a vivência com diferenças, para não causar ou causar menos casos de desrespeito”*.

- PI2 — Atenção aos baixos índices de aprendizagem dos estudantes e diversificação de metodologias de ensino e abordagens de conteúdos.

As respostas dos estudantes A8j, A13g e B16i, respectivamente, ilustram esta categoria: *“Incluir mais instrumentos de ensino atualizados, mais respeito e empatia”*; *“Como é o meio de educação. A escola liga muito para notas e muito pouco para o intelecto e ver se*

a pessoa realmente entendeu. Deveriam apostar mais em coisas do dia a dia e menos em matéria que depois de formado vai ser inútil”; “Ensinar coisas que podem ser muito úteis para a vida social”.

A frequência de respostas relacionadas a essas categorias intermediárias é apresentada na Tabela 15.

Tabela 15 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 14 do Questionário Inicial.

Categoria	Frequência
PI1	29
PI2	5

Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com as categorias intermediárias, a categoria final das respostas dos estudantes sobre as questões e problemas sociais de sua realidade que merecem mais atenção no ambiente escolar é expressa como:

- CFQ14QI — Os estudantes consideram importantes discussões sobre a estrutura e a organização da sociedade em que estão inseridos, sobre as questões e problemas sociais, econômicos, educacionais da sua realidade.

4.2 CONCLUSÕES DA ANÁLISE DAS RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO INICIAL

A partir do processo de categorização das respostas dos estudantes ao questionário inicial, obtivemos as categorias finais apresentadas no Quadro 4, as quais possibilitam a análise geral das suas concepções e visões acerca da disciplina de Matemática em sua formação escolar e dos conhecimentos matemáticos em seu meio social.

Quadro 4 – Categorias finais das questões do Questionário Inicial.

Código	Categoria final
CFQ1QI	A Matemática apresenta-se como uma das disciplinas com as quais os estudantes menos se identificam, sendo considerada por eles como uma disciplina difícil e que trabalha com alguns conceitos desnecessários para a formação.
CFQ2QI	Os conhecimentos matemáticos só são importantes para os estudantes quando conseguem visualizar as aplicações e utilidades desses conhecimentos diretamente no seu cotidiano ou em algumas profissões.

CFQ3QI	Os estudantes que não se identificam com a Matemática não visualizam aplicações de seus conceitos em seu cotidiano, ou percebem a matemática apenas em operações aritméticas básicas do cotidiano, como em compras e no supermercado.
CFQ4QI	Alguns estudantes acreditam que a Matemática não contribui com o desenvolvimento social, científico e tecnológico. Os outros, por sua vez, apontam que as contribuições da Matemática estão relacionadas ao desenvolvimento científico e tecnológico, o que culmina no desenvolvimento social.
CFQ5QI	Mais atenção às dificuldades dos estudantes, utilização de metodologias de ensino que proporcionem o trabalho e discussões em grupos, assim como o uso de tecnologias digitais e a abordagem das aplicações dos conteúdos.
CFQ6QI	Os estudantes compreendem a Matemática como uma disciplina importante, de natureza complexa, que trabalha com números e cálculos, abordando, por vezes, alguns conceitos inúteis para suas escolhas e atuações profissionais.
CFQ7QI	Os estudantes, em sua maioria, responderam a questão com base nos cálculos e algoritmos que utilizam em sala de aula, destacando erros em operações aritméticas e/ou aproximações numéricas utilizadas. Não refletiram sobre a utilização de resultados matemáticos na sociedade em que estão inseridos.
CFQ8QI	Os estudantes entendem que a Matemática tem influência nos rumos da sociedade, pois é utilizada em algumas profissões, em ações básicas e decisões do cotidiano, em notícias e operações bancárias, além de possibilitar descobertas e avanços científicos/tecnológicos.
CFQ9QI	Os estudantes entendem que os resultados matemáticos contribuem para a evolução da sociedade, assim como para situações cotidianas, como na realização de compras e no exercício de algumas profissões, mas que alguns desses resultados nem sempre são benéficos, pois dependem das intenções com que são utilizados, podendo trazer impactos negativos ou insignificantes à sociedade.
CFQ10QI	Uma parcela dos estudantes entende que a matemática pode contribuir com cálculos relacionados à solução de problemas sociais, mas a contribuição só ocorre se quem calcula tem a intenção de contribuir. A outra parcela entende que a matemática não trabalha com problemas sociais e, portanto, não pode contribuir com sua solução.
CFQ11QI	Uma parcela dos estudantes acredita que a sociedade tem, ou deveria ter influência sobre o trabalho de matemáticos/cientistas, pois esse trabalho tem relação com a sociedade. Os demais acreditam que o trabalho desses sujeitos não tem relação com questões sociais e, portanto, não devem ser influenciados pela sociedade.
CFQ12QI	Os estudantes, de maneira geral, não se vêem como sujeitos aptos a contribuir significativamente com a solução de problemas sociais de sua realidade, pois os consideram muito sérios e não têm os conhecimentos necessários para isso.

CFQ13QI	Os estudantes consideram as questões socioeconômicas, os problemas ambientais, os de convivência social e as competências técnicas para a atuação profissional como temáticas merecedoras de atenção em discussões fora do ambiente escolar.
CFQ14QI	Os estudantes consideram importantes discussões sobre a estrutura e a organização da sociedade em que estão inseridos, sobre as questões e problemas sociais, econômicos, educacionais da sua realidade.

Fonte: elaborado pelo autor.

A partir dos pontos em comum das categorias finais apresentadas, elaboramos as categorias emergentes do processo de categorização e análise das respostas dos estudantes, as quais permitem a compreensão geral das suas visões e desejos quanto à sua formação escolar, especialmente à matemática. O Quadro 5 apresenta as 3 categorias emergentes, bem como as categorias finais das quais emergiram.

Quadro 5 – Categorias emergentes do processo de categorização das respostas dos estudantes ao Questionário Inicial.

Categorias Finais	Categoria Emergente
CFQ1QI, CFQ5QI e CFQ6QI	A Matemática é uma disciplina difícil e nas aulas da disciplina são necessárias mais interações com os colegas, com as tecnologias digitais e com aplicações dos conteúdos no cotidiano.
CFQ2QI, CFQ3QI, CFQ4QI, CFQ7QI, CFQ8QI, CFQ9QI, CFQ10QI e CFQ11QI	A importância dos conhecimentos matemáticos está relacionada às suas aplicações práticas no cotidiano e em algumas profissões, assim como no desenvolvimento da ciência e da tecnologia. Não há compreensão das relações de influência entre a Matemática e a sociedade.
CFQ12QI, CFQ13QI e CFQ14QI	Os estudantes não se consideram sujeitos capazes de contribuir significativamente com questões sociais de sua realidade, e entendem que questões sociais, econômicas, ambientais e do mundo do trabalho merecem mais discussão em sua formação.

Fonte: elaborado pelo autor.

Dessas categorias, elaboramos o metatexto da análise das mesmas apresentado a seguir, no qual é realizada uma breve discussão das compreensões do autor a partir dos pressupostos teóricos até aqui apresentados e outros autores que pesquisam e discutem as temáticas presentes nas categorias. Nesse sentido, o metatexto terá 3 seções, cujos títulos são as próprias categorias.

4.3 METATEXTO INICIAL: CONCEPÇÕES DOS ESTUDANTES ANTES DA REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE DE MODELAGEM MATEMÁTICA

A Matemática é uma disciplina difícil e nas aulas da disciplina são necessárias mais interações com os colegas, com as tecnologias digitais e com aplicações dos conteúdos no cotidiano.

Com essa compreensão das visões e sugestões dos estudantes sobre a disciplina e as aulas de Matemática, identificamos uma crítica às aulas mais expositivas, com foco na resolução de exercícios e sem muita interação entre eles, além da abordagem de conteúdos desconectados com seu cotidiano. Essas ideias vão ao encontro das discussões de Bennemann e Allevalo (2015) e Skovsmose (2001) sobre o paradigma do exercício na Educação Matemática, trabalhando os conceitos matemáticos sem abertura à contextualização dos conteúdos.

Nessa mesma perspectiva, Duarte, Livi e Vertuan (2019), discutindo sobre a importância de relacionar os conhecimentos matemáticos com situações reais, apontam que

[...] mesmo que parte das ideias matemáticas se originem de situações empíricas, a matemática e a lógica são ciências essencialmente formais. De modo que, quando se afastam muito da situação originária corre-se o perigo de torná-las um agrupamento de detalhes complexos e pouco significativos fora do ambiente matemático, isso ocorre pelo fato dessas ciências trabalharem com a abstração. (Duarte; Livi; Vertuan, 2019, p. 02)

Além disso, é importante considerar aqui os dois anos de ensino remoto, 2020 e 2021, devido à pandemia da Covid-19, nos quais os estudantes ficaram distantes do convívio escolar, do professor, dos colegas, e enfrentaram dificuldades no acompanhamento das atividades e na compreensão das explicações, fato este que entendemos ser um fator que contribui com a intensificação das dificuldades na disciplina, as quais já existiam consideravelmente nos anos anteriores a esse período.

Nesse sentido, essas discussões reforçam a importância da proposta desta pesquisa, que visa contribuir com o ensino de matemática e com o enfrentamento às dificuldades dos estudantes, a partir de uma abordagem dos conceitos matemáticos relacionados com questões da realidade dos estudantes, de forma que eles visualizem e analisem criticamente as aplicações da matemática na sociedade, assim como compreendam a importância dos conhecimentos matemáticos como instrumentos para questionar, analisar e intervir na sociedade.

A importância dos conhecimentos matemáticos está relacionada às suas aplicações práticas no cotidiano e em algumas profissões, assim como no desenvolvimento da ciência e da tecnologia. Não há compreensão das relações de influência entre a Matemática e a sociedade.

Diante dessa categoria, é possível compreender que os conhecimentos matemáticos, na visão dos estudantes, só são importantes em operações aritméticas básicas no cotidiano, como no supermercado ou no comércio, para algumas profissões específicas, como arquitetos e engenheiros, ou no desenvolvimento científico e tecnológico. Não há compreensão de que modelos matemáticos são prescritores da nossa realidade, ou seja, do poder formatador da matemática na sociedade, conforme discute Skovsmose (2001).

A concepção do poder de influência da Matemática nos mais variados contextos sociais também aparece na Base Nacional Comum Curricular, quando discute a essência dos conhecimentos matemáticos, compreendendo que

A Matemática não se restringe apenas à quantificação de fenômenos determinísticos – contagem, medição de objetos, grandezas – e das técnicas de cálculo com os números e com as grandezas, pois também estuda a incerteza proveniente de fenômenos de caráter aleatório. A Matemática cria sistemas abstratos, que organizam e inter-relacionam fenômenos do espaço, do movimento, das formas e dos números, associados ou não a fenômenos do mundo físico. Esses sistemas contêm ideias e objetos que são fundamentais para a compreensão de fenômenos, a construção de representações significativas e argumentações consistentes nos mais variados contextos. (Brasil, 2018, p. 265)

Nesse sentido, evidencia-se a importância de proporcionar a alfabetização matemática aos estudantes participantes desta pesquisa, de forma que, para além de operações aritméticas básicas e usos profissionais da Matemática, analisem as suas funções sociais, sua utilização na tomada de decisões acerca de questões de cunho social, bem como os impactos dessas decisões nos diferentes setores da sociedade.

Semelhante à alfabetização matemática, Steen (2001) apresenta o termo alfabetização quantitativa, e discute que

Cidadãos quantitativamente alfabetizados precisam conhecer mais que fórmulas e equações. Eles precisam de uma predisposição para olhar o mundo através de olhos matemáticos, para ver os benefícios (e riscos) de pensar quantitativamente acerca de assuntos habituais, e para abordar problemas complexos com confiança no valor do raciocínio cuidadoso. (Steen, 2001, p. 05)

Com essa reflexão sobre os usos e as influências da Matemática na sociedade, conforme discutem Bennemann e Allevato (2015), contribui-se com o enfraquecimento das visões das atividades matemáticas como neutras, que não influenciam nem são influenciadas pela sociedade, um campo do conhecimento sem ligação com questões reais. Nessa

perspectiva, segundo Steen (2001) a alfabetização quantitativa fornece ferramentas às pessoas, de forma que pensem por si próprias e questionem, de maneira inteligente e crítica, as decisões tomadas na sociedade, atuando ativamente no meio em que estão inseridas.

Os estudantes não se consideram sujeitos capazes de contribuir significativamente com questões sociais de sua realidade, e entendem que questões sociais, econômicas, ambientais e do mundo do trabalho merecem mais discussão em sua formação.

Com a visão dos estudantes de que não são sujeitos capazes de contribuir na solução de questões da sua realidade, pois precisam aprender mais, assim como o seu desejo de que questões relacionadas à temáticas como economia, meio ambiente, desigualdades sociais e mundo do trabalho, percebe-se a importância do que Skovsmose (2001) discute como o engajamento crítico da educação com a sociedade, a relação do processo educacional com questões externas a ele, com questões da realidade dos estudantes. O autor aponta que, uma vez que a educação está inserida em um meio social, cultural, trabalha com sujeitos desse meio, ela precisa se relacionar com esse meio, fornecendo aos estudantes instrumentos para analisar, refletir e atuar no mesmo.

Com esse olhar para temáticas do contexto social dos estudantes, proporcionando-lhes momentos de pesquisa, de problematizações e reflexões, assim como de estímulo à proposição de soluções para questões ou problemas da sua realidade, o conhecimento escolar, de acordo com Bassanezi (2014), torna-se mais significativo, concebido como resultado da interação do estudante com seu ambiente social, e não como um conhecimento “passado” pelo professor. Assim, como aponta o autor, “as discussões sobre o tema escolhido favorecem a preparação do estudante como elemento participativo da sociedade em que vive [...]” (Bassanezi, 2014, p. 38).

Portanto, diante da análise das concepções dos estudantes acerca dos conhecimentos escolares, especialmente os matemáticos, em sua formação, acreditamos que a proposta desta pesquisa, de utilizar a Modelagem Matemática para analisar e refletir sobre questões da realidade dos estudantes, tem grande potencial para contribuir com o desenvolvimento de uma visão mais crítica da sociedade em que eles estão inseridos, assim como de pertencimento e atuação ativa nos diferentes setores que a compõe.

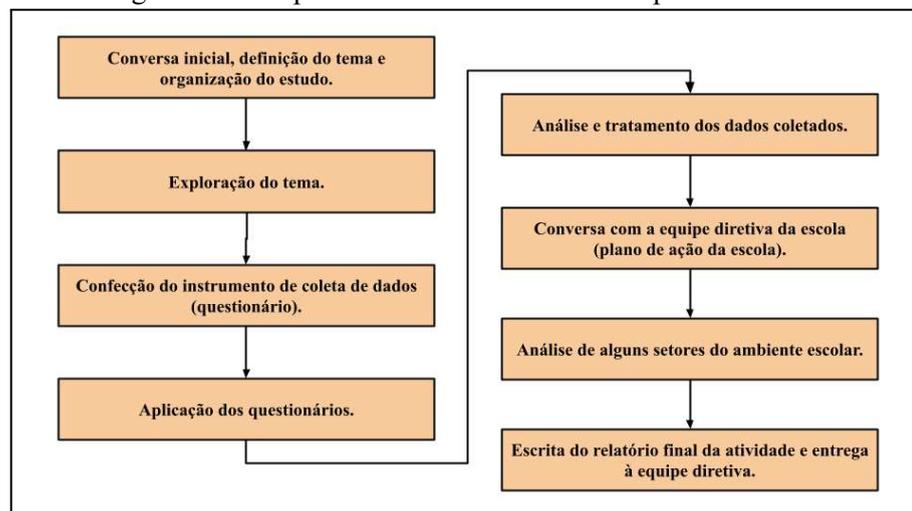
5 DESCRIÇÃO E PERCEPÇÕES DA APLICAÇÃO DA PRÁTICA DE MODELAGEM MATEMÁTICA COM OS ESTUDANTES

Após a análise dos dados obtidos com o questionário inicial aplicado com os estudantes, descrita no Capítulo 5, foram desenvolvidas as atividades de Modelagem Matemática com as turmas. A seguir, são descritas as aplicações dessas atividades com cada uma das turmas participantes dessa pesquisa. Vale destacar que o desenvolvimento das atividades ocorreu entre os meses de novembro e dezembro de 2022, e foi descrito em etapas, cada uma com seu respectivo tempo de aplicação, indicado em períodos, em que cada período corresponde a 50 minutos de aula.

5.1 PRÁTICA DE MODELAGEM DESENVOLVIDA COM A TURMA A

Para uma visualização geral das etapas desenvolvidas durante a realização da atividade com a turma, a Figura 2 apresenta um fluxograma das mesmas.

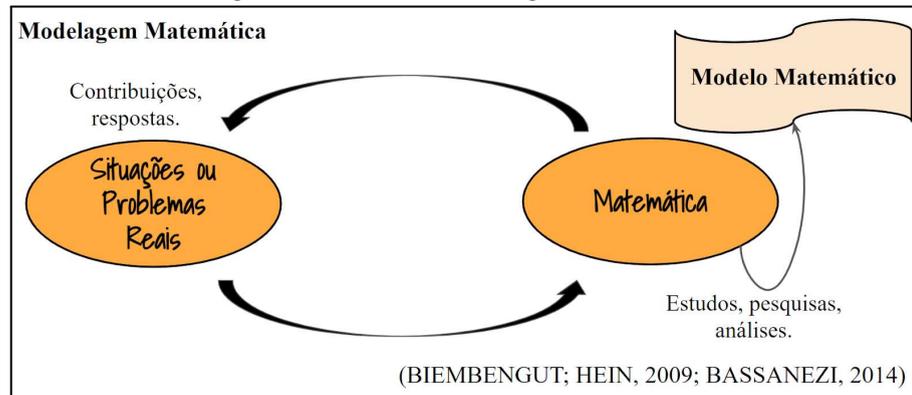
Figura 2 – Fluxograma das etapas da atividade desenvolvida pelos estudantes da Turma A.



