



Universidade Federal de Mato Grosso
Instituto de Ciências Exatas e da Terra
Departamento de Matemática



Douglas Mauricio de Almeida

**Modelação matemática:
Uma proposta de ensino através da horta pedagógica**

Cuiabá - MT

2024

Douglas Mauricio de Almeida

Modelação matemática: Uma proposta de ensino através da horta pedagógica

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Profissional em Matemática – Profmat, como requisito para obtenção do título de **Mestre em Matemática** pela Universidade Federal de Mato Grosso.

Área de Concentração: Educação Matemática. Linha de pesquisa: Modelagem e Educação Matemática.

Prof. Dr. André Krindges
Orientador

Cuiabá - MT

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

A447m Almeida, Douglas Mauricio de.
Modelação matemática [recurso eletrônico] : Uma proposta de ensino através da horta pedagógica / Douglas Mauricio de Almeida. -- Dados eletrônicos (1 arquivo : 84 f., il. color., pdf). -- 2024.

Orientador: André Krindges.
Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Programa de Pós-Graduação Profissional em Matemática, Cuiabá, 2024.

Modo de acesso: World Wide Web: <https://ri.ufmt.br>.
Inclui bibliografia.

1. Modelação matemática. 2. Matemática aplicada. 3. Horta escolar.
I. Krindges, André, *orientador*. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM [NOME DO PPG]

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: MODELAÇÃO MATEMÁTICA: UMA PROPOSTA DE ENSINO ATRAVÉS DA HORTA PEDAGÓGICA

AUTOR: MESTRANDO DOUGLAS MAURICIO DE ALMEIDA

Dissertação defendida e aprovada em 30 de agosto de 2024.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

- 1. Prof. Dr. André Krindges** (Presidente Banca/orientador)
Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso
 - 2. Prof. Dr. Moisés dos Santos Cecconello** (Membro Interno)
Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso
 - 3. Profª Drª. Liliana Karla Jorge de Moura** (Membro externo)
Instituição: Instituto Federal de Mato Grosso - Campus Cáceres
- Cuiabá, 30/08/2024.**



Documento assinado eletronicamente por **Andre Krindges, Usuário Externo**, em 03/09/2024, às 09:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **MOISEIS DOS SANTOS CECCONELLO, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 04/09/2024, às 18:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **ANDRE KRINDGES, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 04/09/2024, às 18:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Liliana Karla Jorge de Moura, Usuário Externo**, em 04/09/2024, às 19:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufmt.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **7126987** e o código CRC **C0A2059F**.

Referência: Processo nº 23108.040389/2024-17

SEI nº 7126987

À minha amada mãe Adotiva Mauricio Duarte de Almeida, ao meu pai, Alicio Alves de Almeida e a meus amados filhos, Sophia Emanuelle Oliveira de Almeida e Anthoni Vinícius Oliveira de Almeida.

Agradecimentos

Quero iniciar meus agradecimentos à minha família, em especial aos meus pais, Alício e Adotiva, que embora não tiveram a oportunidade de ter acesso a educação de qualidade sempre me incentivaram e me apoiaram em todos os desafios que enfrentei e me trouxeram até aqui, apoio esse de extrema importância quando enfrentei momentos de desânimo e falta de motivação para concluir minha graduação e alcançar a sua finalização; à minha irmã, Karla Gabriela, que sempre que conversávamos me encorajava e me dava forças para continuar minha caminhada, me ajudava a relaxar, rir, descontraír e renovar as energias para as atividades necessárias, e aos meus queridos e amados filhos Sophia Emanuelle e Anthony Vinícius, que sempre conseguiam me energizar e melhorar a minha autoestima com sua inocência maravilhosa de criança, além de me convidarem para momentos importantes de relaxamento, com brincadeiras e afetos que a cada dia me proporcionavam mais motivação para concluir minha caminhada sabendo que essa vitória não seria apenas uma vitória minha mas também deles, por eles e para eles.

Agradeço também aos meus amigos Patrícia e Natália que durante minha estadia na casa do estudante durante minha graduação foram muito importantes pois assim como eu, estavam longe de sua família e construimos laços de amizade que amenizava a falta e saudade de nossos familiares. Ao meu amigo Douglas que mesmo à distância me encaminharam mensagens de auxílio emocional, lembrando-me do meu potencial e me fazendo acreditar que seria capaz chegar ao final de mais essa realização pessoal dizendo que eu tinha capacidade suficiente para chegar ao final.

