

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Karen Costa Machado de Alencar

MODELAGEM MATEMÁTICA E O TRABALHO EM GRUPO:
Uma estratégia de ensino equitativo na Matemática para o Ensino
Fundamental

Taubaté – SP

2025

Karen Costa Machado de Alencar

**MODELAGEM MATEMÁTICA E O TRABALHO EM GRUPO:
Uma estratégia de ensino equitativo na Matemática para o Ensino
Fundamental**

Texto apresentado para a Defesa da Universidade de Taubaté, requisito parcial para obtenção do Título de Mestre pelo Mestrado Profissional em Educação Universidade de Taubaté.

Área de Concentração: Formação docente para a Educação Básica

Linha Pesquisa: Linha: Práticas pedagógicas para equidade

Orientadora: Profa. Dra. Cleusa Vieira da Costa

Mentor: Prof. Me. Antônio Vieira da Silva

Taubaté – SP

2025

**Grupo Especial de Tratamento da Informação – GETI
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBi
Universidade de Taubaté - UNITAU**

A368m Alencar, Karen Costa Machado de
Modelagem matemática e o trabalho em grupo : uma estratégia
de ensino equitativo na Matemática para o Ensino Fundamental /
Karen Costa Machado de Alencar. -- 2025.
109 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade de Taubaté,
Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação, Taubaté, 2025.
Orientação: Profa. Dra. Cleusa Vieira Costa, Departamento de
Pedagogia.

1. Modelagem Matemática. 2. Equidade no ensino da
Matemática. 3. Trabalho em grupo. 4. Programa de Especialização
Docente/Brasil. I. Universidade de Taubaté. Programa de Pós-
graduação em Educação. II. Título.

CDD – 370

KAREN COSTA MACHADO DE ALENCAR
MODELAGEM MATEMÁTICA E O TRABALHO EM GRUPO:
Uma estratégia de ensino equitativo na Matemática para o Ensino Fundamental

Texto apresentado para Defesa da Universidade de Taubaté, requisito parcial para obtenção do Título de Mestre pelo Mestrado Profissional em Educação Universidade de Taubaté. Área de Concentração: Formação Docente para a Educação Básica
Linha Pesquisa: Linha 03 – Práticas Pedagógicas para Equidade
Orientadora: Profa. Dra. Cleusa Vieira da Costa
Mentor: Prof. Me. Antônio Vieira da Silva

Data: 22/09/2025

Resultado: Aprovada

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Cleusa Vieira da Costa - Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Prof. Dr. César Augusto Eugenio - Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Prof. Dr. Fernando Gomes Barbosa - Universidade Estadual de Goiás

Assinatura _____

Dedico este trabalho a Deus, que me conduziu até aqui e a meu pai (in memoriam) que sempre esteve presente em cada conquista, me incentivando e apoiando.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu esposo João Paulo e filhos, Beatriz, Bianca, Samuel e Sarah, que me apoiam em cada decisão.

À minha mãe e ao meu pai (in memoriam), que sempre me incentivaram e são meus alicerces.

À diretoria estadual de São José dos Campos, pela receptividade, disponibilidade e contribuição para o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos estudantes e responsáveis participantes da pesquisa, que gentilmente se dispuseram a colaborar, meus eternos agradecimentos pelas contribuições que enriqueceram este trabalho de maneira significativa.

À banca examinadora, pelas contribuições e apoio fundamental ao aperfeiçoamento deste projeto.

Aos professores do MPE, em especial À orientadora Profa. Dra. Cleusa Viera da Costa, ao mentor Prof. Me. Antônio Vieira da Silva, aos professores do curso e aos professores membros da Banca Examinadora UNITAU.

Aos amigos e colegas da linha 3 do Mestrado Profissional em Educação da UNITAU, em especial à Maria Carolina S. Cendretti, ao Anderson de M. Fonseca e à Maiara da S. Galeano.

A FLUPP, ao BNDES e ao Instituto Canoa por tornarem este sonho uma realidade, por meio da bolsa concedida.

“E para começar a ser sábio, basta ter uma forte determinação, uma vontade firme de conseguir a sabedoria a qualquer preço. Dê a ela o devido valor, agarre-se a ela, e a sabedoria o cobrirá de honras.”

(Provérbios 4:7-9)

RESUMO

Esta pesquisa investiga como a modelagem matemática, integrada ao trabalho em grupos colaborativos, pode contribuir para um ensino mais equitativo e significativo no 8º ano do Ensino Fundamental; vincula-se à Linha de Pesquisa “Práticas Pedagógicas para a Equidade” do Mestrado Profissional em Educação da Universidade de Taubaté. Alinha-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), mais especificamente ODS 4 – Educação de qualidade e ODS 10 – Redução das desigualdades. De natureza participante, o estudo parte do pressuposto de que estratégias que promovem a autonomia e a cooperação entre estudantes favorecem a qualidade e a equidade no ensino de Matemática. A investigação foi realizada em uma escola pública do estado de São Paulo, com coleta de dados por meio de questionários diagnósticos (entrada e saída), filmagens das aulas e registros no diário de campo do professor-pesquisador. A análise dos dados, conduzida com base na técnica de Análise de Conteúdo (Bardin, 2011), revelou avanços na participação dos estudantes, nas interações entre pares e na autonomia para tomada de decisões matemáticas. Embora tenha sido observada uma compreensão parcial sobre a generalização de conceitos, os resultados indicam que a modelagem matemática, aliada ao trabalho colaborativo, promove a equidade ao permitir que todos os estudantes contribuam para o sucesso coletivo. Como produto técnico, foi elaborado um conjunto de propostas didáticas baseadas em Modelagem Matemática e trabalho em grupo, voltadas à promoção da equidade no ensino da Matemática.

PALAVRAS-CHAVE: Modelagem Matemática. Equidade no ensino da Matemática. Trabalho em grupo. Programa de Especialização Docente/Brasil

ABSTRACT

This study examines the extent to which mathematical modeling, integrated with collaborative group work, can contribute to more equitable and meaningful mathematics instruction in the 8th grade of Elementary Education. It is situated within the research line Pedagogical Practices for Equity of the Professional Master's Program in Education at the University of Taubaté and aligns with the Sustainable Development Goals (SDGs), specifically SDG 4 – Quality Education and SDG 10 – Reduced Inequalities.

Adopting a participatory research approach, the study is grounded in the premise that pedagogical strategies fostering student autonomy and cooperation enhance both the quality and equity of Mathematics teaching. The research was carried out in a public school in the state of São Paulo, with data collected through diagnostic questionnaires (administered at the beginning and conclusion of the intervention), classroom video recordings, and entries in the teacher-researcher's field diary.

Data analysis, conducted through Content Analysis (Bardin, 2011), revealed notable improvements in student participation, peer interactions, and autonomy in mathematical decision-making. Although only partial progress was observed regarding the generalization of concepts, the results indicate that mathematical modeling, when combined with collaborative learning structures, promotes equity by enabling all students to contribute meaningfully to collective learning outcomes. As a technical product derived from the research, a set of instructional proposals grounded in Mathematical Modeling and collaborative group work was developed to support the promotion of equity in Mathematics education.

KEYWORDS: Mathematical Modeling. Equity in Mathematics Education. Group Work. Teacher Specialization Program/Brazil.

LISTA DE QUADROS, TABELAS E GRÁFICOS

Tabela 1 Ranking estadual de desempenho no SARESP 2023	18
Tabela 2 Desempenho nas disciplinas de Matemática e Língua Portuguesa no SARESP 2023.....	19
Gráfico 1 Médias de proficiência na disciplina de Matemática no SAEB 2021.....	20
Gráfico 2 Desempenho na disciplina de Matemática no SAEB 2021	21
Quadro 1 Divisão dos papéis desempenhados pelos estudantes nos grupos	30
Quadro 2 Busca de artigos relacionados a pesquisa nos bancos de dados Google Acadêmico.....	37
Quadro 3 Busca de artigos relacionados a pesquisa nos bancos de dados Portal de Periódicos da CAPES.....	38
Quadro 4 Busca de artigos relacionados a pesquisa nos bancos de dados SciELO Brasil	39
Quadro 5 Quadro comparativo Fases/Etapas da realização da Modelagem Matemática	42
Quadro 6 Quadro de Categorias, Subcategorias e Descrições	52
Quadro 7 Temas sugeridos pelos estudantes para estudo	56
Tabela 3 Atividade 1 – Questão 1	58
Tabela 4 Atividade 1 – Questão 2	59
Tabela 5 Atividade 1 – Questão 3	59
Tabela 6 Atividade 1 – Questão 4	60
Tabela 7 Atividade 1 – Questão 5	60
Tabela 8 Resposta dos estudantes a respeito de sua participação nos grupos e sua compreensão e capacidade de resolver os problemas de forma autônoma	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Esquema do processo e modelagem matemática	15
Figura 2 Dinâmica da modelagem matemática	26
Figura 3 Sequência da análise de Conteúdo proposta por Bardin	51
Figura 4 Fluxograma dos encontros	55

LISTA DE SIGLAS

ATPC	–	Aula de Trabalho Pedagógico Coletivo
BNDES	-	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAPES	-	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
FLUPP	-	Fundação Lucia e Pelerson Penido
IBGE	–	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEIA	–	Individuals with Disabilities Improvement Act (Ato Educativo para Pessoas com deficiência)
ODS	–	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.
ONU	–	Organização das Nações Unidas
PNE	–	Plano Nacional de Educação
PPP	–	Projeto Político Pedagógico
SAEB	–	Sistema de Avaliação da Educação Básica
SARESP	–	Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo
SEDUC	–	Secretaria da Educação
SciELO	–	Scientific Electronic Library Online
TDA	–	Transtorno de Déficit de Atenção
TDAH	–	Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade
TGD	–	Transtorno Global do Desenvolvimento
TOD	–	Transtorno Desafiador Opositor
UNITAU	-	Universidade de Taubaté

SUMÁRIO

1 ENTRE PROBLEMAS E POSSIBILIDADES: UMA ABORDAGEM COLABORATIVA EM MODELAGEM MATEMÁTICA	13
1.1 Relevância do Estudo / Justificativa	22
1.2 Delimitação do Estudo	23
1.3 Problema	23
1.4 Objetivos	24
1.4.1 Objetivo Geral	24
1.4.2 Objetivo específico	24
2 MOSAÍCO DE IDEIAS: FUNDAMENTOS TEÓRICOS QUE SUSTENTAM A PESQUISA EM MODELAGEM MATEMÁTICA E TRABALHO EM GRUPO	25
2.1 A arte da modelagem matemática	25
2.2 Trabalho em grupos colaborativos	28
2.3 Trabalho em grupo e modelagem matemática	32
2.4 Equidade e sala de aula: uma perspectiva metodológica	33
2.5 Panorama de pesquisas atuais sobre a temática	35
2.6 Análise dos artigos	40
2.6.1 Análise crítica dos artigos selecionados	41
3 CAMINHOS DA PESQUISA: O MÉTODO	45
3.1 Perfil dos Participantes	47
3.2 Instrumentos de pesquisa	48
3.3 Procedimentos para Coleta de Informações/dados	49
3.4 Procedimentos para Análise de informações (dados)	50
4 DA TEORIA À VIVÊNCIA: RESULTADOS E REFLEXÕES SOBRE O TRABALHO EM GRUPO E A MODELAGEM MATEMÁTICA	54
4.1 Implementação da proposta	54
4.2 Análise do questionário diagnóstico de entrada	57
4.3 Análise do questionário diagnóstico de saída	61
4.4 As categorias de análise - uma possibilidade reflexiva	62
4.4.1 Categoria I - Autonomia e confiança na resolução de problemas	64
4.4.2 Categoria II - Interação no trabalho em grupo	69
4.4.3 Categoria III - A modelagem matemática	72
4.4.4 Categoria IV - Avaliação e notas	76

4.4.5 Categoria V - Observação da própria prática.....	77
ENCERRANDO UM CICLO, ABRINDO NOVOS CAMINHOS: REFLEXÕES SOBRE A PRÁTICA E A PESQUISA.....	81
PRODUTO TÉCNICO.....	85
REFERÊNCIAS.....	86
APÊNDICES	90
APÊNDICE A Memorial	90
APÊNDICE B Cartão de Atividades: Encontro 1	96
APÊNDICE C Cartão de Atividades: Encontro 1	97
APÊNDICE D Cartão de Atividades: Encontro 2	98
APÊNDICE E Cartão de Atividades: Encontros 3 e 4	99
APÊNDICE F Cartão de Atividades: Encontros 5 e 6	100
APÊNDICE G Cartão de Atividades: Encontros 7 e 8	101
APÊNDICE H Registro fotográfico do trabalho em grupo e observação docente	102
CÓDIGO DE CONTUDA PARA O USO ÉTICO DE IAG	105

1 ENTRE PROBLEMAS E POSSIBILIDADES: UMA ABORDAGEM COLABORATIVA EM MODELAGEM MATEMÁTICA

A modelagem matemática pode ser compreendida como um processo de elaboração, análise e interpretações de representações matemáticas capazes de descrever fenômenos do mundo real. Para Boaler (2018), o ato de modelar pode ser concebido como uma simplificação de um problema real em uma linguagem matemática, a fim de facilitar a sua resolução. De acordo com Boaler (2018), mesmo sem a compreensão desse processo, a modelagem acontece em toda a matemática. Sendo assim, esta pesquisa procura investigar como o trabalho em grupo colaborativo aliado à modelagem matemática pode contribuir para a aprendizagem equitativa de Matemática, no 8º ano do Ensino Fundamental.

Ao propor que os estudantes resolvam situações-problema reais, a modelagem matemática estimula a formulação de hipóteses, desenvolvimento de estratégias e validação dos resultados, conforme proposto por Bazzanessi (2006) e Biembengut e Hein (2003). Esse processo se beneficia da troca de experiências e perspectivas de diferentes indivíduos, dessa forma, o trabalho em grupo se apresenta como estratégia complementar fundamental ao trabalho com modelagem matemática, conforme evidencia Boaler (2018), pois promove a construção coletiva do conhecimento e desenvolvimento de habilidades fundamentais na resolução de problemas, como pensamento crítico, capacidade de argumentação, abstração, criatividade, compreensão do problema por diferentes perspectivas e raciocínio lógico.

O trabalho em grupo colaborativo é uma organização em que os alunos aprendem de forma interdependente, compartilhando saberes, habilidades, decisões e responsabilidades a fim de alcançar o objetivo proposto. Nesse sentido, Cohen e Lotan (2017) definem o trabalho em grupo como alunos trabalhando juntos em pequenos grupos em que todos participam desempenhando suas funções.

[...] alunos trabalhando juntos em grupos pequenos de modo que todos possam participar de uma atividade com tarefas claramente atribuídas. Além disso, é esperado que os alunos desempenhem suas tarefas sem supervisão direta e imediata do professor. Trabalho em grupo não é a mesma coisa que agrupamento por habilidade, no qual o professor divide a sala por critério acadêmico para que possa ensinar para grupos mais homogêneos. Também deve se fazer distinção do trabalho em grupo no qual o professor faz agrupamentos para instrução intensiva, tais como os agrupamentos temporários utilizados para ensino individualizado de leitura ou ensino personalizado (Cohen; Lotan, 2017, p. 1 e 2).

Para Vigotski, a linguagem, os números e outros sistemas de representação são ferramentas psicológicas mediadoras de pensamento, chamadas de signos e que ajudam o indivíduo a regular seus processos mentais, permitindo que o indivíduo pense e planeje soluções de forma abstrata.

[...] os instrumentos se interpõe fisicamente entre o homem e o mundo, ampliando as possibilidades de interação do homem com o meio, porém de maneira diferente dos signos. (exemplo) Uma vasilha (instrumento) facilita o armazenamento de água, porém a vasilha que está na mente do indivíduo (signo) vem à tona quando este sente a necessidade de armazenar água. O autor já observava, sobretudo em primatas a interação com instrumentos, porém vislumbrou que apenas o ser humano tem o potencial de usá-los de maneira mais sofisticada: guarda instrumentos para o uso futuro, planeja melhores formas de manejo e os fabrica. Para o autor, os animais agem de modo não consciente.

Nesse contexto a mediação é um processo que necessita de dois elementos para ser realizada; são eles os instrumentos (objetos do mundo real) e os signos (objetos do mundo psicológico) (Rodrigues; Angotti, 2023, p. 6).

Sempre que nos deparamos com uma nova informação, nosso cérebro busca relacioná-la com algo conhecido, por exemplo, se eu falar durante uma conversa sobre flor, naturalmente virá a minha mente imagens ou até mesmo aromas de flores conhecidas e eu vou montar na minha mente um modelo sobre o que estamos conversando, que pode ser diferente do modelo criado por outros membros do grupo, isso porque cada um tem um conhecimento diferente sobre o tema, uns podem ter um conhecimento mais aprofundado e criam imagens mais complexas, outros, podem ter um conhecimento superficial e elaboram modelos mais simples, essa imagem se caracterizaria como modelagem, para Biembengut e Hein (2003), a modelagem é inerente à forma de pensar do ser humano.

A criação de modelos para interpretar os fenômenos naturais e sociais é inerente ao ser humano. No entender de Grander (1969), o modelo é uma imagem que se forma na mente, no momento em que o espírito racional busca compreender e expressar de forma intuitiva uma sensação, procurando relacioná-la com algo já conhecido, efetuando deduções. Tanto que a noção de modelo está presente em quase todas as áreas: Arte, Moda, Arquitetura, História, Economia, Literatura, Matemática. Aliás, a história da ciência é testemunha disso! O objetivo de um modelo pode ser explicativo, pedagógico, heurístico, diretivo, de previsão, dentre outros.

Na verdade, o ser humano sempre recorreu a modelos, tanto para comunicar-se com seus semelhantes como para preparar uma ação. Nesse sentido, a modelagem, arte de modelar, é um processo que emerge da própria razão e participa da nossa vida como forma de constituição e de expressão de conhecimento (Biembengut; Hein, 2003, p. 11).

Os modelos são para Biembengut (2004), um conjunto de símbolos que representam algo, na Matemática, esse modelo deve traduzir o fenômeno estudado. Sob este ponto de vista,

a modelagem matemática é o ato de representar uma situação real utilizando ferramentas e procedimentos matemáticos, dessa forma, quanto maior o conhecimento do modelador, melhor será o modelo matemático criado. Bassanezi (2006), apresenta uma sequência para o desenvolvimento da modelagem matemática:

I - Problema não matemático (situação real)

1) Experimentação

2) Abstração

II – Dados experimentais

III – Modelo matemático

3) Resolução: estudo analítico e numérico

4) Validação

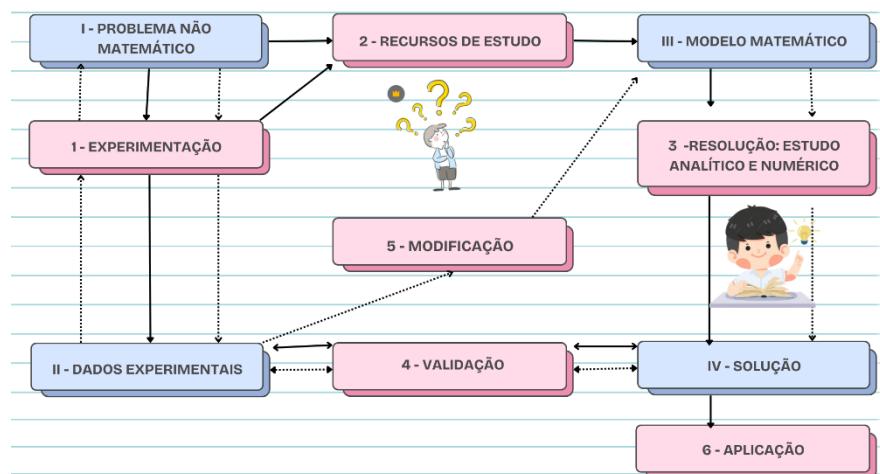
5) Modificação

IV – Solução

6) Aplicação

De acordo com o esquema apresentado pelo autor, o processo de modelação matemática não é necessariamente linear e pode pular e/ou retornar às etapas anteriores sempre que se fizer necessário, conforme observa-se a seguir:

Figura 1 - Esquema do processo de modelagem matemática



Adaptado de: Bassanezi, 2006, p. 27. Produzido no Canva pelos autores, 2025

Imagens disponíveis em: https://br.freepik.com/vetores-premium/um-miúdo-estudante-a-ler-um-livro-com-uma-lâmpada-de-ideias_199498411.htm#fromView=search&page=1&position=19&uuid=513e1d61-b949-407e-8cda-fd16eda00911&query=desenho+menino+com+livro+e+lâmpada. Acesso em 05 jul. 2025. https://br.freepik.com/vetores-premium/uma-crianç-com-um-ponto-de-interrogacão_22869084.htm. Acesso em 05 jul. 2025.

#paratodosverem: A imagem apresenta o esquema do processo de modelagem matemática, demonstrando as etapas, sendo: I-Problema não matemático; II – Dados experimentais; III – Modelo matemático; e IV – Solução. As etapas

estão subdivididas em: 1 – Experimentação; 2 – Recursos de estudo; 3 – Resolução: estudo analítico e numérico; 4-Validação; 5 – Modificação; e 6 – Aplicação. O esquema não apresenta linearidade, sendo possível ligar todas as etapas, voltando em etapa anterior sempre que necessário.

Durante o processo de modelagem matemática, especialmente durante a validação dos resultados obtidos, é possível que a solução encontrada não esteja clara ou que o resultado não seja validado, sendo necessário retornar a etapas anteriores, realizando novas experimentações e modificando o modelo obtido anteriormente. Esse processo pode ser compreendido como erro do estudante, porém, segundo Boaler (2018), o nosso cérebro reage de forma positiva quando erramos, pois, é necessário rever o problema, escutar opiniões, formular novas ideias, e até mesmo, buscar novos conhecimentos, dessa forma, o trabalho de modelagem matemática em grupo também permite que os alunos lidem com seus erros de forma saudável, à medida que o erro se torna parte do processo e permite que novas descobertas sejam feitas ao longo do caminho.

Com base em minha experiência docente, pude notar que, em sala de aula, é muito comum os estudantes não se sentirem à vontade com seus erros, esse fato fica evidente quando eles nos perguntam qual operação utilizar ou trazem o problema para que o professor verifique cada etapa do processo, mesmo antes de chegarem a uma solução. Outra reclamação comum durante as aulas de Matemática é não encontrarem um sentido para o estudo da disciplina, com o avanço e aprofundamento dos conteúdos a situação se agrava, isso porque, normalmente apresentamos a matemática engessada, cheia de fórmulas e postulados que, muitas vezes, não fazem sentido naquele momento para o aluno. Dessa forma, acabamos por bloquear a criatividade matemática e até mesmo seu sentido, fazendo com que seus reflexos sejam percebidos nos resultados escolares.

Alunos no contexto da aprendizagem da Matemática escolar relatam sensações como medo e aversão, bem como apresentam reações de fuga e esquiva diante de qualquer situação ligada ao estudo dessa disciplina. Ao conjunto de reações emocionais negativas que certos alunos apresentam durante a aprendizagem da Matemática, denominou-se de ansiedade ante a Matemática (GEARY, 1996; MENDES; CARMO, 2011; TOBIAS, 1978).

A ansiedade à Matemática é mais apropriadamente descrita como padrões de reações comportamentais (fuga e esquiva), cognitivas (regras e autorregras depreciativas) e fisiológicas desagradáveis diante de situações que envolvem a aplicação de algum conhecimento matemático (CARMO, 2011).

A intensidade e a alta frequência com que essas reações ocorrem em alguns indivíduos são relatadas por estes como uma sensação de total paralisia e desamparo frente à Matemática, levando-os frequentemente a desistir da escola ou a escolher profissões e cursos superiores que, supostamente, não exigiriam conhecimentos matemáticos (TOBIAS, 1978).

Desta forma, é possível que ansiedade à Matemática e dificuldades de aprendizagem da Matemática estejam relacionadas e as raízes desses dois fenômenos podem estar relacionadas com as experiências vividas, principalmente, em sala de aula (Mendes; Carmo, 2014).

Dessa forma, esta pesquisa busca analisar como a observação da própria prática docente em relação ao planejamento, clareza nas explicações e instruções, escuta ativa, organização do espaço físico, atenção às diferenças individuais e conflitos e autorreflexão podem contribuir para o desenvolvimento de estratégias mais equitativas no ensino de matemática, a partir da implementação de atividades de modelagem matemática e do trabalho em grupo. Com base nas experiências e reflexões do pesquisador, bem como na análise do engajamento e desempenho dos alunos, pretende-se investigar como essa abordagem pode favorecer a aprendizagem de todos, especialmente daqueles que historicamente enfrentam barreiras no acesso ao conhecimento matemático. No ano de 2015, foi aprovada pela Organização das Nações Unidas (ONU) a agenda dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e entre eles os objetivos 4 - Educação de qualidade e 10 – Reduzir as desigualdades. Da mesma forma, a Base Nacional Comum Curricular do Ensino Fundamental (BNCC), homologada no ano de 2017, busca garantir a equidade no ensino, propondo que sejam propostas práticas que integrem diferentes linguagens e representações.

Considerando esse contexto, torna-se essencial refletir sobre práticas pedagógicas que possam contribuir para a melhoria do ensino de matemática, especialmente em escolas que enfrentam desafios decorrentes de fatores socioeconômicos e sociais, limitações estruturais e de recursos. A observação da própria prática docente, aliada à implementação de estratégias como a modelagem matemática e o trabalho em grupo, pode representar um caminho para promover um ensino mais equitativo, buscando reduzir as desigualdades de aprendizagem evidenciadas nos resultados internos (notas atribuídas pelo professor) e externos (resultados de avaliações externas) da escola. Assim, a pesquisa se insere nesse cenário, procurando compreender de que maneira tais abordagens podem impactar o desempenho dos alunos e proporcionar um ambiente de aprendizagem mais inclusivo.

A escola em que o estudo foi realizado está classificada com alta complexidade e média vulnerabilidade, o que significa que a escola enfrenta múltiplos desafios socioeconômicos e culturais, segundo classificação estadual do Estado de São Paulo obtida por meio de questionário socioeconômico nas fases de aplicação do SARESP. Quando comparada com escolas enquadradas no mesmo grupo, no ano de 2023, nos resultados do SARESP, apresentou queda em relação ao ano de 2022, além disso, a escola apresenta menor desempenho em

Matemática do que em Língua Portuguesa em todas as séries avaliadas, conforme tabela apresentada abaixo.

Tabela 1: Ranking estadual de desempenho no SARESP 2023.

Ano/ Etapa Escolar	Ranking Estadual (Grupos)		Ranking Estadual (Diretoria de Ensino)	
	2022	2023	2022	2023
2º Ano EF	61%	43%	58%	13%
5º ano EF	78%	61%	33%	22%
Anos Finais do EF	90%	86%	52%	33%
Ensino Médio	25%	80%	6%	23%

Adaptado pelos autores, 2025, de: Boletim SARESP, 2023. Disponível em https://saresp.fde.sp.gov.br/boletim/2023/RedeEstadual/1/2023_RE_037837_1.pdf. Acessado em: 04 de outubro de 2024.