Fonte: elaborado pelo autor.

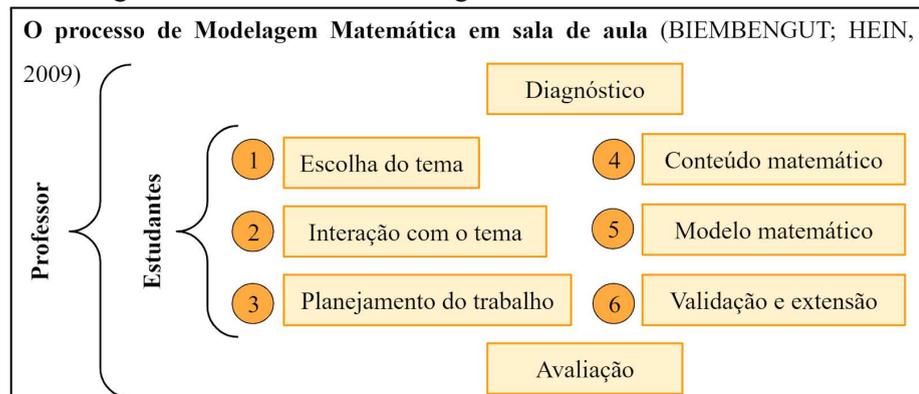
A primeira etapa ocorreu na forma de uma conversa inicial, com duração de 2 períodos. Em um primeiro momento, o professor, com o auxílio de uma apresentação em *slides*, dialogou com os estudantes sobre o processo de Modelagem Matemática, abordando o conceito e os passos a serem seguidos. As Figuras 3 e 4 apresentam os *slides* utilizados para esse momento.

Figura 3 – Ideia da Modelagem Matemática.



Fonte: Dados do pesquisador.

Figura 4 – Processo de Modelagem Matemática em sala de aula.



Fonte: Dados do pesquisador.

Ainda, foram apresentados os dados obtidos com o questionário inicial aplicado (Quadro 5), de forma que os estudantes puderam perceber que suas respostas foram analisadas e consideradas para a realização da atividade.

Por fim, os estudantes apontaram possíveis temas de estudo, dentro de seus interesses, os quais foram escritos no quadro e, posteriormente, realizada uma votação para a definição da temática a ser abordada na atividade. A Figura 5 apresenta esse momento.

Figura 5 – Temas de estudo apontados pelos estudantes da Turma A.

A ATIVIDADE DE MODELAGEM

Sobre o que quero pesquisar/estudar?

1º passo: Escolha do tema

SUGESTÕES DE TEMAS			
Sociais	Econômicos	Ambientais	Mercado de trabalho
Inclusão de pessoas	Educação Financeira (Admin. do dinheiro)	Impactos do mau gerenciamento do meio ambiente	Profissões mais bem remuneradas
Distribuição de recursos públicos	Bolsa de valores (Bolsa de valores - ações mundiais)	Redução	Conhecimento técnico ("Salário Trabalho")
Recessos Sociais	Impostos (inflação)	temperatura e cultivo	Reparação / Interista
Formação de opinião (para a cidadania)	Diplomacia	Aprova mentos de novos recursos	Empreendedorismo
Resposta à diversidade de gênero			

Fonte: Dados do pesquisador.

Após a votação, verificamos que os temas mais votados foram “Formação de opinião (pensamento crítico)”, “Educação Financeira (Administração do dinheiro)” e “Empreendedorismo”. Os estudantes estavam com dificuldades em definir um único tema, pois julgavam os três muito importantes. Dessa forma, o professor precisou intervir na escolha. Como a turma sempre foi bastante crítica com aspectos da escola, tais como estrutura física e tecnológica, posturas e metodologias utilizadas pelos professores, o professor sugeriu que os estudantes buscassem associar os três temas à escola. Assim, após conversarem entre si, decidiram focar nas “Condições básicas de uma escola para oferecer uma educação de qualidade”, concluindo a escolha do tema de estudo.

Definido o tema de trabalho, a segunda etapa consistiu em pesquisas livres e orientadas na internet, utilizando o celular dos estudantes, visando a familiaridade e exploração do tema, com duração de 2 períodos. Essas pesquisas foram realizadas em pequenos grupos, divididos por escolha dos próprios estudantes. Também foi solicitado que eles escrevessem um pequeno texto, resumindo o que leram e entenderam.

Em um primeiro momento, alguns estudantes apresentaram resistência à escrita, questionando “Já não chega escrever texto em Português?”, demonstrando acreditar que a escrita não faz parte das atividades da disciplina de Matemática. Mas, com o incentivo do professor e dos colegas, todos empenharam-se na realização da tarefa.

Durante a pesquisa, ocorreram levantamentos de algumas informações que geraram discussões interessantes entre os estudantes. Dentre essas discussões, um dos grupos, com base em um texto que encontrou, intitulado “Indicadores da qualidade na educação”², trouxe para a turma uma questão presente no mesmo: “Será que uma escola considerada de qualidade

² Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/Consescol/ce_indqua.pdf>.

há cem anos ainda hoje seria vista assim? Será que uma escola boa para uma população que vive no interior da floresta amazônica também é boa para quem mora num centro urbano?”.

Diante desse questionamento, os outros grupos, em consenso, manifestaram opinião negativa, defendendo que hoje, com as novas tecnologias e a modernização do mundo do trabalho, a escola não poderia ser a mesma; assim como, que regiões do interior teriam uma educação de qualidade inferior àquela fornecida nos grandes centros urbanos, devido, especialmente, à dificuldade de acesso à equipamentos tecnológicos, redes de internet etc.

Com isso, o grupo proponente da discussão, após ter lido o texto em questão, apresentou sua compreensão, dialogando com os colegas sobre a importância de que cada escola discuta e estabeleça a sua visão de educação de qualidade, a partir da realidade em que está inserida, das necessidades da comunidade que atende. Essa discussão dos estudantes já encaminhou a próxima etapa da atividade, na qual eles decidiram pesquisar e entender o que a sua comunidade escolar considera importante para que a escola ofereça uma educação de qualidade. Assim, o professor interveio, questionando-os de que forma obteriam dados para compreender essa problemática. Eles então sugeriram a aplicação de um questionário com os estudantes das outras turmas de 6º a 9º ano, visando entender suas visões acerca do assunto.

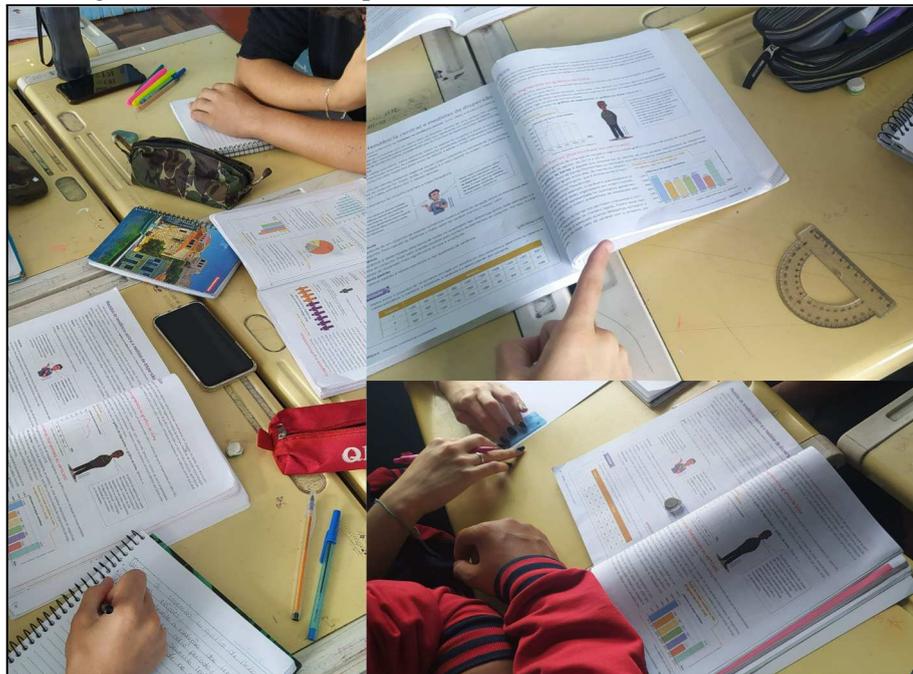
A confecção do questionário ocorreu em 2 períodos, sendo, inicialmente, realizada em grupos, em que cada um criou algumas questões que julgavam importantes de serem abordadas. Posteriormente, foram agrupadas as questões de todos os grupos em um arquivo, e com toda a turma, elencadas aquelas que iriam compor o questionário. Nesse momento, um dos estudantes sinalizou a importância de conhecer a opinião dos professores, pois eles também fazem parte da comunidade escolar. Assim, foram adaptadas e criadas algumas questões específicas para os professores. Os questionários produzidos para os estudantes e para os professores são apresentados nos Apêndices F e G, respectivamente.

Com os questionários elaborados, a próxima etapa foi a aplicação dos mesmos com os estudantes das outras turmas e os professores. Essa aplicação ocorreu em um período, no qual os estudantes, em grupos, se deslocaram para as salas das outras turmas, explicaram brevemente o motivo de estarem realizando essa atividade, e convidaram os presentes para responderem ao questionário. Enquanto os estudantes realizavam a tarefa, o professor supervisionou os grupos, deslocando-se entre as salas de aula. Ao final da aplicação e retorno para sua sala, os grupos comentaram sobre a experiência, destacando a agitação dos estudantes e a dificuldade de conseguir com que eles apresentassem respostas completas, pois demonstraram preguiça em responder o questionário, sendo necessária insistência em muitos casos.

Com a visualização dos dados no quadro, alguns estudantes apresentaram reflexões como “Que trabalho difícil” e “Um estatístico deve ganhar bem”, devido ao tempo e dedicação que destinaram para finalizar a análise e agrupar os dados. Ainda, um deles comentou “São muitos dados, é difícil ter uma visão geral assim”. A partir desse comentário, o professor os questionou sobre maneiras de expressar os dados de forma que a visualização e conclusão sobre os mesmos seja mais clara e objetiva. Os estudantes citaram os gráficos e as tabelas como instrumentos que facilitam a visualização e compreensão de dados.

A partir disso, foi definido que os dados seriam apresentados utilizando gráficos e tabelas. Questionando os estudantes sobre quando utilizar uma tabela e quando utilizar um gráfico, qual o tipo de gráfico adequado para as questões do questionário, o professor verificou que eles não tinham domínio do assunto. Então, em grupos e com o auxílio do professor, foi estudado o capítulo de Estatística do livro didático³ disponível para os estudantes, trabalhando alguns termos da pesquisa estatística (amostra, variáveis, valor da variável, frequências absoluta e relativa, e tabelas de frequência), assim como os tipos de gráficos e a finalidade de cada um deles. A Figura 8 apresenta registros desse momento.

Figura 8 – Registros do estudo do capítulo de Estatística do livro didático com a Turma A.



Fonte: dados do pesquisador.

No decorrer do estudo, no tópico “Tipos de Gráficos”, o professor questionou os estudantes sobre o tipo de gráfico que melhor representa os dados obtidos com o questionário.

³ DANTE, L. R. **Teláris matemática**, 9º ano: ensino fundamental - anos finais. 3. ed. São Paulo: Ática, 2018.

Nesse momento, um deles respondeu: *“Eu acho que o gráfico que vai ser melhor é o de setores, pois aqui diz que é utilizado para comparar resultados de uma pesquisa”*. Refletindo a resposta do colega, outro estudante sinalizou: *“Mas também dá pra usar os gráficos de barras, pois aqui diz que quando desejamos comparar valores de variáveis, os melhores gráficos são os de barras”*.

Diante das respostas desses estudantes, a turma considerou que os dois tipos de gráfico poderiam ser utilizados. O professor interveio, solicitando que eles buscassem compreender em quais questões um seria mais adequado que o outro. Relendo o texto do livro, eles concluíram que o gráfico de setores é mais adequado quando se quer comparar a frequência de uma determinada resposta com o total de respostas, enquanto que o de barras é melhor para comparar a frequência de cada resposta. Assim, decidiram construir tabelas de frequência para cada questão, e, para uma visualização mais rápida dos dados, utilizar gráficos de setores nas questões objetivas (de respostas curtas, como “Sim” ou “Não”) e gráficos de barras (verticais e horizontais) nas questões dissertativas, cujas respostas foram agrupadas em categorias, as quais representam as respostas de mais do que um estudante.

Inicialmente, alguns gráficos foram construídos manualmente, nos quais os estudantes utilizaram réguas, compassos e transferidores; assim como realizaram cálculos de porcentagem e regra de três simples (para descobrir os ângulos nos gráficos de setores). A Figura 9 apresenta registros desse momento.

Figura 9 – Construção manual de gráficos pelos estudantes da Turma A.

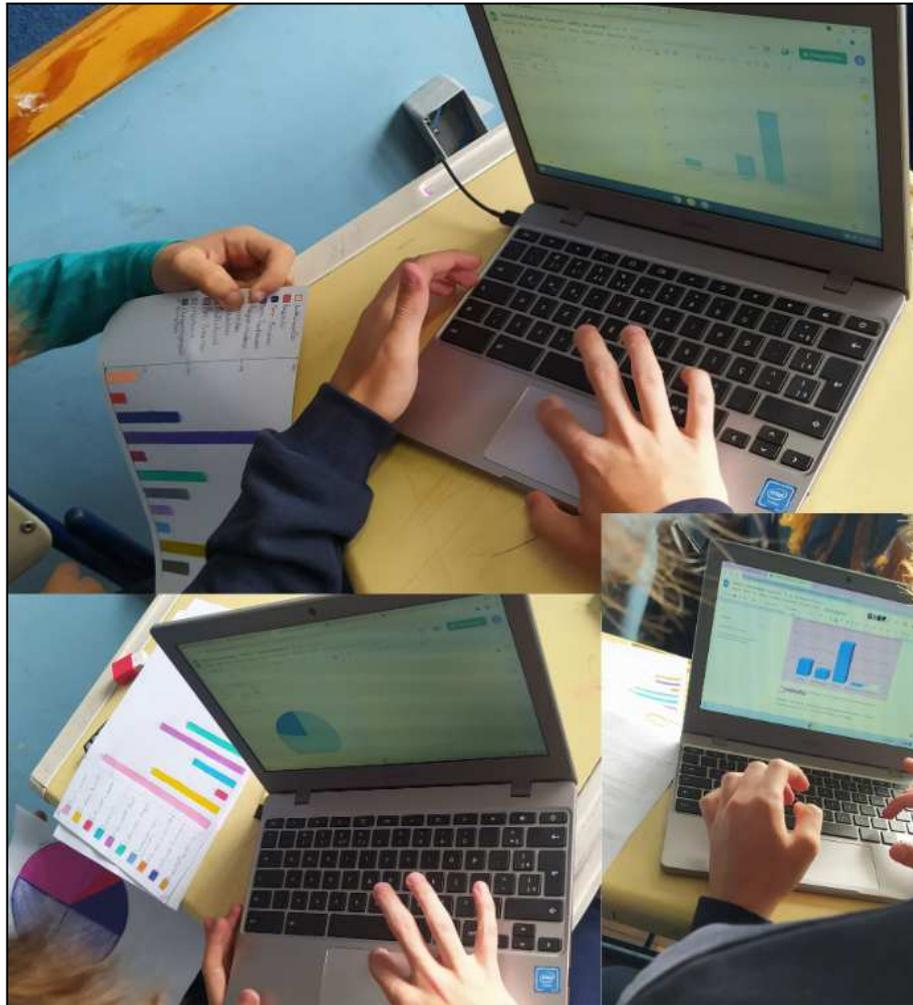


Fonte: dados do pesquisador.

Após construírem alguns gráficos, os estudantes perceberam que construir todos manualmente seria bastante trabalhoso. Com isso, um deles comentou que já havia utilizado o *software Excel* para construir gráficos, o que otimizaria o tempo. Porém, a utilização do laboratório de informática da escola para construção dos gráficos por meio do *software* não seria possível, em um primeiro momento, pois a maioria dos computadores não estava funcionando. Felizmente, na semana em que os estudantes estavam realizando essa tarefa, a escola recebeu *chromebooks* da Secretaria da Educação, os quais foram utilizados para a finalização da mesma.

Nos *chromebooks* foi utilizado o “Planilhas Google”, que tem interface bastante parecida com o *Excel*. Assim, o estudante que relatou já ter construído gráficos no *Excel*, ajudou o professor a instruir os colegas na realização da atividade. Ao final do capítulo de Estatística do livro didático dos estudantes era proposta a realização de uma pesquisa amostral, a qual continha um passo a passo para utilização de planilhas na construção de gráficos. Esse passo a passo também foi utilizado por aqueles estudantes que não haviam trabalhado com planilhas eletrônicas anteriormente. A Figura 10 apresenta registros da construção eletrônica dos gráficos.

Figura 10 – Construção eletrônica de gráficos pelos estudantes da Turma A.