Não posso deixar de agradecer aos meus colegas de trabalho, em especial a Luciana Lana, que me incentivou a entrar no programa, a Rosane, que em nossos momentos de cansaço estava disposta a conversar sobre como era estar em um programa de pós-graduação e ainda atuar em sala de aula, ao Jucimar, amigo e colega de trabalho que estava atuando na coordenação pedagógica quando ingressei no programa me incentivou

a não desistir e me ajudou a conseguir organizar minha carga horária semanal de tal forma que fosse possível estar participando das aulas presenciais que ocorriam a mais de 650 km do município que resido, a meu grande amigo Sandro Daniel, que compartilhava as experiências de sua graduação, mestrado e doutorado durante em nossas horas de planejamento escolar, o que me fez amadurecer e me empenhar cada vez mais no mestrado, a minha querida amiga Euzenir que com sua sabedoria de vida, quando precisei desabafar, ouvir críticas esteve ali paciente me ouvindo e me aconselhando. Aos profissionais da Secretaria, Coordenação e da Direção da E.E. Dona Rosa Frigger Piovezan pelo suporte prestado.

Em meio a tantas pessoas que ajudaram a tornar possível esse momento, quero deixar aqui registrado minha gratidão a meus queridos amigos Chiang Kai-Shek e Ynnês, um casal de amigos que fiz na minha graduação e que se tornaram amigos muito próximos, todos os finais de semana que ofereceram sua casa como um ponto de descanso após longas viagens para estar presente nas aulas presenciais.

É de suma importância ainda agradecer aos professores do Profmat - Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional, da Universidade Federal de Mato Grosso campus Cuiabá (UFMT), de maneira ímpar, a aqueles que compartilharam comigo um pouco de seus conhecimentos através das disciplinas cursadas no decorrer do programa.

À minha turma, colegas de curso da turma 2022 do Profmat, amplos agradecimentos por todos os momentos de aprendizado e descontração, diante dos desafios enfrentados a ajuda coletiva que tínhamos foi de extrema importância para alcançar a desejada aprovação em nossa qualificação e desenvolvimento de atividades e projetos no decorrer desses dois anos de aprendizado. Embora eu tenha sido o único que residia fora de Cuiabá, quando tomávamos decisões com relação ao andamento do curso eram compreensíveis com as minhas dificuldades de deslocamento.

Ao meu orientador, Prof. Dr. André Krindges, deixo aqui meus mais sinceros e profundos agradecimentos por atuar de maneira precisa, eficiente e colaborativa para a minha pesquisa, em nossas conversas que tivemos antes mesmo de defini-lo como orientador me despertou o interesse e vontade de estudar e desenvolver projetos envolvendo modelagem matemática. Deixo aqui meu agradecimento por ser compreensivo quando não conseguir me dedicar da maneira apropriada pois muitas vezes deixei a desejar em meu empenho pelos problemas pessoais que estavam acontecendo em minha vida.

Agradeço também aos membros da minha banca de qualificação e de defesa, Dr. Moisés Dos Santos Ceconello e Liliana Karla Jorge de Moura, pelos apontamentos, sugestões e críticas a minha pesquisa, que contribuíram para tornar minha pesquisa ainda mais enriquecedora.

Peço desculpas caso tenha esquecido de mencionar alguém que contribuiu para a construção desse momento singular, mas tudo o que posso dizer é obrigado, para todos aqueles com quem cruzei nessa jornada nesses dois anos de pesquisa, aperfeiçoamento profissional e pessoal, e me incentivou e/ou forneceu auxílios.

A todos vocês que fizeram parte desse trecho da minha jornada, minha eterna gratidão!

Cada vez mais se reconhece que a Matemática é cheia de vida e interesse, que apela à imaginação tanto quanto ao intelecto, que tem sua poesia própria e peculiar

HEPPEL, 1893.

Resumo

Esta dissertação apresenta o resultado da pesquisa desenvolvida na escola estadual Dona Rosa Frigger Piovezan, localizada no município de Comodoro, cidade do interior do estado de Mato Grosso, durante a realização do projeto os estudantes utilizaram o espaço da horta pedagógica escolar para vivenciar a experiência da matemática aplicada por meio de modelação matemática. Tal projeto visou aplicar os conceitos e conteúdos trabalhados em sala de aula de modo que os estudantes possam ver a aplicação da matemática ali aprendida, possibilitando um aprendizado mais significativo e um ensino mais atrativo para os alunos. Os discentes foram orientados a desenvolver as atividades propostas em diferentes disciplinas sob a supervisão do professor, onde o docente só intervinha de forma mais ativa quando necessário. A proposta foi desenvolvida com duas turmas do 2º ano do ensino médio regular, a partir de conteúdos como função do primeiro e segundo grau, área e perímetro, além de temas transversais de conhecimento como a educação ambiental com o uso da modelagem matemática. Para basear nosso trabalho, utilizamos materiais como livros, artigos, dissertações e teses de pesquisadores como Bassanezi e Burak. As experiências, desafios e resultados obtidos serão aqui compartilhados juntamente com os pontos positivos como o desenvolvimento de habilidades de trabalho em equipe, ética, solidariedade, respeito ao meio ambiente e cooperação. Apontaremos também os pontos negativos da proposta pedagógica desenvolvida, como uma forma de aperfeiçoamento para futuras tentativas de reprodução do projeto.

