



INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS, *CAMPUS SABARÁ*
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

PAULIANA DUARTE MOREIRA ALVES

**SABARAÇÃO: prática de Modelagem Matemática com estudantes do 9º ano, de
uma escola pública de Sabará, após visita ao aterro sanitário da cidade**

Sabará

2024

Pauliana Duarte Moreira Alves

SABARAÇÃO: prática de Modelagem Matemática com estudantes do 9º ano, de uma escola pública de Sabará, após visita ao aterro sanitário da cidade

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Especialização em Educação Matemática, ofertado pelo *Campus Sabará* do Instituto Federal de Minas Gerais, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Especialista em Educação Matemática.

Orientadora: Daila Silva Seabra de Moura
Fonseca

Coorientadora: Débora Silva Veloso
Rocha

Sabará

2024

Alves, Pauliana Duarte Moreira

A474e

Sabaração: prática de modelagem matemática com estudantes do 9º ano, de uma escola pública de Sabará, após visita ao aterro sanitário da cidade [manuscrito]. / Pauliana Duarte Moreira Alves. - 2024.

64 f. : il.

Orientadora: Profa. Me. Daila Silva Seabra de Moura Fonseca.

Coorientadora: Profa. Me. Débora Silva Veloso Rocha

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Educação Matemática) – Instituto Federal de Minas Gerais, *Campus Sabará*.

1. Matemática – Estudo e ensino. – Monografia. 2. Modelos matemáticos. – Monografia. 3. Matemática – Métodos de simulação. – Monografia. 4. Matemática – Modelagem. – Monografia. 5. Ensino Fundamental - Ensino de matemática – Monografia. I. Fonseca, Daila Silva Seabra de Moura. II. Rocha, Débora Silva Veloso. III. Instituto Federal de Minas Gerais, *Campus Sabará*. Especialização em Educação Matemática. IV. Título. .

CDU 371.3

César dos Santos Moreira / CRB6-2229

Biblioteca do IFMG *Campus Sabará*

**ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE PAULIANA DUARTE MOREIRA ALVES,
DISCENTE DA ESPECIALIZAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS - CAMPUS SABARÁ**

No dia 27 do mês de setembro do ano de 2024, às 17h horas, os professores: Daila Silva Seabra de Moura Fonseca; Débora Silva Veloso Rocha; Márcio Augusto Gama Ricaldoni; e Célio Roberto Melillo compareceram para defesa pública do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado **SABARAÇÃO: prática de modelagem matemática com estudantes do 9º ano, de uma escola pública de Sabará, após visita ao aterro sanitário da cidade**, requisito obrigatório para a obtenção do título de Especialista em Educação Matemática. Após a apresentação e as observações dos membros da banca avaliadora, ficou definido que o trabalho foi considerado:

(X) Aprovado

() Reprovado

O resultado final foi comunicado publicamente à candidata pela Professora Orientadora. Nada mais havendo a tratar, a Professora Orientadora encerrou a reunião e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da banca avaliadora.

Observações: _____

Daila Moura Fonseca
Profa. Ma. Daila Silva Seabra de Moura Fonseca
Orientadora

Débora Silva Veloso Rocha
Profa. Ma. Débora Silva Veloso Rocha
Coorientadora

Márcio Augusto Gama Ricaldoni
Prof. Me. Márcio Augusto Gama Ricaldoni
Membro interno

Célio Roberto Melillo
Prof. Dr. Célio Roberto Melillo
Membro externo

Dedico este trabalho aos meus alunos participantes desta pesquisa e a toda a equipe da escola, que tornou sua realização possível.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por todas as bênçãos recebidas e por estar ao meu lado em todos os momentos da minha vida.

Agradeço aos meus pais, Paulo e Ana, pelo amor incondicional e pela dedicação.

Ao meu marido, Adair, meu companheiro em todas as horas, e às minhas amadas filhas, Maria Paula e Ana Luísa, pelo apoio e incentivo constantes.

Aos colegas Giuliano, Sérgio e Vivian, que me acompanharam nesta especialização, compartilhando aprendizagens, conquistas, escutas atentas, histórias, “causos” e lanches saborosos.

Agradeço ao Professor Doutor Dionísio Burak pela honra de conhecê-lo e pelas valiosas contribuições a este trabalho.

Aos professores da Especialização em Educação Matemática do *Campus* Sabará do Instituto Federal de Minas Gerais: Solange, Ricardo, Melissa e em especial ao professor Márcio que contribuiu para o aperfeiçoamento deste trabalho.

Agradeço também à Débora, como coorientadora, pelas revisões atentas, e, em especial, à Daila, por sua dedicação durante esses meses de estudo, por acreditar em mim e por apoiar-me quando me faltavam forças. Graças a vocês iniciei o Mestrado em Educação Matemática pela Universidade Federal de Ouro Preto.

Ao revisor de texto deste trabalho, Marcos Vinícius Galvão.

Por fim, mas não menos importante, agradeço ao Professor Doutor Célio Melillo pelas palestras inspiradoras que me motivaram a seguir nesta linha de pesquisa, por aceitar participar da banca e pelas valiosas contribuições.

Muito obrigada a todos!

RESUMO

A presente pesquisa teve por objetivo principal investigar as possíveis contribuições da Modelagem Matemática para o aprendizado de conteúdos matemáticos pelos alunos do 9º ano do Ensino Fundamental, a partir de uma visita ao aterro sanitário da cidade de Sabará, em Minas Gerais. O referencial teórico central é fundamentado na Modelagem Matemática segundo Burak e suas etapas. A metodologia inicia com uma análise teórico-bibliográfica do tema, seguida pela realização de sessões de trabalho em grupo, nas quais os alunos elaboraram e resolveram problemas matemáticos que foram produzidos a partir da visita ao aterro sanitário da cidade. Alguns dados para a realização das atividades foram previamente coletados pelos estudantes durante a visita ao aterro e outros foram coletados por meio de pesquisa na *internet*. As atividades foram realizadas em sala e em encontros individualizados com os grupos, seguindo as etapas definidas por Burak. Ao final do processo, foi aplicado um questionário semiestruturado aos participantes, para aferir as impressões dos alunos em relação à atividade proposta. Os dados coletados, juntamente com as análises realizadas, evidenciam a relevância da Modelagem Matemática no processo de ensino-aprendizagem, tornando o ensino da Matemática mais interessante e conectado com a realidade, contribuindo para uma formação crítica e consciente dos alunos. A experiência prática foi bem recebida pelos estudantes, que mostraram interesse em atividades semelhantes. Além disso, a atividade também promoveu a conscientização ambiental e desenvolveu habilidades críticas e práticas em matemática.

Palavras-chave: Educação Matemática. Modelagem Matemática. Ensino Fundamental.

ABSTRACT

This research's main objective was to investigate the possible contributions of Mathematical Modeling to the learning of mathematical content by 9th grade students, based on a visit to the landfill in the city of Sabará. The central theoretical framework is based on Mathematical Modeling according to Burak and its stages. The methodology begins with a theoretical and bibliographical analysis of the topic, followed by group work sessions in which the students developed and solved mathematical problems that were produced from a visit to the landfill in the city of Sabará. Some of the data used to carry out the activities had been previously collected by the students during their visit to the landfill and others had been gathered through internet research. The activities were conducted in class and in individual meetings with the groups, following the stages defined by Burak. At the end of the process, a semi-structured questionnaire was administered to the participants to gauge their impressions of the proposed activity. The data collected, along with the analyses carried out, highlight the relevance of Mathematical Modeling in the teaching-learning process, making the teaching of Mathematics more interesting and connected to reality, contributing towards a critical and conscious education of the students. The practical experience was well received by the students, who showed interest in similar activities. The activity also promoted environmental awareness and developed critical and practical math skills.

Keywords: Mathematics Education. Mathematical Modeling. Elementary School.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cálculo da quantidade de gatos em um ano	38
Figura 2 - Trabalho entregue pelo Grupo 1	39
Figura 3 - Último cálculo apresentado sobre a quantidade total de gatos	40
Figura 4 - Slides com soluções para gatos abandonados	41
Figura 5 - Slides com os cálculos realizados com o valor total a ser arrecadado em diferentes situações	43
Figura 6 - Slides com o valor arrecadado e a quantidade de toneladas de resíduos, em relação à quantidade de dias	43
Figura 7 - Relatório final do Grupo 2	45
Figura 8 - Respostas à questão 1 do questionário	48
Figura 9 - Respostas à questão 2 do questionário	48
Figura 10 - Respostas à questão 4 do questionário	49
Figura 11 - Resposta da estudante Maya à questão 5.....	49
Figura 12 - Resposta do estudante Cristiano Ronaldo às questões 7 e 8	50
Figura 13 - Resposta do estudante Victor Bacai às questões 7 e 8	51
Figura 14 - Resposta da estudante Eloá às questões 7 e 8	52
Figura 15 - Resposta do estudante Marx às questões 7 e 8	53
Figura 16 - Quantitativo de respostas à questão 3 do questionário	54
Quadro 1 - Quadro comparativo dos resíduos sólidos	17
Gráfico 1 - Gráfico apresentado sobre a quantidade total de gatos	40

LISTA DE SIGLAS

ABREMA	Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CEP	Comitê de Ética de Pesquisa
CTR	Central de Tratamento de Resíduos Sólidos
IAS	Instituto de Água e Saneamento
IFMG	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais
Inep	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
ONG	Organização não governamental
PISA	Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes
SAEB	Sistema de Avaliação da Educação Básica
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Justificativa	11
1.2 Objetivos	15
1.3 Estrutura	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 Modelagem Matemática na Educação Matemática	20
2.2 Modelagem Matemática no Contexto Escolar	23
3. METODOLOGIA.....	27
3.1 Local, nível de ensino e duração do desenvolvimento da pesquisa.....	27
3.2 Participantes	28
3.3 Coleta de dados	29
3.4 Realização e análise da atividade	29
4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DAS ATIVIDADES	31
4.1 Primeiro encontro	31
4.2 Segundo encontro	33
4.3 Demais encontros de orientação	35
4.4 Apresentação dos trabalhos.....	36
4.4.1 Grupo 1: a quantidade de gatinhos.....	37
4.4.2 Grupo 2: Valor arrecadado pelo aterro devido o descarte de resíduos	42
4.5 Aplicação do questionário semiestruturado	47
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
REFERÊNCIAS	57
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO SOBRE A PRÁTICA DE MODELAGEM MATEMÁTICA APÓS VISITA AO ATERRO SANITÁRIO DE SABARÁ	61

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

Desde 2000, tenho atuado¹ como professora de matemática na Rede Pública de Sabará, em Minas Gerais. Ao longo desses anos, observei que os estudantes percebem o ensino da matemática como algo distante de suas realidades, o que os leva a evitar a continuidade de estudos ou a escolha de profissões que exigem o uso constante do conhecimento matemático. Muitos chegam a desenvolver uma aversão a essa disciplina.

Em minhas pesquisas e leituras na área da Educação Matemática, pude observar que esse é um problema que permeia o ensino e a aprendizagem da Matemática desde o século passado. Em 1989, Beatriz Silva D’Ambrosio abordou sobre a necessidade de renovação no ensino da matemática, destacando a importância de transformar as concepções, tanto dos alunos quanto dos professores, sobre a natureza dessa disciplina (D’Ambrósio, 1989).

Nessa mesma linha de raciocínio, D’Ambrósio (1989) discute as práticas educacionais nas quais os estudantes acreditam que aprender matemática se resume ao acúmulo de fórmulas e algoritmos. Nesse tipo de prática os estudantes são submetidos a seguir e aplicar regras transmitidas pelo professor. Esse modelo de ensino, centrado em regras, memorização e resolução de exercícios repetitivos, baseia-se predominantemente na explicação do professor, em alguns exemplos práticos e em uma longa lista de exercícios, por vezes, repetitivos. Nesse sentido, embora datadas do final da década de 80, é possível notar que as considerações dessa autora são relevantes e destacam problemas que perduram até os dias atuais.

Para além das pesquisas e discussões teórico-bibliográficas, o ensino de matemática também pode ser analisado a partir de alguns dados de avaliações externas. No Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes (PISA) de 2022, por exemplo, 73% dos estudantes brasileiros apresentaram baixo desempenho em Matemática (Brasil, 2023). Da mesma forma, o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB)², demonstrou uma queda de desempenho entre as edições de 2019

¹ Parte deste capítulo será escrito em primeira pessoa do singular por se tratar de considerações que não foram realizadas entre pós-graduanda e orientadoras.

² Resultados — Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira | Inep.

e 2021, destacando uma piora no aprendizado dos estudantes brasileiros (Inoue; Bernardes, 2022).

Diante desses resultados insatisfatórios, educadores e pesquisadores do Brasil têm buscado alternativas metodológicas para superar essa situação. Essa preocupação também está presente nos documentos oficiais do Ministério da Educação (MEC) e das Secretarias Estaduais. Em 2017, o Ministério da Educação publicou a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), apontando alguns caminhos para o ensino de Matemática. Em 2018, o Currículo Mineiro de Educação foi elaborado considerando a BNCC, com a participação de profissionais da Educação do Estado e a partir da realização de uma consulta pública.

Nos meus anos de prática, pude observar o que foi exposto anteriormente. Na busca por transformar a realidade vivenciada no ensino básico, surgiram muitas indagações sobre os caminhos que um professor pode seguir para melhorar sua prática em sala de aula. Refletir sobre como o conhecimento pode transcender as fronteiras da sala de aula e conferir sentido e valor aos conteúdos matemáticos, tornou-se fundamental. Essa reflexão foi a principal razão para o meu interesse em buscar a Especialização em Educação Matemática oferecida pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG), no *Campus* Sabará.

Durante a especialização, tive contato com várias tendências da área da Educação Matemática, dentre as quais a Modelagem Matemática foi a que mais me chamou a atenção. Essa abordagem se mostrou uma alternativa para conectar os conteúdos matemáticos à realidade dos estudantes, permitindo-os explorar situações concretas. Ao contextualizar o aprendizado, a Modelagem Matemática envolve os alunos em questões relevantes e demonstra como essa disciplina pode ser aplicada na solução de problemas reais.

Um desses problemas está relacionado à crescente preocupação ambiental presente na sociedade moderna. A questão ambiental requer discussões sobre a preservação dos recursos naturais, o consumo responsável e a gestão adequada de resíduos. Nesse sentido, a Matemática pode fornecer ferramentas e exercer papel fundamental nas discussões e buscas por soluções sustentáveis.

Nesse contexto, por exemplo, é urgente o debate sobre o descarte

inadequado³ de resíduos sólidos⁴ nos municípios brasileiros. Sobre isso, Costa *et al* (2017) indica que

É urgente propiciar meios para a mudança de valores e hábitos, pois é evidente que padrões de produção e consumo mais sustentáveis, bem como o gerenciamento adequado dos resíduos, podem significar a elevação da qualidade socioambiental (Costa *et al.*, 2017, p. 106).