Fonte: dados do pesquisador.

Finalizado o tratamento e a organização dos dados, para a etapa seguinte os estudantes manifestaram interesse em realizar uma contribuição para com a escola, a partir das conclusões obtidas com os mesmos. Porém, já estávamos no final do ano letivo e com pouco prazo para uma ação que precisasse de um período de tempo mais longo.

Diante dessa situação, em uma conversa do professor com a direção da escola, a diretora sugeriu um relatório contemplando as sugestões de melhorias necessárias, apontadas pelos alunos e professores em suas respostas à pesquisa realizada. Esse relatório contribuiria com o plano de ação da escola, referente ao ano letivo seguinte. Ela, então, propôs-se a realizar uma conversa com os estudantes, para explicar o que era o plano de ação e como eles poderiam contribuir com a escola a partir da atividade.

A conversa da diretora com os estudantes teve duração de um período, onde foi dialogado com eles sobre como funciona o recebimento de verbas na escola, pelas esferas federal e estadual, e como essas verbas devem ser investidas. Nesse sentido, ela destacou que

a maior parte da verba recebida é investida em manutenção, como contas de luz, água, e internet, e cartuchos de tinta para impressora; e o restante aplicado em equipamentos permanentes, como classes, quadros, equipamentos eletrônicos, marcadores para quadro branco etc. Ainda, ela enfatizou que o valor recebido não é muito alto e que, por vezes, não é suficiente para atender todas as necessidades.

Com essas informações, um estudante fez um questionamento: “Se um aluno quebra algo, quem paga?”. Em resposta a ele, a diretora informou que os responsáveis pelo referido estudante são notificados e é solicitado que contribuam com os reparos necessários, mas que, caso não contribuam, o valor acaba sendo retirado das verbas para equipamentos permanentes, o que acaba prejudicando o suprimento de outras demandas.

Após isso, ela explicou para eles como deve proceder para utilizar um valor da verba recebida em outros setores, que não aqueles citados anteriormente (manutenção e equipamentos permanentes). Para isso, é necessário um relatório, na forma de um plano de ação, contendo as necessidades com as devidas justificativas, o qual passe pela aprovação do conselho escolar e, também, do setor administrativo da Coordenadoria Regional de Educação.

Nesse sentido, ela comentou com os estudantes que estava ciente do seu interesse em contribuir com a escola a partir da atividade que estavam realizando, e sugeriu que apresentassem um relatório das conclusões obtidas, de forma a ajudá-la na elaboração do plano de ação para o ano seguinte. Eles, prontamente, aceitaram a sugestão e iniciaram o planejamento do relatório.

Na etapa seguinte da atividade, incumbidos da elaboração do relatório, os estudantes decidiram analisar as necessidades dos ambientes mais apontados pelos participantes da pesquisa, realizando o que denominaram de uma “visita técnica”. Assim, no decorrer de 2 períodos, em grupos, eles visitaram esses ambientes e descreveram as condições em que os encontraram. A Figura 11 apresenta o quadro em que eles registram suas observações.

Figura 11 – Registro das observações da visita técnica dos estudantes da Turma A.

SETOR	CONDIÇÕES
Salas de aula	Foram analisadas 5 salas, as quais apresentam más condições em relação a pintura, parte elétrica, 40 lâmpadas ao todo e 24 em funcionamento, 5 ventiladores com 4 em funcionamento, janelas precisam de reforma no geral.
Corredores	Os corredores precisam de reforma (pintura, rebocos, parte elétrica).
Laboratório de informática e conexão com a internet	A estrutura está boa, todas as lâmpadas estão em funcionamento, ar condicionado está em funcionamento. Em relação aos computadores, de 24 somente 4 funcionam. Os demais, não funcionam por desatualização dos sistemas. A conexão à internet nas salas de aula e dos professores é ruim, com conexão instável e sinal de baixo alcance.
Banheiros	Com relação aos banheiros femininos, de 3 banheiros somente 2 funcionam, as lâmpadas estão boas, necessita de limpeza, fechaduras não funcionam. Com relação aos banheiros masculinos, de 3 banheiros somente 2 funcionam, fechaduras não funcionam, necessita de limpeza.
Quadra de esportes	Necessita de manutenção no geral, contém 15 lâmpadas mas somente 8 funcionam, precisa de pintura, manutenção no telhado, a quadra não contém medidas proporcionais.

Fonte: dados do pesquisador.

Um ponto interessante de se destacar aqui é a sinalização das medidas desproporcionais da quadra de esportes da escola, conectando esta atividade com outras já realizadas na disciplina de Matemática. No início do ano letivo, o professor realizou uma atividade de revisão do conteúdo de área de figuras geométricas planas, na qual uma das tarefas dos estudantes envolvia a área das figuras presentes na quadra. Nessa atividade, eles perceberam que as áreas divididas pela linha central não eram simétricas, com medidas desproporcionais. Lembrando das conclusões obtidas com essa atividade, os estudantes julgaram importante acrescentar essa informação no seu relatório.

A última etapa da atividade teve duração de 3 períodos, na qual foi realizada a finalização da escrita e o envio do relatório da pesquisa à equipe diretiva, para a contribuição com o Plano de Ação da escola. Nesse relatório, os estudantes apresentaram os objetivos da atividade realizada, os questionários aplicados e os gráficos contendo o tratamento dos dados obtidos com eles, assim como as observações das condições de alguns ambientes da escola (Figura 11) e as conclusões da atividade. A Figura 12 apresenta o registro das conclusões descritas no relatório.

Figura 12 – Conclusões da atividade realizada pela Turma A.

Em uma análise geral, os estudantes participantes da pesquisa demonstram a opinião de que a escola oferece um bom ensino, porém apresenta uma má infraestrutura, como paredes sem reboco, pinturas precisando de melhorias, fiação elétrica antiga, falta de lâmpadas nas salas de aula, falta de portas em banheiros, falta de organização e higiene em alguns ambientes, assim como a falta de rampas para deficientes físicos e calçada guia para deficientes visuais.

Já na questão do ensino, ressaltam a falta de interação entre estudantes e com recursos tecnológicos em sala de aula, o que, por vezes, deixa as aulas desestimulantes. Alguns estudantes reclamam também da falta de respeito, tanto pela parte dos profissionais da escola, quanto dos próprios colegas de sala de aula.

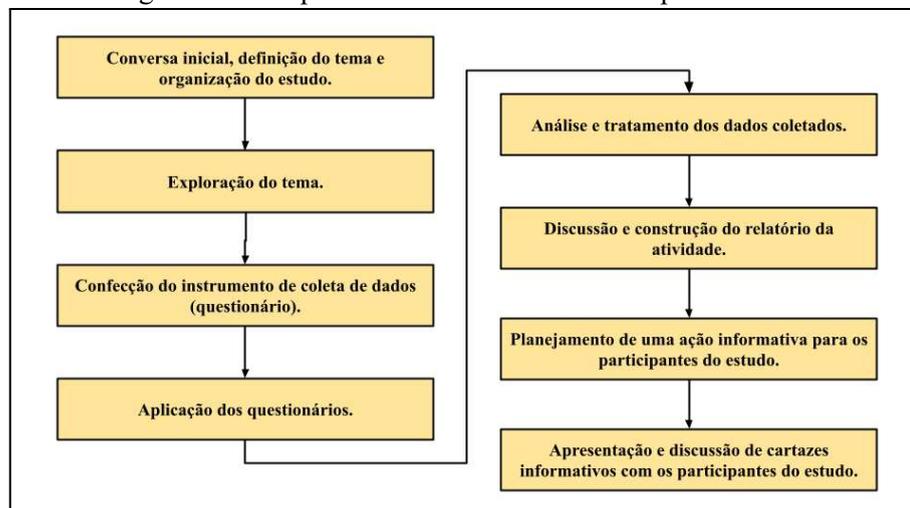
Na análise das opiniões dos professores, a maioria acredita que a escola não oferece todas as condições básicas para uma educação de qualidade. Apontam a falta de infraestrutura, a falta de interesse dos alunos e participação das famílias, a má qualidade dos dispositivos tecnológicos disponíveis e da conexão com a internet, assim como a falta de livros didáticos.

Fonte: dados do pesquisador.

5.2 PRÁTICA DE MODELAGEM DESENVOLVIDA COM A TURMA B

O caminho percorrido para a realização da atividade com a Turma B é apresentado nas etapas do fluxograma da Figura 13.

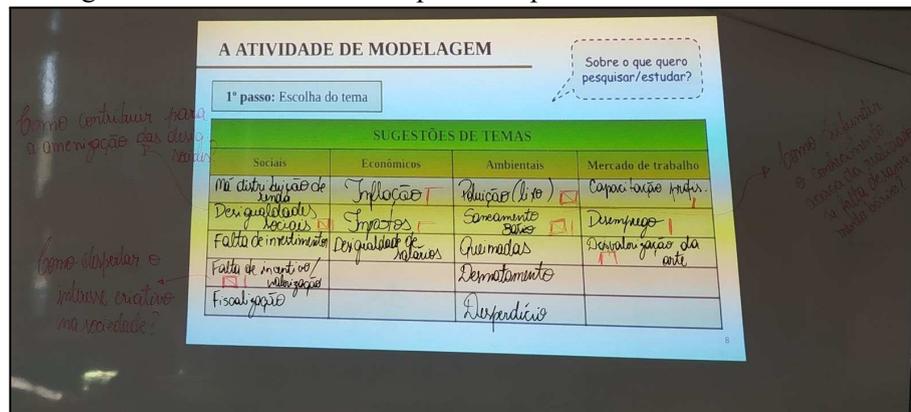
Figura 13 – Fluxograma das etapas da atividade desenvolvida pelos estudantes da Turma B.



Fonte: elaborado pelo autor.

De maneira análoga à apresentada na descrição da atividade com a Turma A, a primeira etapa ocorreu na forma de uma conversa inicial, com duração de 2 períodos, seguindo os mesmos passos e utilizando os mesmos materiais. Na sequência, os estudantes apontaram possíveis temas de estudo, dentro de seus interesses, e foi realizada a votação para a definição da temática de trabalho. A Figura 14 apresenta esse momento.

Figura 14 – Temas de estudo apontados pelos estudantes da Turma B.

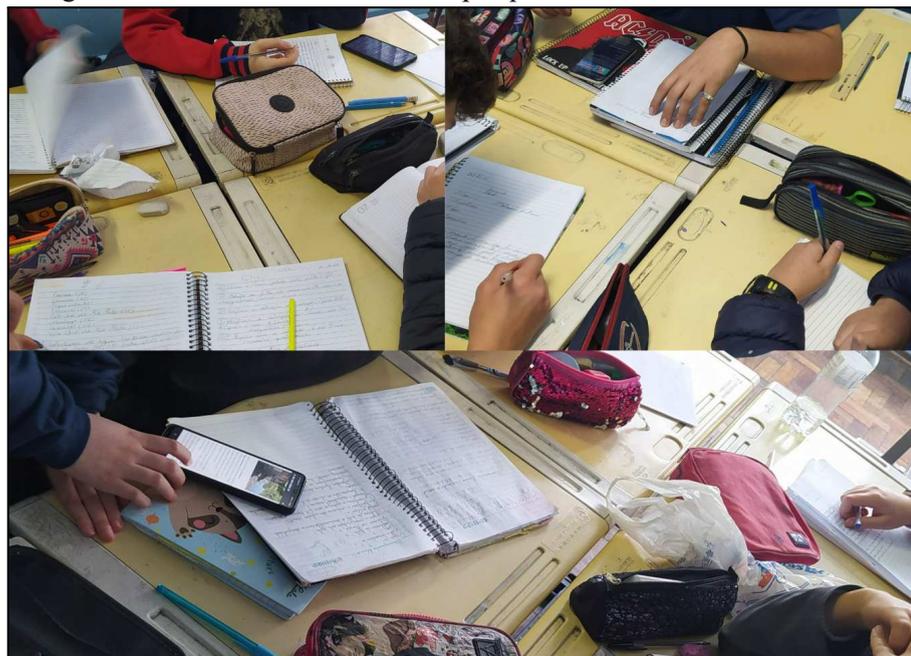


Fonte: dados do pesquisador.

É possível verificar que os temas mais votados foram “Desigualdades Sociais”, “Falta de incentivo/valorização (da criatividade)” e “Saneamento Básico”. Como os estudantes, em consenso, concluíram que o saneamento básico e as desigualdades sociais estão interligados, decidiram trabalhar com “A falta de conhecimento sobre saneamento básico como um fator agravante das desigualdades sociais”.

A etapa seguinte foi a exploração do tema, onde, divididos em pequenos grupos, os estudantes realizaram pesquisas livres e orientadas na internet (utilizando seus próprios celulares) e fizeram anotações que julgaram importantes sobre o que estavam lendo. Foram utilizados dois períodos para essa atividade. A Figura 15 apresenta registros desse momento.

Figura 15 – Estudantes da Turma B pesquisando sobre o tema de estudo.



Fonte: dados do pesquisador.

Durante suas pesquisas e leituras, algumas discussões e reflexões interessantes

surgiram entre os estudantes. Como exemplo, um dos grupos encontrou a informação de que uma em cada quatro mulheres não possui acesso adequado ao saneamento básico no Brasil, e isso, além de sua saúde, têm influência direta na sua jornada de trabalho e, por consequência, na renda familiar. Refletindo com os colegas o porquê dessa influência também na renda familiar, a partir de seu entendimento, o grupo apontou que, na maioria das vezes, quando um membro familiar adoece pela falta de acesso à água de qualidade ou a um sistema de esgoto eficiente, por exemplo, as mulheres são as responsáveis pelo seu cuidado, ficando em um impasse entre trabalhar e cuidar de seu familiar. Ao não trabalhar, sua renda tem descontos que prejudicam o sustento de sua família, contribuindo com as desigualdades sociais.

Outro grupo refletiu com os colegas sobre a relação entre o acesso ao saneamento básico e a qualidade de vida, relatando que o investimento em saneamento básico tem influência direta nos investimentos em saúde pública, pois são muitos os casos de doenças decorrentes da falta de acesso ao saneamento básico de qualidade. Com a diminuição desses casos, as pessoas podem ter uma melhor qualidade de vida, aumentando, inclusive, a expectativa de vida da população.

De posse das informações obtidas com as pesquisas, o professor questionou os estudantes sobre o próximo passo da atividade, como eles poderiam incluir a sua realidade escolar em seu trabalho. Assim, a turma decidiu analisar o conhecimento dos estudantes da escola sobre o saneamento básico e sua importância. Para isso, optaram por aplicar um questionário com as turmas de 6º a 9º ano, visando obter os dados necessários para a análise.

Dessa forma, a terceira etapa foi a confecção do questionário (Apêndice H) a ser aplicado, utilizando 2 períodos de aula para isso. Essa etapa gerou muito entusiasmo e a união dos estudantes, pois eles estavam empolgados e preocupados em como atingir seus objetivos com a atividade, o que perguntar aos estudantes das outras turmas, como interligar as desigualdades sociais com o saneamento no questionário. Assim, poucas intervenções do professor foram necessárias durante esse processo.

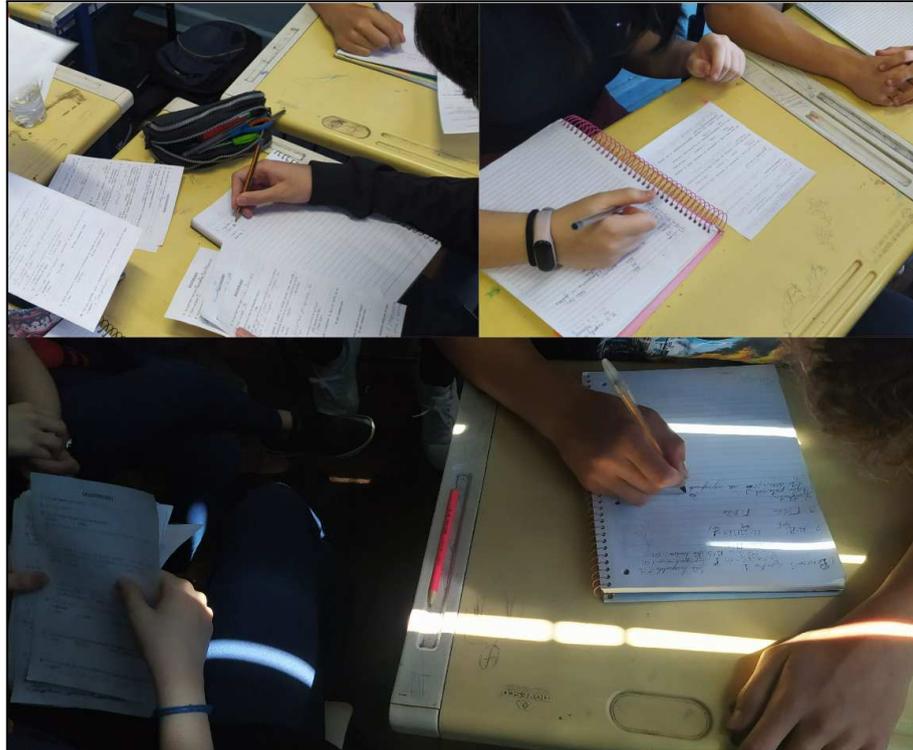
As perguntas elaboradas para o questionário focaram no conhecimento dos estudantes acerca dos serviços fundamentais do saneamento básico (tratamento de água e esgoto, coleta e manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana), na sua importância, assim como no conhecimento das empresas responsáveis por esses serviços na cidade e na qualidade dos serviços realizados pelas mesmas. Buscando relacionar a realidade socioeconômica do público da escola com o trabalho, a turma também considerou importante perguntar o bairro de residência dos estudantes.