Ranking Estadual (Grupos) – medida de 0% a 100% que compara apenas escolas de perfil semelhante em complexidade, vulnerabilidade e modalidade de ensino (Integral ou Parcial). O melhor ranking possível dentro do grupo a que escola se enquadra é 100%, enquanto 0% reflete o pior ranking. No caso de a escola ter mudado de grupo no ano 2023, o ranking de 2022 não será fornecido, uma vez que a comparação não seria devida.

Ranking (Diretoria de Ensino) - medida de 0% a 100% que compara somente as escolas pertencentes a uma mesma Diretoria de Ensino. O melhor ranking possível dentro da Diretoria é 100%, enquanto 0% reflete o pior ranking (São Paulo, 2023).

Apesar de o documento boletim SARESP 2023 não apresentar a classificação da escola no ranking estadual, de acordo com os dados apresentados no gráfico, a escola em que este estudo foi realizado sofreu uma queda de 4% no ranking estadual de São Paulo nos Anos Finais do Ensino Fundamental em 2023, em comparação com o ano de 2022. No âmbito da Diretoria de Ensino do município, essa redução foi ainda mais acentuada, atingindo 19%. Os anos iniciais do ensino fundamental também apresentaram queda tanto no ranking estadual quanto em relação à diretoria de ensino. Em contrapartida, o ensino médio foi o único segmento da escola que demonstrou uma melhora significativa, evidenciada por um avanço tanto no ranking estadual quanto no desempenho em relação às demais escolas da diretoria de ensino.

Tabela 2: Desempenho nas disciplinas de Matemática e Língua Portuguesa no SARESP 2023

Ano/ Série	Nota Global	Participação (%)	Língua Portuguesa	Matemática	Língua Inglesa	Geografia	História	Ciências	Biologia	Física	Química	Filosofia	Sociologia
2º Ano	5,4	83,0	5,7	5,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5º ano	5,1	94,3	5,3	4,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6º ano	4,3	90,6	5,2	4,1	3,6	4,4	3,8	3,7	-	-	-	-	-
7º ano	3,9	89,5	4,3	3,4	4,4	4,3	3,6	4,0	-	-	-	-	-
8º ano	4,1	94,3	5,1	3,2	4,0	3,7	3,5	4,4	-	-	-	-	-
9º ano	4,2	89,0	4,9	3,7	4,7	3,7	4,2	4,2	-	-	-	-	-
1ª série	3,0	83,5	3,8	2,7	2,7	3,9	3,2	-	2,5	2,1	2,3	2,9	3,6
2ª série	2,8	60,9	3,6	2,5	4,1	2,9	2,1	-	2,4	2,4	2,3	2,7	3,3
3ª série	2,6	72,0	2,9	2,4	3,1	3,1	3,0	-	2,0	2,0	1,9	3,0	3,3

Adaptado pelos autores, 2025, de: Boletim SARESP, 2023. Disponível em https://saresp.fde.sp.gov.br/boletim/2023/RedeEstadual/1/2023_RE_037837_1.pdf Acessado em: 04 de outubro de 2024.

Com base nos resultados apresentados no gráfico, é possível concluir que, ao longo dos anos, a dificuldade na disciplina de Matemática se agravou conforme a evolução da disciplina. Especialmente a partir do 7º ano do Ensino Fundamental, quando há uma crescente exigência do pensamento abstrato, uma vez que os conteúdos passam a demandar generalizações e manipulações de conceitos que vão além do concreto, envolvendo o pensamento algébrico.

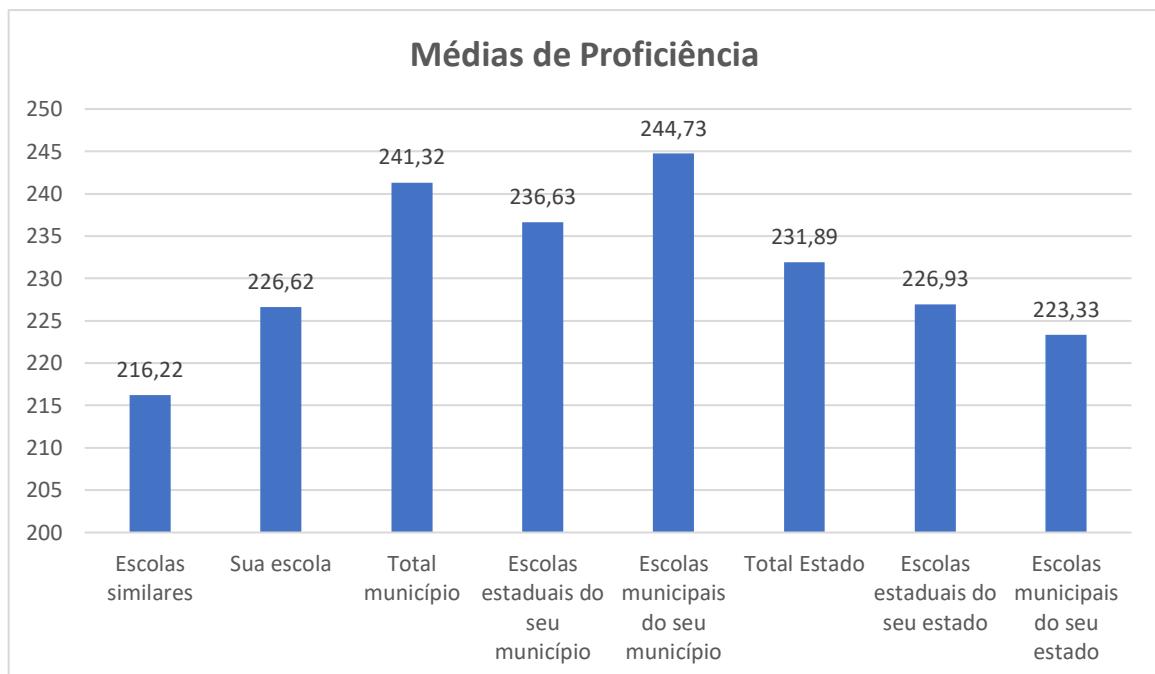
Bof e Moraes (2022) destacam que houve uma queda significativa nos níveis de proficiência nas disciplinas de Língua Portuguesa e Matemática no período pós pandêmico. De acordo com os autores, essa redução apresentada no desempenho, especialmente para estudantes de escolas públicas reforça as dificuldades e obstáculos impostas pelo ensino remoto enfrentados por estudantes.

Pesquisa realizada pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo (São Paulo, 2021) concluiu que a proficiência média dos alunos de todas as séries e áreas avaliadas decresceram em 2021, comparativamente aos resultados de 2019 (pré-pandemia). Quanto aos níveis de aprendizado dos alunos, a avaliação indicou que houve uma defasagem em Língua Portuguesa (LP) e em Matemática (M) em 2021, em todas as etapas, tendo sido mais forte para os alunos do 5º ano do ensino fundamental. Bartholo et al. (2022), estimando os efeitos da suspensão das aulas presenciais durante o surto de covid-19, também indicam o efeito negativo da pandemia no aprendizado de crianças de 5 e 6 anos matriculadas no 2º ano da pré-escola, em 2019 e 2020, na cidade

do Rio de Janeiro: a coorte de crianças de 2020 aprendeu menos (o equivalente a 65%) do que a coorte de crianças de 2019. Segundo o estudo, crianças de nível socioeconômico mais baixo foram mais prejudicadas, sugerindo aumento das desigualdades na aprendizagem na pandemia (Bof; Moraes, 2022).

Essa queda no desempenho foi evidenciada também na escola onde o estudo foi realizado. Assim como o SARESP, os resultados do SAEB 2021 também apresentam piora em relação às edições da avaliação de anos anteriores, podemos perceber que no SAEB, a escola apresentou rendimento superior ao rendimento das escolas consideradas similares em nível nacional, porém ficou abaixo, quando comparada a escolas estaduais do município e do estado de São Paulo, em nível de proficiência, conforme gráfico 1. Em relação à média histórica, a escola apresentou crescimento entre os anos de 2013 e 2019, porém apresentou queda no rendimento no ano de 2021 na disciplina de Matemática, com média inferior ao ano de 2015, conforme gráfico.

Gráfico 1: Médias de proficiência na disciplina de Matemática no SAEB 2021.

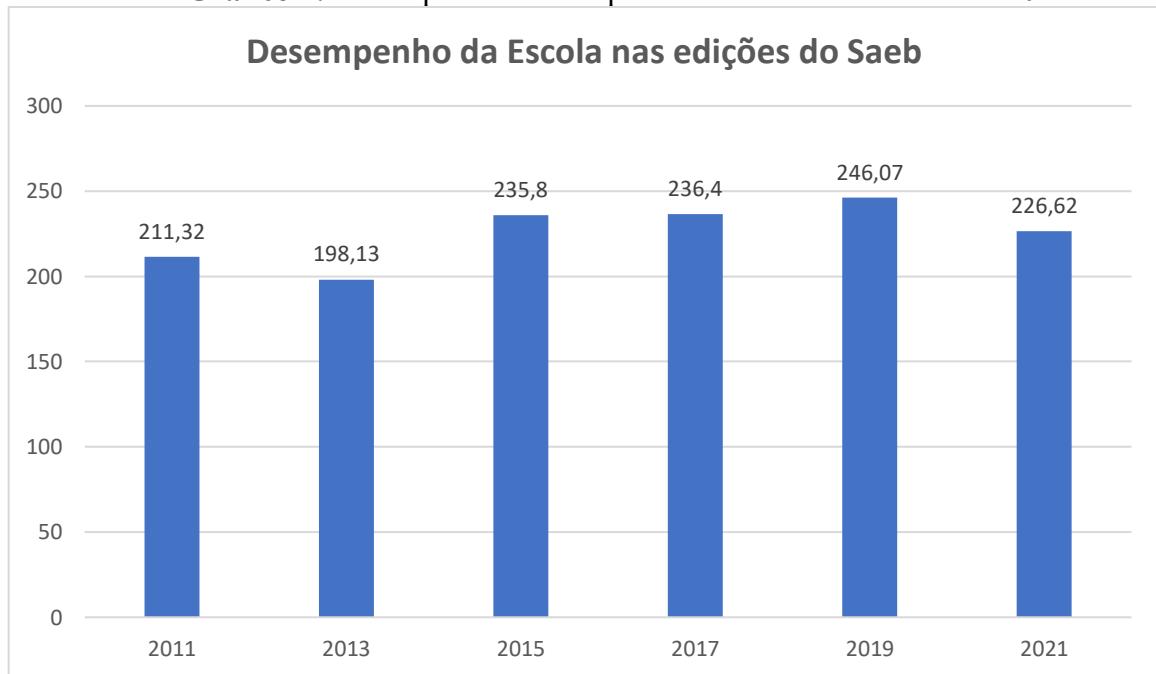


Adaptado pelos autores, 2025, de: Boletim SAEB, 2021. Disponível em <http://saeb.inep.gov.br/saeb/resultado-final-externo/boletim?anoProjeto=2021&coEscola=35037837>. Acessado em: 04 de outubro de 2024.

Podemos observar no gráfico 1, que a escola obteve uma média de 226,62, situando-se acima da média das escolas similares (216,22) e próxima da média das escolas estaduais do seu estado (226,93), no entanto, a média da escola ainda está abaixo do total do município (241,32) e da média das escolas municipais do município (244,73), o que indica que, no contexto

municipal, há escolas com desempenho superior. Em relação ao estado, a média da escola (226,62) está abaixo do total do estado (231,89), sugerindo que, em comparação com a média geral, o desempenho da escola ainda pode ser aprimorado. A média das escolas estaduais do município (236,63) também é superior à da escola onde se deu o estudo. Analisar a média de proficiência da escola onde o estudo foi realizado permitiu identificar as deficiências no desempenho escolar para planejar as ações a serem desenvolvidas durante a realização do estudo.

Gráfico 2: Desempenho na disciplina de Matemática no SAEB 2021.



Adaptado pelos autores, 2025, de: Boletim SAEB, 2021. Disponível em <http://saeb.inep.gov.br/saeb/resultado-final-externo/boletim?anoProjeto=2021&coEscola=35037837> Acessado em: 04 de outubro de 2024.

Com base nos dados apresentados no gráfico 2, é possível observar que a média de proficiência no ano de 2021 ficou abaixo da média de proficiência apresentada no ano de 2015, contudo é importante considerar que analisar apenas a média de proficiência não nos permite verificar variações individuais e contextuais dos estudantes, sendo importante complementar a análise com dados qualitativos e quantitativos para obter uma compreensão completa da escola onde o estudo foi desenvolvido. No entanto, como professores, não podemos perceber o insucesso dos alunos e continuarmos utilizando os mesmos recursos, é necessário nos debruçarmos a fim de compreender quais fatores têm levado o aluno a não atingir os níveis de proficiência adequados para o ano/série em que está matriculado. Com base nas questões apresentadas, é possível compreender por que esta pesquisa se faz relevante. A seguir, discute-se sua importância teórica e prática para o ensino de Matemática no Ensino Fundamental.

1.1 Relevância do Estudo

Com o avanço da tecnologia, a educação tem passado por grandes mudanças em seu formato de trabalho, especialmente na forma de registro de resultados. A SEDUC implementou o uso do sistema Escola Total BI (Business Intelligence), com o objetivo melhorar a gestão e acompanhamento escolar em todos os aspectos, com frequência escolar, uso de plataformas disponibilizadas pela rede e resultados em avaliações. É verdade que essas mudanças facilitam a análise de dados e nos ajudam a identificar os problemas com muito mais eficiência, porém, tornam ainda mais evidentes fragilidades que há muito tempo já vinham sendo percebidas, como baixa frequência escolar e fragilidades no desempenho escolar, especialmente na disciplina de Matemática, conforme tabelas 1 e 2 e gráficos 1 e 2 apresentados anteriormente.

Ao proporcionar um ambiente em que todos os alunos possam contribuir de maneira significativa, o trabalho em grupo não apenas amplia a compreensão do conteúdo, mas também fortalece a confiança dos estudantes em suas próprias capacidades. Cohen e Lotan (2017) destacam que, ao reduzir a influência do status acadêmico e social por meio de interações estruturadas e colaborativas, os professores criam condições mais equitativas para a aprendizagem. Assim, essa abordagem favorece tanto aqueles que já dominam o conteúdo, pois precisam reformular e explicar suas ideias, quanto os que apresentam dificuldades, que têm a oportunidade de aprender de maneira ativa com o apoio dos colegas.

Diante desse cenário, torna-se essencial adotar práticas pedagógicas que promovam um ensino equitativo, garantindo que todos os estudantes tenham oportunidades reais de aprendizagem, independentemente de suas necessidades ou condições individuais. De acordo com Cohen e Lotan (2017), a equidade na educação não se trata de oferecer o mesmo para todos, mas sim de criar condições diferenciadas que permitam a participação ativa e o sucesso de cada aluno. Isso implica no uso de estratégias que favoreçam a colaboração, o trabalho em grupo e a valorização das diferentes habilidades dos estudantes, promovendo um ambiente de aprendizagem inclusivo e desafiador. Dessa forma, é fundamental que a prática docente seja constantemente refletida e aprimorada, de modo a construir um espaço onde todos os alunos possam desenvolver seu potencial e superar as barreiras que dificultam seu aprendizado na disciplina de Matemática.

1.2 Delimitação do Estudo

Esta pesquisa foi realizada em uma escola na periferia de um município da Região Metropolitana do Vale do Paraíba paulista. Esta pesquisa delimita-se à análise da implementação, desenvolvimento e resultados obtidos por meio de atividades propostas utilizando a modelagem matemática e trabalho em grupo em uma turma de 8º ano do Ensino Fundamental de uma escola localizada na periferia de um município do interior do Estado de São Paulo. A escolha dessa turma justifica-se pela necessidade de investigar como a modelagem matemática e o trabalho em grupo podem contribuir para a aprendizagem de conteúdos matemáticos, especialmente em um contexto de diversidade de perfis e desafios educacionais. Foram considerados apenas os dados coletados dos estudantes que aceitaram participar da pesquisa, respeitando os princípios éticos da pesquisa educacional. A amostra inclui estudantes com diferentes status acadêmico e social. O foco do estudo está na observação da prática docente e na análise das interações entre os alunos durante as atividades propostas, buscando compreender de que maneira o trabalho em grupo e a modelagem matemática podem favorecer um ensino equitativo e significativo.

1.3 Problema

As constantes queixas e dificuldades relatadas pelos estudantes em relação ao conteúdo de matemática são, muitas vezes, expressas como aversão à disciplina. De acordo com Santos e Almeida (2022), isso ocorre, especialmente, quando é incluído neste currículo conteúdos que exijam uma maior abstração para resolução de problemas.

Essa resistência não se limita ao aspecto cognitivo, mas envolve também fatores emocionais e sociais, como o medo de errar, a ansiedade diante de avaliações e a percepção de que a Matemática é difícil ou que não será útil para a vida cotidiana.

Estes aspectos podem comprometer o engajamento dos estudantes, afetar autoestima e o aprendizado. Neste sentido, para enfrentar problemas desta natureza é fundamental promover uma aprendizagem mais inclusiva, motivadora e eficaz. Principalmente, como afirma Boaler (2014, p.3), “uma disciplina de aprendizado com espaço para erros e crescimento”.

Mediante ao exposto, este estudo norteia-se pela questão: Como o trabalho em grupo colaborativo, aliado à modelagem matemática, pode contribuir para a aprendizagem equitativa de matemática no Ensino Fundamental?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

Investigar como o trabalho colaborativo, integrado à modelagem matemática, pode promover uma aprendizagem equitativa em matemática no 8º ano do Ensino Fundamental, favorecendo a participação ativa e engajada.

1.4.2 Objetivos Específicos

- ✓ Analisar as contribuições da modelagem matemática como estratégia pedagógica para promover um ensino equitativo no 8º ano do Ensino Fundamental.
- ✓ Identificar de que forma o trabalho em grupo influencia a aprendizagem dos estudantes ao utilizar a modelagem matemática em sala de aula.
- ✓ Refletir sobre os desafios e as potencialidades da aplicação da modelagem matemática no ensino de matemática, considerando a perspectiva dos estudantes e a própria prática docente.
- ✓ Estruturar um guia prático com atividades, voltado a docentes, que favoreça a troca de experiências, a participação ativa dos estudantes e a autonomia para resolução de situações-problema.

2 MOSAICO DE IDEIAS: FUNDAMENTOS TEÓRICOS QUE SUSTENTAM A PESQUISA EM MODELAGEM MATEMÁTICA E TRABALHO EM GRUPO

A revisão de literatura busca evidenciar o que diversos autores têm discutido a respeito da modelagem matemática e trabalho em grupo nos últimos cinco anos. Ramon *et al* (2022) trazem importantes contribuições a respeito da modelagem matemática como um campo da Educação Matemática, em consonância com Ramon *et al* (2022), Rehfeld *et al* (2021) e Caldeira e Cambi (2023) trazem importantes contribuições a respeito do papel do professor, enquanto Rehfeld *et al* (2021), apresentam pontos positivos e negativos a respeito da implementação da modelagem matemática durante as aulas no ensino básico. De acordo com Magnus (2023), existe um distanciamento da matemática e da realidade, dessa forma a modelagem matemática pode minimizar esses distanciamentos, o que evidencia uma preocupação com a compreensão da matemática de forma significativa. Nesta perspectiva, Burak *et al* (2021) apresentam as etapas para o desenvolvimento da modelagem matemática e Almeida *et al* (2025) discute sobre a aprendizagem da matemática por meio de signos. Nessa perspectiva, Lopes (2023) discute questões relacionadas à cidadania crítica por meio da matemática. Araújo e Avelar (2022) apresentam uma atividade prática bem-sucedida, relacionada a questões ambientais, desenvolvida com uma turma do 6º ano do Ensino Fundamental.

Assim, a presente pesquisa dialoga com esses autores, ao buscar compreender como o trabalho em grupos colaborativos, aliado à modelagem matemática contribui para um ensino equitativo.

2.1 A arte da modelagem matemática

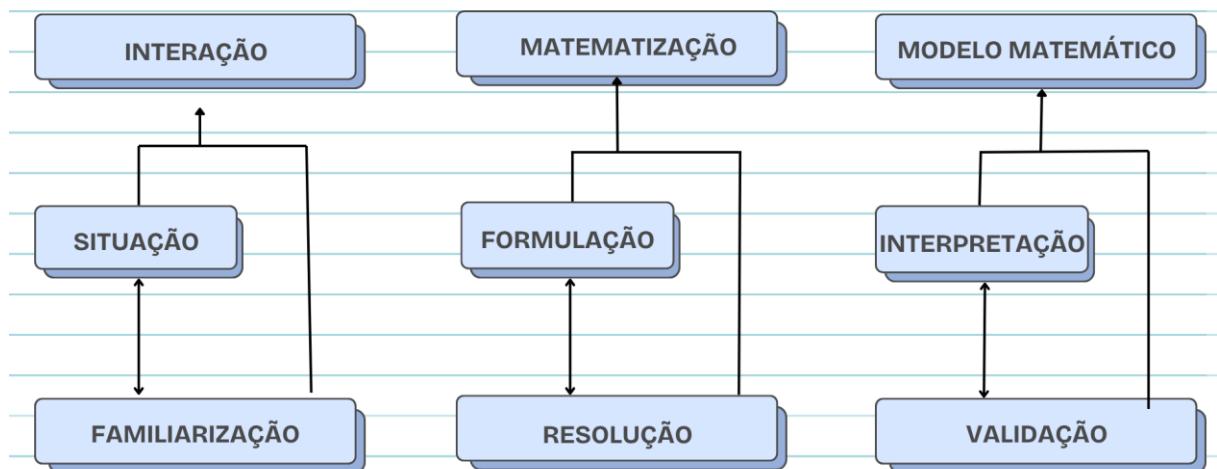
Apesar dos esforços e investimentos realizados na área da educação básica, como uso de plataformas digitais disponibilizadas pela SEDUC, contratação de professores por meio de concursos e formações em serviço em momento Aula de Trabalho Pedagógico Coletivo (ATPC), os recentes resultados na disciplina de Matemática têm se mostrado insuficientes, grande parte dos estudantes encontram-se no nível abaixo do básico na escala de proficiência do SARESP e do SAEB, conforme indicados anteriormente nos gráficos 1 e 2 e tabelas 1 e 2. De acordo com Boaler (2018), um dos principais motivos que contribuem para aversão dos estudantes à matemática é a falta de conexão com a realidade. Segundo a autora, o uso de “pseudocontextos” para representar a realidade não colaboram para que o estudante encare a

disciplina de forma atrativa e significativa. Pelo contrário, ela critica abordagens tradicionais baseadas na repetição mecânica de exercícios e defende metodologias que incentivem a exploração, a experimentação e a modelagem. A ideia é que a matemática deve ser ensinada de maneira que os alunos percebam sua aplicabilidade e relevância, pois, quando os estudantes trabalham com modelagem matemática, eles desenvolvem uma compreensão mais profunda dos conceitos e uma maior confiança em suas habilidades matemáticas.

Dessa forma, compreender os conceitos básicos da disciplina por meio da análise e experimentação, darão subsídios para que os alunos resolvam situações-problema nas mais variadas situações reais, sendo assim, a modelagem matemática é um processo importante no ensino da matemática, à medida que incentiva que esta experimentação ocorra de forma natural, este processo envolve a análise e a formulação de uma situação real em problema matemático, interpretação e validação dos resultados, conforme esquema representado na figura 1, proposto por Bassanezi (2006).

De acordo com Biembengut e Hein (2003), modelagem matemática pode ser entendida como um meio de transposição da realidade para o universo matemático, permitindo a análise de fenômenos através da estruturação de equações, funções e outros conceitos matemáticos. A modelagem não se limita à simples aplicação de fórmulas, mas requer um processo de investigação que envolve a abstração, a idealização e a validação do modelo, se o modelo ou a resposta encontrada não atender às necessidades do problema, o modelo deve ser reformulado.

Figura 2 - Dinâmica da modelagem matemática



Adaptado de: Biembengut; Hein, 2003, p.15. Produzido no Canva pelos autores, 2024

#paratodosverem: A imagem apresenta a dinâmica da modelagem matemática. No primeiro bloco, está a Interação, subdividida em situação e familiarização, sendo possível retornar nestas subdivisões sempre que necessário. No segundo bloco, está a Matematização, subdividida em formulação e resolução, sendo possível retornar nestas

subdivisões sempre que necessário. No terceiro bloco, está a Interação, subdividida em interpretação e validação, sendo possível retornar nestas subdivisões sempre que necessário.

Neste trabalho, usaremos o esquema apresentado pelos autores, que sugerem cinco etapas para que o método seja colocado em prática:

- Escolha do tema, estudo e levantamento de questões;
- Formulação de uma das questões levantadas na etapa anterior. Se for necessário utilizar conteúdos matemáticos que os estudantes não estão familiarizados, o professor pode interromper essa etapa a fim de desenvolver o conteúdo necessário, retornando à formulação da questão;
- Elaboração de um modelo matemático, este modelo deve responder a questão formulada, bem como questões similares;
- Resolução parcial das questões. Caso a resolução não seja validada, retoma-se a formulação das questões e elaboração do modelo proposto.
- Exposição oral e escrita do trabalho desenvolvido.

Os estudantes são desafiados não somente a responder questões, mas a pensar sobre o processo de elaboração do problema, definir quais operações usar para resolver o problema levantado, refletir sobre o processo e resultados encontrados e a compartilhar o processo com seus pares.

Bassanezi (2006) destaca que a modelagem matemática é uma atividade dinâmica e interativa, em que os modelos devem ser constantemente ajustados à luz dos dados e das condições do problema. O autor argumenta que a modelagem envolve um ciclo contínuo de formulação, teste e refinamento, promovendo um aprendizado significativo e contextualizado. O autor apresenta uma sequência de etapas a serem seguidas no trabalho com modelagem matemática ao ser apresentado a um problema não matemático, ou um problema real:

1. **Experimentação:** Nesta etapa, são coletados dados referentes ao problema proposto;
2. **Abstração:** Nesta etapa, deve-se estabelecer e distinguir as variáveis do problema, formular o problema em uma linguagem matemática, levantar hipóteses e simplificar o problema de modo que seja possível analisá-lo e resolvê-lo;
3. **Resolução:** Resolver o problema proposto de acordo com o modelo elaborado na etapa anterior;
4. **Validação:** Analisar e validar a resolução e modelo proposto ou rejeitá-lo;

5. **Modificação:** Caso o modelo não seja validado, é possível retornar as etapas anteriores para que sejam reformuladas.