Diante da urgência e da importância do tema, a preocupação ambiental sempre fez parte da minha vida. Crescendo em Bom Jesus do Amparo, também em Minas Gerais, testemunhei a transportação do lixo⁵ em caminhões com caçamba aberta até o lixão municipal, algo que sempre me incomodou. Com o passar dos anos essa situação do transporte do lixo melhorou, quando 72%⁶ da população passou a ser atendida com coleta de resíduos domiciliares em caminhões apropriados, como mostram os dados do Instituto Água e Saneamento (IAS) (Instituto Água e Saneamento, 2024).

No entanto, apesar dos avanços no transporte de resíduos em minha cidade natal, a preocupação com a gestão de lixo permanece, especialmente em Sabará, onde resido há 24 anos. A cidade abriga um aterro sanitário⁷ que recebe resíduos não apenas da própria cidade, mas também de outros 24 municípios vizinhos, inclusive de Bom Jesus do Amparo.

Diante do exposto, vi a necessidade de levar para a sala de aula de uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública do município de Sabará, na qual frequentemente atuo, a discussão sobre questões ambientais relacionadas à Matemática. Assim surgiu o projeto *Sabaração* – junção do nome “Sabará” com a palavra “ação” –, sugerindo a ideia de agir para contribuir com a construção de conhecimentos matemáticos em contextos reais, além de despertar a conscientização sobre a importância do descarte correto de resíduos.

³ Caracterizado pelo depósito em locais impróprios sem tratamento adequado, como lixões a céu aberto.

⁴ “Resíduos sólidos são resíduos no estado sólido e semissólido que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola e de serviços de varrição” (ABNT, 2024, p. 1).

⁵ O termo “lixo” provém do latim *lix* que significa cinzas ou lixívia ou do verbo *lixare*, que significa polir, desbastar, arrancar o supérfluo (Rodrigues; Cavinatto, 2003). Já a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2024) define lixo como “os restos das atividades humanas”, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis, podendo-se apresentar no estado sólido, semissólido ou líquido, desde que não seja passível de tratamento convencional.

⁶ Dado recolhido na data de 18 de setembro de 2024.

⁷ Local onde o lixo é enterrado de maneira controlada para evitar a contaminação do solo e da água.

Para proporcionar aos meus alunos a experiência de uma atividade prática e concreta e estimular a reflexão sobre a preservação ambiental, aproveitei a visita ao aterro sanitário da cidade, uma atividade regularmente promovida pela escola. Durante essa visita, os alunos coletaram dados relevantes, que posteriormente foram utilizados nas nossas aulas, integrando uma situação real aos conteúdos matemáticos.

Nesse contexto, o projeto *Sabaração* tornou-se uma oportunidade de levar a discussão ambiental para a sala de aula, embora tal assunto não seja o foco principal da presente pesquisa. Além disso, percebi a Modelagem Matemática como uma importante aliada no desenvolvimento do trabalho com os estudantes, a fim de que eles se envolvessem na resolução de problemas concretos e utilizassem dados reais relacionados ao gerenciamento de resíduos sólidos.

Com essa abordagem, percebi a possibilidade da Matemática se conectar diretamente à realidade cotidiana dos estudantes, tornando o aprendizado mais relevante e engajador. Nesse sentido, Ferreira e Wodewotzki (2005) reforçam a importância dessa conexão ao afirmarem que a junção da Matemática com questões ambientais não apenas desperta maior interesse dos alunos pela disciplina, mas também contribui para formar cidadãos mais conscientes, responsáveis e críticos em relação às problemáticas ambientais.

Assim, a Modelagem Matemática se revela como uma possível ferramenta educativa para aproximar a Matemática da realidade dos alunos, podendo contribuir tanto para o desenvolvimento de habilidades matemáticas quanto para a conscientização e a busca de soluções para questões ambientais locais e globais. Após refletir sobre a prática docente, e na busca por novas abordagens que contribuam para uma formação mais abrangente dos estudantes, formulamos, para este trabalho, a seguinte questão de investigação: *A Modelagem Matemática pode contribuir para a aprendizagem de conteúdos matemáticos por educandos do 9º ano, a partir de uma visita ao aterro sanitário de Sabará?*

1.2 Objetivos

O objetivo geral desta pesquisa é investigar possíveis contribuições da Modelagem Matemática ao aprendizado de conteúdos matemáticos dos educandos do 9º ano do Ensino Fundamental, a partir de uma visita ao aterro sanitário da cidade de Sabará.

Nossos objetivos específicos são:

- explorar a interlocução entre conteúdos matemáticos e o contexto estudado ao elaborar e resolver problemas a partir de dados coletados;
- descrever as motivações dos estudantes para o desenvolvimento de conteúdos matemáticos por meio da atividade de modelagem; e
- analisar a importância da Modelagem Matemática para a aprendizagem de conteúdos matemáticos.

1.3 Estrutura

O presente trabalho está estruturado em cinco tópicos, incluindo esta introdução, que descrevem o desenvolvimento da nossa pesquisa.

No tópico 2, discutiremos o referencial teórico, com uma breve reflexão sobre a importância das questões ambientais e sua relação com a matemática. Também apresentaremos a Modelagem Matemática na Educação Matemática e sua presença na BNCC.

Já no tópico 3, detalharemos a metodologia da pesquisa, incluindo o local de realização, o nível de ensino envolvido, a duração, os participantes, o processo de coleta de dados e a análise das atividades.

No tópico 4, descreveremos em detalhes a execução da atividade, abordando os encontros realizados, a análise dos dados coletados e a apresentação dos trabalhos dos grupos " Grupo 1: a quantidade de gatinhos" e "Grupo 2: Valor arrecadado pelo aterro devido o descarte de resíduos". Além disso, analisaremos a aplicação do questionário semiestruturado.

Por fim, no tópico 5, traremos nossas conclusões sobre a pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, apresentaremos os pressupostos teóricos que foram utilizados para fundamentar a atividade prática e a análise de dados de nossa pesquisa.

Primeiramente, traremos um breve levantamento sobre a importância de se discutir questões ambientais. Em seguida, apresentaremos uma revisão teórico-bibliográfica sobre a Modelagem Matemática na Educação Matemática⁸ e sua integração no contexto escolar. Por fim, exploraremos como a Modelagem Matemática promove habilidades de pensamento crítico e suas implicações para o ensino da Matemática.

A problemática ambiental tem sido uma preocupação crescente na sociedade contemporânea. O crescimento populacional, o avanço industrial, o desrespeito e o egoísmo humano têm transformado e degradado o meio ambiente, tornando-se essencial realizar discussões relacionadas à conservação dos recursos naturais, à conscientização sobre o consumo, e ao descarte adequado de resíduos.

A questão do descarte inadequado de lixo exemplifica essa realidade crítica. De acordo com dados da Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABREMA)⁹, o Brasil gerou, em 2023, 77,1 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos, o que equivale a mais de 211 mil toneladas por dia. Cada brasileiro produziu, em média, 380 kg de resíduos por ano. A região Sudeste foi responsável por cerca de 50% da geração total, com 104 mil toneladas diárias.

Contudo, o volume de resíduos produzidos é apenas parte do desafio. O maior problema está na forma inadequada de descarte, que intensifica os danos ambientais. Os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)¹⁰, em relação ao ano de 2021, revelam disparidades significativas na gestão de resíduos sólidos no Brasil, com destaque para a região Sudeste, incluindo e o

⁸ Para fins de facilitação e simplificação de escrita e leitura, abordaremos o termo “Modelagem Matemática na Educação Matemática”, apenas como “Modelagem Matemática”.

⁹ A ABREMA é a entidade resultante da unificação de quatro organizações que anteriormente representavam empresas da cadeia de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos no Brasil – Abetre, Abrelpe, Selur e Selurb – com o objetivo de fortalecer a representação do setor em uma única entidade. (ABREMA, 2024). Disponível em: <https://www.abrema.org.br/quem-somos/>. Acesso em: 27 ago. 2023.

¹⁰ Um sistema que coleta dados sobre serviços de saneamento básico no Brasil. Disponível em: http://appsniis.mdr.gov.br/indicadores-hmg/web/residuos_solidos/mapa-indicadores. Acesso em: 27 ago. 2023.

estado de Minas Gerais. O quadro comparativo a seguir ilustra essas variações, analisando dados de diferentes localidades. Ele indica a massa total de resíduos sólidos coletados por habitante, por dia (kg/hab/ano), refletindo a quantidade de lixo gerada, e apresenta a massa recuperada (kg/hab/ano), que revela o volume de resíduos reciclados ou reaproveitados anualmente por habitante. A taxa de recuperação (%) foi calculada dividindo-se a massa recuperada (kg/hab/ano) pela massa coletada total, e multiplicando o resultado encontrado nessa divisão por 100, demonstrando a eficiência do sistema de reciclagem em cada localidade.

Quadro 1 - Quadro comparativo dos resíduos sólidos

Localidade	Massa Coletada (kg/hab/ano)	Massa Recuperada (kg/hab/ano)	Taxa de Recuperação (%)
Brasil	351,48	8,26	2,35
Sudeste	344,32	6,37	1,85
Minas Gerais	297,06	8,11	2,73
Bom Jesus do Amparo	298,30	12,35	4,14
Sabará	418,18	0,92	0,22

Fonte: Elaborado pelas autoras com dados de SNIS, 2024.

O quadro apresenta uma realidade preocupante, na qual observamos que, em todas as áreas apresentadas, a taxa de recuperação dos resíduos sólidos não ultrapassa 5%. Neste ponto, destacamos nossa insatisfação ao lembrar que consideramos “lixo” apenas os resíduos que não podem ser reaproveitados. O restante é resíduo que, com gestão e destinação adequadas, pode ser reciclado ou reaproveitado. Como exemplos desses resíduos temos o plástico, que pode ser reciclado, os rejeitos orgânicos, que podem ser transformados em composteiras e adubos, o vidro que pode ser reaproveitado, entre outros. Assim, observamos na tabela que, no Brasil, e, mais precisamente, nas regiões apontadas, a taxa de resíduos descartada como lixo é maior do que 90% do total produzido por habitante por ano.

Nesse sentido, entramos numa esfera problemática, pois os resíduos descartados e considerados “lixo” geram um acúmulo e um volume de descarte, que é depositado nos aterros sanitários e nos chamados lixões. Nos aterros sanitários, existe um tratamento adequado para o lixo, pois há monitoramento para a proteção mínima do meio ambiente e da saúde pública. Já nos lixões, os impactos ambientais são mais notórios. Mais especificamente, destacamos a contaminação do solo e possível comprometimento de lençóis freáticos, podendo afetar a qualidade da água e, conseqüentemente, a vida humana e animal.

Além disso, enfrentamos problemas relativos aos aterros e aos lixões que dizem respeito à demanda de grande extensão territorial para suas instalações. Nessa perspectiva, vale destacar que o solo da área ocupada pelos aterros e pelos lixões ficam poluídos e inférteis. Outras questões problemáticas nessas áreas são relativas à poluição do ar, presença de animais como ratos e moscas, que podem propagar doenças, além do custo para sua implementação e manutenção adequada, que minimizem os riscos apontados. Nesse caso, os aterros sanitários, por terem melhor estrutura e gestão dos resíduos, têm o custo mais elevado quando comparados aos lixões.

Diante dessa realidade, não restam dúvidas de que a gestão dos resíduos sólidos merece uma atenção especial e a reeducação de todos, no sentido da conscientização da existência do problema e de que sua solução depende da mudança de nossas atitudes com relação ao descarte desses resíduos.

Sobre isso, a educação ambiental se revela uma forte aliada na busca por soluções. Como declarado por Audrey Azoulay (2019), diretora-geral da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), “[...] a educação pode ser uma ferramenta poderosa para transformar nossa relação com a natureza. Devemos investir neste campo para preservar o planeta [...]” (Azoulay, 2019).

Entrando na esfera do poder público, em resposta aos desafios ambientais, o governo brasileiro tem implementado políticas públicas focadas nessa área, como a Política Nacional de Educação Ambiental (Brasil, 1999) e a Lei de Resíduos Sólidos (Brasil, 2010). Essas iniciativas visam fomentar a construção de valores e conhecimentos voltados para a conservação e a sustentabilidade.

A Política Nacional de Educação Ambiental, instituída em 1999, define que:

Art. 1º Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.

Art. 2º A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal (Brasil, Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999).

Já, em 2010, foi implementada a Lei nº 12.305, para a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Conforme seu artigo primeiro, essa lei dispõe sobre:

[...] seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (Brasil, Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010).

De acordo com Colagrande e Farias (2021), a educação e a urbanidade podem influenciar positivamente a preocupação ambiental local. Assim, é de suma importância promover a educação no ambiente escolar sobre o descarte correto de resíduos sólidos na tentativa de despertar a consciência ambiental dos estudantes.

Com esse foco na educação, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) também reconhece a importância de desenvolver competências voltadas para a consciência ambiental e o consumo responsável, como as descritas a seguir:

7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.

[...]

10. Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários. (Brasil, 2018, p. 9).

A partir de tais informações, percebe-se que a BNCC busca fornecer uma base sólida para a Educação Básica, promovendo competências que contribuem para que os alunos possam lidar com os desafios do mundo atual e agir de maneira ética e responsável, contribuindo para um futuro melhor para todos. Isso está em sintonia com a compreensão de que

“o conhecimento matemático é necessário para todos os alunos da Educação Básica, seja por sua grande aplicação na sociedade contemporânea, seja pelas suas potencialidades na formação de cidadãos críticos, cientes de suas responsabilidades sociais” (Brasil, 2018, p. 265).

Além disso, a área da Matemática 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” (Brasil, 2018, p. 265). Sugere-se que a verificação das conjecturas seja estimulada no final do Ensino Fundamental, o que significa incentivar os estudantes a não apenas formular ideias ou soluções hipotéticas, mas também a testá-las em situações reais. Isso ajuda a desenvolver suas habilidades de resolução de problemas e a compreensão mais profunda dos conceitos matemáticos.

A seguir, traremos um levantamento teórico sobre a Modelagem Matemática na Educação Matemática. Alinhar a sensibilização ambiental à Modelagem Matemática se revela como uma possibilidade de abordagem educativa capaz de aproximar a matemática da realidade dos alunos, transformando não apenas sua percepção sobre a disciplina, mas também contribuindo para a formação de cidadãos mais conscientes e engajados com as questões ambientais.

2.1 Modelagem Matemática na Educação Matemática

Os estudantes frequentemente percebem a Matemática como uma obrigação escolar que parece distante de suas realidades cotidianas e desconectada do contexto social. Essa visão gera indagações como “Por que devo aprender isso?” ou “Onde vou usar isso na minha vida?”, muitas vezes vistas como indelicadas pelos professores, embora revelem uma angústia real.