Finalizada a confecção do questionário, a etapa seguinte foi a aplicação dos mesmos

com os estudantes das outras turmas. A aplicação ocorreu de maneira similar àquela apresentada na descrição da atividade com a Turma A, utilizando o tempo de um período de aula. As percepções dos estudantes sobre a experiência também relacionaram-se à agitação dos participantes e a dificuldade em conseguir respostas completas para as questões.

A etapa seguinte, de análise e tratamento dos dados obtidos com o questionário, também ocorreu em um total de 8 períodos, divididos em quatro dias de aula. De maneira análoga à Turma A, nessa etapa cada grupo analisou as respostas da turma em que aplicou o questionário, tabulou os dados quantitativos e estabeleceu categorias para os dados qualitativos, com base no agrupamento das respostas por ideias comuns. Esse momento é ilustrado pelos registros apresentados na Figura 16.

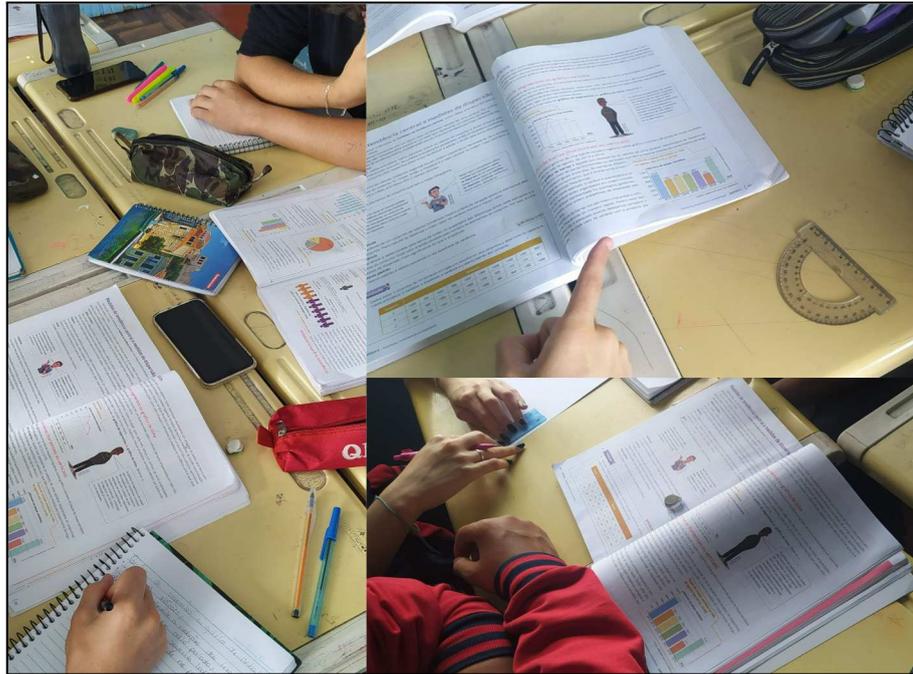
Figura 16 – Análise das respostas do questionário pelos estudantes da Turma B.



Fonte: dados do pesquisador.

Durante a análise, a turma também criticou algumas respostas dos estudantes, comentando, por exemplo, “Porque sim não é resposta”, “Alguns assinalaram não para não justificar.” e “Como não sabe em que bairro mora?”, e discutindo que respostas como essas não auxiliam na análise desejada com o questionário. Outro momento interessante de discussão se deu quando um dos grupos leu a resposta de um estudante para a questão da importância do controle de alagamentos/enchentes. O referido estudante respondeu que não considerava importante, pois a água evapora. A turma ficou bastante surpresa com a resposta, considerando-na muito ingênua, e que, possivelmente, ele respondeu “brincando”. De

Figura 18 – Registros do estudo do capítulo de Estatística do livro didático com a Turma B.



Fonte: dados do pesquisador.

No decorrer do estudo no livro didático, os conceitos, sempre que possível, foram exemplificados com a própria atividade que estava sendo realizada pelos estudantes. A exemplo disso, o professor aproveitou para ligar o conteúdo com um questionamento bastante frequente, por parte dos estudantes, na análise dos dados. Eles não sabiam como trabalhar com as respostas com escritas diferentes, mas ideias muito semelhantes; questionando se poderiam agrupá-las ou não. Essa dúvida contribuiu muito para a contextualização e entendimento dos conceitos de frequência absoluta e frequência relativa.

Outra dúvida esclarecida por meio de uma discussão e aprendizagem em grupo ocorreu na dificuldade de alguns estudantes em diferenciar os conceitos de variável e valores da variável. Um estudante pediu para ajudar os colegas, explicando seu entendimento. A explicação apresentada por ele foi: “Tem um assunto e tópicos desse assunto, o assunto é a variável e os tópicos são os valores da variável”. Na sequência ele utilizou a primeira questão do questionário elaborado pela turma, para exemplificar sua fala, citando que o bairro seria a variável e as respostas dos estudantes seriam valores dessa variável. Foi um momento muito enriquecedor, de compartilhamento e troca de ideias, fortalecendo a aprendizagem.

Nesta turma, a construção dos gráficos para a apresentação dos dados obtidos com o questionário foi realizada apenas de forma eletrônica, uma vez que muitos estudantes comentaram já ter trabalhado com *softwares* eletrônicos em cursos que realizaram fora da escola. Assim, como a escola já havia recebido os *chromebooks*, foi utilizado o “Planilhas Google”, no qual os estudantes com maior domínio do programa ajudaram os colegas, sendo

necessárias poucas intervenções do professor, que apenas mediou o andamento da atividade. A figura 19 apresenta registros desse momento.

Figura 19 – Construção eletrônica de gráficos pelos estudantes da Turma B.



Fonte: dados do pesquisador.

Com o tratamento e a organização dos dados finalizados, a etapa seguinte foi a escrita de um breve relatório da pesquisa realizada, com duração de 2 períodos. Nesse relatório, os estudantes apresentaram os objetivos, o questionário aplicado e os gráficos e tabelas contendo o tratamento dos dados obtidos, assim como as conclusões da análise desses dados. A Figura 20 apresenta o registro das conclusões apresentadas no relatório.

Figura 20 – Conclusões da atividade realizada pela Turma B.

- **Conclusões da análise da pesquisa;**
 - A maioria dos estudantes (67,6%) já ouviu falar sobre o saneamento básico, mas poucos sabem os aspectos relativos à sua importância.
 - Apenas uma pequena porcentagem dos alunos sabe como é realizado o tratamento de água e de esgoto (11,3% e 7%, respectivamente) em sua cidade, mas boa parte deles (57,7%) sabe como é feita a coleta de lixo.
 - Grande parte dos estudantes citou que o tratamento de água e esgoto é importante para a saúde da população e para a qualidade da água, mas os comentários sobre o assunto foram bastante rasos. Já sobre a coleta de lixo, muitos disseram não saber sobre a sua importância, e outros citaram o controle do excesso de lixo e da poluição.
 - Em suas casas, a maior parte dos estudantes possui torneira com filtro.
 - Pouco mais da metade dos estudantes sabe quais são as instituições que cuidam do tratamento de água e esgoto (SAMAE) e a coleta de lixo (CODECA) em sua cidade. Sobre o atendimento dessas instituições, 45,1% dos estudantes avaliam a CODECA com boa qualidade, e 39,4% a SAMAE.
 - Em relação a enchentes/alagamentos, foi perguntado aos estudantes se é essencial controlá-las, onde grande parte citou que é importante, no entanto 25,5% negaram sua importância ou não justificaram.

Fonte: dados do pesquisador.

De posse do relatório, com as conclusões organizadas e sintetizadas, a etapa seguinte foi o planejamento de uma ação social, como forma de intervir na realidade observada. Esse planejamento e organização da intervenção ocorreu em 3 períodos de aula. Com base em suas conclusões, os estudantes entenderam que a amostra da comunidade escolar participante da pesquisa tem pouco conhecimento sobre saneamento básico e sua importância para a qualidade de vida. Além disso, ficaram preocupados com o fato de que muitos estudantes não sabem quais as empresas responsáveis pelos serviços relacionados ao saneamento básico na cidade, o que impossibilita o acompanhamento e a cobrança pela qualidade dos mesmos.

Diante dessas constatações, a primeira ideia da turma, para intervenção nessa realidade, foi a realização de uma palestra com uma das empresas que prestam serviços de saneamento básico na cidade, explicando como são realizados e qual a sua importância. Assim, entramos em contato com as empresas para obtermos informações da possibilidade de palestras na escola. Como já estávamos no final do ano, todas as empresas sinalizaram que realizam palestras informativas, porém, para o período em questão, já estavam com a agenda lotada, não sendo possível atender nossa demanda no momento. Com isso, os estudantes “guardaram” a ideia para um momento futuro, a qual acrescentada no relatório da atividade e, posteriormente, apresentada para a equipe diretiva da escola, como sugestão de atividade para o ano seguinte.

Como a ideia da palestra não seria possível naquele momento, os estudantes decidiram

produzir cartazes, nos quais, com base nas pesquisas e estudos que realizaram sobre o saneamento básico, iriam contribuir com a realidade observada, apresentando informações e discussões em prol da conscientização da importância desse serviço para a sociedade.

Dessa forma, a turma foi dividida em três grupos, para preparação de três cartazes informativos. Um dos grupos escolheu informar os estudantes sobre os principais serviços ligados ao saneamento básico, assim como quais as empresas e/ou setores da Prefeitura que prestam esses serviços na cidade. Outro grupo optou por abordar a importância do tratamento da água e da coleta de lixo, alertando para o grande número de doenças que podem ter como causa a má qualidade da água e o acúmulo de lixo nas ruas. Por fim, o terceiro grupo considerou importante realizar uma reflexão acerca dos perigos do acúmulo de resíduos sólidos em ruas e das más condições do tratamento de esgotos, o que pode contribuir com a ocorrência de enchentes, proliferando doenças e tirando a vida de pessoas localizadas em áreas de maior risco.

As Figuras 21 e 22 apresentam, respectivamente, o momento de elaboração dos cartazes e os cartazes já finalizados.

Figura 21 – Elaboração de cartazes informativos pelos estudantes da Turma B.



Fonte: dados do pesquisador.

Figura 22 – Cartazes informativos produzidos pelos estudantes da Turma B.



Fonte: dados do pesquisador.

A última etapa da atividade consistiu na apresentação dos cartazes informativos para as outras turmas, utilizando 1 período de aula. Para isso, os estudantes passaram pelas salas de aula, acompanhados do professor, onde cada grupo apresentou e explicou o seu cartaz. Os estudantes das demais turmas ouviram as falas com bastante atenção, mas não participaram ativamente das discussões e reflexões. A Figura 23 apresenta registros da apresentação dos cartazes.

Figura 23 – Apresentação dos cartazes produzidos pelos estudantes da Turma B para as outras turmas.



Fonte: dados do pesquisador.

Após a apresentação, os cartazes foram fixados nos murais da escola, de forma que todos tivessem acesso a eles. De maneira geral, a turma ficou bastante satisfeita com a atividade, com o sentimento de ter ampliado seus conhecimentos e contribuído com a temática abordada.

5.3 PERCEPÇÕES EM RELAÇÃO ÀS ATIVIDADES REALIZADAS COM OS ESTUDANTES

Durante o desenvolvimento da atividade, os estudantes evoluíram bastante. Inicialmente, precisaram ser incentivados e estimulados a engajar-se com a proposta, mas logo desenvolveram um certo nível de autonomia, planejando as etapas a serem realizadas, discutindo e refletindo em grupo, escutando a opinião do outro e, democraticamente, definindo a decisão do coletivo.

Esse crescimento dos estudantes foi percebido, inclusive, pelos demais professores e pela equipe diretiva da escola. Nas reuniões pedagógicas, muitos foram os comentários de surpresa e admiração pelo desempenho de alguns estudantes nas apresentações realizadas com a atividade, os quais, em sala de aula, nas atividades cotidianas, não participam ativamente, deixando seu potencial escondido.

Embora tenham trabalhado com temáticas diferentes, as duas turmas desenvolveram satisfatoriamente a proposta desta pesquisa, olhando para questões de sua realidade, estudando e investigando-as, bem como contribuindo para a solução das mesmas. Entrelaçados a esse processo, foram utilizados conceitos matemáticos, especialmente modelos estatísticos, para obtenção, análise e compreensão de dados referentes ao tema de estudo, assim como foi estimulado o papel crítico e ativo dos estudantes em seu ambiente escolar, desenvolvendo propostas de ações para melhorias e avanços em sua realidade.

Aqui, também, coloco-me a refletir sobre um aspecto interessante da prática desenvolvida com os estudantes: durante o percurso, muitos assuntos/conteúdos foram pesquisados, trabalhados e discutidos, os quais foram muito além dos objetos do conhecimento da disciplina de Matemática. Mas, enquanto professor/educador, me pergunto: qual é a disciplina que estuda essas temáticas trabalhadas pelos estudantes? Essa abertura a temas tão abrangentes é importante? Após ter participado e acompanhado os estudantes nessa “aventura” com a prática de Modelagem, seu envolvimento e crescimento, o amadurecimento de suas discussões, não tenho dúvidas da importância de vivências como a proporcionada com a atividade.

Temas como os que foram tratados pelas turmas permeiam, “conversam” com as diferentes áreas do conhecimento, e, com isso, não podem ser definidos como objetos do conhecimento de uma única disciplina, como ciências ou geografia, por exemplo. Durante a atividade, dentre muitos assuntos, os estudantes investigaram a distribuição geográfica de bairros, refletiram sobre níveis socioeconômicos e desigualdades sociais, sobre educação de qualidade, conversaram sobre distribuição de verbas em instituições de ensino públicas, pesquisaram sobre vírus/doenças decorrentes da falta de saneamento básico. Com isso, eles puderam experienciar a integração dos conhecimentos, distanciando-se da ideia de fragmentação dos saberes, uma vez que na realidade eles formam um conjunto complexo e interligado, o qual permite a compressão do todo e a construção de soluções para os mais variados problemas.

Nesse sentido, a Modelagem Matemática com o viés sociocrítico proporcionou aos estudantes experiências diferentes e enriquecedoras, desde as pesquisas iniciais sobre a temática de estudo, passando pela a formulação de uma questão norteadora, pelo planejamento e execução, coletiva e democrática, de um percurso para responder a mesma, bem como momentos de engajamento e intervenção na realidade observada.

Assim, foram favorecidos não só a aprendizagem de conceitos matemáticos e de outras áreas do conhecimento aliada à investigação de temas de interesse dos estudantes, mas

também o pensamento crítico, o ativismo social dos estudantes, por meio de uma relação entre professor e estudantes, não de detentor do conhecimento e ouvintes, mas de parceria, de união, apoio, crescimento e aprendizado conjunto.

6 ANÁLISE DAS RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO FINAL: PERCEPÇÕES DOS ESTUDANTES SOBRE A ATIVIDADE REALIZADA

Com o questionário final (Apêndice B), buscamos compreender a percepção dos estudantes sobre a atividade desenvolvida. Nesse sentido, as respostas obtidas possibilitaram evidenciar suas opiniões, dificuldades e sugestões no desenvolvimento da proposta de Modelagem Matemática, assim como possíveis mudanças nas visões e concepções que apresentaram no questionário inicial.

Dessa forma, neste capítulo apresentamos o processo de categorização dos dados obtidos com a aplicação do questionário final, a partir da análise das respostas dos estudantes em cada questão, seguido das conclusões obtidas a partir desse processo.

A categorização das respostas foi desenvolvida nos mesmos quatro momentos já descritos na análise dos dados do questionário inicial: classificação das respostas em categorias iniciais, mais específicas e particulares; agrupamento dessas em categorias intermediárias, possibilitando a compreensão geral das percepções dos estudantes; obtenção de uma categoria final para cada questão, representando a compreensão da visão dos estudantes para o tema abordado nas mesmas; e o estabelecimento das categorias emergentes do processo de categorização, com a referida discussão à luz das perspectivas teóricas adotadas nesta pesquisa, assim como outros autores estudados ao longo da realização da proposta.

Ao todo, 30 estudantes responderam ao questionário final. Esse número de respondentes difere daquele do questionário inicial devido a faltas e transferências de alguns estudantes. É importante destacar que, neste processo de categorização, os alunos não foram identificados por turma, uma vez que visamos a análise geral da aplicação da proposta. Para diferenciar a identificação das categorias referentes ao questionário final daquelas obtidas no questionário inicial, foi acrescentada a expressão “QF” em cada uma delas.

6.1 CATEGORIZAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS COM O QUESTIONÁRIO FINAL

A **primeira questão** perguntava aos estudantes se gostaram de realizar a atividade de pesquisa proposta na disciplina de Matemática. Eles tinham como opções de resposta “Sim” e “Não”. Com isso, 27 estudantes assinalaram “Sim”, 1 “Não”, 1 as duas opções e 1 deixou em branco. Também foi solicitado que eles justificassem suas respostas. As justificativas apresentadas foram categorizadas, inicialmente, em:

- A1 — Sim, pois foi uma atividade diferente e divertida;
- A2 — Sim, pois foram utilizados recursos tecnológicos;
- A3 — Sim, porque teve interação com os colegas e com as outras turmas;
- A4 — Sim, pois não focou apenas em cálculos;
- A5 — Sim, pois pesquisamos e nos informamos sobre assuntos importantes da nossa realidade;
- A6 — Não, pois não participei.
- A7 — Não, pois o grupo não me ajudou muito e não vi muita coisa relacionada à matemática.