As etapas apresentadas pelo autor, evidenciam a natureza cílica da modelagem matemática, na qual a construção e a validação dos modelos não ocorrem de forma linear, mas sim como um processo interativo de refinamento contínuo. Dessa maneira, a modelagem não apenas auxilia na resolução de problemas reais, mas também estimula o pensamento crítico e a autonomia na aprendizagem, permitindo que os estudantes e pesquisadores desenvolvam uma compreensão mais profunda dos fenômenos estudados. Esta perspectiva corrobora com o proposto por Bienbengut (2004) que enfatiza a importância da modelagem matemática no ensino, apontando que essa abordagem favorece uma aprendizagem mais ativa e reflexiva. A modelagem permite que os estudantes compreendam a matemática de forma mais concreta e aplicada, ao invés de vê-la como um conjunto isolado de regras e procedimentos. Esse processo fomenta o desenvolvimento do pensamento crítico e da criatividade na resolução de problemas.

Neste sentido, Oliveira *et al* (2005) enfatizam a importância de um planejamento matemático envolvendo modelagem matemática que considere a autenticidade do modelo como um elemento central, ao propor para os estudantes a resolução de situações-problema que envolvam contextos reais e significativos, é possível fomentar uma aprendizagem contextualizada. Dessa forma, a modelagem matemática se estabelece como uma estratégia central no ensino da Matemática tanto para a educação quanto para a pesquisa. Essa estratégia, aliada ao trabalho em grupos colaborativos, permitem o desenvolvimento de competências e habilidades cognitivas essenciais, como a capacidade de análise, a abstração e a tomada de decisões fundamentadas.

2.2 Trabalho em grupos colaborativos

A gestão de sala de aula é um fator essencial para a criação de um ambiente propício ao aprendizado. Weinstein e Novodvorsky (2015) argumentam que uma gestão eficaz não se limita ao controle disciplinar, mas envolve o planejamento cuidadoso de estratégias que promovam o engajamento dos alunos, a participação ativa e a construção coletiva do conhecimento. Um dos princípios centrais da gestão de sala de aula, segundo Weinstein e Novodvorsky (2015), é a criação de um ambiente inclusivo e participativo, onde todos os alunos sintam-se motivados a contribuir. Essa ideia se conecta com os estudos de Cohen e Lotan (2017), que destacam a importância da distribuição equitativa dos papéis dentro dos grupos para garantir que todos os alunos tenham oportunidades reais de participação.

Ao estabelecer regras claras de interação e colaboração, o professor pode evitar a marginalização de certos alunos e fomentar um trabalho verdadeiramente cooperativo. Nesse sentido, o trabalho em grupo pode ser potencializado quando há uma gestão estruturada e orientada para a colaboração. Cohen e Lotan (2017) argumentam que, quando bem estruturado, o trabalho em grupo possibilita a participação ativa de todos os integrantes, favorecendo a construção do conhecimento de forma coletiva. Para as autoras, a equidade na educação não se trata apenas de oferecer as mesmas oportunidades a todos os alunos, mas de criar estruturas que reconheçam e combatam as desigualdades sistêmicas dentro da sala de aula.

Para alcançar um ambiente verdadeiramente equitativo, é essencial implementar práticas pedagógicas que valorizem a diversidade de habilidades e de experiências dos estudantes, promovendo interações que incentivem a participação ativa de todos. Utilizar estratégias como o trabalho em grupo heterogêneo e a distribuição equitativa de status entre os alunos pode reduzir disparidades e aumentar o envolvimento acadêmico daqueles que, historicamente, têm menos acesso a recursos educacionais e reconhecimento social.

Uma alternativa é o uso de grupos heterogêneos e alunos capacitados a servirem como recurso acadêmico e linguístico uns aos outros. Se dois alunos do grupo podem ler com fluência, eles podem ler as instruções para os outros se a atividade em grupo requer o uso da subtração e somente um dos alunos sabe subtrair, então esse pode mostrar aos demais como fazê-lo (Cohen e Lotan, 2017, p.22).

Para isso, é fundamental que haja uma organização adequada das tarefas, garantindo que cada membro tenha um papel significativo no processo, a fim de que os estudantes possam discutir suas estratégias e hipóteses, aprimorando sua capacidade de argumentação, análise crítica e resolução de problemas.

Boaler (2018) reforça que ambientes de aprendizagem que incentivam o trabalho colaborativo contribuem para uma compreensão mais profunda da matemática. Segundo a autora, quando os alunos discutem suas ideias e justificam suas escolhas matemáticas, eles desenvolvem um pensamento mais flexível e confiante. Isso se alinha à ideia de Cohen e Lotan (2017) sobre a importância de promover interações igualitárias no grupo, garantindo que todos tenham oportunidades para participar ativamente e contribuir para o aprendizado coletivo.

O trabalho em grupo pode ser mais eficaz do que os métodos tradicionais (assim como outros métodos mais novos) para se chegar a uma compreensão adequada de conceitos abstratos. Isso não quer dizer que ele será mais eficaz

em qualquer circunstância. Duas condições básicas devem ser atendidas para que o trabalho em grupo facilite a aprendizagem conceitual:

- A atividade de aprendizagem requer pensamento conceitual, em vez de mera aplicação de um algoritmo ou memorização de informações factuais.
- O grupo tem os recursos necessários para completar a tarefa com sucesso, que incluem competências cognitivas e habilidades linguísticas adequadas, informação relevante e instruções devidamente preparadas para a tarefa (Cohen; Lotan, 2017, p. 10).

Apesar de ser uma estratégia educacional que pode promover uma aprendizagem mais significativa e colaborativa, para que seja eficaz, é essencial que cada membro assuma um papel ativo e tenha responsabilidades bem definidas dentro da dinâmica do grupo. Cohen e Lotan (2017) destacam que a estruturação dos papéis dentro do grupo é um fator determinante para garantir a participação equitativa e o engajamento de todos os membros.

Uma das principais funções da definição de papéis é evitar que apenas alguns participantes assumam a maior parte das tarefas, enquanto outros fiquem passivos. Quando as funções são distribuídas de forma equilibrada, os alunos desenvolvem autonomia e responsabilidade, contribuindo com suas habilidades individuais para o objetivo comum. Além disso, essa organização ajuda a criar um ambiente de cooperação, em que cada integrante entende a importância de sua participação para o sucesso do grupo.

Cohen e Lotan (2017) propõem diferentes tipos de papéis que podem ser adotados em um trabalho em grupo, como facilitador, controlador do tempo, repórter, harmonizador e monitor de recursos, conforme quadro a seguir.

Quadro 1: Divisão dos papéis desempenhados pelos estudantes nos grupos.

Facilitador	Leitura do cartão de atividades
	> Todos entenderam o que é para fazer?
	> Esta é uma dúvida do grupo? Será hora de pedir apoio às mediadoras?
Repórter	Garante que seja feito o registro das discussões e conclusões.
	> Temos um consenso entre todos?
	> Vamos registrar essa ideia em nosso produto?
Harmonizador	Todos estão falando e participando?
	> Eduardo, você acha que estamos indo por um bom caminho?
	> O que a Graça está dizendo é muito relevante e pode nos ajudar na discussão.
Monitor de recursos	Temos todo o material de que precisamos?
	> Todos no grupo têm acesso aos recursos?
	> Agora que terminamos, vamos todos juntos organizar os materiais!
Controlador do tempo	
	> Precisamos de um plano.
	> Quanto tempo ainda falta? Precisamos replanejar o tempo?

Fonte: adaptado de Cohen e Lotan (2017), reorganizado pelo PED Brasil.

Esses papéis podem variar de acordo com a idade dos estudantes. O facilitador tem a função de certificar-se que todos tenham a ajuda necessária na realização da tarefa, o **repórter**

deve cuidar dos registros referentes às discussões e conclusões do grupo e socialização dos resultados, o **harmonizador** deve garantir que todos participem das discussões, o **monitor de recursos** garante que o grupo tenha o material necessário e que todos tenham acesso a ele, o **controlador do tempo** é responsável por controlar o tempo a fim de que o trabalho seja concluído.

Boaler (2018) argumenta que um ambiente de aprendizado colaborativo bem planejado aumenta a motivação dos estudantes e promove um entendimento mais profundo dos conceitos. Isso reforça a importância de atribuir responsabilidades claras dentro do grupo, garantindo que todos tenham oportunidades de contribuir e aprender.

A definição de papéis e de responsabilidades no trabalho em grupo não apenas melhora a organização e a produtividade, mas também potencializa o aprendizado coletivo. Ao estruturar a colaboração de forma equitativa, os grupos podem explorar diferentes perspectivas, desenvolver habilidades sociais e aprimorar sua capacidade de resolver problemas complexos.

Além disso, Boaler (2018) ressalta que a aprendizagem matemática deve ser estruturada de forma a incentivar a criatividade e a resolução colaborativa de problemas. A autora argumenta que a maneira como o professor gerencia a sala de aula pode impactar diretamente a confiança dos alunos em suas habilidades matemáticas. Quando há uma gestão que valoriza a participação ativa e o pensamento exploratório, os estudantes sentem-se mais encorajados a se envolver no processo de modelagem e a compartilhar suas ideias sem receio de errar.

Essa perspectiva busca criar ambientes de aprendizagem em que os alunos não são meros receptores passivos de informações, mas agentes ativos no processo educacional. Como pontuam Darling-Hammond e Bransford (2019), que defendem práticas educacionais que respeitem as individualidades dos alunos e promovam um aprendizado ativo e significativo.

Quando o desenvolvimento do estudante é o foco das decisões da prática docente, os professores planejam de acordo com as necessidades de seus alunos e dão suporte a sua progressão ao longo de várias rotas desenvolvimentais – físicas, sociais, emocionais, cognitivas, linguísticas e psicológicas. Eles entendem que essas dimensões interagem entre si e, além disso, sabem que os alunos apresentam diferentes necessidades desenvolvimentais. Embora existam muitos aspectos comuns ao processo desenvolvimental, as etapas fundamentais em cada uma dessas dimensões não ocorrem necessariamente na mesma idade para todas as crianças, nem o desenvolvimento em diferentes instâncias ocorre uniformemente para uma mesma criança (Darling-Hammond; Bransford, 2019, p.79).

O trabalho em grupo e a gestão da sala de aula revelam a importância de estratégias pedagógicas que coloquem o aluno no centro do processo educativo. Quando o ensino é

estruturado para fomentar a autonomia e a colaboração, cria-se um ambiente mais dinâmico e produtivo, preparando os estudantes não apenas para desafios acadêmicos, mas também para sua atuação na sociedade e no mundo do trabalho. Contudo, a modelagem matemática é um processo que pode corroborar para um ensino da matemática nestas perspectivas.

2.3 Trabalho em grupo e modelagem matemática

A modelagem matemática não se restringe à aplicação de conceitos matemáticos isolados, mas sim à construção de um modelo que represente a realidade Bienbengut e Hein (2003). Esse processo se torna mais enriquecedor quando realizado em grupo heterogêneos, pois diferentes pontos de vista podem levar a abordagens mais criativas e eficazes. A colaboração também favorece a validação do modelo, permitindo que os participantes questionem e aprimorem as soluções propostas.

Como destacado por Bassanezi (2006), a modelagem envolve um ciclo contínuo de formulação, teste e refinamento, etapas que podem ser mais bem desenvolvidas quando há interação entre diferentes indivíduos, cada um contribuindo com suas experiências e habilidades.

A relação entre trabalho em grupo e modelagem matemática evidencia a importância de práticas pedagógicas que incentivem a colaboração e a construção conjunta do conhecimento. Quando bem estruturado, o trabalho coletivo não apenas potencializa a aprendizagem matemática, mas também desenvolve habilidades essenciais, como comunicação, argumentação e pensamento crítico, (Souza, Richetto e Ferreira, 2024) preparando os estudantes para desafios acadêmicos e profissionais.

Conforme Bienbengut e Hein (2003), a modelagem demanda reflexão e análise crítica, aspectos que são potencializados pelo trabalho em grupo quando os participantes possuem os conhecimentos e habilidades necessárias para contribuir efetivamente. A organização dos papéis pode garantir que a coleta de dados, a abstração do problema, a resolução e a validação do modelo sejam realizadas de maneira estruturada e eficiente.

Neste sentido, na modelagem matemática, a gestão da sala de aula assume um papel fundamental, pois essa abordagem exige que os alunos desenvolvam autonomia e pensamento crítico. Bassanezi (2006) destaca que a modelagem envolve um processo contínuo de experimentação, abstração, resolução e validação, que requer organização e estrutura dentro da sala de aula. Um professor que adota boas práticas de gestão pode facilitar esse processo ao orientar os grupos na formulação de problemas, estimular a comunicação eficaz entre os

membros e garantir que os recursos necessários estejam acessíveis para o desenvolvimento das atividades.

O trabalho em grupo e a modelagem matemática convergem para uma concepção de ensino que valoriza a participação ativa dos alunos na construção do conhecimento. Essa abordagem está alinhada com a perspectiva do ensino centrado no estudante, conforme discutido por Darling-Hammond e Bransford (2019), que enfatizam a importância de metodologias que respeitem os diferentes ritmos de aprendizagem, promovam a autonomia e incentivem a colaboração.

O trabalho em grupo desempenha um papel crucial na modelagem matemática, pois os problemas abordados são muitas vezes complexos e exigem múltiplas perspectivas para sua resolução. Além disso, conforme descrita por Bassanezi (2006) e Bienbengut e Hein (2003), na modelagem matemática, valoriza-se uma metodologia que coloca o estudante no centro da aprendizagem, desafiando-o a formular hipóteses, testar soluções e validar seus modelos. Esse processo estimula o pensamento crítico e a criatividade, elementos fundamentais para uma aprendizagem significativa.

A interseção entre uma boa gestão de sala de aula, o desenvolvimento de trabalhos em grupos colaborativos e o processo da modelagem matemática, podem contribuir significativamente para o engajamento do aluno com a matemática, de forma significativa, colaborativa e consequentemente equitativa.

2.4 Equidade e sala de aula: uma perspectiva metodológica

A busca pela equidade no contexto educacional demanda uma mudança de paradigmas em relação as práticas pedagógicas educacionais, em especial, as que reforçam a homogeneização de processos de ensino e aprendizagem. Promover condições para que todos se desenvolvam, não significa proporcionar os mesmos recursos para todos os estudantes, portanto, é necessário que o professor reconheça as diferenças de cada estudante, assim como suas necessidades e como cada estudante aprende, a fim de proporcionar uma boa participação, desenvolvendo seu potencial.

Segundo Freire (2024), o educando é um ser que pensa, sente, cria e constrói seus conhecimentos por meio da interação com professores, dessa forma, o professor deve considerar os saberes dos estudantes, incentivando-os a questionar aquilo que lhe foi ensinado. Para o autor, a aprendizagem deve contribuir para a formação de um sujeito capaz de tomar decisões

em relação a resolução de problemas reais, analisar as possibilidades a fim de promover mudanças sociais concretas.

Às vezes, em meus silêncios em que aparentemente me perco, desligado, flutuando quase, penso na importância singular que vem sendo para mulheres e homens sermos ou nos termos tornado, como constata François Jocob, “seres programados, mas para aprender”. É nesse processo de aprender, em que historicamente descobrimos que era possível ensinar como tarefa não apenas embutida no aprender, mas perfilada em si, com relação a aprender, é um processo que pode deflagrar no aprendiz uma curiosidade crescente, que pode torná-lo mais e mais criador. O que quero dizer é o seguinte: quanto mais criticamente se exerce a capacidade de aprender, tanto se constrói e desenvolve o que venho chamando “curiosidade epistemológica”, sem a qual alcançamos o conhecimento cabal do objeto (Freire, 2024, p.26 e 27).

Neste sentido, é necessária uma abordagem metodológica que apoie o desenvolvimento do estudante e promova uma sala de aula equitativa, na qual os estudantes são vistos como aprendizes capazes. Como afirmam Hochgreb-Hagele *et al* (2025), a Complex Instruction (CI) é uma abordagem pedagógica que envolve mudanças na organização da sala de aula, facilita a interação ao promover um sistema de normas cooperativas.

De acordo com Hochgreb-Hagele *et al* (2025), com base nos estudos de Cohen e Lotan (1997, 2014), a Complex Instrucion (IC), é uma abordagem pedagógica que permite que os professores ensinem temas complexos em salas de aulas heterogêneas. Essa estratégia promove a equidade por meio de atividades colaborativas e da valorização das múltiplas habilidades dos estudantes, atribuindo tarefas que demandam diferentes competências cognitivas e sociais para sua execução, sendo um aspecto importante nesta abordagem, a autonomia do estudante, tornando-os responsáveis pelo seu desenvolvimento e aprendizado e pelo aprendizado dos demais membros do grupo. Assim, mesmo estudantes de baixo status social e cognitivo têm a oportunidade de participar e contribuir ativamente para o sucesso do grupo.

Bransford *et al.* (2007) reforçam a ideia de que aprender é um processo ativo de construção de significados, no qual os estudantes relacionam os novos conhecimentos e informações a conhecimentos já estruturados anteriormente. Os autores defendem práticas de ensino que considerem a variabilidade cognitiva e social dos estudantes em detrimento da padronização, promovendo ambientes que favoreçam múltiplas formas de participação e socialização.

Rego (2001) discute a teoria histórico-cultural proposta por Vygotsky que comprehende o desenvolvimento humano como resultado da internalização de práticas sociais medidas pela linguagem e cultura.

De acordo com Vygotsky, o desenvolvimento e a aprendizagem estão inter-relacionados desde o nascimento da criança. Como já mencionamos, desde muito pequenas, através da interação com o meio físico e social, as crianças realizam uma série de aprendizados. No seu cotidiano, observando, experimentando, imitando e recebendo instruções das pessoas mais experientes de sua cultura, aprende a fazer perguntas e também a obter respostas para uma série de questões. Como membro de um grupo sócio cultural determinado, ela vivencia um conjunto de experiências e opera sobre todo o material cultural (conceitos, valores, ideias, objetos concretos, concepção de mundo, etc.) a que tem acesso. Deste modo, muito antes de entrar na escola, já construiu uma série de conhecimentos do mundo que a cerca. Por exemplo, antes de estudar matemática na escola, a criança já teve experiências com quantidades e, portanto, já lidou com noções matemáticas. No entanto, ao ingressar na escola, um outro tipo de conhecimento se processa (Rego, 2001, p.76).

De acordo com essa perspectiva, a escola deve ser um espaço acessível a todos, não somente no que diz respeito à permanência do estudante na escola, mas, sobretudo, no acesso efetivo às ferramentas culturais, às linguagens acadêmicas e às práticas sociais, garantindo um conhecimento significativo. É necessário que os professores reconheçam e compreendam como os estudantes aprendem, a fim de criar condições necessárias para que se apropriem do conhecimento escolar por meio de suas próprias experiências.

Diante do exposto, pode-se afirmar que a promoção da equidade no ensino se dá por meio de práticas pedagógicas que priorizem as individualidades e potencialidades dos estudantes, favorecendo a participação ativa na construção do conhecimento.

2.5 Panorama de pesquisas atuais sobre a temática

A presente pesquisa traz uma revisão bibliográfica, com o objetivo de mapear alguns dos benefícios e dificuldades ao introduzir a metodologia nas aulas de Matemática, no 8º ano do Ensino Fundamental da Educação Básica, oferecendo-lhes uma educação equitativa e de qualidade.

Para a seleção dos artigos, foram estabelecidos critérios que garantissem a relevância e a atualidade das publicações em relação ao tema da pesquisa. Para a busca, utilizou-se as bases de dados: Google Acadêmico, Portal de Periódicos CAPES, Banco de Dissertações do Mestrado Profissional em Educação da Universidade de Taubaté (MPE/UNITAU) e SCIELO. Primeiramente, foram definidos os descritores “Equidade”, “Ensino”, “Modelagem Matemática” e “Trabalho em Grupo”, utilizados nas buscas nas bases de dados selecionadas. Além disso, foi aplicado um recorte temporal, considerando as publicações dos últimos cinco

anos (2020-2024), a fim de assegurar que os estudos analisados refletissem as discussões mais recentes sobre a temática. Este recorte temporal da presente pesquisa se justifica com base na homologação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), ocorrida em 2017, a partir da qual os Estados e municípios passaram por um período de adequação curricular.

No caso do Estado de São Paulo, o Currículo Paulista foi oficialmente homologado em agosto de 2019, consolidando as diretrizes da BNCC em âmbito estadual. Dessa forma, a escolha por investigar produções dos últimos cinco anos visa a assegurar o alinhamento da pesquisa às normativas vigentes, garantindo sua relevância e atualidade. Com a implementação da BNCC e do Currículo Paulista, os componentes de Álgebra, Probabilidade e Estatística passaram a integrar o currículo dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, o que representa uma mudança significativa em relação às diretrizes anteriores e reforça a importância de práticas pedagógicas inovadoras e contextualizadas.

Outros filtros também foram utilizados, como a seleção de artigos em língua portuguesa e a priorização de publicações revisadas por pares, garantindo a qualidade científica dos materiais selecionados. Por fim, foi realizada uma análise manual dos resultados para excluir aqueles que, apesar de atenderem aos critérios iniciais, não apresentavam relação direta com a proposta da pesquisa.

O quadro a seguir apresenta a busca de artigos relacionados à pesquisa nos bancos de dados Google acadêmico, utilizando descritores específicos para a investigação sobre equidade, ensino, modelagem matemática e trabalho em grupo. Ao usar os descritores: “Equidade” “Ensino” “Modelagem matemática” “Trabalho em grupo”, foram encontrados 163 artigos. Adicionando o filtro “últimos 5 anos” o número de artigos encontrados caiu para 94, utilizando o filtro “páginas em português”, foram encontrados 91 artigos, adicionando o filtro “Artigo de revisão/ Revisado por pares”, foram encontrados apenas 2 artigos, após a seleção por filtros, 1 artigo foi excluído manualmente por não ser relevante ao tema da pesquisa.

Quadro 2: busca de artigos relacionados a pesquisa nos bancos de dados Google Acadêmico

Banco de dados	Descritores	Filtro					Artigos	Palavras-chave
		Sem filtro	Últimos 5 anos	Páginas em português	Artigo de revisão	Artigo		
GOOGLE ACADÊMICO (2)	“Equidade” “Ensino” “Modelagem matemática” “Trabalho em grupo”	163	94	91	2		Modelagem matemática na perspectiva da educação matemática e sua relação com as propostas curriculares oficiais Comunicação na aula de matemática: revisão da literatura na perspectiva do professor pesquisador <i>Excluído manualmente por não estar relacionado ao tema de pesquisa</i>	Modelagem Matemática; Metodologias de Educação Matemática; Documentos curriculares oficiais Pesquisa do professor, Revisão sistemática de literatura, Comunicação na aula de matemática

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024

O quadro a seguir apresenta a busca de artigos relacionados à pesquisa nos bancos de dados do Portal de Periódicos da CAPES. Ao usar os descritores: “Equidade” “Ensino” “Modelagem matemática” “Trabalho em grupo”, não foram encontrados artigos neste banco de dados. Trocando os descritores por: “Modelagem matemática” “Trabalho em grupo”, foram encontrados 8 artigos, sem utilizar filtros. Adicionando o filtro “últimos 5 anos” o número de artigos encontrados caiu para 4, utilizando o filtro “páginas em português”, os mesmos 4 artigos foram encontrados, adicionando o filtro “Artigo de revisão/ Revisado por pares”, foram encontrados apenas 2 artigos, conforme descritos no quadro a seguir.

Quadro 3: busca de artigos relacionados a pesquisa nos bancos de dados Portal de Periódicos da CAPES

Banco de dados	Descritores	Filtro					Artigos	Palavras-chave
		Sem filtro	Últimos 5 anos	Páginas em português	Artigo de revisão	Artigo		
CAPES (2)	“Modelagem matemática” “Trabalho em grupo”	8	4	4	2		Conferência nacional sobre modelagem na educação matemática: Aspectos evidenciados nos relatos de experiência Um Retrato das Escolas do Vale do Taquari: o que afirmam a equipe diretiva e professoras acerca de práticas de modelagem matemática?	Relatos de experiência. Práticas de Modelagem Matemática. Educação Matemática Ensino Médio. Modelagem Matemática. Práticas Pedagógicas. Relato de professores.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024

No banco de dados Banco de Dissertações do Mestrado Profissional em Educação da Universidade de Taubaté foi realizada a pesquisa de forma manual por não haver filtros a serem aplicados. Não foram encontrados resultados relevantes ao tema desta pesquisa.

O quadro a seguir apresenta a busca de artigos relacionados à pesquisa nos bancos de dados Biblioteca Eletrônica Científica Online (SciELO) Brasil - **Scientific Electronic Library Online**. Ao usar os descritores: “Equidade” “Ensino” “Modelagem matemática” “Trabalho em grupo”, não foram encontrados artigos neste banco de dados. Trocando os descritores por: “Modelagem matemática” “Ensino”, foram encontrados 66 artigos, sem utilizar filtros. Adicionando o filtro “últimos 5 anos” o número de artigos encontrados caiu para 31, utilizando o filtro “páginas em português”, o número de artigos encontrados foi 15, adicionando o filtro “Artigo”, foram encontrados 14 artigos, destes, 8 artigos foram excluídos manualmente por não serem relevantes ao tema da pesquisa.