Esse tipo de dúvida sobre o conteúdo é apresentado em Ferreira e Franchi (2013), que apontam como a valorização da memorização e das técnicas de resolução de exercícios, focadas no cumprimento do programa escolar, levam os alunos a questionarem a utilidade dos conceitos matemáticos.

Essa percepção de que a Matemática está distante da realidade dos alunos, muitas vezes, é um resultado de os professores continuarem a trabalhar de maneira tradicional. Conforme Magnus (2023), tal abordagem acaba desmotivando os estudantes, que diante da mecanização e memorização, perdem o interesse pela

aprendizagem. A resolução de problemas baseada apenas na aplicação de fórmulas matemáticas desprovidas de contexto torna o ensino pouco envolvente e distante de suas realidades.

D'Ambrosio (1996) já havia apontado que a dificuldade de motivar os alunos decorre do fato de que a Matemática ensinada nas escolas foi desenvolvida para resolver problemas de uma realidade e necessidades que estão muito distantes das vivências contemporâneas dos estudantes. Para o autor, "do ponto de vista de motivação contextualizada, a matemática que se ensina nas escolas é morta. Poderia ser tratada como um fato histórico" (D'Ambrósio, 1996, p. 31). Muitas vezes, essa desconexão surge da visão predominante da Matemática como um conjunto de fórmulas, regras e algoritmos desvinculados da realidade.

A Modelagem Matemática no contexto da Educação Básica, conforme estabelecido pela Lei 9.394/96, teve início na década de 1980 com projetos desenvolvidos em Programas de Mestrado, que buscavam aprimorar a qualidade do ensino. Após o fracasso da Matemática Moderna e o surgimento da Educação Matemática, ocorreram avanços em diversas áreas do conhecimento na educação, culminando em novas tendências no ensino de Matemática na Educação Básica. Entre essas tendências, a Modelagem Matemática ganhou destaque e, ao longo dos anos, vem sendo pesquisada e aplicada nas salas de aula da Educação Básica.

Existem múltiplas concepções sobre a Modelagem Matemática e várias delas mostram a importância dessa abordagem. Fiorentini (1995) destaca a Modelagem Matemática como um método de ensino que abrange a pesquisa e o estudo de problemas relacionados à realidade dos alunos. Relacionar a Matemática com o cotidiano e a cultura dos estudantes torna o aprendizado mais significativo e efetivo, pois se baseia na compreensão e sistematização do conhecimento conforme o modo de pensar e saber do aluno. Isso sugere que a aprendizagem da Matemática é otimizada quando os problemas e situações abordados no ensino são diretamente vinculados às experiências e ao modo de pensar dos estudantes. Assim, a Modelagem Matemática não apenas facilita a utilização prática dos conceitos matemáticos, mas também valoriza o conhecimento pré-existente dos alunos, enriquecendo o processo educativo.

De acordo com Bertone, Bassanezi e Jafelice (2014) a Modelagem Matemática é importante para obtermos uma explicação ou um entendimento de situações presentes na realidade. É um processo que alia a teoria e a prática,

motivando o seu usuário a procurar entender a realidade que o cerca e a buscar agir sobre ela, transformando essa realidade.

Nesse modelo, os processos de problematização e investigação estão interligados ao engajamento dos estudantes, conforme afirmação de Barbosa:

O ambiente de Modelagem está associado à problematização e investigação. O primeiro refere-se ao ato de criar perguntas e/ou problemas, enquanto que o segundo, à busca, seleção, organização e manipulação de informações e reflexão sobre elas. Ambas atividades não são separadas, mas articuladas no processo de envolvimento dos alunos para abordar a atividade proposta (Barbosa, 2004, p.75).

Segundo Burak (1992), a Modelagem Matemática “constitui-se em um conjunto de procedimentos, cujo objetivo é estabelecer um paralelo para tentar explicar matematicamente os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e a tomar decisões” (Burak, 1992, p. 60). O autor descreve a Modelagem em cinco etapas:

- i. Escolha do tema;
- ii. Pesquisa exploratória;
- iii. Levantamento dos problemas;
- iv. Resolução dos problemas e o desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema; e
- v. Análise crítica das soluções.

Em sua concepção, acrescenta dois princípios básicos: o interesse do grupo, e a obtenção de informações e dados do ambiente, onde se desenvolverá a pesquisa. Burak (2017, 2019, 2023) ressalta que a última etapa é marcada pela criticidade não apenas em relação à Matemática, mas pela viabilidade e adequabilidade das soluções e reflexão sobre melhoria das decisões e ações, auxiliando na formação de cidadãos participativos, que auxiliam na transformação da comunidade em que participam. Nesse sentido, há uma preocupação no ensino de conteúdos matemáticos, em relação à sua contextualização, aplicação e à formação do educando como cidadão participativo e atuante na comunidade onde está inserido.

De acordo com Burak e Zontini (2020), na metodologia da Modelagem Matemática, o estudante assume o papel de protagonista de sua própria

aprendizagem, enquanto o professor atua como mediador. Segundo o autor, os estudantes são responsáveis pela própria aprendizagem, levando em conta não apenas a solução matemática, mas também aspectos sociais, econômicos e culturais. A escolha de temas relevantes e cotidianos aumenta a motivação e o engajamento dos participantes, tornando o aprendizado mais significativo.

Burak e Zontini (2020) destacam que essa abordagem exige uma mudança na postura dos professores e estudantes e propõe um modelo de formação que valorize a formação humana e a compreensão integral do ensino. O professor, como mediador e orientador, facilita a tomada de decisões sobre questões matemáticas e não matemáticas, promovendo uma educação mais relevante e eficiente para o século XXI.

De acordo com Bertone, Bassanezi e Jafelice (2014) a modelagem na Educação Matemática é um meio para a valorização do saber do aluno, “desenvolvendo sua capacidade de avaliar o processo de construção de modelos matemáticos nos diferentes contextos de aplicação, a partir da realidade de seu ambiente” (p. 9). Porém, para Burak e Klüber (2008), os modelos matemáticos podem ser construídos sempre que possível, mas não podem ser considerados prioridades.

Assim, a Modelagem Matemática concebida pela Educação Matemática, conforme ressaltado por Burak (2023, p. 11), “apresenta potencial para um salto qualitativo no processo de ensino e aprendizagem, principalmente quando voltado à Educação Básica”.

Dentre as diversas concepções sobre a Modelagem Matemática, dos diferentes pesquisadores, nesta pesquisa adotaremos a linha defendida por Burak.

2.2 Modelagem Matemática no Contexto Escolar

A inclusão da Modelagem Matemática no currículo visa cultivar habilidades de exploração e compreensão do papel sociocultural da Matemática, diretamente relacionadas à formação de indivíduos capazes de se engajar ativamente na sociedade. Barbosa (2004) ressalta que a Modelagem Matemática oferece aos estudantes uma compreensão aprofundada desse papel.

Nessa perspectiva, Burak defende que

a adoção da Modelagem Matemática, para o ensino da Matemática, na Educação Básica, contribui para, de forma gradativa, seja ultrapassado o tratamento estanque e compartimentalizado que há muito caracteriza o ensino. A Modelagem favorece o enfoque interdisciplinar e transdisciplinar no desenvolvimento de um tema [...]. (Burak, 2019, p. 108)

Ainda de acordo com Burak (2023), a Modelagem na Educação Matemática está diretamente alinhada com a necessidade de contextualização no ensino, que é de suma importância para permitir que os estudantes construam seus conhecimentos por meio de situações que refletem a realidade e suas experiências. A contextualização evoca áreas, âmbitos ou dimensões presentes na vida pessoal, social e cultural e mobiliza competências cognitivas (Burak, 2019).

Nesse sentido, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), em uma das competências gerais da área de Matemática, coloca a importância de se

Fazer observações sistemáticas de aspectos quantitativos e qualitativos presentes nas práticas sociais e culturais, de modo a investigar, organizar, representar e comunicar informações relevantes, para interpretá-las e avaliá-las crítica e eticamente, produzindo argumentos convincentes (Brasil, 2018, p. 269).

Ainda na BNCC são apresentados processos considerados ricos para o desenvolvimento de competências fundamentais no letramento matemático.

Os processos matemáticos de resolução de problemas, de investigação, de desenvolvimento de projetos e da modelagem podem ser citados como formas privilegiadas da atividade matemática, motivo pelo qual são, ao mesmo tempo, objeto e estratégia para a aprendizagem ao longo de todo o Ensino Fundamental (Brasil, 2018, p. 266).

Segundo Burak (2019), a Modelagem Matemática representa um movimento contrário ao método convencional de ensino de Matemática em sala de aula, em que o conteúdo a ser ensinado determina o problema a ser resolvido. O autor afirma que, na Modelagem Matemática, o conteúdo trabalhado é guiado pelas questões que emergem da pesquisa de campo, sendo os dados coletados elementos cruciais para a construção dos problemas.

Em contraste, no ensino tradicional, o conteúdo previamente estabelecido no programa é o que dita os problemas a serem trabalhados. A adoção de materiais como apostilas ou livros-texto nas escolas reflete essa lógica, uma vez que os planejamentos são estruturados com base nos conteúdos desses materiais, relegando os problemas a um papel secundário. O pesquisador Burak (2019)

também observa que essa mudança proposta pela Modelagem gera preocupações entre os professores formados sob o modelo da racionalidade técnica, pois muitas escolas exigem o alinhamento do conteúdo com um currículo linear e um planejamento anual.

Percebemos uma crítica fundamental à estrutura tradicional do ensino de Matemática, destacando a rigidez do currículo convencional e sua dependência de materiais didáticos padronizados. Burak (2019) aponta para a Modelagem Matemática como uma abordagem inovadora que inverte essa lógica, colocando os problemas e a investigação empírica no centro do processo de aprendizagem.

Essa mudança enfrenta resistência dentro de um sistema educacional que prioriza a linearidade e a previsibilidade dos conteúdos ensinados, o que exige, portanto, não apenas uma mudança metodológica, mas também uma reformulação das práticas educacionais e da formação de professores, para que possam se adaptar a um modelo de ensino mais dinâmico e contextualizado.

De maneira semelhante, Bassanezi (*apud* Almeida; Silva; Vertuan, 2016, p. 7), descreve que o conteúdo matemático a ser ensinado é derivado do tema escolhido, utilizando dados para a formulação de problemas. Isso leva a uma aprendizagem mais motivadora, pois os alunos criam problemas relacionados ao seu interesse. Em sua experiência, afirma que

O conteúdo matemático era desenvolvido de acordo com a necessidade para resolver os problemas formulados que eram relacionados com o tema escolhido. Percebemos, então, que os problemas criados pelos alunos eram muito mais motivadores da aprendizagem que aqueles vindos de outras situações, apesar de terem conteúdos análogos aos seus. A criação de problemas novos era muitas vezes, mais interessantes e atraentes que sua própria resolução (Bassanezi, *apud* Almeida; Silva; Vertuan, 2016, p.7).

Caldeira (2015) defende, além disso, um modelo de escola em que professores e alunos tenham a possibilidade de produzir conhecimentos a partir de situações vivenciadas, por meio de dinâmicas mais integrativas, proporcionando a assimilação entre conhecimentos matemáticos escolares e não escolares. Nesse contexto, acrescenta que

Trata-se de fazer com que o tempo de aula não esteja confinado aos 45 minutos de cada aula e que saúde, meio ambiente, esportes, ética, cidadania, sexualidade, transportes, internet, ciência, tecnologia e sociedade sejam assuntos de discussão também nas aulas de matemática (Caldeira, 2015, p. 59).

Dessa forma, a Modelagem Matemática não só enriquece o currículo escolar, mas também prepara os alunos para uma participação ativa e crítica na sociedade. Estabelece, assim, uma maneira para superar as abordagens compartimentalizadas do ensino da Matemática, promovendo um aprendizado mais contextualizado e motivador. Ao integrar interesses dos alunos e dados do mundo real, a Modelagem Matemática facilita a construção de conhecimentos significativos, refletindo a realidade e as experiências dos estudantes.

No próximo capítulo, exploraremos a metodologia adotada neste estudo, fundamentando-a nas concepções teóricas apresentadas anteriormente.

3 METODOLOGIA

O presente estudo surgiu a partir da reflexão sobre quais caminhos um professor pode seguir para melhorar sua prática na sala de aula, com o objetivo de transformar a realidade do ensino básico. Diante dessa reflexão, este trabalho busca responder à seguinte questão norteadora: *A Modelagem Matemática pode contribuir na aprendizagem de conteúdos matemáticos por educandos do 9º ano, a partir de uma visita ao aterro sanitário da cidade de Sabará?*

O objetivo da pesquisa é investigar possíveis contribuições da Modelagem Matemática ao aprendizado de conteúdos matemáticos dos educandos do 9º ano do Ensino Fundamental.

Para tentar alcançar esse objetivo e responder à questão da pesquisa, foi necessária uma abordagem capaz de promover reflexões e interpretações aprofundadas sobre o tema. Por isso, iniciamos o projeto com uma revisão sistemática de literaturas sobre Modelagem Matemática, o que nos permitiu aprimorar o projeto inicial.

Em seguida, elaboramos a metodologia, investigamos e delineamos o local e os participantes. Optamos por uma abordagem qualitativa que, conforme Bogdan e Biklen (1994), caracteriza-se pela coleta de dados ricos em detalhes descritivos sobre pessoas, locais e conversas. Para Minayo, Deslandes e Gomes (2007) a pesquisa qualitativa trabalha com o universo dos significados, dos motivos, das aspirações, das crenças, dos valores e das atitudes.

Nesse contexto, algumas ações atravessaram o estudo, como a análise de documentos, a coleta de dados referentes ao aterro sanitário, a leitura de narrativas dos participantes, a anotação em diário de campo e a aplicação de um questionário semiestruturado. Posteriormente, os dados coletados foram analisados, o que gerou reflexões e considerações sobre a correlação entre Modelagem Matemática e a prática em sala de aula.

3.1 Local, nível de ensino e duração do desenvolvimento da pesquisa

A pesquisa foi realizada em uma escola municipal localizada no município de Sabará-MG, na qual atuei como regente de uma turma de 9º ano do Ensino

Fundamental, entre fevereiro e abril de 2024. No dia 23 de abril a escola realizou uma visita ao aterro sanitário da cidade, a Central de Tratamentos de Resíduos Sólidos (CTR) - Macaúbas em Sabará, que é uma prática regular da escola. Posteriormente, obtive um afastamento para estudo, o que me levou a dedicar apenas aos encontros necessários para o desenvolvimento da pesquisa.

As atividades com os alunos foram realizadas entre junho e julho, totalizando 25 horas, das quais 5 foram dedicadas a encontros gerais com a turma e o restante a atendimentos individuais aos grupos.