A partir dessas categorias, foram estabelecidas as seguintes categorias intermediárias para as respostas dos estudantes:

- AI1 — Gostei da atividade, pois foi diferente e divertida, na qual utilizamos recursos tecnológicos, não focando apenas em cálculos, assim como interagimos e aprendemos com a opinião dos colegas e dos alunos das outras turmas da escola.

As respostas consideradas nesta categoria são ilustradas pelas seguintes justificativas: *“Pois tirou um pouco do foco nos cálculos, foi usado tecnologia e interação com a opinião das outras turmas”*; *“Pois achei bem interativa, ensinando a mexer com novos recursos, e aprendendo matemática junto. Gostei muito”*.

- AI2 — Gostei da atividade, pois pesquisamos e nos informamos sobre assuntos importantes da nossa realidade e das outras pessoas.

As seguintes respostas representam aquelas consideradas nesta categoria: *“Atividade interativa, ajuda a ter noção da realidade”*; *“Sobre a proposta gostei, entender mais sobre como a escola funciona, e as dificuldades da escola”*; *“Foi muito divertido e bem interessante ver a realidade das pessoas”*.

A frequência de respostas relacionadas a essas categorias intermediárias é apresentada na Tabela 16.

Tabela 16 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 1 do Questionário Final.

Categoria	Frequência
AI1	20
AI2	10

Fonte: Dados da pesquisa.

Assim, a categoria final que representa as opiniões dos estudantes a respeito da atividade de pesquisa proposta na disciplina de Matemática é expressa como:

- CFQ1QF — Os estudantes, de maneira geral, gostaram da atividade por considerá-la diferente e divertida, não focando apenas em cálculos, mas na interação em grupos e com estudantes de outras turmas, assim como na utilização de recursos tecnológicos, proporcionando pesquisas e informações sobre assuntos importantes da realidade da comunidade escolar.

A **Questão 2** questionava aos estudantes sobre a(s) maior(es) dificuldade(s) que encontraram no decorrer da atividade. Do total, 2 estudantes não apresentaram respostas e 4 relataram não ter enfrentado dificuldades. As respostas dos demais enquadram-se na categorias iniciais a seguir:

- B1 — Conexão com a internet;
- B2 — Formular os questionários e analisar/organizar as respostas obtidas com eles;
- B3 — Trabalhar em grupo.

A partir disso, as categorias intermediárias para as respostas dos estudantes nessa questão são expressas como:

- BI1 — Instabilidade na conexão à rede de internet, formulação dos questionários, organização e interpretação das respostas obtidas;

Para esta categoria foram considerados comentários como: *“Um pouco de interpretação das respostas e um pouco da internet.”*; *“Para mim, sobre as respostas dos alunos que participaram do questionário, onde tinha que tirar uma conclusão sobre suas respostas.”*; *“Formular o questionário de forma com que todos tivessem a oportunidade de responder”*.

- BI2 — Trabalhar em grupos e lidar com as diferentes ideias dos integrantes.

As respostas consideradas nesta categoria são ilustradas pelos seguintes comentários: *“Aprender a ouvir e compartilhar ideias até chegar em consenso.”*; *“[...] trabalhar em grupo por alguns não ajudarem”*.

A frequência de respostas relacionadas às categorias BI1 e BI2 é apresentada na Tabela 17.

Tabela 17 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 2 do Questionário Final.

Categoria	Frequência
BI1	18
BI2	6

Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com as categorias intermediárias, a categoria final das respostas dos estudantes sobre a(s) maior(es) dificuldade(s) que encontraram no decorrer da atividade é expressa como:

- CFQ2QF — Em sua maioria, os estudantes enfrentaram dificuldades com a instabilidade na conexão à rede de internet, na formulação dos questionários, organização e interpretação das respostas obtidas, assim como trabalhar em grupos e lidar com as diferentes ideias dos integrantes.

A **terceira questão** indagava aos estudantes se utilizaram de conteúdos matemáticos na atividade desenvolvida. Dentre as alternativas disponíveis, 22 estudantes assinalaram “Sim”, 7 “Não”, e 1 deixou em branco. Para os que afirmaram ter utilizado, foi questionado, ainda, quais e de que forma. As categorias iniciais, que representam as respostas apresentadas, são:

- C1 — Porcentagem;
- C2 — Ângulos;
- C3 — Gráficos;
- C4 — Cálculos básicos de contagem;
- C5 — Razão e Proporção;
- C6 — Estatística, variável e valor da variável.

As categorias intermediárias para as respostas dos estudantes nessa questão são estabelecidas como:

- CI1 — Estatística: variável, valor da variável, porcentagem e gráficos;

As respostas consideradas nesta categoria são ilustradas pelas seguintes: “*Variável e valor da variável para saber com o que trabalhávamos e gráficos para mostrar os resultados obtidos*”; “*Principalmente porcentagem para realização dos gráficos*”; “*Sim, para saber a porcentagem de algumas questões, onde tinha “Sim” ou “Não”, responder em porcentagem quantos alunos responderam*”.

- CI2 — Cálculos com as operações básicas, razão, proporção e ângulos.

As respostas consideradas nesta categoria são ilustradas pelas seguintes justificativas: “*Razão e proporção, questões monetárias*”; “*Cálculos em geral, principalmente os mais básicos [...]*”; “*Porcentagem e Ângulos*”.

A frequência de respostas relacionadas às categorias CI1 e CI2 é apresentada na Tabela 18.

Tabela 18 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 3 do Questionário Final.

Categoria	Frequência
CI1	17
CI2	11

Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com as categorias intermediárias, a categoria final das respostas dos estudantes sobre os conteúdos matemáticos utilizados na atividade desenvolvida é expressa como:

- CFQ3QF — Na visão dos estudantes, foram utilizados cálculos com as operações matemáticas básicas, os conceitos de razão, proporção e ângulos, assim como tópicos de estatística, no trabalho com variáveis, valores de variáveis, porcentagem e gráficos.

A **Questão 4** perguntava aos estudantes, de acordo com a resposta que apresentaram na questão anterior, se acreditam na influência da Matemática nas decisões da sociedade. Vinte e oito deles afirmaram que ela tem influência, 1 que não e 1 não apresentou resposta.

Ainda nessa questão, em caso afirmativo, foi solicitado como, e em caso negativo, por quê. O estudante que apontou que a Matemática não tem influência nas decisões da sociedade, assim como 2 estudantes que afirmaram a influência, não justificaram o porquê. As categorias iniciais, que representam as respostas apresentadas pelos demais estudantes que acreditam na influência, podem ser descritas como:

- D1 — Contagem, expressão de dados e tomada de decisões em pesquisas, eleições etc;
- D2 — Matemática financeira no trabalho com dinheiro, em compras, vendas, negociações;
- D3 — Construções, profissões e avanços sociais;
- D4 — Tem influência, mas depende das pessoas;
- D5 — A matemática está em tudo, então sempre é preciso dela.

Como base nessas categorias, estabelecemos as categorias intermediárias descritas na sequência.

- DI1 — A matemática tem influência em profissões, especialmente aquelas que trabalham com construções e negociações financeiras, na análise de dados e tomada de decisões em pesquisas estatísticas, assim como nos avanços sociais.

As seguintes respostas representam aquelas consideradas nesta categoria: *“Dependendo do que se trata sim, para ajudar as pessoas no trabalho, a comprar, a vender entre outros”*; *“Sim, pois ela mostra a viabilidade das coisas, como a economia, dimensões e*

probabilidade”; “*Sim, pois com números de pesquisas, conseguimos tirar uma base sobre assuntos específicos*”; “*Em tudo na sociedade, financeira, na minha opinião sem matemática a sociedade não teria tanto avanço*”.

- DI2 — A matemática está em tudo, então sempre é preciso dela, mas a influência nas decisões sociais depende das pessoas que a utilizam.

Esta categoria foi estabelecida com base em respostas como: “*Porque em tudo que formos fazer em nossa vida sempre vai envolver matemática*”; “*Sempre depende das pessoas que estão vendo isso, tem variáveis mas acredito que tem certa influência*”.

A frequência de respostas relacionadas às categorias DI1 e DI2 é apresentada na Tabela 19.

Tabela 19 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 4 do Questionário Final.

Categoria	Frequência
DI1	20
DI2	6

Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com as categorias intermediárias, a categoria final das respostas dos estudantes sobre as influências da Matemática nas decisões da sociedade é expressa como:

- CFQ4QF — Boa parte dos estudantes acredita que a matemática tem influência como instrumento de trabalho, em algumas profissões, na análise de dados e tomada de decisões em pesquisas estatísticas, assim como nos avanços sociais. Outros afirmam que matemática está em tudo, então sempre é preciso dela, mas a influência nas decisões sociais depende mais das pessoas que a utilizam.

A **quinta questão** indagava aos estudantes se, pensando na atividade desenvolvida, consideravam que a Matemática contribui (ou pode contribuir) com a solução de problemas sociais como, por exemplo, Violência, Criminalidade, falta de Saneamento Básico, Desemprego e Desigualdades Sociais. Dezoito estudantes acreditam na contribuição da matemática na solução de tais problemas, 9 não acreditam, 1 que, às vezes, sim e, às vezes, não, e 2 não responderam a questão.

Também foi solicitada uma justificativa para a resposta apresentada na questão. Os comentários dos estudantes enquadram-se nas categorias iniciais a seguir.

- E1 — Não, não sei como ela pode ajudar.
- E2 — Não, a matemática não tem relação com problemas sociais;
- E3 — Sim, na organização, contabilização e distribuição de verbas, recursos etc.

- E4 — Sim, na identificação e na compreensão e apresentação de dados sobre os problemas;

Assim, diante dessas categorias, as categorias intermediárias estabelecidas para as justificativas dos estudantes são:

- EI1 — A matemática pode contribuir na identificação e compreensão dos dados sobre os problemas, assim como na organização, contabilização e distribuição de verbas e recursos para sua solução.

Nesta categoria, enquadram-se respostas como: *“Pois através da matemática podemos demonstrar dados para as pessoas de como isto afeta a sociedade”*; *“Com a matemática é possível identificar os problemas da sociedade e procurar soluções”*; *“Se o dinheiro fosse distribuído de forma mais justa para uma causa, os problemas poderiam melhorar”*.

- EI2 — Não sei como a matemática pode ajudar, acredito que ela não tem relação com problemas sociais.

As respostas consideradas nesta categoria são ilustradas pelas seguintes justificativas: *“Não, pois acho que a matemática não influencia nisso”*; *“Violência, criminalidade, Saneamento Básico, dificuldades sociais, acho que não contribui pois tem mais a ver com sentimentos, com psicologia”*.

A frequência de respostas relacionadas às categorias EI1 e EI2 é apresentada na Tabela 20.

Tabela 20 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 5 do Questionário Final.

Categoria	Frequência
EI1	18
EI2	10

Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com as categorias intermediárias, a categoria final das visões dos estudantes sobre as contribuições da Matemática na solução de problemas sociais é expressa como:

- CFQ5QF — A maior parte dos estudantes entende que as contribuições da matemática permeiam a identificação e a compreensão dos dados sobre os problemas, assim como na organização, contabilização e distribuição de verbas e recursos para sua solução. Outros, porém, entendem que ela não tem relação com a solução de problemas sociais.

A **questão seguinte** interrogava os estudantes se acreditavam que atividades como a realizada contribuem com sua formação escolar. Vinte e sete estudantes acreditam na contribuição, 1 não acredita e 2 não responderam. Foi solicitada uma justificativa para a

resposta apresentada. Com isso, um dos estudantes que não assinalou respostas, justificou que nem sempre as atividades contribuirão, pois os problemas sociais discutidos são de conhecimento de todos, mas que as pessoas não tem solução para ajudá-los. O estudante que não acredita na contribuição, justificou não ter certeza, por isso não quis afirmá-la. As justificativas dos demais são representadas pelas categorias iniciais:

- F1 — Sim, pois incentiva a formação e a discussão de opiniões;
- F2 — Sim, para aprender coisas novas e vivenciar novas experiências;
- F3 — Sim, pois trabalha o conteúdo “na vida real”;
- F4 — Sim, por meio do trabalho em grupo;
- F5 — Sim, pois prepara para o futuro.

As categorias intermediárias para essas justificativas são estabelecidas como:

- FI1 — Contribuem pois, a partir do trabalho em grupos, incentivam a formação e discussão de opiniões, possibilitando vivenciar experiências diferentes e aprender coisas novas.

Para o estabelecimento desta categoria foram consideradas respostas como: *“Aprendemos a trabalhar em grupo, novos métodos de ensino, e a produzir gráficos”*; *“Além de formar uma opinião com outras diferentes”*; *“Ajuda a ganhar experiência em momentos futuros que será necessário”*; *“Pois contribui com a liberdade de expressão e vemos o que aprendemos”*.

- FI2 — Contribuem pois trabalham o conteúdo aplicado à realidade, preparando os estudantes para suas atividades no futuro.

As respostas consideradas nesta categoria são ilustradas pelas seguintes justificativas: *“Pois essas atividades ensinam conteúdos que não seriam abordados em aulas comuns”*; *“Utilizamos a matemática ‘na vida real’ como teremos que fazer no nosso cotidiano”*; *“Ajuda a ganhar experiência em momentos futuros que será necessário”*.

A frequência de respostas relacionadas às categorias FI1 e FI2 é apresentada na Tabela 21.

Tabela 21 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 6 do Questionário Final.

Categoria	Frequência
FI1	10
FI2	17

Fonte: Dados da pesquisa.

Diante dessas categorias intermediárias, a categoria final das respostas dos estudantes sobre as contribuições de atividades como a realizada para a sua formação escolar é expressa como:

- CFQ6QF — Na visão dos estudantes, essas atividades contribuem com sua formação escolar, pois são experiências diferentes, as quais trabalham o conteúdo aplicado à realidade e, a partir do trabalho em grupos, incentivam a formação e a discussão de opiniões, preparando-os para suas atividades no futuro.

A **Questão 7** questionava aos estudantes se acreditam que atividades como a realizada auxiliam no desenvolvimento da sua capacidade de compreender e discutir problemas sociais. Vinte e oito estudantes responderam acreditar no auxílio, 1 que não acreditava e o outro deixou a questão em branco. Como comentários para a questão, o estudante que apontou não acreditar, apenas reforçou sua opinião negativa, não fornecendo mais detalhes. As categorias iniciais a seguir representam os comentários dos demais.

- G1 — Sim, pois mostram a realidade e os impactos dos problemas;
- G2 — Sim, pois conhecemos as ideias de outras pessoas sobre os assuntos;
- G3 — Sim, pois minha visão e interesse sobre eles mudaram;
- G4 — Sim, para entender os problemas e discutir sobre eles;
- G5 — Sim (sem comentários).

Estabelecendo as categorias intermediárias para esses comentários, temos:

- GI1 — Auxiliam, pois mostram a realidade, os impactos causados por problemas sociais, possibilitando o entendimento sobre eles.

Os comentários considerados nesta categoria são ilustrados por: *“Pois me faz ver outras ideias e enxergar a realidade e seu entorno”*; *“Porque se eu entendo do assunto eu sei falar sobre ele”*; *“Porque assim eu entendi que mesmo sendo problemas pequenos são difíceis de resolver”*.

- GI2 — Auxiliam, pois possibilitam o compartilhamento de ideias e a discussão sobre tais problemas.

Exemplos de comentários que possibilitaram o estabelecimento desta categoria são: *“A atividade me mostra coisas novas, onde eu fico sabendo e tenho minhas opiniões”*; *“Praticamos o que sabemos e temos liberdade para discutir sobre”*; *“Eu soube a opinião dos outros alunos sobre a escola”*.

A frequência de respostas relacionadas às categorias GI1 e GI2 é apresentada na Tabela 22.

Tabela 22 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 7 do Questionário Final.

Categoria	Frequência
GI1	14
GI2	14

Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com as categorias intermediárias, a categoria final das respostas dos estudantes sobre as contribuições de atividades como a realizada no desenvolvimento da sua capacidade de compreender e discutir problemas sociais é expressa como:

- CFQ7QF — Os estudantes acreditam que atividades como a realizada auxiliam no desenvolvimento da sua capacidade de compreender e discutir problemas sociais, pois mostram a realidade e os impactos causados por eles, possibilitando o compartilhamento de ideias, a discussão e o entendimento sobre os mesmos.

A **oitava questão** indagava aos estudantes se gostariam de realizar outras atividades semelhantes à que realizaram. Vinte e cinco responderam desejar realizar mais atividades como tal, 4 que não desejam e 1 não apresentou resposta. Foi solicitado que eles justificassem suas respostas. As justificativas apresentadas são descritas pelas categorias iniciais a seguir.

- H1 — Sim, pois foi diferente das aulas normais;
- H2 — Sim, pois contribui com a comunicação e interação em grupos;
- H3 — Sim, pois desenvolve a discussão e reflexão sobre assuntos importantes e úteis para a vida;
- H4 — Não, não me interessa por esse tipo de atividade;
- H5 — Não, pois não gosto de trabalhar em grupo, alguns colegas não ajudam.

As categorias intermediárias estabelecidas para essas categorias são descritas a seguir.