Quadro 4: busca de artigos relacionados a pesquisa nos bancos de dados Biblioteca Eletrônica Científica Online Brasil - **Scientific Electronic Library Online (SciELO)**

Banco de dados	Descritores	Filtro					Artigos	Palavras-chave
		Sem filtro	Últimos 5 anos	Páginas em português	Artigo de revisão	Artigo		
SCIELO (6)	“Modelagem matemática” "Ensino"	66	31	15	14		A Modelagem Torna o Ensino e a Aprendizagem de Matemática Significativos: descontinuidades históricas	Modelagem Matemática; Significativo; Enunciado; Discurso; Realidade
							Professores em ação: (res)significando o ensino por meio da Modelagem Matemática	
							<i>Excluído manualmente por não estar relacionado ao tema de pesquisa</i>	
							Modelagem matemática, professor mediador-orientador e construtivismo: entrelaçamentos discursivos na constituição da figura docente	Modelagem matemática; Ensino de matemática; Professor mediador-orientador; Construtivismo; Discurso; Enunciado
							Contrapondo a ideologia da certeza por meio do conhecimento reflexivo na modelagem matemática	Modelagem Matemática; Significativo; Enunciado; Discurso; Realidade
							Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática Crítica e a Escola do Campo: algumas aproximações	
							<i>Excluído manualmente por não estar relacionado ao tema de pesquisa</i>	
							Potencialidades e Desafios do Ensino de Matemática Online: exemplo de uma experiência com estudantes de Engenharia do Ensino Politécnico em Portugal	
							<i>Excluído manualmente por não estar relacionado ao tema de pesquisa</i>	
							Interface Didática entre Modelagem Matemática e Semiótica	Modelagem Matemática; Semiótica; Aprendizagem; Interface
							Modelagem Matemática e o Desenvolvimento do Pensamento Integral	Ensino Fundamental; Modelagem na Educação Matemática; Aproximação; Pensamentos Numérico, Geométrico e Algébrico; Cálculo Diferencial e Integral
							A colaboração em um contexto de formação continuada de professores em Modelagem Matemática	
							<i>Excluído manualmente por não estar relacionado ao tema de pesquisa</i>	
							Modelagem matemática na perspectiva da educação matemática crítica: abordagens na educação básica	Educação Matemática crítica; Modelagem matemática; Programa de Desenvolvimento Educacional; Transformação social

					Índices de refração não convencionais – uma breve introdução à simetria PT	
					<i>Excluído manualmente por não estar relacionado ao tema de pesquisa</i>	
					Uma boa gestão melhora o desempenho da escola, mas o que sabemos acerca do efeito da complexidade da gestão nessa relação?	
					<i>Excluído manualmente por não estar relacionado ao tema de pesquisa</i>	
					Sobre modelagem matemática e formalismos estatísticos de sistemas complexos	
					<i>Excluído manualmente por não estar relacionado ao tema de pesquisa</i>	
					Análise de um motor-foguete bi-propelente aplicada ao ensino de termodinâmica: um estudo de caso	
					<i>Excluído manualmente por não estar relacionado ao tema de pesquisa</i>	

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024

Os resultados da busca bibliográfica evidenciam o número reduzido de estudos que abordem diretamente a Modelagem Matemática como estratégia para promover um ensino equitativo por meio do trabalho em grupo no Ensino Fundamental da Educação Básica, no contexto de escolas brasileiras. Embora algumas produções discutam a modelagem matemática no contexto educacional, poucos artigos tratam especificamente da equidade no ensino de Matemática, indicando uma lacuna na literatura que reforça a relevância desta pesquisa. Não houve sobreposição de artigos nos bancos de dados pesquisados.

Dessa forma, a presente investigação se justifica pela necessidade de aprofundar a compreensão sobre os benefícios e desafios da Modelagem Matemática como estratégia para promover a equidade no ensino. A análise das referências encontradas contribuirá para fundamentar a discussão sobre estratégias pedagógicas que favoreçam uma aprendizagem mais inclusiva e significativa, especialmente no contexto do 8º ano do Ensino Fundamental.

2.6 Análise dos artigos

As produções para análise foram selecionadas por sua relevância ao tema pesquisado. A análise dos artigos foi realizada em duas etapas: seleção de artigos relevantes ao tema por meio de um levantamento quantitativo considerando ano de publicação, periódicos, palavras-chave e relevância ao tema do trabalho, em seguida, foi realizada uma análise qualitativa, por meio de leitura criteriosa, buscando identificar os principais conceitos e abordagens apresentados pelos

autores. Essa análise nos permitiu compreender como a temática tem sido abordada, contribuindo para o desenvolvimento desta pesquisa.

2.6.1 Análise crítica dos artigos selecionados

Nos estudos de Burak *et al* (2022) é abordada a modelagem matemática sob a perspectiva de Burak, em que o primeiro princípio diz respeito aos interesses do grupo na hora da escolha do problema proposto e o segundo diz respeito a formações e dados. Os autores trazem as cinco etapas para a modelagem matemática, deixando claro que estas etapas podem variar ao longo do processo, são elas: escolha do tema, pesquisa exploratória, levantamento do problema, resolução dos problemas e o desenvolvimento do conteúdo matemático e análise crítica das soluções.

Rehfeldt *et al* (2021), abordam aspectos positivos e negativos do trabalho com modelagem matemática na perspectiva de professores e equipe diretiva de 15 escolas. Entre os aspectos positivos, foram citados a facilidade no ensino e na compreensão de temas abordados, envolvimento dos alunos nas atividades, oferta de oficinas na área, entre os aspectos negativos ou limitações foram destacados a falta de conhecimento, de informação ou de equipamentos necessários, insegurança ou pouca experiência na área e dificuldade para cumprir o currículo proposto. A metodologia proposta também dá um novo sentido aos papéis de professores e alunos, o professor deixa de ser um mero transmissor de conhecimento e passa a ser um mediador, enquanto o aluno ganha mais autonomia e tem maior responsabilidade no processo de ensino aprendizagem. De acordo com o autor, “[...] o professor torna-se um orientador, um mediador e deixa de ser o centro dos processos de ensino e de aprendizagem. Já o aluno torna-se mais ativo, questionador, observador, crítico e criativo (Rehfeldt *et al*, 2021, p.5).

Ramon *et al* (2022), abordam a importância de discussões sobre a temática a fim de consolidar a modelagem matemática como um campo da Educação Matemática.

A Modelagem Matemática na Educação Matemática vem passando por um movimento de compreensões entre os próprios pesquisadores da área e professores que a implementam. Discussões sobre o tema intensificaram-se, no Brasil a partir do ano de 1990, bem como a busca pela consolidação e aprimoramento da Modelagem Matemática como um campo da Educação Matemática (Ramon *et al*, 2022, p.5).

Em seu estudo, os autores trazem para discussão, os elementos teóricos da Modelagem Matemática, bem como, sua origem, concepções, e possibilidade de abordagem da Modelagem.

Entre os benefícios citados em sua pesquisa, os autores destacam o engajamento e envolvimento dos estudantes com a atividade proposta, possibilitando a ressignificação de conceitos já construídos anteriormente. Já entre os pontos de negativos, são destacados a preocupação dos professores em relação ao tempo ser insuficiente para cumprir o currículo, a imprevisibilidade e dificuldade, tanto para o professor, ao planejar a aula, tanto para os alunos, que deverão lançar mão de todo o conhecimento que possuem, e muitas vezes não desenvolveram as habilidades necessárias para utilizar os conhecimentos em outras situações problema.

Os autores trazem ainda uma comparação entre as fases da modelagem matemática propostas pelos autores Burak, Bassanezi, Barbosa e Almeida, Silva e Vertuan, apresentadas no quadro a seguir:

Quadro 5: Quadro comparativo Fases/Etapas da realização da Modelagem Matemática

Quadro 1: Sínteses das Fases/Etapas da realização da Modelagem Matemática Autor	Fases/Etapas/Momentos da realização da Modelagem Matemática
Burak (1992)	Escolha do tema; Pesquisa exploratória; Levantamento dos problemas; Resolução do problema e o desenvolvimento da Matemática; Análise crítica da solução.
Bassanezi (2002)	Experimentação; Abstração; Resolução; Validação; Modificação; Aplicação.
Barbosa (2004)	Elaboração da situação-problema; Simplificação; Coleta de dados; Resolução.
Almeida, Silva e Vertuan (2012)	Inteiração; Matematização; Resolução; Interpretação de resultados; Validação.

Fonte: Ramon *et al*, 2022, p.6.

Cabe destacar que não é necessário seguir as etapas de forma linear, porém, em qualquer das abordagens, o professor deve assumir seu papel de mediador do conhecimento e incentivar o protagonismo e desenvolvimento do estudante em todas as etapas.

Magnus (2023) aborda as descontinuidades históricas sob a perspectiva de Foucault, fazendo referência a sua crítica sobre a temporalidade proposta por Braudel (curta, média e longa). De acordo com a autora, durante um período da história, a matemática se distanciou da realidade e a modelagem matemática buscaria minimizar esses efeitos, à medida que possibilita uma aprendizagem significativa.

Para concluir, o possível entrelaçamento, a partir da década de 1970, ao discurso sobre a Aprendizagem Significativa torna a Modelagem um terreno fértil para a discussão em torno da realidade, como um conhecimento prévio, para ensinar matemática de forma significativa. Sendo assim, as atividades de Modelagem seriam desenvolvidas a partir da realidade dos/as estudantes para

chegar a novos conhecimentos matemáticos. Dessa maneira, a modelagem deslocaria aquilo que se entendia por *aprendizagem mecânica (sem significado)* para uma *aprendizagem significativa (com significado)* (Magnus, 2023, p.13).

Dessa forma, o aprendizado matemático deve extrapolar apenas o aprendizado dos conteúdos, o aluno deve ser capaz de compreender o papel fundamental do ensino da matemática em sua formação integral. Para Lopes (2023), a cidadania crítica está relacionada à forma como a matemática é utilizada em sociedade nas mais diversas áreas, como finanças, políticas e estruturas sociais. Em seu estudo, é abordada a teoria da certeza, em que a matemática é considerada, pelo senso comum, apolítica e não ideológica, visto que é baseada em argumentos lógicos. Em contraponto à teoria da certeza, Lopes aponta que nem sempre a matemática traz uma resposta final. Sob esse ponto de vista, a modelagem matemática propicia ao estudante a possibilidade de argumentação e análise crítica dos procedimentos e resultados encontrados. Almeida *et al* (2022) postulam que a aprendizagem da matemática se dá por meio da construção e signos. Durante o trabalho com modelagem matemática, além do desenvolvimento dos saberes matemáticos. Os autores ainda abordam a habilidade desenvolvida para utilizar esses conhecimentos em problemas do cotidiano. Ainda nessa perspectiva, Caldeira e Cambi (2023) abordam a modelagem matemática sob uma perspectiva do construtivismo, destacando o professor como mediador e orientador no processo de ensino e aprendizagem.

Araújo e Avelar (2022) trazem, em seu estudo, o desenvolvimento de uma atividade com o 6º ano do Ensino Fundamental sobre o cálculo superficial da área atingida no acidente ambiental em Brumadinho. Durante essa atividade, os alunos deveriam utilizar uma matemática mais elaborada do que eles tinham acesso até o momento, então, foi necessário que professor e alunos usassem a criatividade e análise crítica para resolver o problema utilizando outras estratégias, chegando ao resultado mais próximo do real possível. Tal abordagem possibilitou aos estudantes que refletissem sobre problemas ambientais reais e que discutissem quais ferramentas poderiam utilizar, além de realizar uma análise sobre os resultados obtidos. Tal atividade vem corroborar com o exposto até o momento em relação ao desenvolvimento crítico e social do estudante, à medida que possibilitou momentos de reflexões sobre situações reais e análise de resultados e impactos sobre a sociedade. De acordo com Ceolim *et al* (2021), para desenvolver uma cidadania crítica, é necessário pensar por si só, promovendo transformação e buscando uma sociedade justa e equitativa.

Mas o que é o exercício da cidadania? Como exercê-la? Entende-se que o exercício da cidadania está relacionado não apenas ao conhecimento e ao cumprimento dos direitos e dos deveres do cidadão perante a sociedade, mas também à contribuição deste para a transformação de uma sociedade justa, igualitária e humana, preocupada com a preservação dos recursos naturais do planeta e com a qualidade de vida de todos (Ceolim *et al*, 2021, p.17).

O ensino da Matemática, por meio de modelagem matemática, traz grandes benefícios, à medida que agrega significado aos conteúdos estudados, além disso, a matemática deixa de ser algo distante da realidade e passa a ser uma importante aliada na compreensão e transformação do mundo.

A análise dos artigos selecionados reforça a importância da modelagem matemática como uma abordagem pedagógica capaz de tornar o ensino da matemática mais significativo e conectado à realidade dos estudantes. Os estudos apontam que essa metodologia promove o engajamento, a autonomia e o pensamento crítico, além de estar alinhada com as diretrizes curriculares nacionais.

No entanto, desafios como a falta de formação docente e a limitação de tempo para cumprir o currículo ainda são barreiras para sua implementação. Dessa forma, é fundamental investir em capacitação docente e em estratégias que viabilizem a modelagem matemática como uma prática consolidada no ensino, garantindo que todos os estudantes possam desenvolver habilidades matemáticas de forma crítica e aplicada ao contexto social.

A BNCC destaca a necessidade de conectar situações reais do cotidiano ao ensino da matemática, desenvolvendo competências fundamentais como raciocínio, comunicação, representação e argumentação. Sendo assim, a utilização da Modelagem Matemática, está em consonância com o proposto na Base Nacional Comum Curricular e consequentemente com o Currículo Paulista, no que diz respeito à promoção de uma educação integral.

Os artigos analisados, mostram-se relevantes por fornecerem bases teóricas e conceituais que sustentam a discussão proposta nesta dissertação, trazendo contribuições a respeito do papel assumido pelo professor durante o desenvolvimento do trabalho com modelagem matemática, desafios e aspectos positivos. Além disso, observa-se que os resultados deste estudo convergem com os resultados encontrados na literatura, validando as análises realizadas.

3 CAMINHOS DA PESQUISA: O MÉTODO

A pesquisa foi desenvolvida a partir de uma abordagem qualitativa, com foco na observação da própria prática docente. Para Freire (2024), o professor deve refletir criticamente sobre a sua prática atual a fim de melhorar sua prática futura.

Por isso é que, na formação permanente dos professores, o momento fundamental é o da reflexão crítica sobre a prática. É pensando criticamente a prática de hoje ou de ontem que se pode melhorar a próxima prática. O próprio discurso teórico, necessário à reflexão crítica, tem de ser de tal modo concreto que quase se confunda com a prática. O seu "distanciamento epistemológico" da prática enquanto objeto de sua análise deve dela "aproximá-lo" ao máximo. Quanto melhor faça esta operação tanto mais inteligência ganha da prática em análise e maior comunicabilidade exerce em torno da superação da ingenuidade pela rigorosidade. Por outro lado, quanto mais me assumo como estou sendo e percebo a ou as razões de ser de por que estou sendo assim, mais me torno capaz de mudar, de promover-me, no caso, do estado de curiosidade ingênua para o de curiosidade epistemológica. Não é possível a assunção que o sujeito faz de si numa certa forma de estar sendo sem a disponibilidade para mudar. Para mudar e de cujo processo se faz necessariamente sujeito também (Freire, 2024, p.40).

O projeto de Pesquisa foi submetido ao Comitê em Pesquisa da Universidade de Taubaté, após aprovação, o processo de coleta de dados iniciou-se com a solicitação de autorização ao Supervisor de Ensino em exercício para a realização da pesquisa junto à Diretoria de Ensino. Com a aprovação concedida, foi realizada uma conversa com o diretor da escola para apresentar a proposta da pesquisa e os procedimentos para a coleta de dados junto aos estudantes. Após obter a autorização do diretor escolar e do professor coordenador, os estudantes foram informados sobre os objetivos do estudo e a forma como os dados seriam coletados, enfatizando que apenas aqueles que aceitassem participar teriam suas informações analisadas.

Durante a reunião de pais e responsáveis, a pesquisa foi apresentada em detalhes, explicando seus objetivos e procedimentos. Em seguida, foram distribuídos os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido, que deveriam ser assinados e devolvidos posteriormente. Não houve objeções por parte dos responsáveis quanto à participação dos estudantes. Para preservar a identidade dos participantes, cada um recebeu um codinome específico.

Com as autorizações devidamente coletadas, foram realizados oito encontros durante o período regular de aula, cada um com duração de 45 minutos, sendo algumas dessas aulas ministradas de forma consecutiva.

No decorrer dos encontros, o trabalho foi realizado em pequenos grupos, seguindo os pressupostos teóricos Cohen e Lotan (2017) e Weinstein e Novodvorsky (2015). Neste sentido, a cada encontro, os papéis que os estudantes desenvolveram no grupo sofreram alteração, assim como os próprios grupos, a utilização dessa metodologia durante os encontros, é eficiente para engajar os alunos nas atividades e garantir a participação de todos, de acordo com Cohen e Lotan (2017, p. 107).

No primeiro encontro, os estudantes responderam a um questionário diagnóstico de entrada, de forma individual, com o objetivo de avaliar seus conhecimentos prévios sobre probabilidade e estatística, temática que seria abordada ao longo do bimestre. No segundo encontro, a turma escolheu o tema a ser trabalhado durante as aulas. Nos encontros seguintes, especificamente no terceiro e quarto, os estudantes realizaram pesquisas sobre o tema selecionado. Já entre o quinto e o oitavo encontros, os alunos desenvolveram modelos matemáticos para calcular a média aritmética e o volume.

A cada encontro, foram disponibilizados cartões de atividade e cartões de recurso, além dos materiais necessários para a realização das tarefas. Os grupos de trabalho foram formados de maneira aleatória para garantir a heterogeneidade, e os papéis de cada integrante também foram distribuídos aleatoriamente, seguindo uma regra previamente estabelecida pelo professor. Em dois encontros, os estudantes responderam a um questionário diagnóstico de saída a respeito da metodologia utilizada, bem como seu papel nos grupos durante o desenvolvimento das aulas. Em nenhuma das atividades propostas, foi obrigatório que o estudante registrasse o seu nome, a fim de se evitar possível constrangimento aos participantes da pesquisa, garantindo assim, a veracidade das informações coletadas por meio de cada formulário, porém, os estudantes optaram por se identificar. Para fins deste estudo, foram considerados apenas os dados coletados pelos alunos que aceitarem participar da pesquisa.

A análise dos resultados foi conduzida com base na análise de conteúdo proposta por Bardin (2011), seguindo um processo sistemático de categorização e interpretação dos dados coletados. Inicialmente, os registros das atividades realizadas pelos estudantes foram organizados, em seguida, foi realizada a leitura flutuante, permitindo uma familiarização com o material e a identificação de unidades de significado relevantes para a pesquisa. Posteriormente, os dados foram codificados e classificados em categorias temáticas, estabelecidas a partir da recorrência de ideias e padrões identificados nas respostas dos estudantes e nas interações observadas durante os encontros. Essa abordagem possibilitou uma análise qualitativa detalhada, permitindo compreender as percepções dos estudantes sobre a

modelagem matemática e o trabalho em grupo, além de identificar desafios e benefícios da metodologia adotada.

Esta pesquisa contou com o apoio de ferramentas de Inteligência Artificial Generativa para revisão e aprimoramento textual, em conformidade com as diretrizes éticas e normativas do Programa de Pós-Graduação Profissional em Educação da Universidade de Taubaté. Foram utilizadas duas soluções distintas: o ChatGPT (GPT-4, OpenAI, agosto de 2025), voltado ao refinamento da coesão, clareza e fluidez do texto acadêmico, e o GitHub Copilot, empregado em etapas de apoio técnico e organizacional da escrita.

Todo o conteúdo gerado com o auxílio dessas ferramentas foi posteriormente revisado, editado e validado pelos autores, em consonância com os princípios do rigor científico. Ressalta-se que os autores assumem total responsabilidade pela integridade, consistência e precisão das informações apresentadas nesta publicação.

3.1 Perfil dos Participantes

Os participantes desta pesquisa são estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental de uma escola da Rede Pública do estado de São Paulo, situada na Região Metropolitana do Vale do Paraíba paulista. A faixa etária dos alunos varia entre 12 e 15 anos, refletindo a diversidade do ritmo de aprendizagem e desenvolvimento cognitivo típico dessa fase escolar.

A amostra contempla estudantes com diferentes níveis de desempenho acadêmico e pertencentes a distintos status, conforme a categorização proposta por Cohen e Lotan (2017), que considera tanto o status acadêmico quanto o status social dos estudantes. Essa diversidade permite uma análise mais abrangente sobre as dinâmicas de ensino e aprendizagem no contexto pesquisado.

No que se refere ao comportamento em sala de aula, observa-se que, embora não haja registros significativos de problemas disciplinares graves, a turma apresenta um perfil predominantemente apático. Essa característica demanda constantes intervenções por parte do professor que, frequentemente, precisa redirecionar a atenção dos estudantes para a explicação dos conteúdos e a realização das atividades propostas. Esse aspecto comportamental pode influenciar a dinâmica pedagógica e será considerado na análise dos dados desta pesquisa.

Para garantir o sigilo e a confidencialidade da identidade dos participantes, em conformidade com os princípios éticos da pesquisa, os estudantes serão identificados por letras do alfabeto (por exemplo, Estudante A, Estudante B, Estudante C e assim por diante). Essa

estratégia visa a preservar a privacidade dos alunos, assegurando que suas informações sejam tratadas de forma anônima ao longo da análise e discussão dos resultados.

3.2 Instrumentos de Pesquisa

Para coletas de dados foram utilizadas filmagens em alguns momentos e aula, a fim de auxiliar a análise da prática do pesquisador, todos os participantes estavam cientes das filmagens e puderam optar em não aparecer ou mesmo aparecer com tarja preta em seus olhos, em nenhuma hipótese as filmagens serão utilizadas para outros fins que não para colher dados para esta pesquisa.

Foi aplicado um questionário diagnóstico de entrada a fim de identificar as concepções da turma acerca do conteúdo de estatística e probabilidade, além disso, foram aplicados ainda questionário diagnóstico de saída a fim de conhecer a percepção dos estudantes sobre seu conhecimento do tema estudado e sua participação no trabalho em grupo.

Utilizou-se o diário de campo para o registro das atividades, das ações e comportamento dos alunos durante a aplicação das atividades. Este instrumento corrobora de forma reflexiva, segundo Kroel, Gavillon e Ramm (2020, p. 466).

[...] A utilização de diários de campo como ferramenta de pesquisa possibilita visibilizar aspectos da implicação do(a) pesquisador(a) com o campo estudado. Tal modalidade de escrita compreende a descrição dos procedimentos do estudo, do desenvolvimento das atividades realizadas e também de possíveis alterações realizadas ao longo do percurso da pesquisa, além de servir como uma narrativa textual das impressões do(a) pesquisador(a) [...]

Assim o diário de campo permitiu revisitar os encontros e analisar o processo estudado.

Para que as ações dos alunos pudessem ser desenvolvidas e o objetivos alcançados, foram utilizadas, durante os encontros, atividades específicas, com a temática central do estudo, baseada na metodologia proposta pelo Programa de Especialização Docente (PED Brasil). Dentre elas, destacamos as atividades realizadas em grupos colaborativos, com definições de papéis para cada membro e o uso de cartões para realização das atividades, além de atividades como a avaliação diagnóstica e as autoavaliações.

3.3 Procedimentos para Coleta de Informações/dados

Considerando que o público-alvo para a produção de informações do estudo foram alunos do 8º ano de uma escola estatal da Região Metropolitana do Vale do Paraíba paulista, a pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Taubaté, a fim de garantir o desenvolvimento da pesquisa e os padrões éticos para os participantes. A pesquisa foi aprovada no CAE 84040424.1.0000.5501, pelo parecer número 7.223.153.

Após a autorização da pesquisa pela Secretaria de Educação e, uma vez aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa da UNITAU, e de posse das autorizações dos órgãos responsáveis pela instituição de ensino, os estudantes e responsáveis foram informados sobre a pesquisa e convidados a participar voluntariamente, os estudantes e responsáveis foram informados ainda de que não são esperados quaisquer prejuízos físicos, intelectuais e ou financeiros e que poderiam deixar a pesquisa a qualquer momento, sem nenhuma justificativa. Os possíveis riscos a que o participante poderia ser submetido eram: cansaço ou desconforto ao preencher o instrumento de coleta de dados (questionário), medo de não saber responder ou de ser identificado e estresse. Foram considerados também os possíveis riscos da participação na pesquisa, que poderiam decorrer em torno do desconforto dos sujeitos em quaisquer das etapas. Sendo assim, os participantes poderiam se retirar da pesquisa a qualquer momento, sem nenhum ônus e, caso fosse necessário o serviço público seria acionado para auxílio do participante.

Destaca-se como benefício deste estudo no desenvolvimento da pesquisa, o fato de oferecer a cada um dos participantes e à comunidade acadêmica maiores informações e conhecimentos acerca dos aspectos que compõem esta pesquisa. Cabe aqui ressaltar também que, pelo aspecto interdisciplinar que se abordou no presente estudo, os conhecimentos gerados por meio da pesquisa poderão despertar o interesse de profissionais, instituições, pesquisadores e fundamentar estudos em outras áreas do conhecimento no que diz respeito ao presente objeto de pesquisa. Contudo, os principais benefícios do presente estudo se apresentaram somente ao final da dissertação, quando as conclusões foram devidamente escritas e fundamentadas.

Os dados foram coletados em oito encontros com os estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental Anos Finais, durante as aulas de matemática, por meio de atividades planejadas para a realização em pequenos grupos.

No primeiro encontro, os alunos responderam a um questionário diagnóstico de entrada de forma individual para mapear as concepções e conhecimentos da turma a respeito de estatística e probabilidade. Nos encontros/aulas subsequentes os alunos escolheram o tema da pesquisa e realizaram generalizações matemáticas utilizando conceitos já adquiridos ou não.

Em todos os encontros os grupos foram organizados de forma aleatória, garantindo assim a heterogeneidade dos grupos. Os papéis de cada participante foram designados no início de cada aula, por sorteio, garantindo assim que os estudantes desenvolvessem diferentes papéis e, consequentemente, diferentes habilidades. Nos encontros 6 e 8, os estudantes responderam a um questionário diagnóstico de saída, a fim de verificar a compreensão sobre o conteúdo trabalho durante o encontro. Os estudantes estavam cientes de que em nenhum dos formulários ou avaliação diagnóstica disponibilizada, colocar o nome do participante, ou qualquer questão, seria obrigatória, a fim de que os dados coletados fossem os mais fidedignos e condizentes com a verdade.

O diário de campo reflexivo do pesquisador contendo percepções a respeito das reações dos participantes durante as aulas, sentimentos do pesquisador durante o planejamento das atividades, execução e após as aulas, bem com a filmagem de alguns encontros foram utilizados na coleta de dados qualitativos à medida que possibilitou possíveis discussões, descobertas e experiências do grupo e do pesquisador a respeito do tema.

Durante todo o processo, as normas éticas de pesquisa envolvendo seres humanos, de acordo com as diretrizes do Comitê de Ética em Pesquisa Humana da Universidade (CEP) foram seguidas rigorosamente.

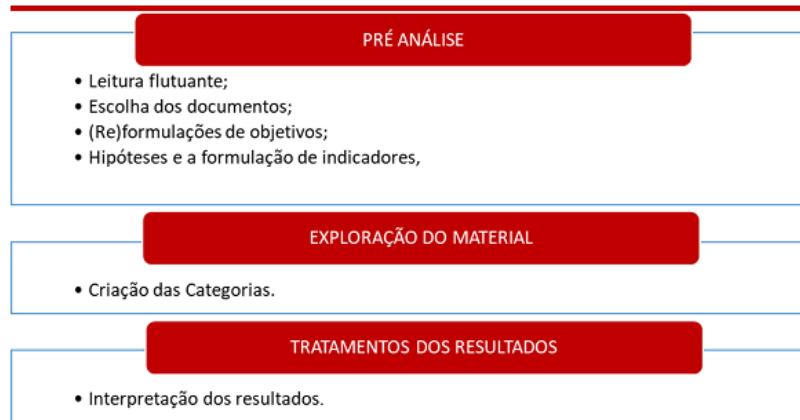
3.4 Procedimentos para Análise de informações (dados)

A análise dos dados de uma pesquisa requer do pesquisador critérios claros e rigor, que se inicia com a escolha do procedimento. Neste estudo optou-se pela Análise de Conteúdos proposta por Bardin (2011), que consiste inicialmente na pré-análise que é a sistematização da análise: escolha dos documentos que serão relevantes e pertinentes a pesquisa. Para tanto é necessário verificar se os documentos serão analisados por amostragem, desde que a pesquisa assim o permita, nenhum documento pode ser deixado de lado sem que haja justificativa para tanto.