Vale ressaltar que o projeto inicial foi devidamente submetido à plataforma Brasil, sendo aprovado pelo Comitê de Ética em 09 de junho de 2024, sob o parecer de N.º CAEE: 76612723.80000.0293, o que permitiu o início do desenvolvimento da pesquisa. Acreditamos que o ideal seria iniciar as atividades de modelagem no começo do bimestre, fora dos períodos de avaliações e/ou de recuperação, como inicialmente previsto. No entanto, devido ao tempo decorrido para a obtenção da aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) e considerando que o prazo para a finalização deste trabalho estava se esgotando, não foi possível aguardar até agosto, quando teria início o próximo bimestre.

3.2 Participantes

O estudo contou com a participação de 27 estudantes matriculados na turma de 9º ano do Ensino Fundamental, sendo 15 meninas e 12 meninos, com idades variando entre 13 e 15 anos. Para preservar a identidade dos alunos, cada um escolheu o seu próprio pseudônimo.

A metodologia adotada pela pesquisadora exigia a participação de todos os alunos regularmente matriculados na turma, uma vez que a resolução e elaboração de problemas já fazia parte das práticas pedagógicas comuns na sala de aula, tanto durante o período de regência da pesquisadora quanto sob a supervisão do professor substituto.

Dos trinta alunos que compõe a turma, três não entregaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE): um por falta de autorização, outro por esquecimento, e um terceiro devido a problemas de saúde, o que o impediu de frequentar a escola durante o período da pesquisa. Os dois alunos que participaram das aulas, mas não entregaram o TCLE foram incluídos nas atividades. Porém, seus

dados não foram considerados na análise. Assim, a análise inclui dados de 27 alunos.

3.3 Coleta de dados

Os dados analisados neste trabalho foram obtidos a partir das produções escritas dos alunos, de um questionário aplicado ao final das atividades e das observações registradas no Diário de Campo.

Para complementar essa análise, foi aplicado um questionário ao término das atividades, permitindo que os estudantes expressassem suas impressões sobre as práticas desenvolvidas e a relação delas com os conteúdos discutidos. Os questionários, compostos por questões abertas e fechadas, buscaram captar as opiniões dos alunos de maneira direta e individualizada. Segundo Fachin (2006), questionários são ferramentas valiosas para se obter informações específicas sobre um determinado assunto. Fiorentini e Lorenzato (2006) afirmam que questionários utilizados em pesquisas sobre Educação Matemática são uma importante fonte de dados complementares.

Além disso, foram incluídas na análise as observações registradas no Diário de Campo, uma prática comum em pesquisas qualitativas. Sobre isso, Mazzotti e Gewandsznajder (2000) destacam que a observação de fatos, comportamentos e contextos é uma técnica valorizada nesse tipo de pesquisa. Para Minayo, Deslandes e Gomes (2007), o Diário de Campo, seja ele um caderno, uma caderneta ou um arquivo eletrônico, é o principal instrumento de registro das informações observadas em campo.

3.4 Realização e análise da atividade

As atividades desenvolvidas com os estudantes foram organizadas em quatro momentos distintos, seguindo as etapas da Modelagem Matemática propostas por Burak (2019). Iniciando com a introdução e escolha de temas, o processo avançou para a pesquisa exploratória e formulação de problemas, seguida pela resolução e análise das soluções e finalizando com a apresentação dos trabalhos para a turma. Esses momentos foram planejados para assegurar um progresso gradual e melhor

aproveitamento do tempo disponível, com o objetivo de promover o aprendizado e a aplicação prática dos conceitos matemáticos em contextos reais.

Na seção seguinte, faremos uma descrição detalhada da realização da atividade, bem como a análise de seus dados.

4 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DAS ATIVIDADES

Atualmente, observamos um aumento significativo na quantidade de materiais descartados, grande parte em decorrência de uma sociedade consumista. Muitos desses materiais poderiam ser reaproveitados ou reutilizados, de forma a diminuir a quantidade de lixo encaminhado diariamente aos aterros sanitários. Na tentativa de mudança dessa realidade, pelo menos na localidade onde foi desenvolvido, o projeto Sabaração buscou integrar a Modelagem Matemática ao contexto ambiental da cidade de Sabará, permitindo que os alunos aplicassem conceitos matemáticos ao analisar problemas reais.

Durante a visita, os alunos foram incentivados a coletar e examinar dados relevantes, aplicando conhecimentos matemáticos na busca por soluções para os desafios reais. Ferreira e Wodewotzki (2005) destacam que, ao analisar questões ambientais de impacto local é possível “estender o estudo para questões ambientais mais globais, que resultem em aplicações matemáticas, incorporando outros contextos culturais e geográficos, bem como a percepção dos alunos em relação à sua ocupação na situação global” (Ferreira; Wodewotzki, 2005, p. 126).

Essa abordagem envolveu a análise de situações do cotidiano, como a gestão de resíduos, e integrou a Matemática a outras áreas do conhecimento. Ao utilizar a Modelagem Matemática, conforme Burak (2023), os alunos puderam construir seus conhecimentos por meio de situações que refletem a realidade e suas próprias experiências.

Nos próximos subtópicos, relataremos os encontros realizados, os dados coletados e as impressões que foram observadas e anotadas no diário de campo. Além disso, será apresentada uma análise desses dados considerando o referencial teórico adotado.

4.1 Primeiro encontro

O primeiro encontro ocorreu no dia 12 de junho de 2024, durante o horário regular da turma, com duração de duas horas. Este encontro, iniciou com a explicação sobre o que consiste a atividade de Modelagem Matemática e com a descrição das etapas do trabalho, conforme a abordagem de Burak (2019): 1) Escolha do Tema; 2) Pesquisa Exploratória; 3) Levantamento do(s) problema(s); 4)

resolução do(s) problema(s) e o desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema; e 5) Análise crítica das soluções.

Esse encontro abrangeu as duas primeiras etapas: a escolha do tema e o início da pesquisa exploratória. Segundo Burak (2019), a pesquisa exploratória é fundamental para enriquecer a experiência de campo, pois estimula uma postura investigativa crítica e detalhada ao explorar as diversas dimensões da realidade, como aspectos políticos, sociais e econômicos, por meio das análises de dados qualitativos e quantitativos.

Seguindo a metodologia proposta por Burak (2019), os estudantes foram dispostos em grupos (três grupos com três integrantes e cinco com quatro integrantes) para decidir o tema que explorariam na formulação do problema matemático. Foi dada a sugestão para escolherem temas relacionados à visita ao aterro sanitário de Sabará, que havia ocorrido em abril.

Durante as interações entre os grupos, foi observado um nível significativo de envolvimento e interesse por parte dos estudantes. A distribuição dos grupos ocorreu de forma organizada e todos começaram prontamente a discutir os temas para suas atividades. A maioria dos grupos já havia anotado dados numéricos relacionados à visita ao aterro, indicando um bom progresso inicial.

Nessa fase, foram utilizados alguns dos dados quantitativos previamente coletados durante a visita ao aterro sanitário. Esses dados incluíam informações numéricas e documentos fornecidos pela empresa responsável pelo aterro e pela técnica em Meio Ambiente, que apresentou uma palestra explicativa sobre o aterro sanitário. Além disso, também foram utilizadas as observações feitas pelos próprios estudantes durante a visita e informações pesquisadas em sites, por meio dos seus celulares e dos quatro computadores que se encontravam em funcionamento na sala de informática.

Os estudantes participaram de uma socialização para discutir as questões que lhes chamaram a atenção durante a visita e para explorar possíveis temas. Ao final, quatro grupos chegaram a um consenso sobre os temas a serem abordados, que incluíam:

- i. a quantidade de urubus presentes no aterro sanitário;
- ii. a quantidade de gatos presentes no aterro sanitário;

- iii. o valor arrecadado pelo aterro sanitário em relação à quantidade de resíduos recebidos; e
- iv. a variação da quantidade de lixo recebido pelo aterro sanitário em diferentes períodos do ano.

4.2 Segundo encontro

O segundo encontro ocorreu no dia 19 de junho de 2024 durante o horário regular de aula da turma e teve duração de uma hora. Os grupos que já haviam definido seus temas continuaram suas pesquisas para obter dados numéricos reais, necessários para a contextualização e a formulação de um problema matemático. Segundo Burak (2019), o levantamento do problema na Modelagem Matemática surge a partir dos dados coletados na pesquisa exploratória, transformando observações descritivas em dados quantitativos, o que facilita a discussão e o estabelecimento de relações que promovem o desenvolvimento do pensamento lógico e coerente.

Durante este encontro, outros três grupos definiram seus temas e iniciaram suas pesquisas. Os novos temas selecionados incluíram: o número de caminhões que transportam o lixo anualmente; a quantidade de lixo recebida e arrecadada durante datas festivas como Natal/Ano Novo, Carnaval e Festas Juninas; e a área ocupada pelo aterro sanitário. No entanto, um dos grupos não conseguiu chegar a um consenso sobre o tema, sendo sugerido que cada membro realizasse uma pesquisa individual para, no próximo encontro, compartilharem suas descobertas e chegarem a um acordo.

Os grupos que já haviam definido seus temas enfrentaram desafios na formulação da pergunta do problema matemático. Um desafio notável foi a aplicação dos conceitos matemáticos aos dados coletados. Por exemplo, um grupo multiplicou a quantidade de caminhões que entram no aterro diariamente pelo número de dias no ano, considerando as operações do aterro desde o seu início em 2005. Outros grupos apresentaram abordagens semelhantes. Em muitos casos, os resultados eram aceitos sem questionamento pelos alunos, o que exigia intervenções para incentivá-los a refletir sobre a validade dos cálculos realizados.

Essas intervenções foram feitas por meio de perguntas como: "Ao multiplicarmos a quantidade de caminhões pelo ano de 2005, o que estamos

realmente calculando?" e "O que esse resultado representa?". Essas indagações os levaram a uma reflexão sobre o verdadeiro significado dos números que eram utilizados nos cálculos. Esse processo foi importante para que os estudantes percebessem que as operações matemáticas, por si só, não bastam; é necessário interpretar os dados de forma crítica, compreendendo seu significado no contexto do aterra.

Assim, foi proposto que os grupos revissem os resultados obtidos para verificar se faziam sentido lógico e ajustassem suas análises conforme necessário. Para oferecer mais suporte, foram disponibilizados momentos fora do horário de aula para que os grupos tirassem suas dúvidas. Dois grupos se destacaram pelo envolvimento e por, frequentemente, buscarem esses horários para esclarecimentos e orientações adicionais¹¹.

Em outro momento, o professor substituto comunicou que seria necessário priorizar o desenvolvimento de conteúdos programáticos e realizar revisões regulares da disciplina, devido à proximidade das avaliações bimestrais da escola. Isso criou mais dificuldades para o processo de formulação dos problemas a serem investigados por cada grupo, pois reduziu o tempo e a atenção que os alunos podiam dedicar à exploração dos temas escolhidos. A necessidade de seguir o cronograma previamente estabelecido pelas escolas é uma barreira encontrada ao tentar modificar a metodologia utilizada em sala de aula, conforme foi apontado por Burak (2019), pois muitas delas exigem o alinhamento do conteúdo com um currículo linear e um planejamento anual.

Acreditamos que, em atividades de Modelagem Matemática, ao atuar como professor regente, o pesquisador pode facilitar o desenvolvimento dessas atividades, pois guiará os estudantes de forma mais constante, ajudando-os a integrar conceitos teóricos e práticos, além de oferecer um suporte contínuo para a formulação de perguntas e a análise crítica dos dados. Logo, outro desafio encontrado foi o fato da pesquisadora não ser a professora regente da turma.

Diante dessa limitação, idealizamos reuniões individuais em horários diferenciados, oferecendo um suporte específico e direcionado. O tempo regular de aula ficou reservado para a apresentação final dos trabalhos, permitindo que os

¹¹ As atividades desses grupos serão detalhadas na seção 4.4.

alunos tivessem a oportunidade de compartilhar suas investigações com o restante da turma.

4.3 Demais encontros de orientação

Devido à ausência da professora pesquisadora em sala de aula, foi necessário adaptar os horários conforme a disponibilidade do professor regente, de modo a não interferir na dinâmica das aulas regulares. Inicialmente os encontros estavam limitados a 20 minutos por grupo, entretanto alguns encontros demandaram mais de uma hora devido ao maior envolvimento dos participantes.

Professores de outras disciplinas também liberaram os estudantes para participarem das discussões. Esses encontros ocorreram na segunda quinzena de junho e início de julho, coincidindo com o período de avaliações e recuperação bimestral. Para não comprometer o desempenho dos alunos, as reuniões foram realizadas em diferentes dias (total de cinco dias no fim de junho e quatro dias no início de julho) e em horários alternativos.

Esses encontros focaram na quarta etapa da Modelagem Matemática, conforme proposto por Burak (2019), que envolve a resolução do problema e o desenvolvimento de conteúdos matemáticos relacionados. Durante essa fase, foram realizadas reuniões com cada grupo, proporcionando um espaço para que trabalhassem na resolução do problema escolhido, aplicando os conceitos matemáticos relevantes ao contexto do tema abordado.

Após a conclusão dos cálculos, o grupo foi orientado a realizar uma análise crítica das soluções encontradas, revisando as operações e organizando as respostas para verificar a coerência dos resultados obtidos. Esse processo incluía a avaliação tanto dos aspectos matemáticos, garantindo a correção dos cálculos, quanto os aspectos não matemáticos, assegurando que as soluções fossem adequadas ao problema proposto e alinhadas com o contexto geral do tema.

Nessa etapa, enfrentamos diversos desafios para a resolução dos problemas, que variaram desde a aplicação de operações básicas, como multiplicação e divisão, até a inter-relação entre diferentes conteúdos. Observamos uma defasagem em relação a conceitos fundamentais do nível de escolaridade anterior, especialmente nas operações básicas, números decimais, porcentagem e nas noções de área,

volume, razão e proporção. Além disso, dificuldades também foram notadas na representação dos dados em tabelas e gráficos.

Embora todos os trabalhos desenvolvidos tenham tido como ponto de partida o aterro sanitário, nem todos envolveram questões relacionadas diretamente ao descarte de resíduos sólidos, como foi o caso do grupo cujo tema foi a quantidade de gatinhos no aterro sanitário. Esse tema foi escolhido, pois o grupo observou a existência de alguns gatos morando no aterro sanitário. Outro grupo se interessou pela quantidade de urubus que sobrevoavam o local no dia da visita, e escolheram pesquisar curiosidades e hábitos dos urubus, elaborando o seguinte problema: *“Considerando que uma fêmea de urubu põe de 1 a 2 ovos por ninhada e que o período de incubação, realizado pelo casal, varia de 30 a 56 dias, quantos urubus um casal pode gerar ao final de um ano?”*.