- HI1 — Sim, pois foi diferente do que estamos acostumados, desenvolvendo, por meio da interação em grupos, a discussão e reflexão sobre assuntos importantes e úteis para a vida;

Para o estabelecimento desta categoria foram consideradas respostas como: *“Pois ajuda os alunos a se comunicarem e saber mais sobre as escolas”*; *“É algo descontraído que inconscientemente nos ajuda a aprender e também influencia o trabalho em grupo”*; *“Sim, é bom fugir um pouco das aulas padrão, e interagir em trabalhos é melhor”*; *“Pois achei muito útil para a vida, e interativa”*.

- HI2 — Não, pois não tenho interesse por atividades assim. Não gosto de trabalhos em grupo porque alguns colegas não ajudam nas atividades.

Esta categoria é ilustrada por respostas como: “*Não curto fazer trabalho em grupo (sempre tenho sorte em cair com quem não quer fazer nada)*”; “*Não me interessa por esse tipo de atividade*”.

A frequência de respostas relacionadas às categorias GI1 e GI2 é apresentada na Tabela 23.

Tabela 23 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 8 do Questionário Final.

Categoria	Frequência
HI1	25
HI2	4

Fonte: Dados da pesquisa.

Diante das categorias intermediárias, a categoria final das respostas dos estudantes sobre o desejo de realizar outras atividades semelhantes à que realizaram, é expressa como:

- CFQ8QF — A maioria dos estudantes deseja realizar mais atividades assim, pois consideram-nas diferente do que estão acostumados, proporcionando interações, discussões e reflexões sobre assuntos importantes e úteis para suas vidas. A pequena parcela de estudantes não têm esse desejo, argumenta não identificar-se com esse tipo de atividade e/ou não gostar de trabalhos em grupo porque alguns colegas não contribuem na realização dos mesmos.

Na **questão seguinte** foi perguntado aos estudantes se acreditavam que atividades como a realizada contribuem com o interesse dos estudantes pelas aulas. Vinte e três deles acreditam que sim, 6 que não e 1 não apresentou resposta. Também foi solicitada uma justificativa para a resposta assinalada, as quais permitiram o estabelecimento das categorias iniciais a seguir.

- I1 — Sim, são diferentes do que acontece normalmente;
- I2 — Sim, pois possibilitam o diálogo e o trabalho em grupo;
- I3 — Sim, pois utilizam novos recursos;
- I4 — Sim, porque trabalham com assuntos do interesse dos estudantes;
- I5 — Não, porque são muito trabalhosas;
- I6 — Não, porque depende do interesse de cada aluno.

As categorias intermediárias estabelecidas para as respostas à questão foram as seguintes:

- II1 — Sim, pois são atividades diferentes, trabalhando com novos recursos e assuntos de interesse dos estudantes, a partir do diálogo e do trabalho em grupo;

Esta categoria foi estabelecida com base em respostas como: *“Influenciam os alunos a pensarem no coletivo”*; *“Primeiro, utilizamos computadores, os alunos preferem; segundo, foi um trabalho realizado pela turma toda, preferimos, na maioria, trabalhos em grupo”*; *“Conversar uns com os outros é o que os jovens hoje em dia mais procuram, ter o envolvimento disso foi essencial para um melhor trabalho”*; *“Porque eles opinam e trabalham com coisas de seu interesse”*.

- II2 — Não, pois são atividades muito trabalhosas e o interesse vai depender de cada estudante.

As respostas consideradas nesta categoria são ilustradas pelas seguintes justificativas: *“Como é bem trabalhoso, dá muita preguiça”*; *“Acho que isso não contribui, pois independente do conteúdo, depende do aluno”*.

A frequência de respostas relacionadas às categorias III1 e II2 é apresentada na Tabela 24.

Tabela 24 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 9 do Questionário Final.

Categoria	Frequência
III1	23
II2	6

Fonte: Dados da pesquisa.

Com base nessas categorias, a categoria final das respostas dos estudantes sobre o estímulo ao seu interesse pelas aulas proporcionado por atividades como a realizada, foi estabelecida como:

- CFQ9QF — Na visão da maior parte dos estudantes, essas atividades estimulam o interesse pelas aulas, pois são diferentes, abrindo espaço para utilização de novos recursos e discussões de assuntos de seu interesse. Já os que não acreditam nesse estímulo, defendem que essas atividades são muito trabalhosas e o interesse vai depender de cada estudante.

Por fim, na **Questão 10** foi deixado um espaço para que os estudantes comentassem sobre a atividade realizada, refletindo sobre o que poderia ser feito diferente, quais os pontos positivos e negativos da proposta, como foi trabalhar em grupos, realizar uma pesquisa na escola etc. Os comentários apresentados por eles podem ser representados pelas categorias iniciais da sequência.

- J1 — Gostei de tudo, sem sugestões de mudanças;
- J2 — Ter mais tempo de atividade;

- J3 — Foi trabalhar em grupos e interagir com a opinião dos colegas e das outras turmas e professores;
- J4 — A análise dos questionários foi trabalhosa e demorada;
- J5 — Dar mais visibilidade aos resultados da atividade;
- J6 — Alguns integrantes não contribuíram nas atividades do grupo;
- J7 — Foi legal aprender coisas novas e utilizar tecnologias.
- J8 — Em branco ou respostas incoerentes com a questão.

Como categorias intermediárias para esses comentários, estabelecemos as descritas na sequência.

- JI1 — Foi legal aprender coisas novas, utilizar recursos tecnológicos, assim como trabalhar em grupos e interagir com a opinião dos colegas e das outras turmas e professores.

Para o estabelecimento desta categoria foram consideradas respostas como: *“Na minha opinião foi bom, pois não teve o pensamento só de uma pessoa, teve interação com todos, e esforço”*; *“A atividade foi muito boa, a gente soube a opinião dos outros estudantes sobre a escola, o que pode mudar, o que está ruim, descobrimos a opinião dos alunos sobre os professores, descobrimos as opiniões dos professores”*; *Como eu já disse, a utilização de tecnologia, e a união da turma, são fatores que dão interesse aos alunos, acredito que todos os alunos gostaram de realizar essa atividade/pesquisa”*.

- JI2 — A análise dos questionários foi trabalhosa e demorada, então seria importante ter mais tempo de atividade e dar mais visibilidade aos resultados obtidos. No trabalho em grupo, alguns integrantes não contribuíram na realização das atividades.

As respostas consideradas nesta categoria são ilustradas pelas seguintes justificativas: *“Só achei um pouco demorada a parte de separar as respostas do questionário, mas mesmo assim gostei muito”*; *“Bom, eu gostei acho que poderíamos fazer os gráficos manualmente e espalhar para a escola, para que todos tenham acesso à pesquisa...”*; *“A única coisa que eu tenho pra reclamar é sobre o trabalho em grupo”*; *“Eu poderia ter tentado me esforçar um pouco mais na hora de fazer os cálculos mas tirando isso trabalhar em equipe foi bem interessante”*.

- JI3 — Em branco ou respostas incoerentes com a questão.

A frequência de respostas relacionadas às categorias JI1 e JI2 é apresentada na Tabela 25. Convém destacar que as respostas de alguns estudantes enquadram-se em mais de uma categoria.

Tabela 25 – Frequência de respostas nas categorias intermediárias da Questão 10 do Questionário Final.

Categoria	Frequência
J11	15
J12	12
J13	5

Fonte: Dados da pesquisa.

Sendo assim, a categoria final que representa os comentários dos estudantes sobre a atividade realizada, foi estabelecida como:

- CFQ10QF — Os estudantes relatam ter gostado da atividade, destacando o aprendizado de coisas novas, a utilização de recursos tecnológicos, o trabalho em grupos e a interação com a opinião dos colegas e das outras turmas e professores como pontos positivos. Como possibilidade de melhorias, alguns deles apontaram que a análise dos questionários foi trabalhosa e demorada, então seria importante ter mais tempo de atividade e dar mais visibilidade aos resultados obtidos, e que no trabalho em grupo, alguns integrantes não contribuíram na realização das atividades.

6.2 CONCLUSÕES DA ANÁLISE DAS RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO FINAL

A partir do processo de categorização das respostas dos estudantes ao questionário final, obtivemos as categorias finais apresentadas no Quadro 6, as quais possibilitam a análise geral das suas percepções acerca da atividade realizada na disciplina de Matemática, bem como possíveis mudanças em relação às opiniões e visões apresentadas no questionário inicial.

Quadro 6 – Categorias finais das questões do Questionário Final.

Código	Categoria final
CFQ1QF	Os estudantes, de maneira geral, gostaram da atividade por considerá-la diferente e divertida, não focando apenas em cálculos, mas na interação em grupos e com estudantes de outras turmas, assim como na utilização de recursos tecnológicos, proporcionando pesquisas e informações sobre assuntos importantes da realidade da comunidade escolar.
CFQ2QF	Em sua maioria, os estudantes enfrentaram dificuldades com a instabilidade na conexão à rede de internet, na formulação dos questionários, organização e interpretação das respostas obtidas, assim como trabalhar em grupos e lidar com as diferentes ideias dos integrantes.

CFQ3QF	Na visão dos estudantes, foram utilizados cálculos com as operações matemáticas básicas, os conceitos de razão, proporção e ângulos, assim como tópicos de estatística, no trabalho com variáveis, valores de variáveis, porcentagem e gráficos.
CFQ4QF	Boa parte dos estudantes acredita que a matemática tem influência como instrumento de trabalho, em algumas profissões, na análise de dados e tomada de decisões em pesquisas estatísticas, assim como nos avanços sociais. Outros afirmam que matemática está em tudo, então sempre é preciso dela, mas a influência nas decisões sociais depende mais das pessoas que a utilizam.
CFQ5QF	A maior parte dos estudantes entende que as contribuições da matemática permeiam a identificação e a compreensão dos dados sobre os problemas, assim como na organização, contabilização e distribuição de verbas e recursos para sua solução. Outros, porém, entendem que ela não tem relação com a solução de problemas sociais.
CFQ6QF	Na visão dos estudantes, essas atividades contribuem com sua formação escolar, pois são experiências diferentes, as quais trabalham o conteúdo aplicado à realidade e, a partir do trabalho em grupos, incentivam a formação e a discussão de opiniões, preparando-os para suas atividades no futuro.
CFQ7QF	Os estudantes acreditam que atividades como a realizada auxiliam no desenvolvimento da sua capacidade de compreender e discutir problemas sociais, pois mostram a realidade e os impactos causados por eles, possibilitando o compartilhamento de ideias, a discussão e o entendimento sobre os mesmos.
CFQ8QF	A maioria dos estudantes deseja realizar mais atividades assim, pois consideram-nas diferente do que estão acostumados, proporcionando interações, discussões e reflexões sobre assuntos importantes e úteis para suas vidas. A pequena parcela de estudantes não têm esse desejo, argumenta não identificar-se com esse tipo de atividade e/ou não gostar de trabalhos em grupo porque alguns colegas não contribuem na realização dos mesmos.
CFQ9QF	Na visão da maior parte dos estudantes, essas atividades estimulam o interesse pelas aulas, pois são diferentes, abrindo espaço para utilização de novos recursos e discussões de assuntos de seu interesse. Já os que não acreditam nesse estímulo, defendem que essas atividades são muito trabalhosas e o interesse vai depender de cada estudante.
CFQ10QF	Os estudantes relatam ter gostado da atividade, destacando o aprendizado de coisas novas, a utilização de recursos tecnológicos, o trabalho em grupos e a interação com a opinião dos colegas e das outras turmas e professores como pontos positivos. Como possibilidade de melhorias, alguns deles apontaram que a análise dos questionários foi trabalhosa e demorada, então seria importante ter mais tempo de atividade e dar mais visibilidade aos resultados obtidos, e que no trabalho em grupo, alguns integrantes não contribuíram na realização das atividades.

Encontrando pontos em comum nas categorias finais apresentadas, foram estabelecidas as categorias emergentes do processo de categorização e análise das respostas dos estudantes. Essas categorias permitem evidenciar a percepção dos estudantes sobre a atividade desenvolvida, assim como verificar possíveis mudanças nas suas formas de pensar e ver as relações entre a matemática e o seu contexto social. O Quadro 7 apresenta as 4 categorias emergentes, bem como as categorias finais das quais emergiram.

Quadro 7 – Categorias emergentes do processo de categorização das respostas dos estudantes ao Questionário Final.

Categorias Finais	Categoria Emergente
CFQ1QF, CFQ6QF, CFQ7QF, CFQ8QF, CFQ9QF, CFQ10QF	A atividade proposta foi diferente daquelas que os estudantes estão acostumados, pois focou na interação em grupos, com a realidade escolar e alguns problemas sociais do seu contexto, assim como na utilização de recursos tecnológicos, gerando interesse pelas aulas e contribuindo com o papel sociocrítico dos participantes.
CFQ2QF, CFQ8QF, CFQ9QF, CFQ10QF	Durante a realização da atividade, os principais desafios enfrentados pelos estudantes foram a instabilidade na conexão com a internet da escola, a análise dos dados obtidos com os instrumentos de coleta utilizados, assim como trabalhar em grupos, lidar com as diferentes ideias e com a pouca participação de alguns integrantes.
CFQ3QF	Os conteúdos matemáticos abordados na atividade foram cálculos com as operações matemáticas básicas, os conceitos de razão, proporção e ângulos, assim como tópicos da pesquisa estatística (variáveis, porcentagem e gráficos).
CFQ4QF, CFQ5QF	A maioria dos estudantes acredita que as aplicações e contribuições sociais da matemática estão no exercício de algumas profissões, em pesquisas para inovações e solução dos problemas da sociedade, mas alguns deles destacam que essas contribuições dependem das intenções de quem utiliza a matemática. Outros, porém, não visualizam relações entre a matemática e as questões sociais.

Fonte: elaborado pelo autor.

De posse dessas categorias emergentes, foi possível a construção do metatexto da análise dos dados obtidos com o questionário final. Esse texto apresenta nossa compreensão das concepções dos estudantes após a realização da atividade de Modelagem proposta na disciplina de Matemática, assim como discute essa compreensão com base nos referenciais teóricos adotados nesta pesquisa. O metatexto é constituído por 4 seções, cujos títulos são as categorias emergentes apresentadas no Quadro 7.

6.3 METATEXTO FINAL: CONCEPÇÕES DOS ESTUDANTES APÓS A REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE DE MODELAGEM MATEMÁTICA

A atividade proposta foi diferente daquelas que os estudantes estão acostumados, pois focou na interação em grupos, com a realidade escolar e alguns problemas sociais do seu contexto, assim como na utilização de recursos tecnológicos, gerando interesse pelas aulas e contribuindo com o papel sociocrítico dos participantes.

Essa concepção dos estudantes em relação à atividade realizada vai ao encontro do desejo que manifestaram em suas respostas ao questionário inicial, nas quais criticavam as aulas com um viés mais expositivo, sem espaço para interações entre colegas, e com conteúdos desvinculados à realidade. Nesse sentido, consideramos que a atividade atendeu seus anseios, proporcionando-lhes momentos de discussão e reflexão em grupos, bem como a utilização de diferentes recursos para construção do conhecimento, como a pesquisa, o trabalho com softwares de tratamento, apresentação e análise de dados, a interação com toda a comunidade escolar e o trabalho com temáticas de seus interesses.

Com isso, conforme apontam os estudantes, a atividade agregou-lhes conhecimentos sobre temas importantes da sua realidade, e, a partir do trabalho em grupo, contribuiu na formação e discussão de opiniões, baseadas em dados obtidos com as pesquisas realizadas. Esses apontamentos indicam o estímulo ao papel sociocrítico desses estudantes, preparando-os para criticar, analisar e agir de forma mais consciente no seu meio social, no mundo do trabalho, dentre outros ambientes que venham a conviver durante sua vida.

Dessa forma, fica evidente a formação cidadã dos estudantes no trabalho com a Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica, a qual, de acordo com Barbosa (2001), Silva e Kato (2012) e Carvalho (2019), além da interação com conceitos matemáticos, objetiva que os estudantes levem as discussões desenvolvidas para o seu cotidiano, conscientizando-se de seu papel social, assim como diversificando suas formas de ver e interagir o/no mundo.

Durante a realização da atividade, os principais desafios enfrentados pelos estudantes foram a instabilidade na conexão com a internet da escola, a análise dos dados obtidos com os instrumentos de coleta utilizados, assim como trabalhar em grupos, lidar com as diferentes ideias e com a pouca participação de alguns integrantes.

Ao vivenciarem a instabilidade do sinal da conexão à internet durante a atividade, os estudantes puderam compreender a dificuldade dos professores em trazer recursos que necessitam desse sinal para a sala de aula, e, com isso, a turma que trabalhou com as condições de infraestrutura da escola, apresentou esse item em seu relatório como uma demanda a ser qualificada pela equipe diretiva.

Quanto aos demais desafios apontados pelos estudantes, acreditamos que eles são naturais nas primeiras experiências com atividades de Modelagem Matemática, uma vez que os participantes precisam distanciar-se de uma posição de conforto, onde são apenas ouvintes, para serem sujeitos ativos no processo, que realizam pesquisas, investigam, debatem e produzem seu conhecimento em grupo (Bassanezi, 2014; Almeida; Silva; Vertuan, 2021). Nesse sentido, as atividades se tornam mais trabalhosas e exigem mais dos estudantes, mas é nessa intensa interação com o tema, assim como no diálogo com o outro, que a criticidade e o conhecimento são desenvolvidos.

Ainda, na questão da pouca participação de alguns estudantes no trabalho em grupo, fica clara a importância do professor como mediador durante a atividade, que além de propiciar questões que abram o diálogo, tem o papel de observar e estimular a participação e o engajamento de todos os participantes, de forma que desenvolvam as habilidades e conhecimentos necessários para o êxito da proposta.