O pesquisador deve conhecer os documentos, realizando uma leitura flutuante para se familiarizar com os dados. Na sequência, ocorre a exploração do material, que é o processo de codificação e categorização, o pesquisador identifica a Unidade temática e categoriza de acordo com os objetivos da pesquisa. Por último, a etapa de tratamento e análise dos resultados e interpretação, busca-se nesta etapa compreender os sentidos do conteúdo em análise, realizando inferências com os referenciais teóricos selecionados para o estudo. Tal procedimento permite

analisar os dados qualitativos e quantitativos de forma objetiva e clara. A Figura 3 detalha a sequência de análise.

Figura 3: Sequência da Análise de Conteúdo proposta por Bardin



Fonte: Sousa; Santos, 2020, p. 1441

#paratodosverem: A imagem apresenta a sequência de análise proposta por Bardin, dividida em: Pré análise (leitura flutuante, escolha dos documentos, (re)formulação de objetivos e hipótese e formulação de indicadores; Exploração do material (criação das categorias); e Tratamentos dos resultados (interpretação dos resultados).

O papel do pesquisador é fundamental em todas as etapas do processo, principalmente para garantir a clareza e a objetividade dos dados em análise, o que contribui para orientar o olhar do pesquisador durante a análise. Bardin (2011, p. 98) salienta que:

No entanto, em muitos casos, o trabalho do analista é insidiosamente orientado por hipóteses implícitas. Daqui a necessidade das posições latentes serem reveladas e postas à prova pelos factos, posições estas susceptíveis de introduzir desvios nos procedimentos e nos resultados. Formular hipóteses consiste, muitas vezes, em explicitar e precisar - e, por conseguinte, em dominar - dimensões e direções de análise, que apesar de tudo funcionam no processo.

Neste sentido, Costa (2023, p. 97) afirma que “O conteúdo a ser analisado precisa ser entendido conforme o contexto político, social e histórico no qual foi produzido. Isso porque esse contexto incorpora a experiência, a sensibilidade e o preparo do pesquisador no momento da análise.”

Considerando esses pressupostos, iniciamos as análises pela descrição dos apontamentos do diário de Campo, estruturando um corpus organizado, que permitiu a seleção dos dados e a retomada dos objetivos da pesquisa. A partir da devolutiva dada pelos participantes durante a realização das atividades em grupo, da avaliação diagnóstica e das observações, distinguimos a priori as categorias para, posteriormente, interpretar os resultados.

Para análise, os dados foram divididos em cinco categorias: Autonomia e confiança na resolução de problemas; Interação no trabalho em grupo; A modelagem matemática; Avaliação e “nota” e Observação da própria prática. O quadro 6, destaca cada uma das categorias com suas subcategorias.

Quadro 6: Quadro de Categorias, Subcategorias e Descrições

Categoria	Subcategoria	Descrição
I - Autonomia e confiança na resolução de problemas	Insegurança e medo do julgamento	Insegurança sobre o próprio conhecimento e o julgamento dos colegas e do professor
	Desenvolvimento da autonomia	Capacidade dos estudantes de avançar sem intervenção direta do professor
II - Interação no trabalho em grupo	Papel desempenhado pelos diferentes estudantes no grupo	Conflitos e ajustes na divisão de tarefas.
	Comunicação e colaboração entre os membros do grupo	Evolução para participação equitativa.
III - A modelagem matemática	Complexidade dos modelos elaborados pelos estudantes	Modelos matemáticos elaborados pelos estudantes
	Estratégias utilizadas para resolução dos problemas	Observação, coleta de dados e uso de operações básicas e regra de três.
	Escassez de conteúdo matemático	Pouco uso de variáveis e aprofundamento teórico; necessidade de maior rigor matemático.
IV - Avaliação e nota		Ansiedade e preocupação dos estudantes com métodos de avaliação e atribuição de notas.
V - Observação da própria prática	O planejamento das aulas	Preparação detalhada e antecipação de resultados pelo professor/pesquisador.
	O momento dos encontros	Emoções vividas durante os encontros e decisões pedagógicas tomadas.
	Reflexões pessoais pós encontros	Questionamentos sobre a prática docente e estratégias para melhorar o ensino da matemática.

Fonte: elaborado pelos autores, 2025.

Assim, inicialmente, realizaram-se as análises apresentando o perfil dos participantes da pesquisa, a coleta realizada no questionário individual diagnóstico e, por último, os encontros/aulas, nos quais os estudantes foram encorajados a estudar conceitos matemáticos

partindo de situações problema reais. Ressalta-se que os estudantes participantes da pesquisa foram nomeados pelas letras do alfabeto a fim de evitar qualquer identificação, deste modo, usaremos Estudante A, Estudante B, sucessivamente.

4 DA TEORIA À VIVÊNCIA: RESULTADOS E REFLEXÕES SOBRE O TRABALHO EM GRUPO E A MODELAGEM MATEMÁTICA

Com base na metodologia apresentada, esta seção apresenta os resultados da pesquisa, obtidos a partir da investigação sobre como a modelagem matemática, alinhada ao trabalho em grupo pode contribuir para um ensino equitativo no ensino da matemática. Os achados estão organizados em categorias temáticas, a fim de evidenciar os aspectos centrais da pesquisa e suas implicações no tema estudado.

4.1 Implementação da proposta

A coleta de dados desta pesquisa foi realizada ao longo de oito encontros distribuídos em um período de três semanas consecutivas. Os encontros ocorreram nos seguintes dias da semana:

- **Primeira semana:**
 - ✓ **Quarta-feira:** Aplicação de questionário diagnóstico de entrada sobre estatística e probabilidade (**Encontro 1**).
 - ✓ **Sexta-feira:** Escolha do tema a ser trabalhado durante a pesquisa (**Encontro 2**).
- **Segunda semana:**
 - ✓ **Segunda-feira:** Pesquisa, reflexões e aprofundamento sobre o tema escolhido, com conexão aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (**Encontros 3 e 4**).
 - ✓ **Sexta-feira:** Levantamento de dados e organização em tabelas e gráficos, além da generalização do cálculo de média aritmética. Validação e reflexão sobre os resultados, incluindo o preenchimento do questionário diagnóstico de saída (**Encontros 5 e 6**).
- **Terceira semana:**
 - ✓ **Segunda-feira:** Generalização sobre o cálculo do volume de água poluída por chumbo, considerando a contaminação causada por tablets descartados irregularmente em rios e córregos. Validação e reflexão sobre os resultados, com preenchimento do questionário diagnóstico de saída (**Encontros 7 e 8**).

Esse cronograma foi estruturado de modo a permitir que os estudantes desenvolvessem uma compreensão gradual dos conceitos abordados, intercalando momentos de investigação, análise e reflexão, conforme fluxograma apresentado a seguir:

Figura 4: Fluxograma dos encontros



Fonte: elaborado pelos autores, 2024

#paratodosverem: A imagem apresenta o fluxograma dos encontros em formato de peças de quebra-cabeça, ligados seguindo a sequência de encontros: encontro 1 (aplicação do questionário diagnóstico de entrada sobre estatística e probabilidade), encontro 2 (escolha do tema), encontros 3 e 4 (pesquisa e reflexões e aprofundamento sobre o tema escolhido e como ele se relaciona as ODSs) encontros 5 e 6 (levantamento de dados e organização em tabelas e gráficos. Generalização sobre cálculo de média aritmética. Validação e reflexão dos resultados. Questionário diagnóstico de saída) e encontros 7 e 8 (generalização sobre cálculo de volume de água poluída por chumbo por tablets descartados irregularmente em rios e córregos. Validação e reflexão dos resultados. Formulário diagnóstico de saída).

1º Encontro

Neste primeiro encontro os estudantes responderam a um questionário diagnóstico de entrada de forma individual sobre seus conhecimentos e percepções a respeito de estatística e probabilidade para que fosse possível analisar o conhecimento da turma em relação ao assunto abordado.

2º Encontro

Neste segundo encontro, os estudantes foram organizados em grupos de 5 integrantes cada, de forma aleatória por sorteio, também por sorteio, os estudantes receberam funções. Após organizados os grupos e as funções de cada estudante. Na sequência, solicitei para que conversassem entre os pares durante 10 minutos discutindo sobre temas que gostariam de estudar que achavam relevante para o meio ambiente. Nesta atividade não seria necessário que os estudantes produzissem cartaz.

Na sequência, o repórter de cada grupo socializou os temas escolhidos, conforme quadro 13, e o porquê escolheram aquele tema. Posteriormente, foi realizada uma votação e o tema escolhido foi “Lixo eletrônico”. Acredito que o tema foi escolhido pois em algumas aulas anteriores, discutimos sobre o grande número de equipamentos danificados na escola, muitos deles, de forma intencional.

Quadro 7: Temas sugeridos pelos estudantes para estudo

Temas sugeridos
Lixo eletrônico
Campeonato de futebol: Brasileirão (descartado pois o grupo decidiu que o tema escolhido deveria ser relacionado ao cotidiano escolar)
Frequência escolar
Uso das plataformas digitais
Desempenho escolar (notas bimestrais)

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024

Durante a discussão, percebi, na fala de alguns estudantes, que os temas escolhidos poderiam ser para agradar o professor ou para que os colegas de outros grupos achassem interessante o tema do seu próprio grupo, notei que o status é muito importante para esse grupo, e, portanto, o medo de não ser aceito se mostra evidente em vários períodos da aula.

3º e 4º Encontros

Após organização dos grupos aleatórios e da distribuição de papéis, foi solicitado que os estudantes realizassem uma pesquisa na internet sobre o tema “lixo eletrônico”, os dados e informações coletadas deveriam ser organizados em um organizador gráfico. Na sequência, os repórteres socializaram o organizador gráfico elaborado por cada grupo. Neste momento, houve algumas discussões a respeito de quais informações seriam relevantes para o trabalho.

Na sequência, a pessoa responsável pelos equipamentos eletrônicos na escola veio até a sala para falar sobre a deterioração natural e mal uso dos equipamentos da escola e como isso afetaria o desenvolvimento das atividades propostas. A pesquisadora apresentou os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODSs), lançados pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2015.

5º e 6º Encontros

Nestes encontros, após organização dos grupos e da distribuição dos papéis, os estudantes analisaram os dados coletados a respeito do lixo eletrônico gerado pelos estudantes na escola, no período de um ano, por mal uso de equipamentos. Os dados foram organizados de forma que fosse possível socializar essas respostas. Alguns grupos chegaram a calcular quanto cada estudante produz de lixo, dividindo o número de equipamentos danificados por mal uso pelo número de estudantes que utilizam esses equipamentos. Nesta etapa, foi necessário que os estudantes definissem o que seria mal uso de equipamentos e o que seria desgaste natural ou acidente. Após essa definição, os equipamentos foram catalogados e separados e os dados organizados em dados e tabelas. Os grupos trocaram de trabalho entre si para analisar os demais trabalhos. Ao final do sexto encontro, os estudantes responderam um questionário diagnóstico de saída.

7º e 8º Encontros

Nestes encontros, os estudantes realizaram algumas generalizações, considerando como espaço amostral os estudantes da escola e como população a população brasileira, chegando em um valor de quantos equipamentos seriam danificados anualmente. Outro grupo, considerou apenas os tablets danificados na escola em um período de um ano, calculou a quantidade de água poluída por chumbo em um período de 10 anos, mantendo a quantidade de equipamentos danificados por ano. Durante a socialização dos grupos, os estudantes refletiram se suas generalizações eram “boas” ou não, e como elas poderiam sofrer alterações. Ao final do oitavo encontro, os estudantes responderam o questionário diagnóstico de saída.

4.2 Análise do questionário diagnóstico de entrada

Iniciei a aula explicando como seria a atividade do dia. Eu estava muito ansiosa e apreensiva pois seria o início da coleta de dados. Expliquei que estudaríamos o conteúdo do bimestre (probabilidade e estatística) de uma forma diferente, e que nós escolheríamos juntos o tema do problema. Os alunos também ficaram ansiosos.

Fizemos o sorteio dos grupos e dos papéis de cada estudante dentro do grupo.

Pedi para que conversassem entre eles durante 5 minutos sobre o que acreditavam que a estatística estudava. Durante esse tempo, circulei na sala, prestando atenção aos comentários dos estudantes. Após esse tempo, os grupos socializaram suas respostas.

Após essa discussão entre os pares, como parte da atividade diagnóstica inicial, os estudantes responderam, de forma individual, a um questionário de entrada, com o objetivo de identificar o nível de familiaridade e as concepções prévia dos estudantes em relação à probabilidade. Apesar de que o foco inicial estivesse no estudo das probabilidades, compreendia-se que os estudantes poderiam lançar mãos de outros conteúdos matemáticos para resolver os problemas levantados pelo grupo.

Em relação à primeira questão, como apresentado no quadro 8, grande parte dos estudantes afirmou já ter escutado essa expressão, “Qual a probabilidade de acontecer...?”. Essa questão fica evidenciada na fala dos estudantes Z, AA e M.

A gente sempre brinca: qual a chance de isso acontecer comigo? (estudante AA)

Sempre que a gente vai pra praia, meu pai olha a probabilidade de chover, e é sempre alta (estudante M)

Eu estava vendo um vídeo que fala da probabilidade de cair um asteroide na Terra. Pode acontecer? (estudante Z)

De acordo com as falas dos estudantes, podemos perceber que esse assunto, de certa forma, faz parte do cotidiano, mesmo que sem uma compreensão profunda de seu significado.

Tabela 3: Atividade 1 - Questão 1

Você já escutou a expressão: 'Qual a probabilidade de acontecer...?'	
Sim	22
Não	1
Resposta aleatória	2

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024

Em relação à segunda questão, conforme apresentado na tabela 4, a maioria dos estudantes entendem a probabilidade como chance de acontecer algum evento, aleatoriamente ou não, isso demonstra uma compreensão básica, porém válida sobre o conceito de probabilidade. Apenas um estudante relacionou a probabilidade a um número decimal ou porcentagem, o que revela uma visão restrita sobre o tema.

A chance de acontecer alguma coisa é 30%, por exemplo, então, probabilidade é uma porcentagem (estudante H)

Tabela 4: Atividade 1 - Questão 2

O que você entende por probabilidade?	
Número decimal ou porcentagem	1
Chance de acontecer algum evento, aleatoriamente ou não	21
Não soube responder	1

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024

A pergunta sobre o objeto de estudo da probabilidade trouxe respostas mais diversificadas, mas ainda apresentando uma predominância de ideia sobre a chance de um evento acontecer. Algumas respostas como matemática ou porcentagem, demonstram a baixa compreensão ou percepção do tema relacionado ao mundo. Se estamos estudando probabilidade na aula de Matemática, a probabilidade estuda a Matemática ou algo relacionado a ela. A associação à previsão do tempo, pode estar relacionada ao contexto em que é frequentemente aplicado.

Conforme evidenciado nas falas dos estudantes, alguns associam a probabilidade apenas a conteúdos escolares ou eventos diários, sem que haja uma reflexão a respeito de suas implicações.

Não sei explicar, mas é quando a gente faz conta pra saber se alguma coisa pode acontecer. (Estudante AB)

Eu olho a previsão, se a porcentagem for de chuva, eu levo guarda-chuva. (Estudante C)

Tabela 5: Atividade 1 - Questão 3

O que, na sua opinião, a probabilidade estuda?	
A probabilidade dos números	1
Chance de um evento acontecer	15
Porcentagem	7
Matemática	1
Previsão do tempo	1

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024

Na questão sobre a área em que podemos usar a probabilidade, houve uma dispersão considerável nas respostas, dessa forma, é possível perceber que os estudantes reconhecem a ampla aplicabilidade da probabilidade, sendo que alguns dos estudantes responderam mais de uma área. Essa variedade de aplicações fica evidenciado nas falas dos estudantes X, N e P.

Na época da COVID, a gente sempre via no jornal a probabilidade de casos e mortes (estudante X)

Tem um site que chama Chance do Gol, é bem legal, mostra a probabilidade de título em vários campeonatos, e vai mudando depois de cada jogo, eu sempre acompanho (estudante N)

Já vi um filme, não lembro o nome, mas falava das chances de vencer em um cassino, acho que era um grupo de estudantes (estudante P)

Tabela 6: Atividade 1 - Questão 4

Em qual área podemos usar probabilidade?	
Análise de experimentos e situações aleatórias	2
Jogos de azar	6
Matemática	7
Astronomia	2
Medicina	2
Biologia	2
Computação	2
Física	3
Química	3
Tomada de decisões	1
Engenharia	1
Atividades diárias	4
Todas	4
Previsões climáticas	1
Futebol	1

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024

Conforme evidenciado nas falas dos estudantes, embora a maioria reconheça a presença da probabilidade no dia a dia, ainda há lacunas no entendimento formal do conceito.

Meu pai joga na Megasena, mas acho que tem pouca chance de ele ganhar (estudante G)

Se a previsão for de chuva, eu nem venho pra escola, porque subir o morro na chuva não dá, a gente já chega aqui todo molhado. (Estudante C)

Tabela 7: Atividade 1 - Questão 5

No seu dia a dia a probabilidade está presente?	
Na escola e nas tarefas	1
Previsão climática	7
Chance de um evento acontecer	7
Jogos	2
Não	1
Não soube responder	1
Sim (resposta curta)	6

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024

Para iniciar a socialização, solicitei a um grupo que demonstrou bastante engajamento no início da discussão e durante o preenchimento do questionário diagnóstico de entrada que iniciasse. O grupo concluiu que a estatística é uma área da matemática que estuda

probabilidades e que está presente em pesquisas, chances de acontecer algum evento e até mesmo em testes de DNA.

O último grupo a socializar, demonstrou bastante dificuldade e expôs os que os outros grupos já haviam falado. De forma geral, os dados iniciais indicaram que os participantes possuem uma noção inicial bastante intuitiva, especialmente no que diz respeito à função de representar a ocorrência de eventos. Contudo, nesta fase, a compreensão apresentada pelos estudantes se mostrou pouco formalizada. Um grande desafio pedagógico seria promover a transição entre o senso comum para o pensamento científico sistematizado, a fim de que os estudantes elaborem modelos matemáticos que sejam eficazes na resolução dos problemas abordados, bem como para problemas similares.

O corpus de análise desta pesquisa foi composto a partir de observações das interações entre os estudantes, atividades desenvolvidas em grupos, apresentações, expressões e falas individuais dos estudantes e questionários de entrada e saída. Foram analisados os registros em formato de diário de campo do pesquisador, relacionado aos 8 encontros, 25 questionários diagnósticos de entrada, os cartazes produzidos em grupo, 6 organizadores gráficos sobre o tema a ser pesquisado, 15 cartazes produzidos durante as atividades e 44 questionários diagnósticos de saída sobre a percepção dos estudantes a respeito de sua participação nas atividades desenvolvidas e sua compreensão sobre o tema estudado. Todo o material foi submetido a uma leitura flutuante, permitindo a identificação de unidades de registro relevantes.

4.3 Análise do questionário diagnóstico de saída

Os questionários de saída foram aplicados ao final dos encontros 6 e 8. As respostas coletadas revelam aspectos subjetivos da experiência de aprendizagem. Dessa forma, a presente classificação visa a identificar qual a percepção dos estudantes a respeito de sua participação nos grupos e de sua compreensão e capacidade de resolver os problemas propostos, de forma autônoma.

Quadro 8: Resposta dos estudantes a respeito de sua participação nos grupos e sua compreensão e capacidade de resolver os problemas de forma autônoma

	5	4	3	2	1
Participo das atividades e ajudo o grupo a resolver os problemas propostos.	68%	23%	0	9%	0
Desenvolvo a minha função grupo	34%	52%	14%	0	0
Compreendo as conclusões propostas pelo grupo.	45,5%	50%	4,5%	0	0
Compreendo que a Matemática é uma ferramenta que me ajuda a resolver os problemas no dia a dia.	45,5%	32%	18%	4,5%	0
Consigo resolver as situações-problema usando estratégias diferentes.	14%	52%	32%	0	0
Consigo resolver os situações-problema usando conhecimento probabilidade e estatístico.	34%	34%	18%	14%	0

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024

De acordo com a percepção dos estudantes, 91% perceberam-se como participante ativo nas atividades colaborativas.

Em relação ao desenvolvimento de papéis no grupo, houve uma maior variação, demonstrando que os estudantes compreendem que deveriam desenvolver um papel no grupo, porém em alguns momentos não o fizeram.

Em relação às compreensões e conclusões do grupo, a maioria relata compreender os resultados obtidos, demonstrando que participaram das soluções apresentadas.

De acordo com a percepção dos estudantes, existe uma boa compreensão a respeito do papel da matemática. Já ao responderem sobre a utilização de diferentes estratégias na resolução de problemas, uma parcela pequena demonstrou confiança, o que pode culminar sempre no uso das mesmas estratégias ao resolver um problema matemático.

Em relação aos conhecimentos estatísticos e probabilísticos, uma parte considerável dos estudantes respondeu que consegue utilizar os conhecimentos na resolução de problemas, porém, essa resposta não condiz com os modelos apresentados.

4.4 As categorias de análise – uma possibilidade reflexiva

As categorias foram organizadas a partir de fatos recorrentes, que revelaram aspectos relevantes e centrais do fenômeno investigado, sendo:

- **Autonomia e confiança na resolução de problemas:** Esta categoria agrupa os dados que dizem respeito à insegurança sobre o próprio conhecimento,

capacidade e autonomia na tomada de decisões relacionadas à resolução de problemas matemáticos e julgamento dos colegas e do professor. Esta categoria foi subdividida em outras 2 subcategorias, sendo elas: insegurança e medo do julgamento, em que discutimos a insegurança apresentada pelos estudantes a respeito do próprio conhecimento e julgamento dos colegas e professor e desenvolvimento da autonomia. Discutimos, também, sobre a capacidade dos estudantes de avançar em sua aprendizagem sem intervenção direta do professor.

- **Interação no trabalho em grupo:** Esta categoria agrupa dados a respeito da interação dos estudantes nos grupos, bem como sobre as dificuldades e potencialidades dos relacionamentos entre pares. Esta categoria foi subdividida em: Papel desempenhado pelos diferentes estudantes no grupo, em que apresentamos os conflitos e ajustes na divisão de tarefas dentro dos pequenos grupos e Comunicação e colaboração entre os membros do grupo, na qual apresentamos a evolução para a participação equitativa durante o trabalho em grupo no período estudado.
- **A modelagem matemática:** Relaciona-se a esta categoria falas e análise de documentos a respeito dos modelos matemáticos elaborados e sua complexidade. Esta categoria foi subdividida em: Complexidade dos modelos elaborados pelos estudantes, Estratégias utilizadas para resolução dos problemas e Escassez de conteúdo matemático.
- **Avaliações e notas:** Esta categoria diz respeito às representações e percepções dos participantes sobre suas preocupações com o método de avaliação. As falas revelam como os estudantes se preocupam com as avaliações tradicionais.
- **Observação da própria prática:** Esta categoria reúne elementos sobre análise da própria prática docente a partir dos registros de diários de campo, imagens e vídeos. Esta categoria foi subdividida em: O Planejamento das aulas, O momento dos encontros e Reflexões pessoais pós encontros.

A seguir, apresentamos uma análise de cada uma das categorias, ilustradas com trechos representativos dos diálogos dos estudantes.

4.4.1 Categoria I - Autonomia e confiança na resolução de problemas

Esta categoria reúne falas que evidenciam o nível de confiança dos estudantes ao tomar decisões matemáticas na resolução de problemas. A recorrência de falas que indicam a dependência do docente impacta a postura do estudante e do professor durante as aulas. Dessa forma, esta classificação visa a identificar elementos que impactam diretamente a forma como os estudantes se posicionam diante dos desafios matemáticos reais, especialmente em contextos que exigem tomada de decisões e elaboração de estratégias. Essa categoria foi subdividida de modo a analisar aspectos cognitivos e socioemocionais, visto que resolver um problema matemático envolve muito além de meros conteúdos matemáticos, mas demanda segurança, disposição para lidar com o erro e diferentes formas de pensar.

a) Insegurança e medo do julgamento

Destaque: Expressões de receio em relação ao julgamento dos colegas e do professor.

Esta subcategoria complementa a subcategoria “insegurança sobre o próprio conhecimento”, pois, a insegurança leva o estudante a ter receio de expor suas respostas e argumentos perante o grupo, por medo de que o grupo seja hostil.

No decorrer dos encontros, especialmente nos primeiros encontros, grande parte dos estudantes demonstraram receio em socializar suas respostas ou a de seus grupos por medo de não terem atingido o objetivo proposto pelo professor. Em suas falas, fica evidente o receio do julgamento, tanto dos colegas quanto do professor.

Posso apresentar só pra você o tema do nosso grupo (estudante A)

Mas e se os outros grupos escolherem temas diferentes e só o nosso grupo escolher esse tema? (estudante D)

Deixa o grupo do “estudante A” falar primeiro! (estudante Q)

Eu não tenho certeza, será que é isso que é pra eu falar? (Estudante R)

Professora, eu vou precisar falar pra todo mundo? (estudante C)

Não sei se está certo, mas o grupo achou que a gente podia dividir pra descobrir o resultado (estudante B – durante a socialização o estudante olhava para o professor em busca de aprovação sobre sua estratégia)

Em todos os casos, os estudantes demonstraram insegurança em expor publicamente suas opiniões, acreditando que os colegas da turma poderiam não aceitar ou de alguma forma menosprezar as escolhas de seu grupo.

Durante a observação, o estudante L tentou opinar, porém o estudante H riu (maliciosamente da sua sugestão), durante o restante da aula, o estudante L não opinou novamente, sendo necessário relembrar a turma de que todos precisavam participar da atividade e que o harmonizador deveria garantir que todos falassem e que tivessem suas opiniões respeitadas (notas do diário de campo do pesquisador).

Percebi que esses questionamentos vinham carregados de medos e de inseguranças. Às vezes, medo simplesmente de errar, como no caso dos estudantes A e B, outras vezes, medo de que os “outros” os julguem pelos seus erros. Para Boaler (2018), o erro é uma importante oportunidade de crescimento intelectual, à medida que provoca o desequilíbrio e permite que o estudante retome conceitos e continue a se desenvolver.

A pesquisa sobre erros e desequilíbrio tem imensas implicações para as salas de aula de matemática, não apenas em relação ao modo de lidar com os erros, mas também nas tarefas prescritas aos alunos. Se quisermos que os alunos cometam erros, precisamos dar a eles tarefas desafiadoras que sejam difíceis e provoquem desequilíbrio. Esse trabalho deve ser acompanhado por mensagens positivas sobre os erros, mensagens que permitam aos alunos sentirem-se confortáveis ao trabalhar em problemas mais difíceis, cometer erros e prosseguir. Isso será uma grande mudança para professores que atualmente planejam as tarefas dadas em aulas de matemática para assegurar o êxito dos alunos e, por isso, fornecem a eles perguntas que geralmente respondem de modo correto. Isso significa que os estudantes não estão sendo desafiados de fato e não estão recebendo oportunidades suficientes para aprender e desenvolver seus cérebros (Boaler, 2018, p. 17).