Mesmo não apresentando temas relacionados aos resíduos sólidos, por meio da mediação, foi possível construir problemas que envolviam conceitos matemáticos. Essa abordagem proporcionou aos alunos o protagonismo da própria aprendizagem, enquanto à pesquisadora coube mudar a sua postura no papel da aprendizagem, se tornando a mediadora e facilitadora nas tomadas de decisões, como é defendido por Burak e Zontini (2020).

4.4 Apresentação dos trabalhos

Foi combinado com o professor regente que as apresentações dos trabalhos ocorreriam durante as aulas regulares. Assim, foram disponibilizados os dias 02 e 09 de julho para a socialização dos resultados encontrados.

No primeiro dia, os estudantes apresentaram aos colegas os problemas elaborados e as soluções encontradas promovendo assim a socialização do conteúdo. Todos os grupos teriam 10 minutos para suas apresentações, no entanto somente um grupo utilizou slides para expor a questão escrita e os cálculos, os demais grupos limitaram-se a comentar seus trabalhos, apresentando resultados sem detalhar os cálculos realizados.

Ao ser pedido para que todos os grupos apresentassem mais detalhes sobre os problemas formulados e os cálculos envolvidos, um dos alunos sugeriu a marcação de uma nova data para as apresentações. Essa proposta foi aceita e resultou em uma segunda rodada de apresentações, que trouxe uma melhora

significativa na qualidade dos trabalhos. No entanto, observamos que o uso da Inteligência Artificial por um dos grupos pode ter impactado no seu desempenho, já que as respostas apresentadas eram genéricas e os integrantes tiveram dificuldade em explicar o processo utilizado para alcançar o resultado esperado. É importante ressaltar que, como essa a segunda rodada de apresentações coincidiu com a semana anterior às férias escolares, apenas 13 alunos participaram desse momento.

Entre a primeira e a segunda rodada de apresentações, enfrentamos outros desafios. Um deles foi a dificuldade em estabelecer um horário que não conflitasse com as aulas regulares. Outro desafio foi o local de nossas reuniões. O pátio da escola, devido a constante circulação de alunos e funcionários, dificultava a concentração dos estudantes. Como consequência, nem todos os grupos conseguiram manter o foco nas discussões e desenvolver as propostas sugeridas, levando a dispersão e a dificuldade em realizar os registros escritos. No entanto, percebemos que esses grupos demonstraram maior interesse e engajamento quando as atividades eram realizadas no horário regular de aula.

Para esta pesquisa, optamos por analisar dois trabalhos em que os estudantes demonstraram maior interesse e desenvolvimento ao longo dos encontros. Esses grupos apresentaram os dados de forma mais completa, e explicaram os resultados com maior clareza. Também optamos por analisar um número reduzido de grupos devido ao curto espaço de tempo entre a aplicação da atividade e o prazo para a finalização da pesquisa.

4.4.1 Grupo 1: a quantidade de gatinhos

A escolha do tema surgiu a partir da percepção de um dos integrantes sobre a quantidade de gatos que vivem no aterro sanitário e sobre como eles chegam até aquele local, que se encontra um tanto afastado da cidade. Outra integrante manifestou interesse devido ao seu contato frequente com gatos. Eles disseram ter notado a presença de gatos assim que chegaram ao aterro sanitário, pois possuem gatos como animais de estimação. O terceiro integrante, que estava ausente no dia da visita, concordou com a proposta. Conforme posto por Burak e Zontini (2020) a escolha de temas relevantes e do cotidiano aumenta a motivação e o engajamento dos participantes, tornando o aprendizado mais significativo.

A pesquisa exploratória desse tema começou com as experiências compartilhadas pelos próprios integrantes em relação a esses felinos. A partir dessa troca entre os membros do grupo, foi sugerido que os estudantes buscassem dados numéricos sobre esses animais, sem que estivessem necessariamente ligados ao contexto dos aterros sanitários. Para isso, utilizaram os computadores da sala de informática para realizar suas pesquisas.

Durante esse processo, os alunos levantaram questões importantes, como controle de população de gatos, o tempo de reprodução, o número de filhotes por ninhada, a importância da castração após seis meses e alguns riscos que os gatos representam para a saúde pública, como a transmissão de doenças como raiva, toxocaríase e toxoplasmose. O levantamento de dados reforça a importância de reunir informações relevantes para entender melhor o problema. Como destaca Burak, "no nível de ensino considerado, a Educação Básica raramente parte de um problema ou uma situação-problema, mas, mesmo assim, é necessário colher informações sobre o assunto" (Burak, 2017, p. 19).

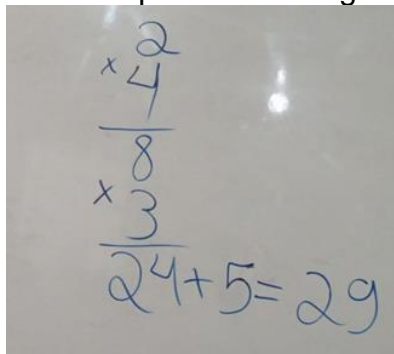
Para formular o problema, os estudantes consideraram as informações coletadas durante a visita ao aterro, onde, segundo uma técnica de Meio Ambiente que os acompanhou, havia cinco gatos. Além disso, integraram os dados obtidos por meio de pesquisas na internet e as conversas que tiveram com uma monitora da escola que colabora com uma ONG local. Sobre isso, eles se surpreenderam com a rapidez da gestação dos gatos. Logo, com base nas informações coletadas, os discentes decidiram considerar quatro filhotes por ninhada e três gestações por ano.

Assim, o grupo formulou a seguinte pergunta: *“Vamos supor que no aterro sanitário existem 5 gatos, sendo dois casais. As fêmeas terão 4 filhotes a cada gestação, e elas terão 3 gestações em um ano. Quantos filhotes elas teriam ao final do ano?”*.

Durante a discussão da solução, alguns alunos consideraram um cálculo envolvendo probabilidade; dois outros procuraram mais informações sobre esse conceito; enquanto um outro elaborou um diagrama de árvore para calcular a quantidade final de gatinhos. Além disso, o grupo mencionou a sequência de Fibonacci e as potências de base dois como abordagens adicionais, embora não tenha detalhado como essas ideias se relacionavam com o problema em questão.

Por fim, para apresentar a atividade à turma, o grupo optou pelo cálculo de multiplicação, considerando o diagrama de árvore.

Figura 1 - Cálculo da quantidade de gatos em um ano



The image shows a whiteboard with handwritten calculations in blue ink. The first part shows a multiplication of 2 by 4, resulting in 8. The second part shows a multiplication of 3 by 8, resulting in 24. Below these, the equation $24 + 5 = 29$ is written.

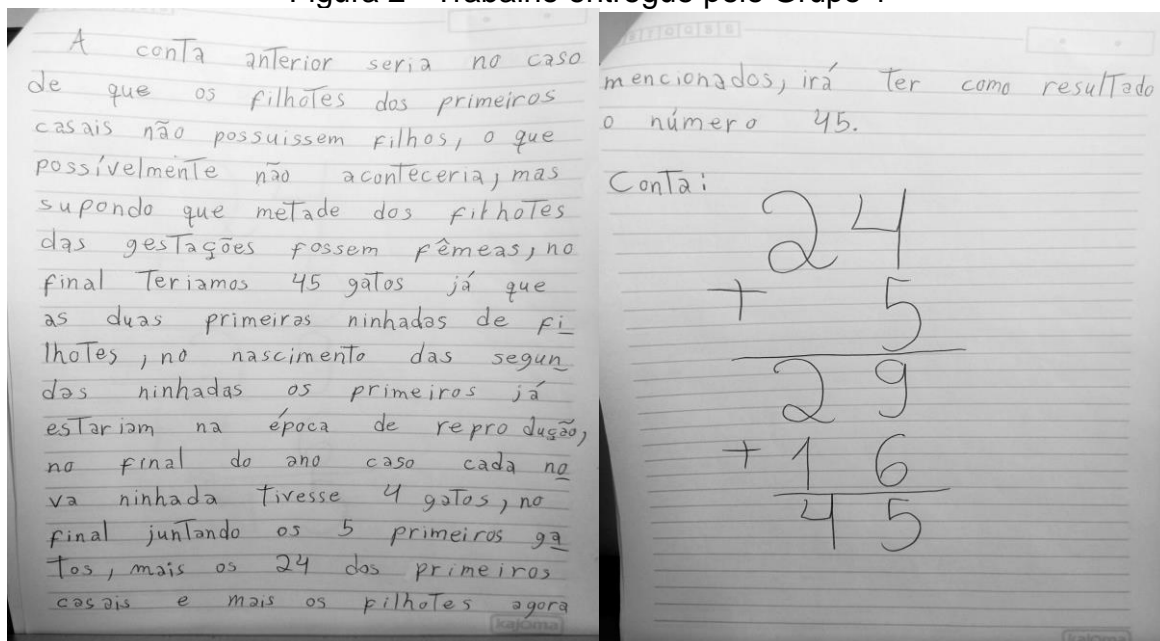
$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 4 \\ \hline 8 \end{array}$$
$$\begin{array}{r} \times 3 \\ \hline 24 \end{array}$$
$$24 + 5 = 29$$

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2024.

Na primeira apresentação dos resultados para a turma, o grupo expôs o cálculo da quantidade de gatos ao final do ano, conforme ilustrado na Figura 1. Esse cálculo considerou apenas os filhotes gerados pelos dois casais de gatos adultos ao longo do ano. Contudo, durante a apresentação, a turma fez uma análise crítica da solução, levantando outras possibilidades, como o nascimento de mais filhotes, variações no número de fêmeas e a chance de que os gatos nascidos durante o ano também se reproduzissem. Esses questionamentos levaram o grupo a repensar o cálculo inicial.

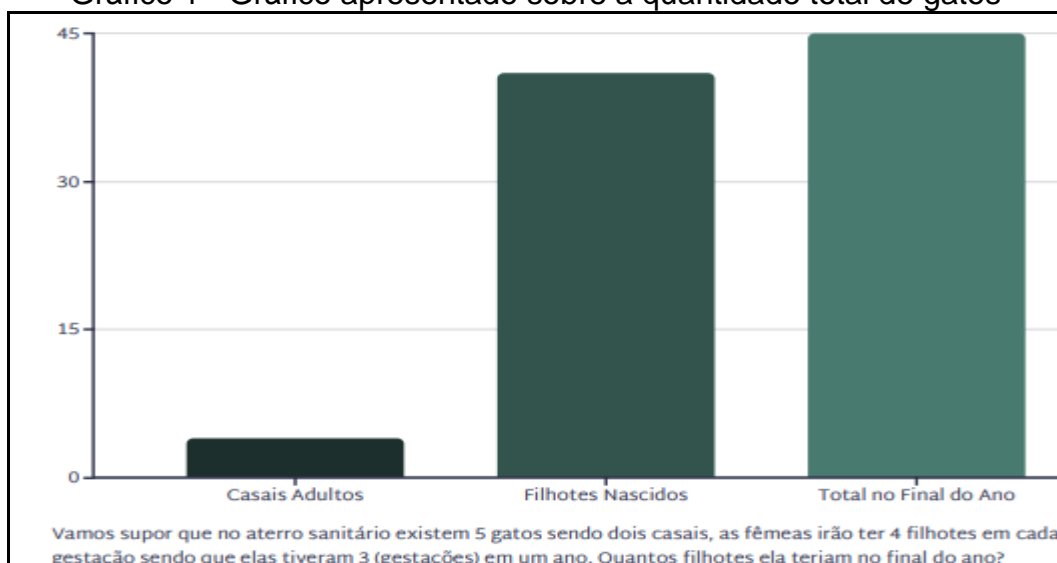
Assim, na segunda apresentação, o grupo trouxe uma versão “corrigida” do modelo, considerando que os filhotes da primeira ninhada se tornariam adultos e também passariam a reproduzir, conforme mostrado na Figura 2 e no Gráfico 1. Os estudantes consideraram que os filhotes seriam formados por uma quantidade igual de machos e fêmeas, formando novos casais entre eles. Essa situação exemplifica o que é posto por Burak (2019) ao afirmar que a atividade de Modelagem Matemática “possibilita tanto o aprofundamento de aspectos matemáticos como dos aspectos não matemáticos envolvidos no tema. Sob o aspecto da matemática, analisa-se a coerência e a consistência lógica das soluções encontradas” (Burak, 2019, p. 104).

Figura 2 - Trabalho entregue pelo Grupo 1



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2024.

Gráfico 1 - Gráfico apresentado sobre a quantidade total de gatos



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2024.

Após realizarem a segunda apresentação, na segunda entrega do relatório, o grupo passou a considerar o tempo de gestação dos gatos, bem como o intervalo necessário para que os filhotes se tornassem reprodutores. Esse novo cálculo está representado na Figura 3.

Figura 3 - Último cálculo apresentado sobre a quantidade total de gatos

Corrigindo a conta:

$$\begin{array}{r}
 2 \rightarrow \text{casais principais} \\
 \times 4 \rightarrow \text{número de filhotes} \\
 \hline
 8 \\
 \times 3 \rightarrow \text{número de gestações} \\
 \text{1ª gestação (Jan-Abril)} \\
 \text{2ª gestação (Maio-Agos)} \\
 \text{3ª gestação (Setem-Dezem)} \\
 \hline
 24 \\
 + 5 \rightarrow \text{número dos primeiro gatos} \\
 \hline
 29 \\
 + 32 \rightarrow \text{filhotes gerados} \\
 \text{pela primeira ninhada} \\
 \text{de gato} \\
 \hline
 61 \\
 \rightarrow \text{Total de gatos} \\
 \text{ao final do ano}
 \end{array}$$

Fonte: Elaborada pelas autoras, 2024.

Burak e Klüber (2008) destacam que, embora os modelos matemáticos possam ser construídos sempre que possível, eles não devem ser considerados como prioridades. De toda forma, nesse processo, observamos uma busca contínua pela melhoria do modelo gerado, o que possibilitou uma análise mais crítica da situação real e da aplicação dos cálculos matemáticos.

Durante a socialização com os colegas, foi possível perceber que o grupo levantou questões que iam além dos conteúdos matemáticos, abordando temas como saúde pública, doenças transmitidas pelos gatos, e a importância da castração e da adoção consciente. Eles ainda destacaram campanhas de conscientização como possíveis soluções para esse problema social, elaborando um slide com essas informações, apresentado na Figura 4.

Figura 4 - Slides com soluções para gatos abandonados

Soluções para os Gatos abandonados

- 1 **Adoção responsável**
Incentivar a adoção de gatos em abrigos e ONGs é uma importante solução, garantindo um lar amoroso para esses animais.
- 2 **Castração**
A castração de gatos de rua é essencial para controlar a superpopulação e evitar o sofrimento de mais animais abandonados.
- 3 **Campanhas de conscientização**
Promover campanhas educativas sobre a responsabilidade de ter um animal de estimação pode ajudar a prevenir novos abandonos.