Os conteúdos matemáticos abordados na atividade foram cálculos com as operações matemáticas básicas, os conceitos de razão, proporção e ângulos, assim como tópicos da pesquisa estatística (variáveis, porcentagem e gráficos).

Os estudantes evidenciaram vários tópicos matemáticos no decorrer da atividade de Modelagem, revisitando alguns já trabalhados em momentos anteriores, assim como buscando e conhecendo novos conceitos. Temas como razão, proporção, ângulos e porcentagem foram trabalhados com os estudantes ao longo do ensino fundamental, mas os tópicos da pesquisa estatística, embora sejam presentes no cotidiano, apresentaram-se como uma novidade para eles, desde o conceito de variável estatística até o melhor instrumento de apresentação dos valores de uma variável.

Conforme discutem Martin e Vertuan (2019), com atividades de Modelagem Matemática, os estudantes têm a possibilidade de entrelaçar a temática de estudo com a matemática, e, com isso, conhecer novos conceitos, assim como relembrar aqueles já

conhecidos. Ainda, segundo Setti e Vertuan (2021), essa tomada de consciência de conceitos já conhecidos e, por consequência, das estratégias que pode utilizar para enfrentar um determinado problema, potencializa o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, assim como sua habilidade de apreender novos conhecimentos.

Assim, entendemos que, durante a atividade de Modelagem, a matemática foi um instrumento para analisar, refletir, discutir e apresentar os resultados do estudo realizado pelos estudantes, contribuindo com sua aprendizagem e desenvolvendo suas habilidades de pensar e agir frente a futuros desafios que venham a vivenciar.

A maioria dos estudantes acredita que as aplicações e contribuições sociais da matemática estão no exercício de algumas profissões, em pesquisas para inovações e solução dos problemas da sociedade, mas, alguns deles destacam que essas contribuições dependem das intenções de quem utiliza a matemática. Outros, porém, não visualizam relações entre a matemática e as questões sociais.

Assim como nos dados obtidos com o questionário inicial, muitos estudantes apresentam a visão de que a principal importância dos conhecimentos matemáticos está no uso de operações aritméticas básicas no cotidiano, assim como para o exercício de algumas profissões específicas, ou no desenvolvimento científico e tecnológico. Porém, após a aplicação da atividade de Modelagem, alguns estudantes expressam indícios de reflexão sobre o poder formatador da matemática na sociedade, discutido por Skovsmose (2001), assim como da necessidade da alfabetização matemática para compreender e contribuir com as diferentes problemáticas sociais.

Apontando o questionamento das intenções de quem utiliza a matemática na sociedade, assim como a necessidade de ter conhecimentos matemáticos para entender e agir em questões sociais, eles apontam que a matemática é utilizada desde a pesquisa, identificação e compreensão de dados, até a distribuição de recursos para contribuir na solução de problemas de natureza social. Isso mostra que as funções e utilizações sociais da matemática na tomada de decisões acerca desses problemas, bem como os impactos dessas decisões nos diferentes setores da sociedade, estiveram presentes, em algum nível, nas suas reflexões.

Diante disso, e de acordo com as discussões de Skovsmose (2001) e Bennemann e Allevato (2015), acerca da importância de uma Educação Matemática Crítica, que forme sujeitos capazes de entender os interesses por trás dos usos sociais da matemática,

entendemos que essa experiência inicial com atividades de Modelagem Matemática possibilitou, para alguns dos estudantes, o enfraquecimento da visão da matemática como neutra, sem influências da e na sociedade.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com esta pesquisa, motivados pelos desafios de ensinar e aprender matemática na educação básica, especialmente aqueles relacionados aos anseios dos estudantes em entender aplicações reais dos conteúdos que estão trabalhando em sala de aula, estudamos, vivenciamos e refletimos sobre os potenciais e as contribuições da prática de Modelagem Matemática na Educação Matemática sob o viés sociocrítico.

Para uma discussão teórica sobre o tema, apresentamos, especialmente, as discussões de Bassanezi (2014) e Biembengut e Hein (2009) sobre a Modelagem Matemática na Educação Matemática, e as de Barbosa (2001), voltadas à perspectiva sociocrítica. Ainda, fortaleceram esta pesquisa as reflexões como as Auler (2003) e de Auler e Delizoicov (2001), a respeito da perspectiva CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) no ensino de ciências, e as de Skovsmose (2001), sobre a Educação Matemática Crítica.

De forma a vivenciar e avaliar os potenciais dessa abordagem em sala de aula, planejamos e executamos uma prática de Modelagem com duas turmas de 9º ano do ensino fundamental, nas quais o pesquisador era o professor regente da disciplina de Matemática. Conforme interesse dos estudantes, em uma das turmas foi trabalhada a temática do Saneamento Básico, e na outra foram discutidas questões relacionadas às condições do ambiente escolar para proporcionar uma educação de qualidade. Ambas as práticas envolveram a comunidade escolar e geraram ambientes de discussões, reflexões, aprendizagens e contribuições para com as temáticas abordadas.

Consideramos a inserção da Modelagem em sala de aula, descrita e discutida nesta pesquisa, como uma primeira vivência/experiência com essa possibilidade de ensinar e aprender matemática. Tal experiência foi bastante desafiadora, mas também muito rica, tanto para o professor/pesquisador, quanto para os estudantes envolvidos com a atividade.

Como discutem os teóricos que embasaram este trabalho, modificar a forma de trabalhar em sala de aula, distanciando-se do tradicional e diversificando as metodologias, não é uma tarefa simples. Muitos são os momentos de receio do professor que se permite “entrar” em um ambiente diferente, desconhecido e não previsível. Executar esta pesquisa foi experimentar esse misto de sensações, de dúvidas, de angústias por não saber exatamente quais seriam os resultados, mas também de alegria e realização a cada expressão positiva dos estudantes, no seu envolvimento e crescimento com a atividade.

A prática de Modelagem Matemática permitiu o rompimento com o disciplinar, com a fragmentação do conhecimento. Trabalhamos não só a matemática pela matemática, mas sim

com a importância e a utilização desta área do conhecimento como instrumento para estudar e compreender temas não necessariamente matemáticos, muito mais amplos, pertencentes a um todo, à realidade do meio em que estávamos inseridos.

Esse é um dos aspectos enriquecedores do trabalho com Modelagem Matemática em sala de aula, fazendo com que os estudantes interajam com conhecimentos de outras áreas/disciplinas, como as ciências da natureza, por exemplo, estabelecendo relações entre as diferentes áreas do conhecimento que compõem sua matriz curricular. Com isso, contribui-se com a quebra da concepção de conhecimentos fragmentados, isolados, uma vez que nossas atividades cotidianas englobam o todo, os conhecimentos interdisciplinares, um conjunto de ferramentas que só são possíveis a partir da integração de todas as áreas.

Essas discussões vão ao encontro do que propõe a abordagem CTS sobre a importância da aprendizagem de conhecimentos teóricos como instrumentos para analisar, compreender e agir na realidade, buscando contribuir com a construção de uma sociedade mais justa e equânime. Nesse sentido, entendemos e refletimos sobre a perspectiva CTS no ensino de ciências como um fundamento da proposta de Modelagem Matemática aqui adotada. Consideramos a prática de Modelagem como uma atividade em que se “conversa” com diferentes áreas do conhecimento e, além disso, na perspectiva sociocrítica, em que se propõem discussões e reflexões políticas, sociais, tecnológicas, assim como críticas à própria matemática, “quebrando” a ideia dessa área do conhecimento como neutra e abstrata, cujo estudo não precisa discutir questões não matemáticas.

Diante disso, muitos aspectos relacionados ao desenvolvimento social e cognitivo dos estudantes foram exercitados. Durante o processo de escolha do tema, por exemplo, eles manifestaram e discutiram opiniões sobre assuntos de seu interesse, escutando e respeitando as dos colegas. Além disso, precisaram buscar estratégias de convencimento para suas escolhas, desenvolvendo o diálogo e a utilização de justificativas coerentes e assertivas para que seu tema atraísse a atenção dos colegas.

Na etapa de pesquisa sobre a temática de trabalho, eles obtiveram muitas informações, gerando uma “confusão” de ideias, desde o seu entendimento, passando pela reflexão sobre o que considerar no trabalho, até a organização coerente das mesmas, de forma a construir uma compreensão geral do assunto estudado. O papel do professor como mediador foi essencial nessa etapa, contribuindo para o desenvolvimento das estratégias de pesquisa e síntese dos estudantes.

Nos processos de formulação da problemática de pesquisa, de construção e reflexão de hipóteses, assim como do planejamento do caminho a ser percorrido para obter respostas para

ela, tanto o professor quanto os estudantes saíram de sua zona de conforto, definitivamente. O professor, por não apresentar problemas/situações prontas, cujos desenvolvimentos já eram, previamente, planejados/previstos. Já os estudantes por não estarem frente a um exercício a ser respondido, mas sim a um tema cuja pergunta norteadora eram eles quem deveriam construir, assim como pensar em meios de obter informações que pudessem respondê-la. Nesse sentido, eles precisaram ser ativos, participativos e protagonistas nesse processo, desenvolvendo pensamentos mais estruturados, reflexivos e críticos em relação ao seu objeto de estudo.

Por fim, nos momentos de análise e conclusão dos dados obtidos, assim como de planejamento e execução de uma ação em prol da contribuição com a realidade observada, os estudantes utilizaram muitos conceitos matemáticos que já haviam trabalhado, recordando-os em suas memórias. Todavia, também precisaram pesquisar e compreender novos conceitos, com o auxílio do professor e dos materiais didáticos disponíveis, de forma a qualificar seu trabalho.

Além disso, foi necessária muita interação entre a turma, discutindo e refletindo ideias e opiniões, de forma democrática e crítica, agregando conhecimentos e estimulando o desenvolvimento habilidades de ação social. Nesse sentido, acreditamos que a atividade proposta contribuiu com o papel sociocrítico dos estudantes, levando-os a olharem para o meio em que estão inseridos, questionando e intervindo criticamente frente às discussões do seu contexto social.

No que diz respeito ao processo de desenvolvimento da pesquisa e da prática de Modelagem em sala aula, consideramos importante destacar que acabamos por selecionar e utilizar alguns elementos e etapas do processo de Modelagem, segundo os autores discutidos no referencial teórico, muito mais como ferramentas dentro de um conjunto maior e mais complexo de atividades e discussões. Essas ferramentas possibilitaram o delineamento de um caminho a ser percorrido com a atividade, assim como serviram de suporte para discutir o papel da matemática nos contextos estudados.

Todavia, é importante sinalizar que, de acordo com as características da atividade e da temática abordada na proposta de Modelagem Matemática para a ação sociocrítica, consideramos que o processo de Modelagem utilizado se enquadra muito mais no que Barbosa (2001), em consonância com as discussões de Skovsmose (2000), apresenta como um ambiente de aprendizagem. Ou seja, a proposta pode ser entendida como um convite ao que Skovsmose (2000) chama de cenários para investigação, em especial aqueles com referência à realidade, convidando os estudantes a indagar, investigar e refletir sobre

problemas da sua realidade, com o auxílio da matemática. Nesse sentido, ela teve uma natureza aberta, cujos encaminhamentos e resultados dependiam do envolvimento e interesse dos estudantes.

Considero interessante mencionar, também, a importância do olhar atento do professor, ao planejar uma prática de Modelagem Matemática, para o público e o ambiente com que está trabalhando, suas condições, limitações, seus potenciais, assim como da parceria e do engajamento da comunidade escolar com o trabalho que está sendo desenvolvido. Essas são considerações importantes, pois têm grande influência no desenvolvimento e nos resultados de uma prática pedagógica diferente, inovadora.

No momento em que realizei esta pesquisa, a disciplina de Matemática possuía uma carga horária semanal de 7 períodos de 50 minutos. Assim, dispunha de bastante tempo, em sala de aula, para aplicação e exploração das atividades planejadas. Além disso, os estudantes participantes da atividade engajaram-se com a proposta, desenvolvendo-a com muito empenho; assim como recebi muito apoio e incentivo da equipe diretiva e dos colegas professores, o que também foi um fator que contribuiu para o êxito do trabalho. Tenho certeza de que sem todo esse engajamento dos envolvidos, os resultados não seriam os mesmos.

Finalmente, idealizando estudos futuros, e agregando conteúdo as discussões até aqui realizadas, acredito ser interessante uma análise, na literatura, a fim de verificar se os trabalhos de Modelagem Matemática que versam sobre questões sociais se aproximam mais dos modelos propostos por Biembengut e Hein (2009) e Bassanezi (2014), da Modelagem como uma metodologia de ensino; ou daquele apresentado por Barbosa (2001), da prática de Modelagem como um ambiente de aprendizagem.

Considero a prática de Modelagem Matemática sob a perspectiva sociocrítica como uma potencial ferramenta para a educação básica, e compreender de que forma ela vem sendo concebida e trabalhada em diferentes pesquisas, diferentes realidades, pode contribuir com o aprimoramento das discussões relacionadas à temática, e, por consequência, qualificar ainda mais o ensino e a aprendizagem de Matemática.

Além disso, entendemos que, no decorrer da atividade, discussões relacionadas aos elementos da Abordagem CTS no ensino de ciências, como, por exemplo, a transparência das atividades científicas/tecnológicas e seus impactos sociais, não foram atingidos, de maneira concreta, especialmente, devido às temáticas abordadas. Diante disso, para estudos futuros, também registramos, como uma possibilidade, um melhor entrelaçamento, de cunho teórico, bem como com propostas de aplicação prática, da relação entre os elementos da Abordagem

CTS e a prática de Modelagem Matemática em sala de aula, contribuindo com as pesquisas na área.

Ainda, fruto desta pesquisa, elaboramos um produto educacional, no formato de uma cartilha digital, cuja proposta é apresentar um percurso didático, apontando caminhos para o trabalho com a Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica, sendo ele ilustrado com uma breve descrição das atividades desenvolvidas nesta pesquisa. Cabe salientar que, embora as atividades tenham sido trabalhadas com estudantes do ensino fundamental, o percurso proposto pode ser direcionado a estudantes dos diferentes níveis de ensino, com as devidas adaptações. A cartilha é apresentada em um documento destacado desta dissertação, e deixamos aqui o convite para leitura e apreciação do material.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. M. W. SILVA, A. Por Uma Educação Matemática Crítica: a Modelagem Matemática como alternativa. **Educ. Matem. Pesq.**, São Paulo, v. 12, n. 2, pp. 221-241, 2010.
- ALMEIDA, L. M. W; SILVA, K. P; VERTUAN, R. E. **Modelagem matemática na educação básica**. 1. ed., 2ª reimpressão. São Paulo: Contexto, 2021.
- ALMEIDA, L. M. W; VERTUAN, R. E. Discussões sobre como fazer modelagem matemática na sala de aula. *In*: ALMEIDA, L. M. W; ARAÚJO, J. L; BISOGNIN, E. (Org.). **Práticas de Modelagem Matemática na Educação Matemática**. 1. ed. Londrina: EDUEL, v. 1, p. 19-44, 2011.
- AULER, D. Alfabetização Científico-Tecnológica: Um novo “paradigma”? **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 05, n. 1, p. 68-83, 2003.
- AULER, D; DELIZOICOV, D. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA PARA QUÊ?, **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, n. 2, p. 122-134, 2001.
- BARBOSA, J. C. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. *In*: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24., 2001, Caxambu. **Anais...** Rio Janeiro: ANPED, 2001. 1 CD-ROM.
- BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática: O que é? Por que? Como? **Veritati**, n. 4, p. 73-80, 2004.
- BARBOSA, J. C. As discussões paralelas no ambiente de aprendizagem modelagem matemática. **Acta scientiae: Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, Canoas, v. 10, n. 1, p. 47-58, 2008.
- BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**: uma nova estratégia. 4. ed. – São Paulo: Contexto, 2014.
- BENNEMANN, M; ALLEVATO, N. S. G. Compreensões dos professores quanto à ação sociopolítica da matemática. *In*: **XIV Conferência Interamericana de Educação Matemática**, Tuxtla - México, 2015.
- BIEMBENGUT, M. S; HEIN, N. **Modelagem Matemática no Ensino**. 5 ed. São Paulo: Contexto, 2009.
- BOTELHO, J. M; CRUZ, V. A. G. **Metodologia Científica**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: educação é a base. Brasília: MEC/Secretaria de Educação, 2018.
- CARARO, E. F. F; VERTUAN, R. E. Modelagem Matemática na Educação Matemática: uma experiência no Ensino Médio / Mathematical Modeling in Mathematical Education: an

experience in High School. **Revista Dynamis**, [S.l.], v. 26, n. 2, p. 100-121, out. 2020.

CARVALHO, D. S. CONCEPÇÕES DE MODELAGEM MATEMÁTICA PRESENTES EM PESQUISAS BRASILEIRAS NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, [S. l.], v. 6, n. 1, 2019.

DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1994.

DUARTE, A. A; LIVI, A; VERTUAN, R. E. MODELAGEM MATEMÁTICA DESENVOLVIDA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA. *In: XV Encontro Paranaense de Educação Matemática – EPREM, 2019. Anais...* Londrina: SBEM - PR, 2019.

GERHARDT, T. SILVEIRA, D. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

LÜDKE, M; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: E.P.U., 2012.