Apesar da importância dada ao erro pela autora, não significa que o professor deve induzir o estudante ao erro, porém, o professor deve fornecer atividades e situações problema desafiadores, a fim de que o estudante reflita, elabore e teste diferentes hipóteses, lidando com seus erros de forma natural sem que isso seja algo ruim, pelo contrário, que seja um caminho da resolução do problema. Dessa forma, o estudante ganha autonomia e segurança para compartilhar e defender suas ideias, além de aprender a respeitar a compreensão e raciocínio do outro.

Enquanto os estudantes respondiam as questões, em silêncio, percebi que a estudante B apagou várias vezes sua resposta e algumas vezes, respondeu o mesmo que na vez anterior. Me questionei então, qual o meu papel a respeito dessa insegurança, como professora, como tenho lidado com essa realidade, que em muitos momentos passou desapercebido.

Durante a escolha dos temas a serem estudados, se destacam falas a respeito da necessidade de aceitação pelo professor e colegas:

Não sei, a gente pode falar do brasileirão, parece legal, acho que todo mundo vai gostar. (estudante E)

Se a gente falar das notas, é fácil fazer as médias porque a gente já faz sempre mesmo. (estudante B)

A professora sempre fala das peças do computador que estão sumindo e como isso prejudica as atividades e que a gente não vai ter mais computador e tablet pra usar nas plataformas, a gente pode falar disso. (estudante F)

As falas dos participantes durante as discussões no grupo, remetem as reflexões trazidas por Cohen e Lotan (2017, p. 12), ao afirmarem que “Quando as tarefas de grupo exigem pensamento e discussão e quando não há uma resposta certa evidente, todos no grupo se beneficiam da interação.” Tal comportamento ficou evidente na fala dos estudantes.

Diante disso, Novodvorsky e Weinstein (2015) destacam que a sala de aula deve ter como uma de suas funções a de “segurança e abrigo”, a fim de que o estudante sinta-se apoiado para testar suas hipóteses, experimentar novos caminhos, enfrentar os desafios e não ter medo de errar. No momento desta atividade, os estudantes A e B estudantes chamaram o pesquisador, em particular, para questionar sobre a forma que seria compartilhada e a escolha do tema de cada grupo (nota do diário de campo). A atitude demonstra uma preocupação sobre o que falar e mais ainda de como será aceito. Há uma insegurança sobre o próprio conhecimento.

Dessa forma, o estudante deixa de ser um mero espectador e passa a ser corresponsável do seu processo de aprendizagem.

Para Freire (2024) é importante respeitar o conhecimento dos estudantes, trazendo suas experiências reais para dentro da sala e de aula e, a partir delas, abordar o conteúdo a ser ensinado.

Por que não discutir com os alunos a realidade concreta a que se deva associar a disciplina cujo conteúdo se ensina, a realidade agressiva em que a violência é a constante e a convivência das pessoas é muito maior com a morte do que com a vida? Por que não estabelecer uma “intimidade” entre os saberes curriculares fundamentais aos alunos e a experiência social que eles têm como indivíduos? Por que não discutir as implicações políticas e ideológicas de um tal descaso dos dominantes pelas áreas pobres da cidade? A ética de classe embutida deste descaso? Porque, dirá um educador reacionariamente pragmático, a escola não tem nada a ver com isso. A escola não é partido. Ela tem que ensinar os conteúdos, transferi-los aos alunos. Aprendidos, estes operam por si mesmos” (Freire, 2024, p. 32).

Durante a observação, algumas palavras e expressões que se destacaram foram: “o que eu respondo”, “nessa pergunta é pra responder o que eu acho?”, “pra descobrir, eu posso dividir o total pelo número de alunos?”

Professora, nessa pergunta eu posso responder só o que eu sei mesmo? Mas e se estiver errado? (estudante A)

Professora, eu acho que pra saber quantos tablets cada aluno estraga em um ano, eu pego o total de tablets estragados e divido pelo total de alunos, é isso mesmo? Eu posso fazer assim? (estudante B)

Eu posso responder só o que eu souber? (estudante C)

As falas dos estudantes demonstram uma completa insegurança a respeito de seu conhecimento. Durante esse primeiro encontro, ficou nítido que o medo de errar, por vezes inibe o pensamento crítico do estudante. Como afirmam Cohen e Lotan (2017, p.33) “É provável que os alunos com baixo status dos quais não se espera uma contribuição importante e que compartilham a avaliação do grupo sobre si mesmo fale muito pouco sobre qualquer coisa”, pois estes sentem que não tem condições para contribuir.

Quando o **estudante C** pergunta se ele poderia responder apenas as questões que ele sabia, fica claro que não há a intenção de buscar novos conhecimentos e conceitos que o ajudem a responder a questão, isso porque, muitas vezes é melhor deixar de responder ou se omitir a responder de forma equivocada, principalmente pelo medo de se expor.

b) Desenvolvimento da autonomia

Destaque: Capacidade dos estudantes de avançar sem intervenção direta do professor

Apesar de uma grande parcela dos estudantes demonstrar insegurança inicial em relação à elaboração de modelos matemáticos e na socialização dos resultados encontrados, no decorrer dos encontros essa insegurança deu espaço à capacidade dos estudantes avançarem sem intervenção direta do professor.

“Estudante A” deixa eu te explicar como eu fiz essa parte. (estudante U)

Vamos tentar de outro jeito pra ver se a resposta é a mesma! (estudante Y)

Professora, a gente discutiu e fez assim, (mostrando a resolução apresentada pelo grupo) e nós achamos melhor apresentar o resultado na forma de gráfico, por que fica mais fácil de entender do que na tabela. (estudante X)

As falas dos estudantes U, X e Y, demostram um progresso significativo em relação à autonomia, demonstrando que os estudantes passaram a confiar mais em suas estratégias e resoluções e diminuíram a dependência constante do professor.

Ao longo do desenvolvimento das atividades, foi possível observar um avanço significativo em relação à segurança na tomada de decisões, capacidade de socializar e expressar suas ideias e defender as soluções encontradas pelo grupo. Um exemplo desse avanço se deu em relação ao estudante L, que inicialmente se recusou a socializar suas percepções, por medo do julgamento de colegas, porém na última socialização, em que o estudante desenvolveu a função de repórter, o estudante expôs o modelo elaborado pelo grupo, demonstrando compreensão e argumentando a respeito das estratégias utilizadas na resolução do grupo.

(estudante X – pertencente a outro grupo) Mas a escola não é um bom espaço amostral, porque não representa todas as regiões do Brasil.

(estudante L - repórter) Mas nós não temos os dados do restante do país, então calculamos imaginando que todos tem aparelhos eletrônicos e que o desgaste é parecido, assim chegamos em uma quantidade de aparelhos danificados por ano, isso se o desgaste for parecido com o da nossa escola.

Foi possível perceber que, à medida que o ambiente de aprendizagem se tornou mais colaborativo, os estudantes começaram a participar com mais segurança.

Esses resultados parecem indicar que mais atividades que promovam o conhecimento reflexivo devem ser desenvolvidas com os estudantes, pois, assim como indicam algumas pesquisas, a criticidade do indivíduo pode melhorar com o tempo (CEVIKBAS; KAISER; SCHUKAJLOW, 2022).

Concordamos que é necessário conceder tempo e oportunidades para que os estudantes experimentem ser críticos de uma maneira construtiva (STEFFENSEN; HERHEIM; RANGNES, 2021).

Assim, embora não tencionemos assumir que duas atividades de MM sejam suficientes para o desenvolvimento e aperfeiçoamento do conhecimento reflexivo e para um distanciamento efetivo da ideologia da certeza, constatamos indícios de uma melhora do conhecimento reflexivo e de um distanciamento da ideologia da certeza por meio da MM (Lopes, 2023, p. 954).

Esse movimento evidencia não apenas o desenvolvimento da autonomia, mas também demonstra o fortalecimento da confiança a respeito da própria capacidade de resolver problemas e desenvolver estratégias.

O avanço observado nesta categoria, corrobora com os resultados propostos nos estudos de Lopes (2023), quanto mais o estudante é incentivado a analisar problemas reais, melhores serão seus resultados e reflexões.

Neste sentido, conforme afirmam Caldeira e Cambi (2023), o professor deve assumir o papel de mediador do conhecimento, dando espaço para que o aluno se torne agente ativo no seu próprio processo de aprendizagem. Assim como destaca Lopes (2023, p. 14)

[...] o discurso construtivista abre espaço para um aluno que, em vez de receber um conhecimento produzido por outro — no caso, o professor —, configura-se como aluno que aprende basicamente por meio de suas próprias ações sobre os objetos do mundo e que constrói suas próprias categorias de pensamento ao mesmo tempo que organiza seu mundo.

A análise das interações dos estudantes, classificadas nesta categoria, revelam fatores emocionais como medo do julgamento e insegurança que impactam diretamente a forma como cada estudante lida com problemas e desafios matemáticos. Essa categoria foi essencial para compreensão dos modelos propostos pelos grupos, bem como para a observação do crescimento pessoal e coletivo da turma analisada. Essas mudanças refletem o desenvolvimento da confiança, não apenas nas próprias habilidades, mas também no processo colaborativo, que, conforme afirmam Cohen e Lotan (2017), é fundamental para o aprendizado.

4.4.2 Categoria II - Interação no trabalho em grupo

A delimitação desta categoria justifica-se pelas interações dos estudantes com seus pares. Essa classificação visa a identificar elementos do trabalho em grupo que impactem diretamente competências sociais e emocionais, propostas na BNCC, como repertório cultural, comunicação, empatia, cooperação e argumentação (Brasil, 2018).

Esta classificação foi subdividida entre os itens: Papel desempenhado pelos diferentes estudantes no grupo e comunicação e colaboração entre os membros do grupo.

a) Papel desempenhado pelos diferentes estudantes no grupo

Destaque: Comunicação e colaboração entre os membros do grupo

Inicialmente, a organização dos grupos, bem como a distribuição de papéis gerou conflitos, especialmente em relação à desigualdade na carga de trabalho. Alguns estudantes argumentaram que a tarefa do repórteres, por exemplo, exigiria mais esforço do que as demais tarefas. No entanto, com as intervenções pontuais do professor, houve um realinhamento dos

papéis, reforçando de todos deveriam contribuir para o sucesso do grupo de maneira significativa.

Mas aí eu tô no prejuízo, só eu vou ter que falar? (estudante I)

Lembrem-se que todos são responsáveis pelo sucesso do grupo e cada papel é importante, além disso, todas as decisões devem ser tomadas em conjunto. (professora/pesquisadora)

Em várias ocasiões, foram observados estudantes dominantes que queriam realizar a tarefa sozinhos. No início das atividades, os demais estudantes demonstravam aprovação em relação a esta situação, porém, com as intervenções coletivas constantes realizadas pelo professor, chamando a atenção para os papéis que deveriam ser desempenhados dentro dos grupos, os estudantes, que antes não demonstravam resistência à liderança de apenas um membro, aos poucos, passaram a desempenhar seus papéis e, aos poucos, passaram a opinar sobre a resolução das atividades (nota do diário de campo).

O quadro de papéis com descrição das tarefas, proposto por Cohen e Lotan (2017), entregue a cada grupo foi essencial para essa mudança de atitude, à medida que alguns estudantes passaram a consultar com mais frequência o quadro para saber quais seriam suas funções no decorrer da atividade proposta, sentindo-se responsável pelo resultado do grupo.

Com o avanço das atividades, os papéis foram sendo exercidos com mais clareza, havendo participação ativa de todos os participantes da pesquisa.

b) Comunicação e colaboração entre os diferentes membros do grupo

Destaque: Participação equitativa

Ao logo dos encontros, observou-se evolução em relação à comunicação entre os membros do grupo. No início, havia certa resistência em trabalhar com colegas fora dos grupos habituais, gerando comentários exclusivos que refletiram questões de status social e acadêmico, com preferência em formar grupos com os colegas considerados mais inteligentes.

Professora, eu prefiro fazer sozinho, o estudante D nunca ajuda (estudante G)

Estudante C, troca comigo? (estudante B – sem perceber que o professor estava atento)

À medida que as atividades se desenvolviam, e a constante chamada para que todos participassem, evidenciando que “não temos todas as habilidades, mas tenho ao menos uma”, “todos podem colaborar” e “o grupo só termina quando todos acabam”, foi introduzida na rotina das atividades a atitude de colaboração, de que temos algo a ensinar e a aprender com o outro.

Acho melhor a gente usar regra de três pra fazer a comparação (estudante K)

Neste momento, o grupo estava atento às explicações do estudante.

Mas será que vai dar certo para qualquer outro caso? (estudante P)

Acho que se a gente considerar que é sempre assim, dá pra usar a regra de três (estudante L)

O estudante D chegou após a organização dos grupos, e quando chegou, o estudante G o chamou para participar de seu grupo.

Eu ainda não entendi! (estudante S)

Eu já entendi, deixa eu te explicar. (estudante T)

Todos estão satisfeitos com a solução? Nossa tempo está acabando, vamos terminar o cartaz. (estudante A)

Para Cohen e Lotan (2017), é comum que estudantes dos anos finais demostrem rejeição a determinados membros do grupo, tendendo a excluí-los, geralmente por baixo status social ou intelectual.

Outros problemas comuns, particularmente com alunos dos anos finais do ensino fundamental, são a rejeição física e social de alguns membros do grupo. Eles podem dizer diretamente que não querem um aluno específico no seu grupo ou podem indicar sua rejeição com linguagem corporal. O acesso dos alunos aos materiais pode ser barrado com cotovelos e com colegas que lhes dão as costas. A rejeição pode acontecer na forma de ausência de resposta a qualquer uma das contribuições daquela pessoa. Em suma: O grupo pode atuar como se a pessoa fosse invisível (Cohen; Lotan, 2017, p. 50).

Sendo assim, o professor precisa estabelecer regras e preparar a turma para o trabalho em grupo. De acordo com as autoras “Preparar os alunos para o trabalho em grupo cooperativo exige que você decida sob que normas e habilidades serão necessárias para a instalação do trabalho [...]” (Cohen; Lotan, 2017, p. 41), dentre as possibilidades apresentadas pelas autoras destacam-se as atividades construtoras de habilidades, desenvolvidas por meio de jogos e exercícios cooperativos e dinâmicos.

Para as atividades desse estudo, destaca-se que a mediação do professor foi essencial para reorientar o comportamento, enfatizando que todas as habilidades são essenciais para o sucesso do grupo. Após essas intervenções, houve uma mudança perceptível na interação entre os estudantes.

Foi percebido ainda que os estudantes passaram a explicar uns aos outros seu raciocínio, promovendo trocas construtivas que beneficiam tanto o resultado do grupo quanto o desenvolvimento individual. Em alguns momentos pontuais, houve tentativa de sobreposição de funções, porém os grupos resolveram essa situação.

4.4.3 Categoria III - A modelagem matemática

Esta categoria foi construída a partir dos registros que evidenciaram as dificuldades e potencialidades dos estudantes em realizar generalizações matemáticas. Essa classificação visa identificar elementos presentes ou ausentes na modelagem matemática, elaboradas pelos estudantes.

Esta classificação foi subdividida entre os itens: Complexidade dos modelos elaborados pelos estudantes, Estratégias utilizadas para resolução dos problemas e Escassez de conteúdo matemático.

a) Complexidade dos modelos elaborados pelos estudantes

Destaque: Modelos matemáticos

Os modelos elaborados pelos estudantes podem ser classificados como básico. Esse fato já era esperado devido ao nível de escolaridade em que a pesquisa foi desenvolvida.

Apesar de não haver equações estatísticas complexas, é possível observar o uso de estimativas, proporções e operações para abordar o problema do lixo eletrônico na escola, aplicando a matemática de forma contextualizada e significativa.

Alguns exemplos que podem ser observados nos trabalhos apresentados pelos grupos são:

- ✓ Proporção de equipamentos danificados em relação aos recebidos;
- ✓ Cálculo de valores monetários estimados com base na quantidade de notebooks recebidos pela escola e valor médio praticado em lojas virtuais;
- ✓ Estimativa de média anual de lixo eletrônico por habitantes;
- ✓ Projeção de lixo eletrônico acumulado em um período;
- ✓ Conversão de grandezas e medidas;
- ✓ Associação entre a quantidade de tablets danificados e contaminação da água.

Em relação aos primeiros modelos, houve uma pequena melhora na elaboração de modelos, envolvendo projeções temporais e escalonamento populacional.

O modelo utilizado por um dos grupos: Média por habitante x População x tempo (em anos) é proporcional e multiplicativo, com aplicação direta e clara, porém, demonstra consciência matemática, sugerindo que os estudantes compreendem o raciocínio quantitativo, ainda que necessitem melhorar o conteúdo probabilístico.

Durante as apresentações dos grupos, foram levantadas as possibilidades de modelar a probabilidade de quebra de um equipamento com base no tempo de aquisição dos equipamentos, quantidade de pessoas e frequência de uso dos equipamentos.

Para Araújo e Avelar (2022), é fundamental que o professor e os estudantes compreendam o problema de forma criativa, buscando formulação de conjecturas e testando os resultados validados por meio de demonstrações. Segundo os autores, o insucesso em algumas disciplinas no ensino superior se dá devido à falta de estudo na Educação Básica, utilizando estratégias que produzam um aprendizado significativo.

Essa ideia corrobora com a dificuldade que os estudantes do 8º ano apresentaram ao se depararem com um problema real, pela falta de familiaridade com esse tipo de situação, entre outros problemas, como pouco conhecimento no estudo da álgebra, visto que, apesar de previsto na BNCC o estudo do pensamento algébrico desde os anos iniciais, este estudo é superficial, começando a ser aprofundado no 8º ano.

b) Estratégias utilizadas para resolução dos problemas

Destaque: Uso de operações básicas

Os grupos utilizaram estratégias similares, baseando-se na observação e dados reais da escola, coleta de dados de equipamentos danificados.

Alguns grupos utilizaram pesquisas on-line para estimar componentes, peso e valores dos equipamentos praticados no mercado.

Em relação ao conteúdo matemático, foram utilizadas regra de três simples, operações básicas para escalonamento de valores, relação entre unidades. Também foram observados preocupação na quantificação de impacto ambiental.

Apesar da falta de conhecimento e ferramentas estatísticas, foi possível observar lógica na resolução dos problemas. De acordo com Ramon *et al*, isso se dá ao fato de alguns alunos ainda não terem maturidade para explorar diferentes conteúdos matemáticos.

O conhecimento matemático e a faixa etária dos estudantes que pertencem aos anos finais do Ensino Fundamental, na maioria das vezes, não propicia maturidade suficiente para explorar conteúdos matemáticos que ficam evidenciados em uma determinada atividade. Assim, conforme compreendemos, o professor necessita intervir para o estudante aprender adequada e mais rapidamente os conceitos matemáticos durante a realização da atividade (Ramon *et al*, 2022, p. 60).

O trabalho envolvendo a Modelagem Matemática no Ensino Fundamental é uma importante ferramenta visto que, de acordo com a BNCC (2017), a Matemática vai além da quantificação de fenômenos, ela cria sistemas abstratos, capazes de representar sistemas físicos. Dessa forma, mesmo com pouca maturidade, desde o ensino fundamental, o estudante tem contato com o pensamento algébrico, a fim de que este pensamento algébrico evolua de forma significativa para que os estudantes sejam capazes de descrever essas representações.

c) Escassez de conteúdo matemático

Destaque: Pouco uso de variáveis e aprofundamento teórico

Em termos de modelagem formal, o conteúdo ainda é escasso, apesar de os estudantes usarem a matemática de forma funcional, são exploraram a modelagem matemática como ferramenta de simulação. Observa-se:

- Pouco uso de variáveis, o que pode se dar ao fato de os estudantes terem pouco conhecimento em álgebra.
- Pouca discussão teórica nos trabalhos apresentados, sendo necessário que durante as discussões finais, o professor/pesquisador propusesse questionamentos a fim de aprofundar o conteúdo.

O que podemos concluir a partir do gráfico elaborado pelo grupo? (professora/pesquisadora)

De que forma esse estudo pode auxiliar na tomada de decisões dos responsáveis? (professora/pesquisadora)

Qual a probabilidade de um notebook ser danificado após 1 ano de uso? E após 2 anos de uso? (professora/pesquisadora)

O uso foi mais ilustrativo do que descriptivo. A falta de conhecimento aritmético e estatístico podem ter influenciado a escolha de não usar modelos mais sofisticados. Ainda assim, foram observados grandes avanços no aspecto de conectar a matemática à realidade escolar e cotidiana. Observou-se ainda, a necessidade de melhorar o rigor matemático,

representações visuais e discussões sobre as incertezas nos dados coletados e estratégias a serem utilizadas.

Essa constatação vem na contramão do proposto na BNCC (Brasil, 2017), que afirma que já no Ensino Fundamental os estudantes devem reconhecer a Matemática no mundo real, formulando e validando hipóteses e verificando a aplicabilidade em situações semelhantes.

No Ensino Fundamental, essa área, por meio da articulação de seus diversos campos – Aritmética, Álgebra, Geometria, Estatística e Probabilidade –, precisa garantir que os alunos relacionem observações empíricas do mundo real a representações (tabelas, figuras e esquemas) e associem essas representações a uma atividade matemática (conceitos e propriedades), fazendo induções e conjecturas. Assim, espera-se que eles desenvolvam a capacidade de identificar oportunidades de utilização da matemática para resolver problemas, aplicando conceitos, procedimentos e resultados para obter soluções e interpretá-las segundo os contextos das situações. A dedução de algumas propriedades e a verificação de conjecturas, a partir de outras, podem ser estimuladas, sobretudo ao final do Ensino Fundamental (Brasil, 2017, p. 265).

Dessa forma, Caldeira e Cambi (2023), defendem a postura do professor como mediador-orientador no processo de ensino e o estudante passa a ter um papel central na busca e construção do conhecimento, desenvolvendo a curiosidade científica. Para Rehfeld *et al* (2021), alguns fatores dificultam o uso da Modelagem Matemática, como falta de apoio da equipe diretiva, falta de preparo, material, tempo e currículo extenso. Entre os principais benefícios que influenciam os professores a usarem Modelagem Matemática em sala de aula estão: facilidade dos alunos na compreensão do assunto abordado e o envolvimento dos alunos ao desenvolverem as atividades propostas, porém, muitos professores não utilizam a estratégia em sala de aula por falta de conhecimento.

Durante a pesquisa, a questão do tempo e a necessidade de cumprimento do Currículo foram um dificultador, à medida que o Currículo é cobrado nas avaliações externas, gerando uma nota para escola.

Em contrapartida, se o professor se rende à pressão por notas e classificação, o estudante acaba apenas memorizando o conteúdo, sem que haja um aprendizado significativo. Boaler (2018), enfatiza a ideia de Piaget a respeito do aprendizado por meio do desequilíbrio cognitivo, que acontece quando um indivíduo é colocado frente a uma nova situação e precisa buscar modelos similares a fim de compreender o novo, buscando um equilíbrio cognitivo e a aprendizagem significativa.

Na década de 1930, o suíço Jean Piaget, um dos mais importantes psicólogos do mundo, rejeitou a ideia de que a aprendizagem era uma questão de memorizar procedimentos. Ele assinalou que a verdadeira aprendizagem depende de uma compreensão de como as ideias se encaixam. Ele propôs que os estudantes possuem modelos mentais que mapeiam modo como as ideias se encaixam, e quando seus modelos mentais fazem sentido, eles se encontram em um estado que ele chamou de equilíbrio (Piaget, 1958, 1970).

Quando estão diante de novas ideias, os estudantes se esforçam para encaixá-las em seus atuais modelos mentais, mas quando elas parecem não se encaixar, ou seu modelo existente precisa mudar, eles entram em um estado que Piaget denominou desequilíbrio. Uma pessoa em desequilíbrio sabe que a nova informação não pode ser incorporada a seus modelos de aprendizagem, mas também não pode ser rejeitada, porque ela faz, sentido, e assim ela trabalha para adaptar seus novos modelos. O processo de desequilíbrio parece desconfortável para os aprendizes. Todavia, é o desequilíbrio, segundo Piaget, que leva à verdadeira aprendizagem. Piaget explicou a aprendizagem como um processo de passagem do equilíbrio, onde tudo se encaixa bem, para o desequilíbrio, onde uma nova ideia não se encaixa, para um novo estado de equilíbrio. Esse processo, conforme afirma o autor, é essencial para aprender (HAACK, 2011) (Boaler, 2018, p. 17).

Sob esta perspectiva, a Modelagem Matemática se articula às propositivas apresentadas pela autora, visto que, ao ser apresentado a um novo conteúdo ou conceito, há um desequilíbrio cognitivo, o estudante busca então algo similar já conhecido (modelo), faz as adequações necessárias (hipóteses e resolução) e verifica se a solução adequada é válida (validação), chegando novamente ao equilíbrio cognitivo. Sendo assim, é necessário que o professor invista em estratégias e metodologias de ensino que incentivem a investigação científica, formulação de hipóteses e reflexão sobre os resultados, garantindo um ensino significativo e equitativo na educação básica.

4.4.4 Categoria IV - Avaliações e notas

Destaque: Ansiedade e preocupação dos estudantes

Esta categoria reúne falas dos participantes que expressam sentimento de insegurança, ansiedade e preocupações relacionadas ao processo avaliativo tradicional. Uma grande preocupação demonstrada pelos estudantes se deu em relação à forma como seriam avaliados e quais atividades valiam ou não notas.

Mas se não estiver certo, vai tirar nota? (estudante W)

Professora, como vai ser a prova? (estudante T)

Mas se só ele vai falar, eu também vou ter nota? (estudante Y)

As falas dos estudantes revelam uma preocupação recorrente com a forma de avaliação e com os critérios que seriam utilizados para atribuição das notas. A ênfase exacerbada em notas pode minar a motivação intrínseca reforçando desigualdades. Onuchic (2014), enfatiza a avaliação como parte essencial do ensino ativo, especialmente no contexto da metodologia de resolução de problemas. No entanto, uma avaliação que não tem a necessidade de qualificar o aluno e evidenciar seus erros. De acordo com Hoffmann (2001), é preciso superar o caráter quantitativo e classificatório da avaliação. O processo avaliativo precisa apontar caminhos e não punir, comparar e hierarquizar o grupo.

4.4.5 Categoria V - Observação da própria prática

Esta categoria reúne registros e anotações feitas pelo próprio professor-pesquisador, que serviram como espaço de reflexões sistemáticas a respeito de sua própria prática docente. Tais observações foram realizadas em um diário de campo, vídeos e imagens. Dessa forma, esta classificação visa identificar elementos da prática do professor/pesquisador durante a implementação da pesquisa proposta.