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2024.

Essa ação do grupo está alinhada ao que é proposto pela BNCC (2018) como uma das competências gerais essenciais para a aprendizagem na educação básica: “Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.” (Brasil, 2018, p. 9).

4.4.2 Grupo 2: Valor arrecadado pelo aterro devido o descarte de resíduos

A escolha desse tema surgiu a partir da percepção dos integrantes sobre a quantidade de resíduos recebidos diariamente no aterro sanitário. Durante a visita ao local e com os dados apresentados pela técnica de Meio Ambiente, os estudantes ficaram surpresos com a quantidade de lixo recebida. A pesquisa exploratória, conforme descrito por Burak (2017), auxilia os estudantes a adquirir conhecimento sobre o tema, especialmente quando ainda não possuem informações suficientes. A visita ao aterro sanitário permitiu aos estudantes um entendimento mais detalhado da gestão de resíduos sólidos, a partir de dados concretos sobre a quantidade de lixo recebida e o valor pago por tonelada. Segundo Burak (2017), essa etapa é fundamental para o trabalho em Modelagem, sendo fundamental para o desenvolvimento de uma análise crítica e uma formação mais atenta dos alunos.

O levantamento do problema foi realizado com base nessas informações. Conforme Burak e Klüber (2013), na Modelagem Matemática, os problemas possuem características distintas dos encontrados em livros didáticos. A formulação da pergunta, reflete essa abordagem diferenciada. A questão proposta pelo grupo foi: *“O aterro sanitário recebe, em dias normais, cerca de 4200 toneladas, sendo que cada tonelada equivale a R\$149,00. Em épocas de festas, eles recebem 5100 toneladas por dia. Quantos reais eles recebem anualmente?”*.

Um dos integrantes, após refletir, comentou: "É muito dinheiro que se ganha com a venda de todo esse lixo!". Esse tipo de comentário ressalta a importância de trabalhar com dados reais, incentivando os estudantes a refletirem sobre a situação.

A resolução desse problema ocorreu por meio de discussões entre os integrantes, que demonstraram interesse em organizar os dados em uma tabela, relacionando as toneladas diárias ao valor arrecadado. Após completarem essa tabela, os estudantes foram incentivados a analisar as colunas em busca de possíveis relações entre os valores.

O estudante Belo observou que “o valor 4200 está sempre sendo multiplicado pelo número de dias”. Ao serem questionados se poderiam, com base nessa observação, formular uma expressão matemática geral, Belo sugeriu que “Podemos usar o ‘x’, assim seria 4200 vezes x.”.

No entanto, o intervalo do recreio começou antes que também fosse feita a análise em relação ao valor arrecadado e à quantidade de toneladas. Assim, chegaram à expressão $4200 \cdot x$, em que 4200 representa o número de toneladas recebidas diariamente e "x" o número de dias de funcionamento do aterro sanitário.

Os cálculos mencionados pelo grupo incluíam multiplicação, adição e subtração de números naturais, além da construção de gráficos e tabelas. Durante a resolução, os estudantes demonstraram conhecimentos que poderiam ser aprofundados ou explorados posteriormente, como o estudo de funções e o cálculo de expressões algébricas. Apesar de terem construído alguns gráficos, em um dos encontros de orientação, esses não foram apresentados para a turma.

Na primeira apresentação, a análise crítica das soluções foi realizada com base nas observações dos próprios integrantes e nos questionamentos da pesquisadora, que apontou divergências nos valores apresentados nos cálculos e na tabela (Figuras 5 e 6). Essas divergências ocorreram devido ao posicionamento inadequado dos algarismos durante a resolução das multiplicações. Embora o grupo

tenha demonstrado agilidade e objetividade na execução das atividades, notou-se uma falta de sincronia entre os integrantes. Acreditamos que isso se deve ao fato de apenas uma pessoa ser responsável pela elaboração dos slides, enquanto os demais não verificaram os valores apresentados.

Figura 5 - Slides com os cálculos realizados com o valor total a ser arrecadado em diferentes situações

$\begin{array}{r} 4200 \\ \times 149 \\ \hline 37.800 \\ +16.800 \\ \hline 4.200 \\ 249.800 \end{array}$	POR DIA	$\begin{array}{r} 5100 \\ \times 149 \\ \hline 45900 \\ 20400 \\ +5100 \\ \hline 300.400 \end{array}$	EM FESTA	$\begin{array}{r} 300.900 \\ -247.800 \\ \hline 053.100 \end{array}$	DIFERENÇA
$\begin{array}{r} 247.800 \\ \times 313 \\ \hline 77.561.400 \end{array}$		$\begin{array}{r} 366 \\ -53 \\ \hline 373 \end{array}$		$\begin{array}{r} 2.217.800 \\ \times 6 \\ \hline 13.630.800 \end{array}$	POR SEMANA

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2024.

Figura 6 - Slides com o valor arrecadado e a quantidade de toneladas de resíduos, em relação à quantidade de dias.

	DIAS	TONELADAS DIARIAS	VALOR ARRECADADO (POR DIA)
TONELADAS = $4200 \times$ O NÚMERO DE DIAS *QUANTIDADE DIÁRIO DE RESÍDUO SÓLIDO 4200 TONELADAS: 1.000 KG *VALOR POR TONELADA: $\$149,00$	1º DIA	4200	$149 \times 4200 = 625.800.000$
	2º DIA	$4200 \times 2 = 8,400$	$149 \times 8,400 = 1.251.600$
	3º DIA	$4200 \times 3 = 12,600$	$149 \times 12,600 = 1.877.400$
	4º DIA	$4200 \times 4 = 16,800$	$149 \times 16,800 = 2.503.200$
	5º DIA	$4200 \times 5 = 21,000$	$149 \times 21,000 = 3.129.000$
	6º DIA	$4200 \times 6 = 25,200$	$149 \times 25,200 = 3.754.800$
	313	$4200 \times 313 = 1.314.600$	$149 \times 1.314.600 = 195.875.400$
	X DIAS	$4200 \cdot X$	

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2024.

Nas figuras, observamos que a escrita dos números variava entre o uso de ponto ou da vírgula para separar as classes decimais. Acreditamos que, na tabela da Figura 6, os estudantes utilizaram uma calculadora, o que pode ter levado ao uso da vírgula de acordo com o padrão americano. Infelizmente, essa questão passou despercebida durante a análise crítica com a turma, perdendo assim a oportunidade de discutir a linguagem matemática que surgiu naturalmente.

Na segunda apresentação, somente uma integrante compareceu apresentando as correções nos cálculos e um texto conclusivo sobre o trabalho realizado, conforme apresentado na Figura 7.

Figura 7 - Relatório final do Grupo 2

No dia 23 de abril de 2024, eu e meus colegas da 9ª ano, acompanhados pela professora Pauliana, visitamos o aterro sanitário de Dakarã. Ao chegarmos lá, a instrutora nos compartilhou várias curiosidades sobre o funcionamento do local.

O que mais nos impressionou foi a quantidade de toneladas de resíduos recebidos diariamente.

Ficamos surpresos ao saber que em dias normais chegam até o aterro cerca de 4.200 toneladas, enquanto em dias de festa esse número pode chegar a 5.200 toneladas. Com base nisso, fizemos alguns cálculos:

Em dias normais, o aterro recebe aproximadamente R\$ 625.800, e em dias de festa, cerca de R\$ 774.800. A diferença financeira entre dias normais e dias de festa é de R\$ 149.000.

Considerando 4.200 toneladas por 313 dias úteis no ano (excluindo os domingos em que o aterro não recebe resíduos), o total aproximado é de R\$ 195.875.400.

Quanto dinheiro!

↓	↓
4.200	5.200
× 149	× 149
37800 → dias	+ 26800 → dias de
+ 16800 normais	20800 festa
9200	5200
625.800	R\$ 774.800
614	
774.800	
625.800 → valor da diferença	
R\$ 149.000 de dinheiro	

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2024.

É possível constatar que, durante as discussões em grupo e nas apresentações, não houve apenas a aplicação de conteúdos matemáticos, mas também a promoção de uma reflexão crítica que ultrapassou os limites da disciplina, conectando a Matemática às situações reais. Conforme Burak e Klüber (2013, p. 48), esse processo enriquece o debate ao incorporar reflexões sobre os impactos sociais, culturais, políticos e econômicos dos resultados alcançados. Essa abordagem amplia a visão do ensino de Matemática, que muitas vezes se limita ao ensino de fórmulas e algoritmos, integrando dimensões mais amplas e significativas para uma prática educativa que vai além dos conteúdos formais.

4.5 Aplicação do questionário semiestruturado

Para avaliar as impressões dos alunos sobre a atividade baseada na visita ao aterro sanitário e examinar as possíveis contribuições da Modelagem Matemática para a aprendizagem, foi aplicado um questionário semiestruturado (Apêndice A), composto por oito perguntas. Para assegurar o anonimato, foi solicitado que cada aluno escolhesse um pseudônimo.

A aplicação do questionário ocorreu logo após a conclusão da segunda rodada de apresentações. Como dito na seção anterior, esse momento foi proporcionado uma semana antes das férias do meio do ano e logo após o período de recuperação. Embora esperássemos obter um número expressivo de respostas, apenas 13 dos 27 alunos participantes da pesquisa estavam presentes e responderam ao questionário. Entendemos que diversos fatores possam ter contribuído para a ausência dos outros 14 alunos, como a proximidade do período de férias e/ou a não obrigatoriedade de participação do trabalho, e/ou o processo utilizando Modelagem Matemática não ter se mostrado interessante para esses alunos.

Portanto, embora esses dados forneçam insights valiosos, a análise apresentada a seguir baseia-se apenas nas respostas dos alunos que participaram de todas as etapas da atividade.

Analisando as respostas das questões 1 e 2, Figuras 8 e 9, observamos que a maioria dos respondentes gostou de aprender conteúdos por meio da Modelagem Matemática e demonstrou interesse em participar de atividades semelhantes no futuro. Apenas um participante se posicionou de forma negativa, enquanto três

participantes consideraram as atividades como nem boas nem ruins. Podemos concluir que, para esse grupo de alunos, a Modelagem Matemática se mostra como uma possibilidade mais atrativa para a sala de aula.

Figura 8 - Respostas à questão 1 do questionário

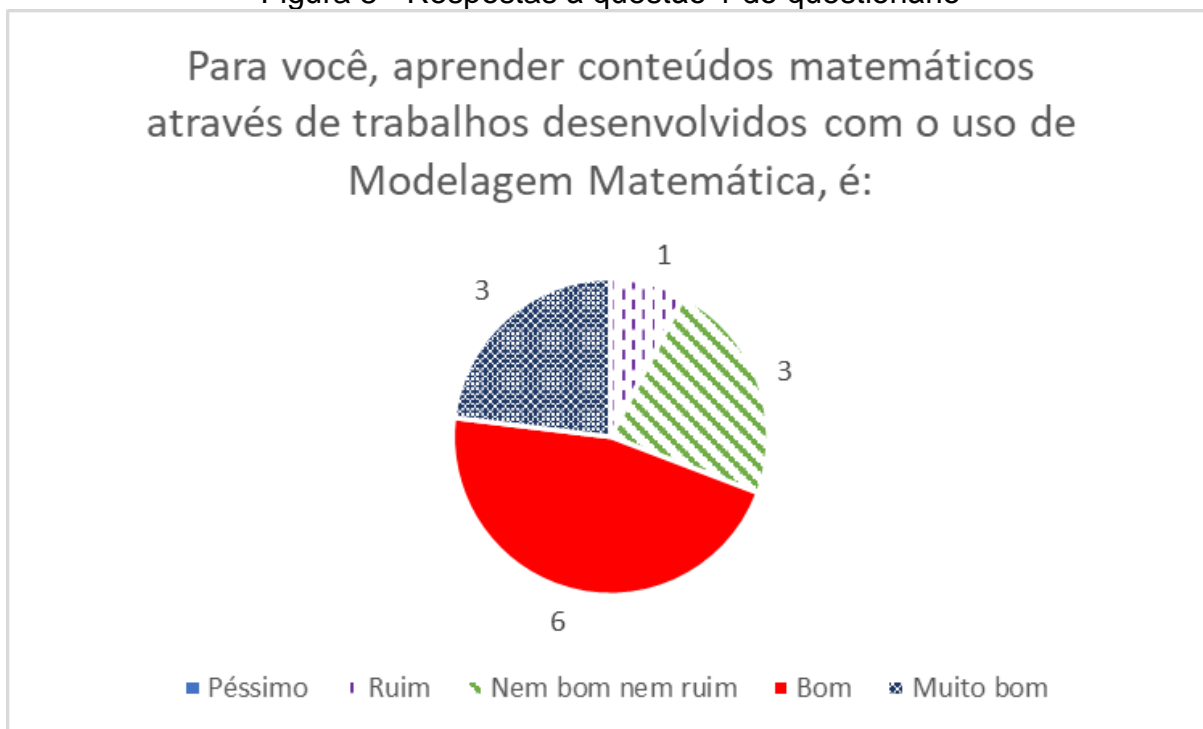
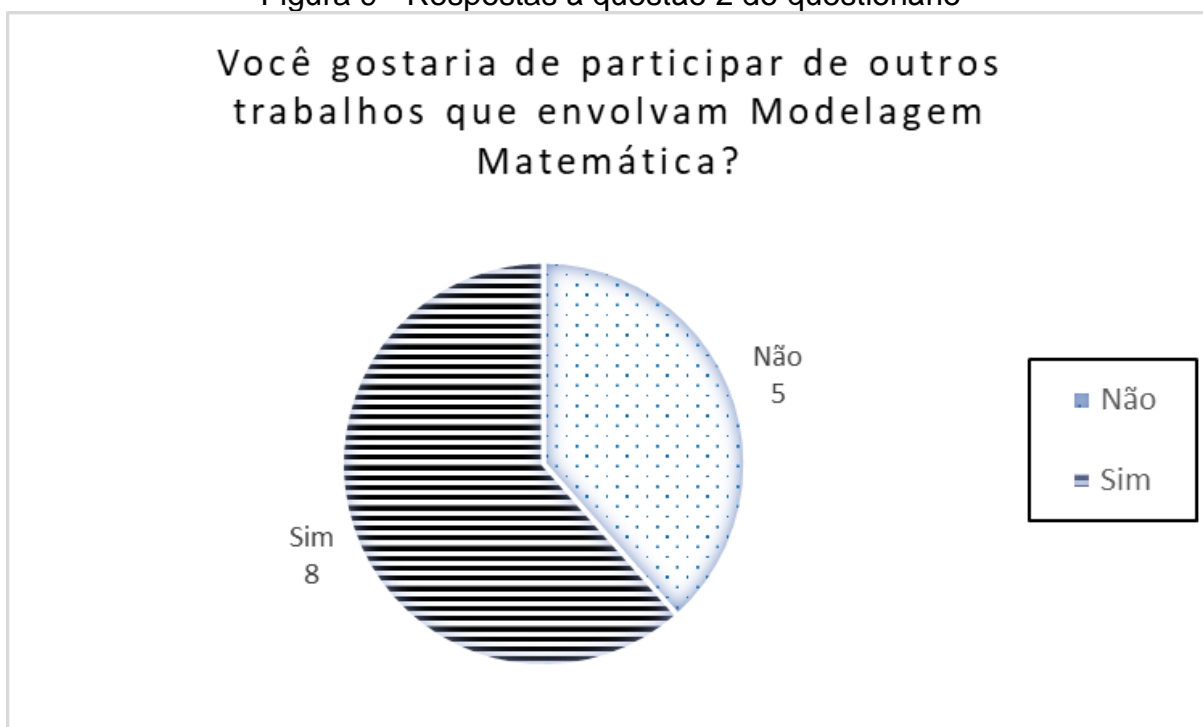
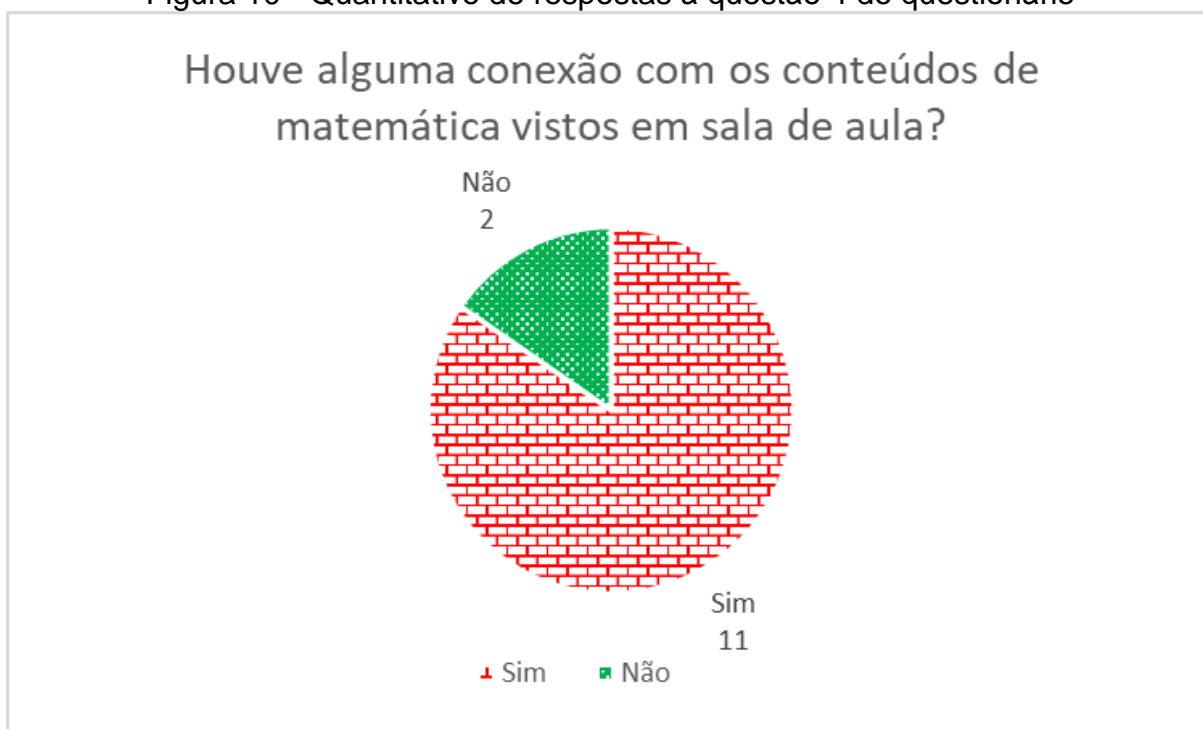