MARTIN, R. W. S; VERTUAN, R. E. Um olhar para a autonomia de alunos quando desenvolvem atividades de modelagem matemática. **Matemática e Ciência: construção, conhecimento e criatividade**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 127-143, 2019.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva**. 3. ed. rev. e ampl. Ijuí: Ed. Unijuí, 2016. 264 p.

PINHEIRO, N. A. M. **Educação Crítico-Reflexiva para um Ensino Médio Científico-Tecnológico: a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático**. 2005. 306 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

PINTO, S. L; VERMELHO, S. C. S. D. Um panorama do enfoque CTS no ensino de ciências na educação básica no Brasil. *In: XI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – XI ENPEC*, 3 a 6 de julho de 2017, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC.

POZO, J. I. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

ROCHA, A. L.; PINTO, M. M. F. A Modelagem Matemática na educação como recurso na formação crítica dos alunos no Ensino Fundamental. **Revemop**, v. 2, p. e202017, 22 abr. 2020.

ROEHRIG, S. A. G; CAMARGO, S. A educação com enfoque cts no quadro das tendências de pesquisa em ensino de ciências: algumas reflexões sobre o contexto brasileiro atual. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 6, n. 2, p. 117-131, ago. 2013.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira. **ENSAIO - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 02, n. 02, dez. 2002.

SETTI, E. J. K.; VERTUAN, R. E. Estimando aglomerações: Uma atividade de Modelagem Matemática inspirada na literatura de Malba Taham. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, Campo Mourão, v. 10, n. 21, p. 487-502, jan/abr, 2021.

SILVA, C.; KATO, L. A. Quais elementos caracterizam uma atividade de modelagem matemática na perspectiva sociocrítica?. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 26, p. 817-838, 2012.

SILVA, J. M. **O Ensino de matemática na perspectiva CTS: Concepção e prática dos professores**. 2022. 40 f. Dissertação (Mestrado Profissional) – Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2022.

SKOVSMOSE, O. Cenários para investigação. **Bolema – Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro, n. 14, p. 66-91, 2000.

SKOVSMOSE, O. **Educação Matemática crítica: a questão da democracia**. Campinas, SP: Papyrus, 2001. 160 p.

SOARES, R. B. A Modelagem Matemática como um ambiente de aprendizagem: transformando uma brincadeira em uma prática esportiva. *In: XX Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática – XX EBRAPEM*, 12 a 14 de novembro de 2016, Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR.

STEEN, L. A. (Ed.). **Mathematics and democracy: the case for quantitative literacy**. Princeton, NJ: NCED, 2001. Tradução de Francisco Duarte Moura Neto.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INICIAL

1) Considerando as disciplinas da matriz curricular de sua etapa de ensino (Ensino Fundamental - Anos Finais), listadas a seguir, assinale aquela com a qual você menos se identifica:

- | | | |
|--|---|--|
| <input type="checkbox"/> Língua Portuguesa | <input type="checkbox"/> Ciências | <input type="checkbox"/> Matemática |
| <input type="checkbox"/> Língua Inglesa | <input type="checkbox"/> Geografia | <input type="checkbox"/> Projeto de Vida |
| <input type="checkbox"/> Língua Espanhola | <input type="checkbox"/> História | <input type="checkbox"/> Educação Física |
| <input type="checkbox"/> Arte | <input type="checkbox"/> Ensino Religioso | |

Por que você escolheu essa disciplina?

- 2) Você acredita que os conhecimentos dessa disciplina são importantes para sua formação?
 Sim. Não. Por quê?
- 3) Você visualiza aplicações dos conceitos trabalhados nessa disciplina em atividades do seu cotidiano? Em caso afirmativo, descreva onde/como ocorrem essas aplicações.
 Sim. Não.
- 4) Você acredita que os conhecimentos dessa disciplina contribuíram/contribuem para o desenvolvimento social, científico e/ou tecnológico atual? Em caso afirmativo, como?
- 5) O que você sugere para que os estudos nessa disciplina se tornem mais atraentes?

As questões 6 a 11, a seguir, são específicas sobre a disciplina de Matemática.

- 6) Como você definiria a Matemática?
- 7) Você acredita que os resultados matemáticos são sempre exatos, corretos e únicos?
 Sim. Não. Justifique sua resposta.
- 8) A Matemática tem influência nos rumos da sociedade?
 Sim. Não. Em caso afirmativo, como? Em caso negativo, por quê?
- 9) Caso sua resposta à pergunta anterior tenha sido afirmativa, os resultados matemáticos são sempre benéficos para a sociedade?
 Sempre. Nem sempre. Nunca. Por quê? Comente sua resposta.
- 10) Você considera que a Matemática contribui (ou pode contribuir) com a solução de problemas sociais como, por exemplo, Violência, Criminalidade, falta de Saneamento Básico, Desemprego, Desigualdades Sociais, dificuldades no acesso a tratamentos de Saúde, Poluição e Desmatamento etc.?
 Sim. Não. Comente sua resposta.

11) A sociedade influencia o trabalho dos matemáticos/cientistas?

Sim. Não. Não sei.

Em caso afirmativo, como? Em caso negativo, deveria influenciar? Por quê?

12) Pensando no que você aprendeu na escola até o momento, você se considera um indivíduo apto a contribuir na solução de problemas sociais como, por exemplo, os citados na questão 10?

Sim. Não. Comente sua resposta.

13) Refletindo sobre problemas ou questões sociais da sua realidade, cite aqueles que você considera que merecem mais atenção fora do ambiente escolar, justificando o porquê.

14) Agora, ainda refletindo sobre problemas ou questões sociais da sua realidade, cite aqueles que você considera que merecem mais atenção no ambiente escolar, justificando o porquê.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO FINAL

- 1) Você gostou de realizar a atividade de pesquisa proposta na disciplina de Matemática?
() Sim. () Não. Justifique sua resposta.
- 2) Qual(is) a(s) maior(es) dificuldade(s) que você encontrou no decorrer da atividade?
- 3) Você utilizou conteúdos matemáticos na atividade desenvolvida?
() Sim. () Não. Em caso afirmativo, quais? De que forma?
- 4) De acordo com sua resposta à questão anterior, você acredita que a Matemática tem influência nas decisões da sociedade?
() Sim. () Não. Em caso afirmativo, como? Em caso negativo, por quê?
- 5) Pensando na atividade desenvolvida, você considera que a Matemática contribui (ou pode contribuir) com a solução de problemas sociais como, por exemplo, Violência, Criminalidade, falta de Saneamento Básico, Desemprego, Desigualdades Sociais?
() Sim. () Não. Em caso afirmativo, como? Em caso negativo, por quê?
- 6) Você acredita que atividades como a realizada contribuem com sua formação escolar?
() Sim. () Não. Comente sua resposta.
- 7) Você acredita que atividades como a realizada auxiliam no desenvolvimento da sua capacidade de compreender e discutir problemas sociais?
() Sim. () Não. Comente sua resposta.
- 8) Você gostaria de realizar outras atividades semelhantes a que realizou?
() Sim. () Não. Por quê?
- 9) Você acredita que atividades como a realizada contribuem com o interesse dos estudantes pelas aulas?
() Sim. () Não. Por quê?
- 10) Nesta questão, você pode comentar sobre a atividade realizada, refletindo sobre o que poderia ser feito diferente, quais os pontos positivos e negativos da proposta, como foi trabalhar em grupos, realizar uma pesquisa na escola etc.

APÊNDICE C – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PARTICIPAÇÃO DE PESQUISA E APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIOS

Eu, _____, declaro, por meio deste termo, que concordei em responder questionários referentes ao projeto de pesquisa de dissertação de mestrado intitulado “A Modelagem Matemática no Ensino: uma abordagem com foco no desenvolvimento do papel sociocrítico dos estudantes”, desenvolvido pelo professor e pesquisador Eduardo de Almeida Boeira, sob orientação do professor Dr. Lucas Nunes Ogliari.

Afirmo que aceitei responder os questionários por minha própria vontade, sem receber qualquer incentivo financeiro ou ter qualquer ônus e com a finalidade exclusiva de colaborar para o sucesso da pesquisa.

Fui informado(a) do objetivo estritamente acadêmico do estudo, que, em linhas gerais, é proporcionar, por meio da Modelagem Matemática como método de pesquisa e metodologia de ensino, uma perspectiva de ensino e de aprendizagem de matemática como instrumentos de análise, reflexão, interpretação e intervenção social. Fui também informado(a) de que os usos das informações por mim oferecidas serão somente em situações acadêmicas (artigos científicos, palestras, seminários etc.), sendo minha identidade preservada e meus dados pessoais identificados genericamente.

Minha colaboração far-se-á por meio de questionários e atividades pedagógicas. O acesso e/ou análise dos dados coletados far-se-ão apenas pelo pesquisador e seu orientador. Não será atribuída nota (ou conceito) às respostas dadas. A minha participação iniciará apenas a partir da entrega deste documento por mim assinado. Estou ciente que, caso tenha dúvidas ou me sinta prejudicado(a), poderei contatar o pesquisador Eduardo de Almeida Boeira pelo e-mail: matematicaeduardo08@gmail.com.

Atesto o recebimento de uma cópia assinada deste Termo de Assentimento.

_____, _____ de _____ de 2022.

Assinatura do participante: _____

Assinatura do pesquisador: _____

APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PARTICIPAÇÃO DE PESQUISA E APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIOS

Eu, _____, responsável legal pelo(a) estudante _____, declaro, por meio deste termo, que concordo que meu (minha) filho(a) (ou menor sob minha responsabilidade) participe e responda questionários referentes ao projeto de pesquisa de dissertação de mestrado intitulado “A Modelagem Matemática no Ensino: uma abordagem com foco no desenvolvimento do papel sociocrítico dos estudantes”, desenvolvido pelo professor e pesquisador Eduardo de Almeida Boeira, sob orientação do professor Dr. Lucas Nunes Ogliari.

Afirmo que aceito que meu (minha) filho(a) (ou menor sob minha responsabilidade) participe da pesquisa e responda os questionários por minha própria vontade, sem receber qualquer incentivo financeiro ou ter qualquer ônus e com a finalidade exclusiva de colaborar para o sucesso da pesquisa.

Estou sendo informado(a) do objetivo estritamente acadêmico do estudo, que, em linhas gerais, é proporcionar, por meio da Modelagem Matemática como método de pesquisa e metodologia de ensino, uma perspectiva de ensino e de aprendizagem de matemática como instrumentos de análise, reflexão, interpretação e intervenção social. Também estou sendo informado(a) de que os usos das informações por meu (minha) filho(a) (ou menor sob minha responsabilidade) oferecidas serão somente em situações acadêmicas (artigos científicos, palestras, seminários etc.), sendo sua identidade preservada e seus dados pessoais identificados genericamente.

A colaboração de meu (minha) filho(a) (ou menor sob minha responsabilidade) far-se-á por meio de questionários e atividades pedagógicas. O acesso e/ou análise dos dados coletados far-se-ão apenas pelo pesquisador e seu orientador. Não será atribuída nota (ou conceito) às respostas dadas. A participação de meu (minha) filho(a) (ou menor sob minha responsabilidade) iniciará apenas a partir da entrega deste documento por mim assinado. Estou ciente que, caso tenha dúvidas ou sinta meu (minha) filho(a) (ou menor sob minha responsabilidade) prejudicado(a), poderei contatar o pesquisador Eduardo de Almeida Boeira pelo e-mail: matematicaeduardo08@gmail.com.

Atesto o recebimento de uma cópia assinada deste Termo de Consentimento.

_____, _____ de _____ de 2022.

Assinatura do(a) responsável legal pelo(a) participante:

Assinatura do pesquisador: _____

**APÊNDICE E – TERMO DE ANUÊNCIA PARA REALIZAÇÃO DE ATIVIDADES
DE PESQUISA**

A Escola Estadual de Ensino Fundamental _____, por meio deste Termo de Anuência, vem permitir que **Eduardo de Almeida Boeira**, professor desta Instituição, possa desenvolver atividades relativas à sua pesquisa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas, intitulada **A MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO: UMA ABORDAGEM COM FOCO NO DESENVOLVIMENTO DO PAPEL SOCIOCRTICO DOS ESTUDANTES**, do Programa de Pós-graduação de Ensino em Ciências Exatas da Universidade Federal do Rio Grande – FURG (SAP). Tais atividades constam de aplicação de materiais pedagógicos (de forma presencial), diário de campo e questionários.

_____, ____ de _____ de 2022.

Diretora

**APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO SOBRE AS CONDIÇÕES DO AMBIENTE
ESCOLAR APLICADO COM OS ESTUDANTES (TURMA A)**

- 1) De acordo com sua opinião, quais são as condições básicas de uma escola para oferecer uma educação de qualidade?
- 2) De acordo com sua resposta na questão anterior, você acha que a sua escola oferece as condições necessárias para uma educação de qualidade?
() Sim. () Não. () Não todas. Por quê? Comente.
- 3) Nesta questão, cite alguns pontos positivos da sua escola e justifique o porquê os considera positivos.
- 4) Você sabe como funciona o recebimento e o investimento de verbas pela escola?
() Sim. () Não. Se sim, comente como.
- 5) De acordo com sua opinião, quais setores da escola estão precisando de melhorias, de mais investimentos? Por quê?
- 6) Em sua turma, ou na escola toda, você conhece pessoas com maior dificuldade de acesso a materiais escolares (impressão, internet, cadernos etc.) fora do ambiente escolar?
() Sim. () Não. () Não sei dizer.
Em caso positivo, o que sugere para ajudar essas pessoas?
- 7) Em sua opinião, sua escola oferece acessibilidade para pessoas portadoras de deficiência?
() Sim. () Não. Justifique sua resposta.
- 8) De acordo com as suas aulas, você as considera interessantes?
() Sim. () Não. () Às vezes. Por quê? Comente sua resposta.
- 9) Caso tenha assinalado “Não” ou “Às vezes” na questão anterior, o que você sugere para que as aulas se tornem mais interessantes?

**APÊNDICE G – QUESTIONÁRIO SOBRE AS CONDIÇÕES DO AMBIENTE
ESCOLAR APLICADO COM OS PROFESSORES (TURMA A)**

- 1) De acordo com sua opinião, quais são as condições básicas de uma escola para oferecer uma educação de qualidade?
- 2) De acordo com sua resposta na questão anterior, você acha que a escola onde trabalha oferece as condições necessárias para uma educação de qualidade?
() Sim. () Não. () Não todas. Por quê? Comente sua resposta.
- 3) De acordo com sua opinião, quais setores da escola estão precisando de melhorias, de mais investimentos? Por quê?
- 4) Você observa o interesse e a participação dos alunos durante as suas aulas?
() Sim. () Não. () Nem sempre.

Caso tenha assinalado “Não” ou “Nem sempre”, por que você acha que isso acontece?

- 5) No preparo de suas aulas, você busca utilizar os meios tecnológicos disponíveis na escola? Sente dificuldades na utilização? Comente.
- 6) Você se sente preparado para a utilização de novos métodos de ensino em suas aulas?
() Sim. () Não. () Nem sempre.

Caso tenha assinalado “Não” ou “Nem sempre”, o que você sugere para melhorar isso?

- 7) Você se sente preparado para atender a diversidade de alunos presentes em sua sala de aula?
() Sim. () Não. () Nem sempre.

Caso tenha assinalado “Não” ou “Nem sempre”, o que você sugere para melhorar isso?

- 8) Nesta questão, fique à vontade para comentar sobre outro(s) assunto(s) não abordado(s) nas questões anteriores, em relação ao seu ambiente de trabalho, aos desafios de sua profissão etc.

APÊNDICE H – QUESTIONÁRIO SOBRE SANEAMENTO BÁSICO (TURMA B)

- 1) Em qual bairro você mora?
- 2) Qual a sua idade?
- 3) Você já ouviu falar em saneamento básico?
() Sim. () Não.
Se sim, sabe o que ele é e qual a sua importância? Comente sua resposta.
- 4) Se sua resposta foi positiva na questão anterior, como você avalia o acesso ao saneamento básico na sua realidade, no bairro em que mora?
() Bom. () Ruim. () Regular. () Não sei dizer. Justifique sua resposta.
- 5) Em sua casa, a água consumida provém de qual fonte?
() Torneira sem filtro. () Torneira com filtro. () Bombona de água.
() Outra. Qual?
- 6) Você sabe como é realizado o tratamento da água que recebe em sua residência?
() Sim. () Não. Se sim, comente como.
- 7) Você sabe como é realizado o tratamento do esgoto em sua cidade?
() Sim. () Não. Se sim, comente como.
- 8) Em sua opinião, qual a importância de um tratamento adequado de água e esgoto?
- 9) Você sabe como funciona a coleta de lixo em seu bairro?
() Sim. () Não. Se sim, comente como.
- 10) Você considera o serviço de coleta de lixo importante/essencial? Justifique sua resposta.
- 11) Você sabe qual é a instituição que cuida do tratamento de água e esgoto na sua cidade? Se sim, qual?
- 12) Como você avalia o atendimento da instituição citada na pergunta anterior?
() Bom. () Ruim. () Regular. () Não sei dizer.
- 13) Você sabe qual é a instituição que cuida da coleta de lixo na sua cidade? Se sim, qual?
- 14) Como você avalia o atendimento da instituição citada na pergunta anterior?
() Bom. () Ruim. () Regular. () Não sei dizer.
- 15) Ocorrem alagamentos/enchentes com frequência onde você mora?
() Sim. () Não.
- 16) Você considera que controlar alagamentos/enchentes é um serviço importante/essencial? Por quê?