Os dados revelam informações importantes a respeito da postura do professor e como suas decisões impactam o desenvolvimento e aprendizagem dos estudantes. Essa categoria foi subdividida de modo a analisar aspectos do planejamento dos encontros, a postura do professor/pesquisador durante os encontros e as reflexões posteriores aos momentos dos encontros.

a) O Planejamento das aulas

Destaque: Antecipação dos resultados

Durante o planejamento para os primeiros encontros, o professor/pesquisador estava ansioso com cada detalhe, preparou uma pasta grande que comportava todos os materiais que seriam necessários, tanto os cartões de atividade, quanto os materiais de papelaria. Com frequência sentia vontade de conferir se todos os materiais já estavam corretos.

Conforme os encontros aconteciam, novas sensações iam surgindo, primeiro uma alegria por um sonho estar se realizando, depois medo de que as coisas não dessem certo. Após cada encontro, surgia o medo de que os resultados não fossem condizentes com aquilo que se esperava, mesmo tendo ciência de que independentemente dos resultados, as análises poderiam ser realizadas, revelando a relevância do trabalho para a série proposta.

Outro aspecto importante foi a elaboração do planejamento das aulas. A modelagem matemática pode se direcionar para diferentes contextos, esse fato exigiu que o

professor/pesquisador propusesse diferentes antecipações de possíveis resultados, a fim de que estivesse preparado para diversas situações que pudessem ocorrer durante a aula.

Para Wiggins e Tighe (2019), é importante que o professor defina os objetivos, para, só então preparar as atividades e avaliações, os autores reforçam ainda a ideia de um planejamento coerente, em que os objetivos, avaliações e ensino estejam alinhados. Dessa forma, o planejamento das aulas exigiu não apenas o preparo para as atividades em si, mas o planejamento de perguntas essenciais que instigassem os estudantes a refletirem sobre suas escolhas matemáticas.

b) O momento dos encontros

Destaque: Emoção

Durante os encontros, o professor/pesquisador experimentou um grande emaranhado de sensações, inicialmente, a ansiedade para que tudo corresse conforme o esperado. Durante o desenvolvimento de cada aula, houve também o impulso de ajudar os estudantes na resolução dos problemas.

Professora, a gente deve fazer um gráfico pra mostrar os resultados que nosso grupo encontrou ou deixa só a tabela mesmo? (estudante H)

Existem várias formas de organizar os resultados, o grupo precisa decidir de que forma fica mais fácil de entender o que vocês querem mostrar e depois verificar se ficou comprehensível para que qualquer pessoa que olhe o cartaz de vocês, entenda quais foram as conclusões a respeito do tema. Precisamos verificar se é possível usar esse mesmo método em outras situações. (professora/pesquisadora)

Neste momento, eu gostaria de sugerir que os estudantes utilizassem um gráfico de colunas para organizar os resultados, incluindo uma legenda ao lado do gráfico. Suprimir o impulso, deixando que os próprios estudantes tomassem as decisões a respeito do trabalho foi, de certa forma doloroso, afinal, soava quase como se eu estivesse deixando-os sem respostas e sem auxílio.

Por outro lado, no decorrer das demais atividades, foi gratificante perceber o crescimento de cada estudante na tomada de suas próprias decisões. Tive um sentimento de dever cumprido ao perceber que, se bem orientados inicialmente, os estudantes conseguiram resolver os desafios sozinhos, mesmo que, ainda com um conhecimento limitado do conteúdo, mas com a certeza de que no decorrer de sua vida acadêmica essa vivência proporcionaria condições para que pudessem resolver novos desafios, melhorando cada vez mais suas estratégias ao resolver problemas, e principalmente, refletindo sobre as imposições de fórmulas

matemáticas no ensino e a possibilidade de usar estratégias diferentes, analisando os resultados encontrados.

Para Tarfif e Lessard (2014), o momento em sala de aula mobiliza diversas emoções, algumas, inclusive contraditórias, por se tratar de um trabalho que envolve relações humanas, o trabalho docente envolve incertezas e necessita de improviso e flexibilidade por parte do professor. Desse modo, é fundamental compreender as sensações que permeiam o trabalho docente a fim de potencializar as interações e bem-estar do professor e do estudante.

c) Reflexões pessoais pós encontros

Destaque: Questionamento

Após cada encontro, ficou evidente para mim, como professora/pesquisadora, a necessidade de incluir no contexto do ensino da matemática diferentes estratégias de resolução de problemas. A dependência inicial dos estudantes, bem como a baixa complexidade dos modelos elaborados, demonstrou que os estudantes não se sentem preparados a propor diferentes estratégias para resolver problemas, tal verificação implica diretamente na minha prática como docente, alguns questionamentos passaram a fazer parte da minha prática docente, como: O que eu quero ensinar e o que eu quero que o estudante aprenda com este conteúdo? De que forma eu espero que este conteúdo seja utilizado pelo estudante? Quais estratégias e metodologias eu posso usar para que este conteúdo seja aprendido de forma significativa pelos meus estudantes, a fim de que eles sejam capazes de relacioná-los a outros conteúdos durante sua jornada acadêmica e principalmente ao resolver situações problema reais? Como eu posso ajudar meus alunos a refletirem sobre os resultados encontrados? Como ajudar os meus estudantes a compreenderem que os conteúdos estudados e aprendidos na escola são importantes para seu desenvolvimento pessoal? Como auxiliar meus estudantes a desenvolverem autonomia na tomada de decisões na resolução de problemas matemáticos?

Acredito que esses questionamentos possam auxiliar minha prática docente futura.

Foi possível perceber que a Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática é uma metodologia que propicia a efetivação das propostas abordadas nos documentos PCN e BNCC, que ambos presam para a melhoria do ensino e aprendizado da Matemática.

Detectamos que o docente que utiliza a Modelagem Matemática em suas aulas é apoiado pelos documentos curriculares oficiais apontados nesta pesquisa, além de que o trabalho com esta metodologia de ensino oferece contribuição para uma participação ativa dos estudantes (Burak *et al*, 2022, p. 9).

Diante dos dados coletados, comprehendo que a Modelagem Matemática aliada ao trabalho em grupo, está em consonância com os documentos oficiais que regem a educação. Ao

longo da pesquisa, evidenciou-se que a prática potencializa o engajamento, a autonomia e a construção coletiva dos estudantes, ressignificando o ensino da matemática, tornando-o acessível a todos os estudantes.

Para Freire (2024), ao planejar e ministrar suas aulas, o professor precisa assumir uma postura política e ética diante da realidade dos alunos, tendo a clareza de que a sua prática contribui para a formação crítica dos estudantes. Diante disso, a responsabilidade assumida pelo professor, ao entrar em uma sala de aula, não se limita a transmitir o conteúdo proposto no currículo, mas é de sua responsabilidade propor diálogos que assegurem que o processo de ensino seja significativo e emancipador. Dessa forma, o planejamento deixa de ser algo burocrático para ser uma prática intencional e reflexiva, que orienta o processo educativo.

ENCERRANDO UM CICLO, ABRINDO NOVOS CAMINHOS: REFLEXÕES SOBRE A PRÁTICA E A PESQUISA

Apesar de documentos que normatizam a Educação Básica, como a BNCC e o Currículo Paulista, destacarem a importância da resolução de problemas e a formação crítica na Matemática, incluindo competências socioemocionais e interdisciplinaridade, sua implementação em sala de aula são, em grande parte, insuficientes, devido a vários fatores, como proposto por Rehfeldt *et al* (2021) em relação aos desafios enfrentados pelos professores, como tempo e recursos limitados, currículo extenso, além da falta de familiaridade com atividades que propõem aos estudantes uma análise crítica na resolução de problemas.

Considerando o Programa de Especialização Docente (PED) como base para esta pesquisa, que busca articular a teoria e a prática por meio de aulas contextualizadas, ensino equitativo, observação e acompanhamento docente, uso de recursos e metodologias ativas e estratégias de ensino que aproximem a matemática da realidade do estudante, esta pesquisa objetivou investigar como o trabalho colaborativo, integrado à modelagem matemática, pode promover uma aprendizagem equitativa em Matemática no 8º ano do Ensino Fundamental, favorecendo a participação ativa e engajada.

Apesar de, no início da implementação desta pesquisa, os estudantes apresentarem resistência em relação à organização da turma em grupos heterogêneos aleatórios e da divisão de tarefas nos grupos, a atividade culminou em uma experiência de colaboração e de construção coletiva. Durante o processo de construção desse ambiente seguro, em que os estudantes poderiam expor suas ideias, conhecimento e estratégias, foi possível perceber que cada estudante é único, sendo necessário que o professor conheça o grupo de alunos e suas particularidades a fim de mediar as diversas situações comuns à sala de aula, promovendo um ambiente de aprendizagem equitativa.

Os dados evidenciam que, embora tenha havido insegurança diante da possibilidade do erro e julgamento de outros estudantes ou até mesmo do professor, à medida que a proposta avançava, esse receio foi gradualmente substituído por uma postura aberta à troca de experiências, ao diálogo e ao apoio mútuo. Tal mudança de atitude contribuiu para o fortalecimento das interações entre os estudantes e para o engajamento nas tarefas propostas.

A introdução da modelagem matemática no 8º ano do Ensino Fundamental apresentou desafios significativos, sobretudo relacionados às limitações no domínio de conhecimentos algébricos, estatísticos e probabilísticos. Essa lacuna dificultou a construção de modelos matemáticos mais elaborados.

Outro fator importante, foi a inexperiência em utilizar diferentes estratégias na resolução de problemas e a inabilidade de transcrever um problema real em uma linguagem matemática. Por outro lado, a proposta revelou-se eficaz ao fomentar uma compreensão ampliada da matemática, não mais restrita ao ambiente escolar, mas concebida como uma ferramenta essencial para análise e resolução de problemas cotidianos. Dessa forma, a modelagem matemática contribuiu para a formação de sujeitos conscientes, críticos e participativos em relação ao mundo em que vivem.

Observou-se, entre a primeira e segunda atividade que exigiram a formulação de modelos, um progresso considerável na qualidade e na estrutura das soluções apresentadas. Tal evolução reflete um amadurecimento no entendimento de que a matemática pode ser utilizada como linguagem de generalização, favorecendo a resolução de situações-problema similares por meio da construção de padrões.

Ao longo do processo, os estudantes passaram a reconhecer a matemática como um saber significativo não apenas para o desempenho escolar, mas também para sua formação integral. Além disso, valorizaram o trabalho coletivo, respeitando a diversidade de saberes e compreendendo que o sucesso do grupo depende da contribuição individual de cada um.

Neste sentido, a perspectiva de Cohen e Lotan (2017) é de extrema relevância, ao defenderem o trabalho em grupo como estratégia para promover a participação de todos os estudantes, sobretudo daqueles estudantes com maior dificuldade, permitindo que sejam especialistas em determinadas tarefas, reforçando assim o sentimento de pertencimento em relação ao grupo e à percepção de competência.

Em relação à percepção dos estudantes, eles demonstraram que a colaboração entre os pares foi consolidada. Ficou evidente ainda que os estudantes reconhecem a aplicabilidade da matemática em contextos concretos, mas ainda demonstram insegurança em relação a conceitos abstratos e probabilísticos.

Durante o desenvolvimento da pesquisa, constatou-se que a modelagem matemática, aliada ao trabalho em grupo colaborativo trouxe grandes contribuições ao desenvolvimento do estudante ao promover a socialização entre os estudantes com diferentes habilidades sociais e intelectuais, respeito, empatia, colaboração, argumentação e autonomia na tomada de decisões para resolução de problemas. Além das habilidades sociais, ao socializarem, os estudantes também desenvolveram capacidade de analisar criticamente uma estratégia matemática e até mesmo os resultados obtidos.

Um grande desafio foi encontrar na literatura artigos ou trabalhos recentes sobre modelagem matemática para o Ensino Fundamental na realidade atual da educação brasileira.

Essa dificuldade sustenta-se na falta de conhecimento algébrico dos estudantes, dificultando a elaboração de modelos estruturados e robustos. Porém, o trabalho com modelagem matemática ainda nos anos finais do ensino fundamental demonstrou proporcionar grandes contribuições para os estudantes desse segmento, especialmente no 8º ano, à medida que proporciona o desenvolvimento do pensamento crítico e a possibilidade de usar diferentes estratégias na resolução de problemas e argumentação a respeito dos procedimentos e resultados encontrados. Dessa forma, o erro passa a ser parte do processo de aprendizagem, e o estudante se sente confiante a tentar novas estratégias sem que o erro se torne um problema.

Outro grande benefício é que ao trabalhar a modelagem matemática, o estudante passa a compreender a matemática como uma ferramenta útil para resolver problemas diários nas mais diversas áreas e não somente para resolver problemas escolares. O uso da modelagem matemática e do trabalho em grupo colaborativo promovem a equidade à medida que todos os estudantes têm a oportunidade de contribuir com suas habilidades e desenvolver novas habilidades e competências à medida que interagem com outros estudantes.

Ao concluir esta pesquisa, percebo o quanto este processo de investigação contribuiu significativamente para o meu desenvolvimento profissional. A vivência como pesquisadora ampliou meu olhar sobre a prática docente, permitindo-me compreender, de forma mais profunda, as relações entre teoria e prática e o papel reflexivo do professor na construção do conhecimento.

Conciliar os papéis de professora e de pesquisadora foi desafiador em muitos momentos, por vezes senti-me dividida entre as demandas da sala de aula e as exigências acadêmicas, porém, esses conflitos internos se revelaram oportunidades de crescimento. Ao olhar a minha própria prática, percebi o valor de observar o dia a dia escolar com profundidade, compreendendo que cada experiência é uma fonte de reflexão e aprendizagem. Ao revisitar minhas ações e reflexões, aprendi a valorizar não apenas o resultado, mas todo o processo de forma contínua. Hoje me sinto mais confiante e comprometida com a educação integral e equitativa.

Com base nos resultados obtidos, pode-se afirmar que os objetivos dessa pesquisa foram atendidos no que diz respeito a analisar as contribuições da Modelagem Matemática como estratégia pedagógica para promover um ensino equitativo no 8º ano do Ensino Fundamental, investigar de que forma o trabalho em grupo influencia a aprendizagem dos estudantes ao utilizar a Modelagem Matemática em sala de aula e identificar os desafios e as potencialidades da aplicação da Modelagem Matemática no ensino de Matemática, considerando a perspectiva dos estudantes e do professor.

Diante das análises realizadas, esta dissertação contribui para o debate acadêmico ao evidenciar que a matemática deve ser ensinada de forma que os estudantes sejam capazes de utilizá-la não somente na resolução de problemas escolares, mas ela deve ser uma ferramenta útil nas demandas diárias, a fim de que sejam capazes de mudar o mundo a sua volta. Além disso, o ensino matemático deve proporcionar o desenvolvimento do raciocínio lógico, capacidade de analisar criticamente resultados, aceitar o erro de forma natural e ser capaz de resolvê-lo, argumentar sobre suas escolhas e tomadas de decisões e resultados.

Dessa forma, acredita-se que esta dissertação oferece uma contribuição relevante para a área de matemática aplicada ao evidenciar que é possível trabalhar a modelagem matemática mesmo em séries em que o pensamento algébrico não foi totalmente consolidado, propondo reflexões que podem orientar futuras pesquisas, e, portanto, nós, pesquisadores e autores deste estudo reconhecemos que, apesar dos avanços proporcionados por esta dissertação, ainda há espaço para aprofundar a investigação sobre modelagem matemática e o trabalho em grupo em diferentes eixos do estudo da matemática, incluindo todo o ensino básico.

PRODUTO TÉCNICO

O produto técnico resultante desta pesquisa é um guia metodológico voltado a docentes da educação básica, com a finalidade principal de promover práticas pedagógicas fundamentadas na equidade no ensino da Matemática, trabalho em grupo e modelagem matemática. Elaborado a partir do referencial teórico estudados e das necessidades identificadas durante o trabalho de campo, inclusive a limitada quantidade de publicações recentes sobre o tema estudado, o material oferece suporte conceitual e prático, incentivando abordagens que favoreçam a troca de experiências, participação ativa dos estudantes e autonomia para resolução de situações-problema.

Inspirado nos princípios de uma educação equitativa, centrada no estudante que preconiza a autonomia e capacidade de argumentação e validação de resultados, tratando o erro como parte do processo educativo, o guia valoriza o trabalho colaborativo entre os estudantes, dessa forma, a modelagem matemática é sugerida como estratégia pedagógica capaz de articular conteúdos curriculares à realidade dos estudantes, promovendo competências socio emocionais, sociais e cognitivas, conforme proposto da BNCC.

A aplicação da proposta, presente no guia, em sala de aula, demonstrou potencial para favorecer a aprendizagem significativa da matemática, ampliando a compreensão de conceitos matemáticos, bem como desenvolvendo habilidades socioemocionais. Assim, o produto técnico além de sistematizar os achados da pesquisa, apresenta uma contribuição prática para professores, com a possibilidade de ser adaptado aos diferentes objetos de conhecimento.

O guia está estruturado em cinco seções: Introdução, Referencial Teórico, Propostas Didáticas, Relato de experiências docente e Referências. O guia combina fundamentos teóricos consistentes com sugestões práticas, incluindo atividades contextualizadas, critérios de avaliação e orientações metodológicas que estimulam a cooperação, o protagonismo estudantil e a capacidade de resolver situações-problema contextualizadas com a realidade dos estudantes. Este recurso pretende ser um instrumento de reflexão e ação para professores do Ensino Fundamental comprometidos com a transformação social e ensino equitativo de qualidade.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. M. W. de; BRITO, D. dos S.; SILVA, K. L. P. da. **Interface Didática entre Modelagem Matemática e Semiótica.** *Bolema*, Rio Claro (SP), v. 36, n.73, p.777-800, ago. 2022. <https://www.scielo.br/j/bolema/a/ZdHWGbb4NTvyvZpqmYYB6zd/?lang=pt> Acesso em: 23 nov. 2023.
- ALMEIDA, L. M. W. de; SILVA, K. P; VENTURAN, R. E. **Modelagem Matemática na educação básica.** São Paulo: Editora Contexto, 2012.
- ALVES, R. **Conversas com quem gosta de ensinar:** (+ Qualidade total na educação). 14 ed. Campinas, SP: Papirus, 2012.
- ANDRÉ, M. **Memorial, instrumento de investigação do processo de constituição da identidade docente.** *Contrapontos* - volume 4 - n. 2 - Itajaí, maio/ago. 2004. p. 283-292.
- ARAÚJO, J. L.; AVELAR, P. R. N. **Modelagem Matemática e o Desenvolvimento do Pensamento Integral.** *Bolema*, Rio Claro (SP), v. 36, n. 72, p.239-261, abr. 2022. <https://www.scielo.br/j/bolema/a/78dVgX4GQDG5kBx5TN54tL/?lang=pt> Acesso em: 23 nov. 2023.
- BARDIN, L. **Análise do conteúdo.** Tradução: Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Edições 70, 2011.
- BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática.** 3 ed. São Paulo: Contexto, 2006.
- BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem matemática & implicações no ensino e na aprendizagem de matemática.** 2ed. Blumenau: Edfurb, 2004.
- BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem matemática no ensino.** 3ed. São Paulo: Contexto, 2003.
- BOALER, J. **Mentalidades matemáticas:** estimulando o potencial dos estudantes por meio da matemática criativa, das mensagens inspiradoras e do ensino inovador. Tradução: Daniel Bueno. Porto Alegre: Penso, 2018.
- BRASIL, INEP. Boletim de resultados da Educação Básica: SAEB.
<http://saeb.inep.gov.br/saeb/resultado-final-externo/boletim?anoProjeto=2021&coEscola=35037837>. Acesso em: 20 nov. 2023.
- SÃO PAULO. SEDUC. Boletim de resultados da Rede Estadual: SARESP. Disponível em https://saresp.fde.sp.gov.br/boletim/2023/RedeEstadual/1/2023_RE_037837_1.pdf. Acesso em: 20 nov. 2023.
- BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Senado Federal, 2016. 496 p.
https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf Acesso em: 19 nov. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018. <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/> Acesso em: 19 ago. 2024.

BRITO, A. J; GONÇALVES, W. V.; RODRIGUES, M. U; organizadores. **Projetos de modelagem matemática para os anos finais do ensino fundamental e ensino médio.** Curitiba: CRV, 2021.

BURAK, D.; FOGAÇA, M. E. B. C; MORAES, J. C. P. de; SANTOS, E. C. dos. **Modelagem matemática na perspectiva da educação matemática e suas relações com as propostas curriculares oficiais.** Revista Valore, Volta Redonda, RJ, v. 26. p. 523-532, jul 2021. <https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/828/579> Acesso em: 24 nov. 2023

CALDEIRA, B.; COMBI, A. D. **Modelagem matemática, professor mediador-orientador e construtivismo:** entrelaçamentos discursivos na constituição da figura docente. Revista Brasileira de Educação, Rio de Janeiro, RJ, v. 28, 2023. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbedu/a/dnxY9GkDBzTZ9Hc6JBQqPch/?lang=pt>>. Acesso em: 24 nov. 2023

CANVA PTY LTD. **Canva.** Web 2025. <https://www.canva.com/> Acesso em: 05 ago. 2025.

CEOLIM, A. J.; CIBOTTO, R. A. G.; MESQUITA, M. N. **Modelagem matemática na perspectiva da educação matemática crítica: abordagens na educação básica.** Revista Brasileira de Educação, Rio de Janeiro, RJ, v. 26, 2021. <<https://www.scielo.br/j/rbedu/a/GvFSN5LXHMMHB5dkxkRW6dJ/?lang=pt>>. Acesso em: 24 nov. 2023.

COHEN, E. G.; LOTAN, R.A. **Planejando o trabalho em grupo:** estratégias para salas de aula heterogêneas. Tradução: Luís F. M. Dorvillé; Mila M. Carneiro; Paula M. S. F. Rozin. 3.ed. Porto Alegre: Penso, 2017.

DARLING-HAMMOND, L.; BRANSFORD, J. **Preparando os professores para um mundo em transformação.** Tradução: Cristina F. Mantovani. Porto Alegre: Penso, 2019.

FREIRE, P. **Professora sim, tia não:** Cartas a quem ousa ensinar. São Paulo: Olho d'Água, 1997.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia:** saberes necessários à prática educativa. 79 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2024.

HOFFMANN, J. Avaliar para promover: As setas do caminho. Porto Alegre: Mediação, 2001.

HUMPHREYS, C.; PARKER, R. **Conversas numéricas:** estratégias de cálculo mental para uma compreensão profunda da matemática. Tradução: Sandra Maria M. da Rosa. Porto Alegre: Penso, 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). <<https://www.ibge.gov.br/>> Acesso em: 19 nov. 2023

KROEF, Renata Fischer da Silveira; GAVILLON, Póti Quartiero; RAMM, Laís Vargas. Diário de Campo e a Relação do(a) Pesquisador(a) com o Campo-Tema na Pesquisa-Intervenção. *Estud. pesqui. psicol.*, Rio de Janeiro, RJ, v. 20, n. 2, p. 464-480, ago. 2020. <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-42812020000200005&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 15 nov. 2023.

LOPES, A. P. C. e. **Contrapondo a ideologia da certeza por meio do conhecimento reflexivo na modelagem matemática.** *Bolema*, Rio Claro, SP, v. 37, n. 77, p.936-957, dez. 2023 <<https://www.scielo.br/j/bolema/a/6Q3DKqfjLKxMKFMGdS458WC/?lang=pt>>. Acesso em: 23 nov.2023.

MAGNUS, M. C. M. **A Modelagem Torna o Ensino e a Aprendizagem de Matemática Significativos: descontinuidades históricas.** *Bolema*, Rio Claro, SP, v.37, n.75, p.194-217, abr. 2023. <<https://www.scielo.br/j/bolema/a/x86jfcCLBpVt5WXNcWJjYbg/?lang=pt>>. Acesso em: 23 nov. 2023.

OLIVEIRA, Y. P. L.; GALVÃO, M. S.; PEREIRA, L. B. D. **Verificação da autenticidade de uma situação-problema vivenciada no âmbito da Modelagem Matemática.** Revista Paranaense de Educação Matemática. Campo Mourão, PR, v.14, n.33, p. 01-4, jan-abr. 2025. <https://periodicos.unespar.edu.br/rpem/article/view/9940> Acesso em: 23 nov.2023.

OPENAI. **ChatGPT [GPT-5].** São Francisco, CA: OpenAI, 2025. <<https://chat.openai.com/>>. Acesso em: 05 ago. 2025.

RAMON, R.; SOUZA, N. F. de; Klüber, T. E. (2022). **Conferência nacional sobre modelagem matemática: Aspectos evidenciados nos relatos de experiência.** Revista *Dynamis*, Blumenau, SC, v. 28, n. 1, p. 46–70. <<https://doi.org/10.7867/1982-4866.2022v28n1p46-70>>. Acesso em: 23 nov.2023.

REGO, T.C. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação.** Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.Capítulo II - A cultura torna-se parte da natureza humana. p. 37-80

REHFELDT, M. J.; NEIDE, I. G.; AZEVEDO, M. O. de; KÖNIG, R. I.; Emer, S.; VARGAS, V. B. de. **Um Retrato das Escolas do Vale do Taquari: o que afirmam a equipe diretiva e professoras acerca de práticas de modelagem matemática?.** *Educação Matemática Em Revista*, Lageado, RS, v. 26, n. 72, p. 22 – 38, out. 2019. <<https://www.sbmbrasil.org.br/periodicos/index.php/emr/article/view/2416>>. Acesso em: 23 nov. 2023.

TARDIF, M. **A profissionalização do ensino passados trinta anos:** dois para a frente, três para trás. *Educ. Soc.* – volume 34 – n.123 – Campinas, abr/jun. 2013. p.551 – 571.

TARDIFE, M; LESSARD, C. **O trabalho docente:** elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas. Tradução: João Batista Kreuch. 9^a ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014. 317p.

WEINSTEIN, C. S.; NOVODVORSKY, I. **Gestão da Sala de aula:** lições da pesquisa e da prática para trabalhar com adolescentes. Tradução: Luís F. M. Dorvillé. 4ed. Porto Alegre: AMGH, 2015.

WIGGINS, G; McTIGHE, J. **Planejando para a compreensão:** alinhando currículo, avaliação e ensino por meio do planejamento reverso. Tradução: Sandra Maria Mallmann da Rosa. 2. Ed. Porto Alegre: Penso, 2019.

APÊNDICES

APÊNDICE A – MEMORIAL

“Eu diria que os *educadores* são como as velhas árvores. Possuem uma face, um nome, uma “estória” a ser contada.” (Alves, 2021, p.18)

O memorial é um documento no qual o professor registra reflexões sobre seu próprio processo de aprendizagem e seu trabalho docente (André, 2004). Sob esta perspectiva, este memorial pretende traçar, de forma reflexiva minha jornada acadêmica, bem como minhas motivações e anseios a respeito da Educação Básica.