Figura 9 - Respostas à questão 2 do questionário



Na questão 4, onze estudantes afirmaram que houve uma conexão com os conteúdos abordados em sala de aula (Figura 10). Os conteúdos principais relatados foram adição, subtração, multiplicação, exponenciação, além de tabelas e gráficos. Esses conteúdos foram percebidos ao longo da necessidade de resolução das atividades.

Figura 10 - Quantitativo de respostas à questão 4 do questionário



Na questão 5, onze alunos disseram que, durante a visita, conseguiram identificar situações ou problemas que envolviam conceitos matemáticos. Os temas mais mencionados foram a quantidade de lixo e a quantia monetária recebida pelo aterro sanitário, como ilustrado na Figura 11.

Figura 11 - Resposta da estudante Maya à questão 5

5) Durante a visita ao aterro sanitário de Sabará, você conseguiu identificar situações ou problemas que envolviam conceitos matemáticos? Não Sim

Se sim, descreva um exemplo. A quantidade de lixo e calcular quanto eles ganham

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2024.

Na questão 6, onze alunos relataram que a experiência contribuiu para o aprendizado de conteúdos matemáticos. Alguns dos conteúdos mencionados foram porcentagem, probabilidade, estatística, e construção de tabelas e gráficos a partir de dados numéricos. A maioria dos respondentes também indicou que conseguiram esclarecer dúvidas em conteúdos como multiplicação, divisão, porcentagem, regra de três e no cálculo de áreas.

Além do interesse em conhecer mais sobre o aterro sanitário, observamos uma integração com conteúdos matemáticos, como volume e área, mencionados em uma resposta ao questionário (Figura 12). Também foram abordadas questões que vão além da matemática, incluindo temas complexos como saúde pública e questões ambientais. Essa abordagem multidisciplinar contribui para a formação de cidadãos mais críticos e conscientes.

Figura 12 - Resposta do estudante Cristiano Ronaldo às questões 7 e 8

7) Você acha que a Modelagem Matemática é uma abordagem para tornar o ensino de matemática mais interessante? () Não Sim

Por quê? _____

Ajudar a conhecer outras coisas, questionando de hora volume e área. Problemas de saúde pública. Problemas que estão acontecendo.

8) Conte um pouco sobre a experiência de ter participado desse projeto. Se possível escreva alguma sugestão que possa melhorar ou ampliar atividades como essa no futuro.

Aprender mais sobre o aterro.

Muito Obrigada!

Fonte: Elaborado as autoras, 2024.

Apesar de as questões 4 a 7 do formulário oferecerem as opções "sim" e "não", solicitando uma justificativa apenas em caso de resposta afirmativa, acreditamos que alguns estudantes podem ter optado por assinalar "não" para evitar a necessidade de justificar suas respostas. A quantidade de respondentes "não" foi pequena, considerando todas as respostas. Para uma próxima oportunidade,

achamos relevante retirar as alternativas “sim” e “não” para que os participantes possam apresentar livremente as suas opiniões.

Os questionários e anotações realizadas no diário de campo indicam que os alunos que participaram de todas as etapas do trabalho gostaram da experiência de visitar o aterro sanitário e mostraram interesse em atividades semelhantes, que envolvam sair da escola e conhecer novos lugares.

Outro aspecto que motivou os alunos foi a escolha dos temas. Embora o contexto tenha sido o aterro sanitário, os tópicos abordados foram definidos de acordo com os interesses de cada grupo. Isso permitiu uma maior personalização e engajamento na atividade. Todos os treze participantes responderam “Sim” à pergunta 7: “*Você acha que a Modelagem Matemática é uma abordagem para tornar o ensino de matemática mais interessante?*”. Também pudemos perceber esse interesse por meio de comentários dos estudantes, transcritos a seguir:

- Neymar: “*Gostei até de sair da escola, aprendi muitas coisas. Tem que ter mais desse projeto. Eu gostei demais!*”
- Magodeko\$: “*É mais interessante e puxa nossa atenção.*”
- HVSpec: “*É um jeito de aprender as coisas mais fácil*”.

Figura 13 - Resposta do estudante Victor Bacai às questões 7 e 8

7) Você acha que a Modelagem Matemática é uma abordagem para tornar o ensino de matemática mais interessante? () Não Sim

Por quê? Por causa das visitas.

8) Conte um pouco sobre a experiência de ter participado desse projeto. Se possível escreva alguma sugestão que possa melhorar ou ampliar atividades como essa no futuro.

Eu gostei muito, é uma assunto
bom para matemática, aprendi
mais sobre aterros.

Muito Obrigada!

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2024.

Alguns estudantes expressaram interesse pela experiência de sair da escola, explorar novos lugares e aprender sobre o funcionamento do aterro sanitário. Essa oportunidade de conhecer algo diferente e adquirir novos conhecimentos foi bem recebida pelos estudantes, como no exemplo da Figura 13.

O depoimento apresentado na Figura 14 evidencia a relevância da Modelagem Matemática para o ensino da disciplina, tornando-a mais envolvente. A forma como a estudante expressa o desejo de participar de outras atividades semelhantes, além de mencionar que lembrará da experiência ao longo da vida, destaca o impacto positivo que a Modelagem Matemática pode ter no processo de aprendizagem.

Figura 14 - Resposta da estudante Eloá às questões 7 e 8.

7) Você acha que a Modelagem Matemática é uma abordagem para tornar o ensino de matemática mais interessante? () Não Sim

Por quê? Foi aprendemos de uma forma divertida e diferente

8) Conte um pouco sobre a experiência de ter participado desse projeto. Se possível escreva alguma sugestão que possa melhorar ou ampliar atividades como essa no futuro.

Eu gostei muito de ter participado, e gostaria muito de participar novamente no futuro. Vai ser e é algo que vou lembrar para o resto de minha vida.

Muito Obrigada!

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2024.

O questionário revelou percepções que vão além das questões matemáticas, conforme demonstrado nos depoimentos dos estudantes. Mayra, por exemplo, refletiu sobre a atividade dizendo que “Foi muito interessante para ter noção e me fazer pensar também o quanto lixo nós produzimos”. Cristiano Ronaldo afirmou: “Aprendi mais sobre o aterro”. Esses depoimentos indicam que a atividade de Modelagem Matemática teve um impacto significativo, promovendo não apenas um aprendizado matemático, mas também incentivando à conscientização ambiental.

Outro depoimento (Figura 15) chamou nossa atenção ao destacar as dificuldades encontradas na realização dos cálculos e a importância do trabalho em grupo para superar esses desafios. Além disso, o estudante sugeriu medidas que poderiam beneficiar a comunidade como um todo.

Figura 15 - Resposta do estudante Marx às questões 7 e 8.

7) Você acha que a Modelagem Matemática é uma abordagem para tornar o ensino de matemática mais interessante? () Não (X) Sim

Por quê? Porque ajuda muito no desenvol-
vimento dos alunos

8) Conte um pouco sobre a experiência de ter participado desse projeto. Se possível escreva alguma sugestão que possa melhorar ou ampliar atividades como essa no futuro.

Eu tive muita dificuldade nos cálculos
mais com ajuda do grupo conseguimos
sugestão Sabata podia fazer mais projetos
de reciclagem, trabalhos voluntários

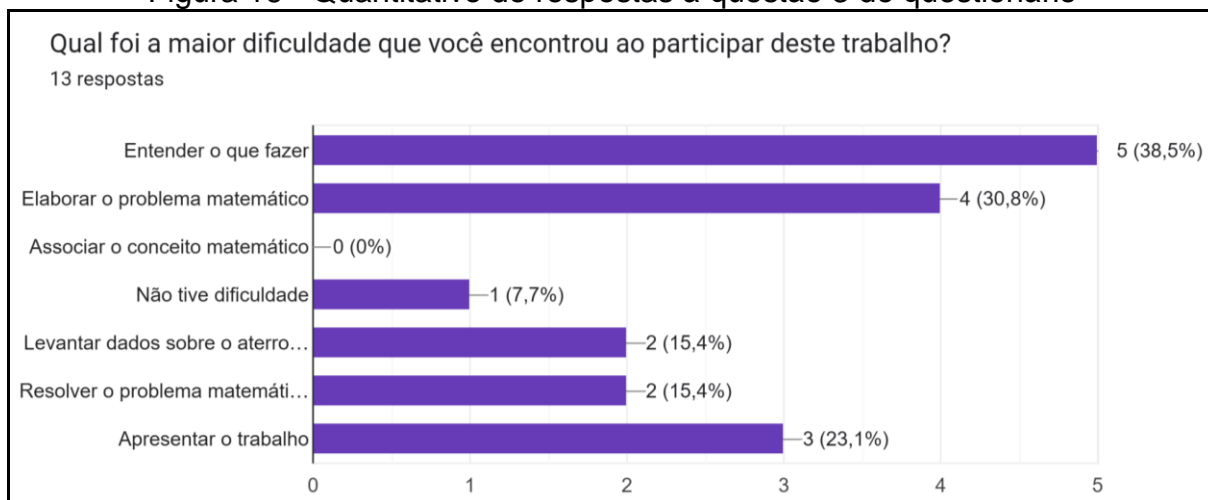
Muito Obrigada!

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2024.

As principais dificuldades identificadas pelos estudantes, nas respostas à questão 3 do questionário, apresentada na Figura 16, foram a compreensão inicial das tarefas e a elaboração dos problemas matemáticos. Além disso, alguns grupos enfrentaram problemas em participar das reuniões, tendo dificuldades para reunir todos os membros no mesmo dia.

Outro ponto indicado foi o intervalo prolongado entre a visita ao aterro e o início das atividades de modelagem. Aderbal observou que “Foi interessante, porém como sugestão acho que não foi bom ter prolongado o trabalho, ter ocorrido mais reuniões”. Esse *feedback* ressalta a importância de uma sequência temporal mais próxima entre a visita e o início das atividades, além de uma melhor estratégia para garantir a participação ativa de todos membros, maximizando as oportunidades de aprendizado.

Figura 16 - Quantitativo de respostas à questão 3 do questionário



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2024.

Analisando as respostas ao questionário, percebemos que os estudantes valorizaram a experiência de sair do ambiente escolar e explorar novos lugares, conectando conteúdos matemáticos a contextos reais, como a visita ao aterro sanitário. A integração com temas multidisciplinares, como saúde pública e questões ambientais, contribuiu para uma formação mais crítica e consciente. Todos os participantes que responderam ao questionário consideraram que a Modelagem Matemática tornou a aprendizagem mais interessante, conforme refletido nos depoimentos positivos. Esses relatos não apenas demonstram o impacto positivo da atividade na aprendizagem da matemática, mas também reforçam a importância da conscientização ambiental despertada durante a experiência.

O trabalho em grupo foi apontado como um fator que ajudou alguns alunos a superarem as dificuldades. Além disso, alguns estudantes sugeriram iniciativas que poderiam beneficiar a comunidade local, evidenciando um envolvimento com questões sociais.