O desenvolvimento profissional e pessoal de um professor se dá de forma complexa, de acordo com suas experiências de vida e da forma como se relaciona com sua história e se posicionar em relação ao mundo, desta forma, relatarei fatos que abrangeram minha formação até o presente momento, com base em minhas crenças, valores e posicionamentos, refletindo diretamente em minha prática docente.

MOTIVAÇÃO

Desde muito nova, sempre me dediquei aos estudos, sempre sonhei em me formar e cursar o mestrado, meu pai sempre me apoiou, me citando o provérbio acima, hoje, um pouco mais madura, olho para todo o caminho percorrido até aqui, e percebo que cada detalhe durante esta longa trajetória me forjou como professora e me trouxeram até aqui para realização de um projeto de vida.

Durante a jornada, vários revezes pessoais me fizeram questionar pontos de vista e inclusive me motivaram a escolher o mestrado em práticas pedagógicas para a equidade.

TRAJETÓRIA PESSOAL E PROFISSIONAL

Venho de uma família de professores, porém, meu grande sonho de infância sempre foi me tornar engenheira, sonhava em andar pelas obras, de capacete branco, vendo prédios sendo construídos desde a base até se tornarem enormes arranha-céus, sempre dizia: “não quero ser professora”, talvez porque sempre ouvia falar mal da profissão, de como era difícil - os alunos não respeitavam, os salários eram baixos - não entendia, então, por que escolher ser professor. Mais tarde, entendi, com Freire (1997), que a profissão foi intencionalmente

desvalorizada ao longo do tempo, à medida que veladamente trouxe à professora uma característica passiva, a medida em que a professora foi recebendo o título de tia, uma função parental, desvalorização essa que permanece ainda nos dias de hoje. Tardif (2013), afirma que o ensino passou por 3 momentos, que ele chamou de idade da vocação, que teve início entre os séculos XVI e XVIII, em que o ensino era principalmente responsabilidade religiosa e, para se tornar professor, era necessário sentir um “chamado” para realizar a missão de ensinar. A idade do ofício, no século XIX, quando a educação passou a fazer parte das responsabilidades do estado. Neste período, a profissão docente deixou de ser vista como vocação e passou a ser assalariada, para ingressarem no mercado de trabalho, as mulheres tiveram que investir a fim de se profissionalizar. Em relação a esse período, pouco se avançou até a atualidade. A idade da profissionalização, busca melhorar o desempenho educativo, passar do ofício à profissão e construir uma base de conhecimento. Essa idade ainda é relativamente nova e está em desenvolvimento. Contudo, a educação ainda enfrenta desafios como baixa remuneração, carreira pouco atrativa, além de que muitos professores não têm um emprego estável e a profissão continua sendo um trabalho de classe média.

Assim, começa o meu relato, sou a caçula de quatro irmãos, meus pais não tinham condições de pagar a faculdade. Ainda na 8^a série (antiga divisão do ensino fundamental), comecei a estudar no período noturno, pois a escola era pequena e esse era o único horário disponível, a carga horária era reduzida, o que prejudicava o aprendizado. Neste contexto, surgiu a possibilidade de cursar o Ensino Médio no CEFAM (Centro Específico de Formação e Aperfeiçoamento do Magistério), a escola oferecia um ótimo ensino e concomitante, o curso técnico do magistério. Lembro de uma aula de Filosofia da Educação, já era final de tarde e estava muito calor, todo mundo cansado, a professora nos trouxe trechos do livro “Conversas com quem gosta de ensinar” de Rubém Alves (2012), o autor faz uma metáfora entre os diferentes tipos de educação e o crescimento dessas árvores, ressaltando a importância de um ensino que respeite o tempo e a individualidade dos aprendizes. Enquanto os eucaliptos crescem rápido e de maneira uniforme, servindo a propósitos industriais, os jequitibás crescem lentamente, mas tornam-se imponentes e duradouros. Não me lembro do nome da professora, mas naquele momento decidi que enquanto fosse professora, jamais seria um eucalipto, precisava me tornar um jequitibá. Apesar de insistir na ideia de que não queria ser professora, me encantava com a professora falando sobre as ideias de autores como Perrenoud, abordando temas como interligação entre as disciplinas; não conseguia me decidir se preferia Piaget ou Vygotsky, na verdade, nunca fiz questão de escolher. Para Hammond e Bransford (2019), ajudar os alunos a identificar o que os motiva é parte importante do saber docente com foco no

estudante. Dessa forma, esta professora sem nome, desempenhou seu papel com maestria, pois ali, mesmo de forma tímida e inconsciente, ela me despertou para um mundo que eu jamais imaginaria conhecer.

Os anos se passaram e ainda no quarto ano do magistério, ingressei no Curso de Matemática na Universidade do Vale do Paraíba (Univap), certa de que faria o curso, começaria a dar aulas e logo começaria a tão sonhada engenharia, cursaria o mestrado e doutorado na área.

No último ano da faculdade, comecei a ministrar aulas como professora eventual e em projetos de reforço e em um, muito especial, chamado “Magia dos Números”, financiado pela prefeitura de São Jose dos Campos, no qual trabalhávamos a Matemática de forma lúdica e acessível.

1º Transformação: Lagarta

Me graduei em Matemática no ano de 2005, ainda não conseguia pagar a faculdade de engenharia, então, iniciei um curso de *latu sensu* em Matemática, pela escola de Engenharia de Lorena – EEL USP, ali comecei a me apaixonar, ainda sem saber, pela educação matemática. Tudo começou a fazer sentido, a incrível possibilidade de trabalhar modelação matemática, apresentando aos alunos uma disciplina linda, cheia de vida ao invés de algo pronto, engessado e cheio de fórmulas (no qual eu sempre me sai bem, porém nunca vi sentido) me chamou a atenção e neste momento passei pela primeira transformação. Nunca propensa a falar horas e horas com amigos ou mesmo escrever em diários, sempre fui prática e objetiva e durante a especialização, descobri a modelagem matemática, aquilo era perfeito, eu poderia traduzir situações inteiras, cada detalhe do Universo poderia ser descrito em expressões matemáticas lógicas e objetivas.

Agora, já com alguns anos de experiência, tive a oportunidade de cursar uma segunda especialização em Ciências e Tecnologias, pela Universidade Federal do ABC (UFABC), além da Matemática, agora a Ciências da Natureza sendo apresentada de forma futurista e ao mesmo tempo realista e palpável. Nesta época, além de Matemática, ministrava também aulas de Física e minhas aulas se transformaram, muito mais do que contas, passei a realizar experimentos e trabalhar conceitos de forma prática.

Nesta mesma época engravidhei da minha primeira filha e no retorno da licença, fui convidada a trabalhar como Professor Mediador Escolar e Comunitário (PMEC - função extinta na Rede Estadual do Estado de São Paulo). Foi um período de grande aprendizagem, passei a enxergar os alunos com novos olhos, antes como professora, me interessava apenas pelo aprendizado, agora, eles eram seres humanos com pouca idade, porém com muita história de

vida, histórias de sofrimento e problemas inimagináveis, eu pensava: como um aluno assim consegue se concentrar em álgebra?

E nós, professores, cometemos a maior violência que poderíamos, sem ao menos tomar conhecimento a respeito ou perguntar qual a vontade do aluno, se ele deseja estar ali, impomos nossos saberes e expectativas sem, ao menos, pedir licença. Para Hammond e Bransford (2019), a cultura escolar pode ser desenvolvida de maneira saudável ou prejudicial e o que torna o trabalho docente eficaz é trabalhar as normas e valores adotados pela unidade escolar. Dessa forma, é importante respeitar quais valores são aceitáveis para a sociedade em que a escola está inserida e, principalmente, construir esse conjunto de normas e valores de forma participativa com toda a comunidade escolar.

2º Transformação: Casulo

Pouco tempo depois, engravidei da minha segunda filha, neste período ingressei como professora efetiva de Matemática na Rede Estadual de Ensino. Apesar de ser uma escola em uma região perigosa e de eu ter passado em uma boa classificação, escolhi a escola para trabalhar perto do meu pai, um dia, assim que saí de uma das salas o percebi na porta e ele me disse: “filha, não te vejo fazendo outra coisa”. Em pouco tempo engravidei do meu terceiro filho, primeiro menino.

Ao retornar da licença gestante, fui convidada a compor o Núcleo Pedagógico da Diretoria de Ensino da Região de São José dos Campos, como Professor Coordenador do Núcleo Pedagógico (PCNP - Função também extinta da Rede Estadual do Estado de São Paulo) passei cerca de dois anos nesta função. Lá aprendi muito sobre formação de professores, legislação e educação especial, o que me acendeu alguns sinais de alerta. Nesta época, meu filho com quase 2 anos ainda não falava e comecei a questionar algumas coisas, fui até a escola onde ele estudava e as professoras e equipe gestora disseram que cada um tem seu tempo e que eu estava me “preocupando à toa”. A pediatra que o acompanhava também acreditava que o desenvolvimento dele estava dentro do esperado, foi então que o levei até uma neuropediatria, ele foi diagnosticado com atraso na fala e permaneceria em investigação para autismo, devido a um conjunto de sinais que eu havia relatado.

Naquele momento passei por outra grande transformação profissional na minha vida, como pode um professor passar 4 horas todos os dias com uma criança e não perceber o seu desenvolvimento? Será que os professores compreendem o desenvolvimento infantil? Se sim, como as metas são traçadas? Como dizer que um aluno está atrasado ou não em seu desenvolvimento? Quais os fundamentos teóricos usar, teorias biológicas ou sociais? É

responsabilidade dos pais, muitas vezes leigos no assunto, ou da escola perceber esses atrasos? Quantas crianças apresentam dificuldades na aprendizagem por falta ou diagnósticos errados, atrasando o seu desenvolvimento? Quais os recursos nossas escolas oferecem para os estudantes com deficiência e/ou transtornos? Os alunos com deficiência ou transtornos deveriam permanecer em escolas regulares ou exclusivas? Onde estavam Piaget, Vygotsky, Perrenoud, Wallon? Essas perguntas não saiam da minha cabeça, estava focada no tratamento do meu filho, mas sabia que precisava contribuir de alguma forma para mudar essa realidade, decidi retornar para a minha escola de origem para ter mais tempo com a família. Porém, fui convidada a ser coordenadora dos anos iniciais de lá, aceitei e ali comecei a minha luta, mesmo que discreta em prol dos alunos da educação especial, descobri que na região, o número de alunos com deficiência e transtornos é elevado pois no início do bairro, um dos critérios utilizados pela prefeitura para ceder a moradia era que na família houvesse pessoas com deficiência. Além disso, o consumo de drogas e álcool é alto na região, ainda há um agravante, muitas adolescentes e mulheres acima dos 40 anos engravidam, elevando a possibilidade de gerarem crianças com deficiências.

Na época a escola oferecia sala de recursos para alunos deficientes auditivos (DA), comecei então pedir para a diretora da escola que solicitasse a sala de deficiente intelectual (DI) junto à diretoria de ensino, visto que tínhamos um número elevado de alunos público-alvo. Em 2020, meu filho com 4 anos, em meio a pandemia do COVID 19¹, engravidéi novamente, meu pai veio a falecer, vítima da pandemia e eu grávida novamente, de cinco meses da minha quarta filha. Próximo ao nascimento, saí da função de coordenadora dos anos iniciais e, ao retornar da licença maternidade, voltei como coordenadora dos anos finais, função em que fiquei por apenas 6 meses pois ingressei na vice direção desta mesma escola, pois havia passado no concurso de supervisor de ensino, muito bem classificada, porém não pude assumir o cargo pois não tinha o tempo de gestão estabelecido no edital então decidi que em um próximo concurso não enfrentaria este problema novamente. Por ter algum conhecimento pedagógico, na vice direção eu era responsável em acompanhar a área pedagógica e área da educação especial na escola.

Para Mantoan (2015), a inclusão escolar e a sua implementação, surpreendeu as escolas, porém, a inclusão não é algo passageiro e é necessário que os professores sejam formados em serviço para o ensino sem exceções ou exclusões.

¹ A Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou em março de 2020 que a que a COVID-19, uma infecção causada pelo coronavírus SARS-CoV-2, caracterizava uma pandemia. Esta declaração obrigou o isolamento populacional; o vírus deixou milhões de infectados e mais de 10 milhões registros de óbito de acordo com a OMS.

3º Transformação: Borboleta

No ano de 2023, uma colega professora, sabendo que gosto de me desenvolver profissionalmente e sempre falava em fazer um mestrado voltado para inclusão me falou sobre o Mestrado Profissional na UNITAU e como estava sendo transformador em sua vida. Ela me mandou o edital e me incentivou a me inscrever, como sempre foi meu sonho, mesmo sem condições de pagar, decidi me candidatar e foi uma das grandes decisões assertivas na minha vida, pois tenho vivido momentos profissionais de grande aprendizado.

No início deste ano, precisei assumir a direção da escola interinamente, mas por problemas pessoais e excesso de trabalho, trabalhando em escola particular e pública, solicitei o retorno para a sala de aula, muitos dos meus colegas ainda me falam: “Karen, sua fisionomia mudou”, alguns alunos me procuraram nessas primeiras semanas de retorno para dizer como estão aprendendo e que a Matemática “nem é tão difícil”, neste momento lembro das palavras do meu pai que me inspiram a continuar.

Hoje, apesar de não construir alicerces de grandes arranha-céus, me realizo percebendo “a construção” de pessoas. Ao invés de janelas, construímos caminhos. Gosto de abastecer meu carro em um posto, em que o frentista, meu ex-aluno faz questão de me atender e me contar suas conquistas, no mercadinho próximo à escola, meus alunos vêm me falar: “você foi minha professora”, não consigo imaginar um elogio maior, quando alguém te olha nos olhos e diz: “você foi minha professora”. Para mim, essa frase vem carregada de significado, naquele momento eu posso perceber que não participei da estrutura de prédios, mas ajudei a estruturar pessoas, pais, profissionais, talvez, realmente não usem a fórmula de Bhaskara, funções senoides ou cossenoides (motivos de muitas notas baixas), mas interagem ativamente no mundo.

APÊNDICE B – CARTÃO DE ATIVIDADES: ENCONTRO 1

CARTÃO DE ATIVIDADE 1

Em grupo:

Discutam sobre o que o grupo acredita que a Estatística estuda.

PRODUTO DO GRUPO

O repórter deverá socializar quais as percepções do grupo a respeito da estatística.

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

- ✓ Participação e envolvimento de todos no desenvolvimento da atividade;
- ✓ Todos os alunos do grupo compreendem as respostas apresentadas;
- ✓ Apresentação oral.

APÊNDICE C – CARTÃO DE ATIVIDADES: ENCONTRO 1

CARTÃO DE ATIVIDADE 2

Individualmente reflita e responda as questões:

- 1) Você já escutou a expressão: “Qual a probabilidade de acontecer...?”
 - 2) O que você entende por probabilidade?
 - 3) O que, na sua opinião, a probabilidade estuda?
 - 4) Em qual área podemos usar probabilidade?
 - 5) No seu dia a dia a probabilidade está presente?
-

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

- ✓ Participou da atividade, refletindo sobre o tema proposto;
- ✓ Responde as questões de forma coerente, contemplando suas percepções e conhecimentos;
- ✓ Explica e justifica suas respostas.

APÊNDICE D – CARTÃO DE ATIVIDADES: ENCONTRO 2

CARTÃO DE ATIVIDADE 1

Em grupo:

Discutam sobre quais temas poderiam ser estudados durante as aulas.

PRODUTO DO GRUPO

O repórter deverá socializar o tema escolhido pelo grupo, justificando a escolha.

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

- ✓ Participação e envolvimento de todos no desenvolvimento da atividade;
- ✓ Todos os alunos do grupo compreendem as respostas apresentadas;
- ✓ Apresentação oral.

APÊNDICE E – CARTÃO DE ATIVIDADES: ENCONTROS 3 E 4

CARTÃO DE ATIVIDADE 1

Em grupo:

- Pesquisem sobre o tema lixo eletrônico e como ele se relaciona com a matemática;
- Discutam sobre como esse tema se relaciona as ODS's.

PRODUTO DO GRUPO

O repórter deverá socializar quais as percepções do grupo a respeito do tema escolhido e como ele se relaciona à matemática, especialmente, à estatística.

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

- ✓ Participação e envolvimento de todos no desenvolvimento da atividade;
- ✓ Todos os alunos do grupo compreendem as respostas apresentadas;
- ✓ Apresentação oral.

APÊNDICE F – CARTÃO DE ATIVIDADES: ENCONTROS 5 E 6

CARTÃO DE ATIVIDADE 1

Em grupo:

- Selecione os dados mais importantes encontrados pelos grupos;
- Organizem os dados coletados na aula anterior;
- Discutam se há padrões nos dados encontrados e se é possível calcular a média relacionada aos dados coletados.

PRODUTO DO GRUPO

Confeccionar um cartaz organizando as informações coletadas e discussões do grupo.

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

- ✓ Participação e envolvimento de todos no desenvolvimento da atividade;
- ✓ Todos os alunos do grupo compreendem as respostas apresentadas;
- ✓ Apresentação oral.

APÊNDICE G – CARTÃO DE ATIVIDADES: ENCONTROS 7 E 8

CARTÃO DE ATIVIDADE 1

Em grupo:

- Pesquisem e selezionem dados sobre o descarte irregular de materiais eletrônicos em rios e córregos;
- Discutam sobre os impactos ambientais e sociais causados por esse tipo de poluição;
- Desenvolvam diferentes estratégias para calcular o volume de água contaminada por materiais eletrônicos.
- Verifiquem se é possível utilizar este cálculo em diferentes situações.

PRODUTO DO GRUPO

Confeccionar um cartaz organizando as informações coletadas, cálculos e discussões do grupo.

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

- ✓ Participação e envolvimento de todos no desenvolvimento da atividade;
- ✓ Todos os alunos do grupo compreendem as respostas apresentadas;
- ✓ Apresentação oral.

APÊNDICE H – REGISTRO FOTOGRÁFICO DO TRABALHO EM GRUPO E OBSERVAÇÃO DOCENTE

Imagen 1: Disposição do material necessário para desenvolvimento das atividades.



Fonte: Arquivos do pesquisador

Imagen 2: O trabalho em grupo.



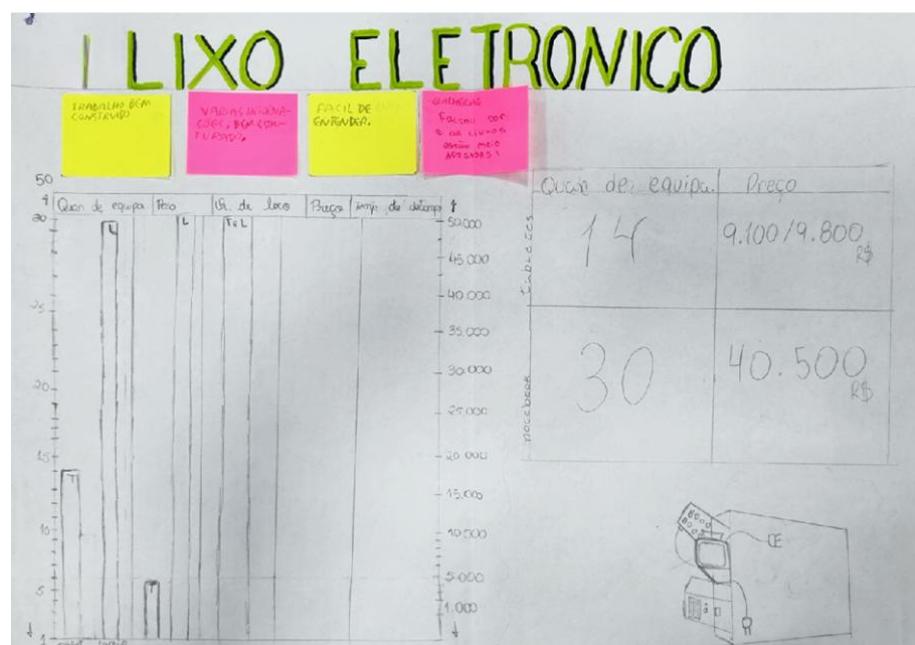
Fonte: Arquivos do pesquisador

Imagen 3: Registro no diário de campo



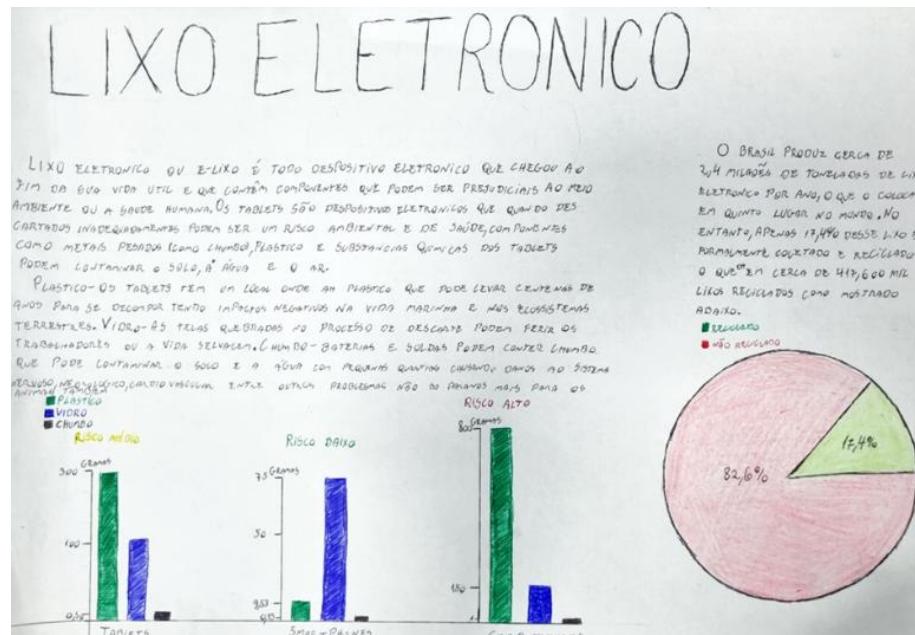
Fonte: Arquivos do pesquisador

Imagen 4: Atividade dos estudantes



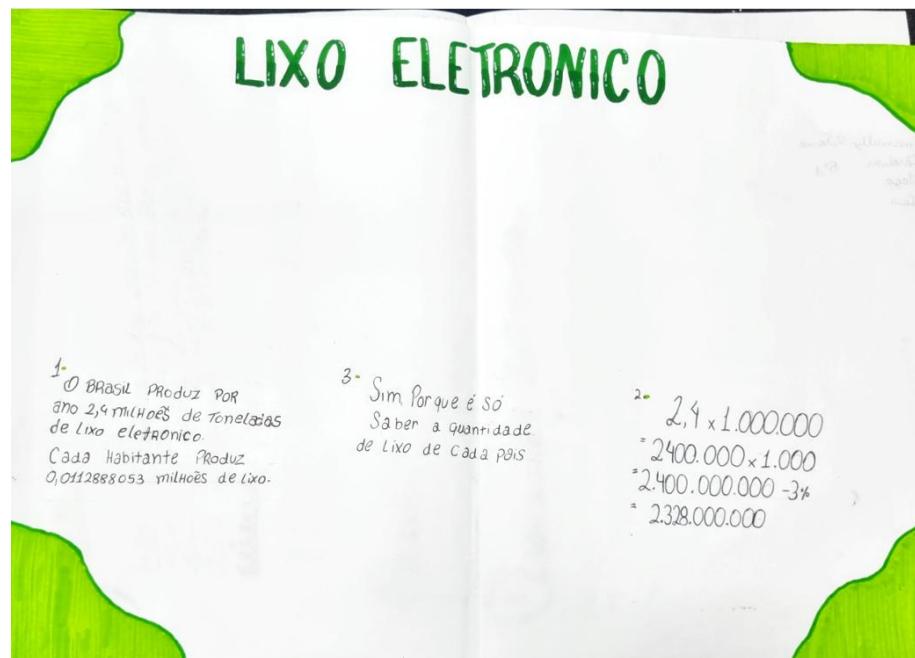
Fonte: Arquivos do pesquisador

Imagen 5: Atividade dos estudantes



Fonte: Arquivos do pesquisador

Imagen 6: Atividade dos estudantes



Fonte: Arquivos do pesquisador

CÓDIGO DE CONDUTA PARA USO ÉTICO DE IAG

Relatório Sintético sobre o Uso de Ferramentas de Inteligência Artificial na Pesquisa

Título do Trabalho: Modelagem Matemática e o Trabalho em Grupo: Uma estratégia de ensino equitativo na Matemática para o Ensino Fundamental

Pesquisador(a) responsável: Karen Costa Machado de Alencar

Orientador(a): Cleusa Vieira da Costa

Data de conclusão: 22/09/2025

1. Ferramentas Utilizadas

Ferramenta	Versão	Desenvolvedor	Função na Pesquisa
ChatGPT	GPT-5 (2025)	OpenAI	Apoio à revisão textual e sugestões de estruturação do texto acadêmico.
Canva	Web 2025	Canva Pty Ltd	Criação de tabelas e figuras.

2. Objetivo e Escopo de Uso

O uso das ferramentas de IA foi restrito às seguintes finalidades:

- **ChatGPT:** reescrita e reorganização de trechos do texto para maior clareza e adequação à norma culta; proposição de possíveis perguntas abertas para entrevistas; não foi utilizada para geração automática de conteúdo teórico inédito.
- **Canva:** elaboração de elementos gráficos de caráter ilustrativo, sem interferir no conteúdo científico.

3. Limitações Observadas

- **ChatGPT:** tendência a apresentar informações genéricas ou desatualizadas quando não orientado com prompts específicos; necessidade de verificação rigorosa de todas as referências e conceitos.
- **Canva:** limitações no alinhamento a padrões de acessibilidade digital e exigência de adaptação dos infográficos para adequação às normas da ABNT.

4. Cuidados e Validação

- Todas as saídas geradas por IA foram **submetidas à análise crítica** pela pesquisadora e **validadas pelo(a) orientador(a)**.
- Nenhum dado sensível ou identificação de participantes foi inserido em plataformas que não garantam proteção e confidencialidade, em conformidade com a Resolução nº 510/2016 do CNS.
- As referências, citações e dados oriundos de IA foram **devidamente revisados e reformatados** para atender às normas da ABNT NBR 10520:2023 e NBR 6023:2023.

5. Impactos nos Resultados

O uso das ferramentas de IA contribuiu para:

- Maior eficiência na revisão textual e padronização da escrita;
- Agilidade na categorização inicial dos dados qualitativos;
- Melhoria na apresentação visual dos resultados.

Não houve impacto no conteúdo conceitual ou nas interpretações analíticas, sendo as decisões teóricas e metodológicas integralmente tomadas pelo(a) pesquisador(a).