Por fim, destacamos que, apesar dos resultados positivos, essa análise apresenta uma limitação: 14 alunos se ausentaram da etapa final. Logo, ela reflete apenas as impressões dos alunos que participaram de todas as etapas do projeto.

Sobre essa ausência, é possível que haja uma contribuição da proximidade das férias, do período de recuperação e/ou do não interesse no modelo de atividade utilizando Modelagem Matemática. Para uma avaliação mais abrangente, seria interessante consultar esses alunos ausentes e identificar possíveis melhorias que

puddessem aumentar o engajamento de todos. Devido ao prazo para finalizar a pesquisa, não foi possível realizar essa consulta.

Além disso, sugerimos que, em futuras atividades, as questões do questionário sejam reformuladas, permitindo que os alunos expressem suas opiniões de forma mais detalhada, enriquecendo assim a qualidade da avaliação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nosso objetivo geral foi investigar possíveis contribuições da Modelagem Matemática ao aprendizado de conteúdos matemáticos dos educandos do 9º ano do Ensino Fundamental, a partir de uma visita ao aterro sanitário da cidade de Sabará. Para isso, estabelecemos objetivos específicos voltados à interlocução entre conteúdos matemáticos e o contexto estudado, à descrição das motivações dos alunos e à análise da importância da modelagem para a aprendizagem de conteúdos matemáticos.

As observações feitas durante a realização da atividade e os dados coletados e analisados mostraram que a aplicação da Modelagem Matemática para a discussão de um problema real, como o do aterro sanitário, impactou positivamente na compreensão dos conceitos matemáticos por parte dos estudantes.

A visita ao aterro proporcionou uma maior interação entre os estudantes e facilitou a exploração de conteúdos matemáticos de forma prática e contextualizada. As ações desenvolvidas no âmbito das práticas com Modelagem Matemática possibilitaram que os estudantes revisitassem e aprimorassem conteúdos da matemática, como noções de quantidades, medidas, área, volume, razão, probabilidade, proporção, operações, gráficos, tabelas, sequências, entre outros.

Esses resultados indicaram que a Modelagem Matemática representa uma interessante ferramenta educacional, que oferece aos estudantes a oportunidade de aplicar conceitos matemáticos a problemas reais, desenvolvendo habilidades de resolução de problemas e de pensamento crítico. A prática da Modelagem se mostrou interligada com outros componentes, como Ciências e Geografia, além de envolver as habilidades de leitura e escrita, evidenciando o caráter interdisciplinar da Matemática aplicada a contextos reais.

Para futuras pesquisas, sugerimos a exploração de novas aplicações da Modelagem Matemática em diferentes contextos e níveis de ensino. Além disso, recomendamos uma discussão aprofundada sobre a análise crítica das situações estudadas, o que pode contribuir para a formação de cidadãos mais críticos e conscientes. Também é importante destacar que sempre que um grupo de alunos levantar um conteúdo matemático que ainda não tenha sido abordado em sala de aula, o professor poderá maximizar o aprendizado ao explorar esse conteúdo com toda a turma.

Por outro lado, é necessário reconhecer que a implementação da Modelagem Matemática exige uma mudança de postura tanto por parte dos alunos quanto dos professores. Os estudantes precisam se adaptar a uma abordagem de aprendizagem mais investigativa e colaborativa, enquanto os professores devem assumir o papel de mediadores e facilitadores do processo.

Sobre isso, um dos principais desafios enfrentados foi o tempo limitado disponível para o desenvolvimento da atividade, o que restringiu o progresso dos grupos. O curto período disponível tanto nas aulas regulares quanto nos horários extras acabou por comprometer, em certa medida, a profundidade com que os alunos puderam se envolver em todas as etapas do processo. Além disso, nem todos os alunos se mostraram igualmente interessados e engajados ao longo de todo o percurso.

Em suma, a Modelagem Matemática, quando implementada de forma adequada, enriquece o ensino de matemática e proporciona uma aprendizagem mais significativa e contextualizada.

Esperamos que este estudo contribua para a valorização e disseminação de práticas pedagógicas e inspire futuras pesquisas e práticas educacionais que promovam um ensino de matemática mais próximo da realidade dos estudantes e que fomente a formação de cidadãos críticos e engajados com a sociedade.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004: Resíduos Sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro, p. 1. 2004.

ALMEIDA, Lourdes Werle de; SILVA, Karina Pessoa da; VERTUR, Rodolfo Eduardo. **Modelagem matemática na educação básica**. São Paulo: Editora Contexto, 2016.

ALVES-MAZZOTTI, Alda Judith; GEWANDSZNADJER, Fernando. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 2000.

AZOULAY, A. *In*: UNESCO. **UNESCO declara que a educação ambiental deve ser um componente curricular básico até 2025**. Disponível em: <https://www.unesco.org/pt/articles/unesco-declara-que-educacao-ambiental-deve-ser-um-componente-curricular-basico-ate-2025>. Acesso em: 24 set. 2023.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Modelagem Matemática: O que é? Por que? Como? **Veritati**, n. 4, p. 73-80, 2004. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/2010/Matematica/artigo_veritati_jonei.pdf. Acesso em: 22 ago. 2023.

BERTONE, Ana Maria Amarillo; BASSANEZI, Rodney Carlos; JAFELICE, Rosana Sueli da Motta. **Modelagem Matemática**. Uberlândia, MG: Universidade Federal de Uberlândia, 2014. 187 p. (Licenciatura em Matemática). Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/25315/1/Modelagem%20Matem%C3%A1tica.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2024.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora, 1994.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/escola-em-tempo-integral/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal.pdf. Acesso em: 18 out. 2023.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a criação do Sistema Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 08 out. 2023.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 08 out. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Divulgados resultados do Brasil no Pisa 2022**. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/noticias/2023/dezembro/divulgados-os-resultados-do-pisa-2022>. Acesso: 18 set. 2024.

BURAK, Dionísio. A modelagem na concepção de Educação Matemática de Higginson: relações e implicações envolvidas no processo de ensino e a aprendizagem da Matemática. **Educação por Escrito**, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 1-12, jan.-dez. 2023. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/poescrito/article/view/45047/28368>. Acesso em: 03 ago. 2024.

BURAK, Dionísio. **Modelagem Matemática**: uma proposta metodológica para o ensino. 1992. 125 f. Dissertação (Mestrado) — Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992. Disponível em: https://www.psiem.fe.unicamp.br/pf-psiem/burak_dionisio_d.pdf. Acesso em 12 de maio de 2023.

BURAK, Dionísio. A modelagem matemática na perspectiva da Educação Matemática: olhares múltiplos e complexos. **Revista Educação Matemática Sem Fronteiras**, Chapecó, v. 1, n. 1, p. 96-111, jan.-jun. 2019. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/EMSF/article/view/10740/7127>. Acesso em: 14 maio 2024.

BURAK, Dionísio. Modelagem na perspectiva da Educação Matemática: um olhar sobre seus fundamentos. **Revista Iberoamericana de Educación Matemática**, ano XI, n. 51, p. 9-26, 2017. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/328834177.pdf>. Acesso em: 12 maio 2023.

BURAK, Dionísio; KLÜBER, Thiago. E. Educação Matemática: contribuições para a compreensão de sua natureza. **Acta Scientiae (ULBRA)**, v. 10, p. 93-106, 2008. Disponível em: <https://funes.uniandes.edu.co/wp-content/uploads/tainacan-items/32454/1195248/Burak2008Educacao.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2024.

BURAK, Dionísio; KLÜBER, Thiago Emanuel. Considerações sobre a modelagem matemática em uma perspectiva de Educação Matemática. **Margens** (UFPA), v. 6, p. 33- 50, 2013. Disponível em: <http://novoperiodicos.ufpa.br/periodicos/index.php/revistamargens/article/view/2745/2870>. Acesso em 03 ago. 2024.

BURAK, Dionísio; ZONTINI, Laynara dos Reis Santos. Práticas com modelagem na formação do professor da Educação Básica: a busca por uma nova racionalidade. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v. 15, e2014239, p. 1-20, 2020. Disponível em:

<https://revistas.uepg.br/index.php/praxiseducativa/article/view/14239/209209212896>. Acesso em: 12 maio 2023.

CALDEIRA, Ademir Donizeti. Modelagem matemática, currículo e formação de professores: obstáculos e apontamentos. **Educação Matemática e cidadania**, São Paulo, v. 21, n. 3, p. 53-62, set. 2015. Disponível em: https://web.archive.org/web/20180428002154id_/http://www.sbem.com.br/revista/index.php/emr/article/viewFile/503/pdf. Acesso em: 18 out. 2023.

COLAGRANDE, Elaine Angelina; FARIAS, Luciana Aparecida. Apresentação – Educação Ambiental e o contexto escolar brasileiro: desafios presentes, reflexões permanentes. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 37, e81232, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/er/a/Yrs9h4KZCkS9KlKrktDQwHS/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 set. 2024.

COSTA, A. R. S.; PINHEIRO, S. M. G.; DE MELO, A. M.; EL-DEIR, S. G. *et al.* Os princípios da sustentabilidade como norteadores na gestão dos resíduos sólidos urbanos. **Holos Environment**, v. 17, n. 1, p. 94-109, 2017. Disponível em: <https://www.cea-unesp.org.br/holos/article/view/11510/8204>. Acesso em: 10 set. 2024.

D'AMBROSIO, Beatriz S. Como ensinar matemática hoje? Temas e Debates. **Revista da SBEM**, ano II, n. 2, p. 15-19, 1989. Brasília. Disponível em: <https://www.sbembrasil.org.br/periodicos/index.php/td/article/view/2651/1846>.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **Educação matemática: Da teoria à prática**. Campinas, SP: Papirus. 1996.

FACHIN, O. **Fundamentos de Metodologia**. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

FERREIRA, Denise Helena Lombrado; WODEWOTZKI, Maria Lúcia Lorenzetti. Modelagem matemática e educação ambiental: uma experiência com alunos do Ensino Médio. **Revista de Educação PUC-Campinas**, Campinas, n. 18, p. 125-134, jun. 2005. Disponível em: <https://periodicos.puc-campinas.edu.br/reeducacao/article/view/268/2947>. Acesso em: 10 set. 2024.

FERREIRA, Neuber Silva; FRANCHI, Regina Helena Oliveira Lino. **Modelagem Matemática e Tecnologias da Informação e Comunicação como ambiente para abordagem do conceito de Função segundo a Educação Matemática Crítica**. 243 f. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013. Disponível em: https://sucupira-legado.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=338560. Acesso: 06 out. 2024.

FIORENTINI, Dario. Alguns modos de ver e conceber o ensino da matemática no Brasil. **Zetetike**, Campinas, SP, v. 3, n. 1, p. 1–38, 1995. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8646877>. Acesso em: 18 set. 2024.

FIORENTINI, Dario; LORENZATO, Sergio. **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos**. São Paulo: Autores Associados, 2006.

IAS. Instituto Água e Saneamento. **Bom Jesus do Amparo (MG)**. 2024. Disponível em: <https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/mg/bom-jesus-do-amparo>. Acesso em: 18 set. 2024.

INOUE, Giovanna; BERNARDES, Gabriela. Inep aponta piora em todos os níveis da educação básica devido à pandemia. **CNN Brasil**, Brasília, 16 set. 2022. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/inep-aponta-piora-em-todos-os-niveis-da-educacao-basica-devido-a-pandemia/>. Acesso em: 18 set. 2022.

MAGNUS, Maria Carolina Machado. 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. Disponível em: <https://scielo.br/j/bolema/a/x86jfcCLBpVt5WXNcWJjYbg/?format=pdf>. Acesso em: 17 ago. 2024.

MINAYO, Maria Cecília de Souza; DESLANDES, Suely Ferreira; GOMES, Romeu. **Pesquisa social: Teoria, método e criatividade**. 26ª ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2007.

RODRIGUES, F. L.; CAVINATTO, V. M. **Lixo: de onde vem? para onde vai?** 2 ed. São Paulo: Moderna, 2003.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO SOBRE A PRÁTICA DE MODELAGEM MATEMÁTICA APÓS VISITA AO ATERRO SANITÁRIO DE SABARÁ

Prezado(a) participante, você está convidado(a) a preencher este questionário anônimo, que faz parte da etapa de coleta de dados do projeto. A pesquisadora responsável é Pauliana Duarte Moreira Alves, que pode ser contatada pelo telefone (31) 98836-0728 ou pelo e-mail paulianaduartema@gmail.com. O projeto é orientado pela pesquisadora Daila Silva Seabra de Moura Fonseca do IFMG campus Sabará, disponível pelo e-mail daila.fonseca@ifmg.edu.br.

Gostaria de convidá-lo(a) para refletir sobre o trabalho de Modelagem Matemática desenvolvido em sala de aula. Estou conduzindo um projeto de pesquisa intitulado "Sabaração: Prática de Modelagem Matemática com estudantes do 9º ano de uma escola pública de Sabará, após visita ao aterro sanitário da cidade". Este projeto tem como objetivo verificar as contribuições da Modelagem Matemática para o aprendizado de conteúdos matemáticos.

Sua participação será de grande importância. Os resultados desta pesquisa poderão orientar ações para superar as dificuldades na aplicação dos conhecimentos aprendidos em sala de aula em situações reais, tornando a matemática mais acessível e relevante.

Este projeto foi analisado e aprovado pelo Comitê de Ética, sob o número de protocolo CAAE 76612723.8.0000.0293.

Se desejar escreva um nome fictício para ser mencionado na pesquisa

1) Para você, aprender conteúdos matemáticos através de trabalhos desenvolvidos com o uso de Modelagem Matemática, é:

Péssimo Ruim Nem bom nem ruim Bom Muito Bom

2) Você gostaria de participar de outros trabalhos que envolvam Modelagem Matemática?

Não Sim

3) Qual foi a maior dificuldade que você encontrou ao participar deste trabalho?

Entender o que fazer Levantar dados sobre o aterro sanitário
 Elaborar o problema matemático Resolver o problema matemático elaborado
 Associar o conceito matemático Apresentar o trabalho
 Não tive dificuldade

4) Houve alguma conexão com os conteúdos de matemática vistos em sala de aula?

Não Sim Se sim, quais? _____

5) Durante a visita ao aterro sanitário de Sabará, você conseguiu identificar situações ou problemas que envolviam conceitos matemáticos? Não Sim

Se sim, descreva um exemplo. _____

6) Essa experiência de modelagem matemática contribuiu para o seu aprendizado de conteúdos matemáticos? Não Sim

Em caso afirmativo, explique: _____

7) Você acha que a Modelagem Matemática é uma abordagem para tornar o ensino de matemática mais interessante? Não Sim

Por quê? _____

8) Conte um pouco sobre a experiência de ter participado desse projeto. Se possível escreva alguma sugestão que possa melhorar ou ampliar atividades como essa no futuro.

Muito Obrigada!