Palavras chave: Modelação matemática; Matemática aplicada; Horta escolar.

Abstract

This dissertation presents the results of research conducted at Dona Rosa Frigger Piovezan State School, located in the city of Comodoro, an inland city in the state of Mato Grosso, Brazil. During the project, students used the school's educational garden to experience applied mathematics through mathematical modeling. The aim of this project was to apply the concepts and content taught in the classroom so that students could see the practical application of the mathematics they learned, enabling more meaningful learning and a more engaging teaching approach. Students were guided to develop the proposed activities in different subjects under the supervision of the teacher, where he only intervened more actively when necessary. The proposal was developed with two classes from the 2nd year of regular high school, based on content such as first and second-degree functions, area and perimeter, as well as transversal knowledge themes such as environmental education through mathematical modeling. To support our work, we used materials such as books, articles, dissertations, and theses by researchers like Bassanezi and Burak. The experiences, challenges, and results obtained will be shared here along with the positive aspects such as the development of teamwork skills, ethics, solidarity, respect for the environment, and cooperation. We will also point out the negative aspects of the pedagogical proposal developed as a way to improve future attempts to replicate the project.

Keywords: Mathematical modeling; Applied mathematics; School garden.

Lista de Figuras

2.1	Imagem feita em 24 de maio de 2023, durante o processo de construção dos canteiros designados para o projeto de horta escolar associado à modelação matemática.	24
2.2	Imagem de 24 de maio de 2023, mostrando os alunos atuando na atividade de construir os canteiros da horta escolar.	24
2.3	Imagem do dia 31 de maio de 2023, onde é possível visualizar os alunos realizando o processo de plantio das sementes de beterraba, cenoura e alface.	27
2.4	Imagem do dia 06 de junho de 2023, onde visualizamos o canteiro que não recebeu adubo, tendo o seu princípio de germinação das sementes plantadas.	29
2.5	Imagem feita em 06 de junho de 2023, que demonstra o processo de germinação das sementes no canteiro que recebeu a adubação.	30
2.6	Imagem do dia 26 de junho de 2023, que representa os alunos no processo de regar os canteiros. Na imagem se visualiza ainda o pouco desenvolvimento do canteiro esquerdo, que não recebeu adubação.	31
2.7	Imagem feita em 26 de junho de 2023, com os alunos realizando a atividade de regar a horta escolar. Nesta imagem, podemos visualizar e comparar o crescimento das hortaliças no canteiro adubado, em relação ao canteiro sem adubação da imagem anterior.	32
2.8	Imagem do dia 19 de junho de 2023, com os alunos num dos canteiros realizando a atividade de remoção das pragas que haviam se desenvolvido no local.	34

2.9	Imagem do dia 19 de julho de 2023, que representa os alunos em atividade de medição de uma beterraba, utilizando o paquímetro como ferramenta, para assim dar continuidade ao trabalho de coleta de dados do desenvolvimento da horta.	36
2.10	Imagem do dia 19 de julho de 2023, com o processo de pesagem de uma amostra de beterraba, que nesse estágio estava com apenas 14 gramas, gerando dados para serem incluídos na planilha de acompanhamento. . . .	37
2.11	Imagem do dia 19 de julho de 2023, onde visualizamos os alunos realizando a inserção dos dados coletas na planilha do Google Planilhas.	38
2.12	Imagem do dia 26 de julho de 2023, com a representação do gesto de surpresa de uma estudante, ao colher uma beterraba, procedimento que, segundo informações repassadas pela mesma, ela nunca havia realizado até aquele momento.	39
2.13	Imagem do dia 26 de julho de 2023, onde visualizamos um aluno realizando a colheita de uma beterraba.	40
2.14	Imagem do dia 26 de julho de 2023, que representa um aluno realizando a medição de uma hortaliça, tanto da parte de raiz, quanto da sua folhagem.	41
2.15	Imagem do dia 26 de julho de 2023, com mais uma etapa do processo de pesagem de uma amostra de cenoura, onde essa amostra estava agora com 9 gramas, em dados que foram incluídos pelos alunos no <i>Google Planilhas</i>	42
2.16	Imagem do dia 26 de julho de 2023, com a representação de três cenouras colhidas dos canteiros, para o processo de separação, medição, pesagem e tabulamento dos dados no <i>Google Planilhas</i>	43
3.1	Tabela contendo os dados dos canteiros experimentais e registrados com o auxílio do <i>Google Planilhas</i>	54
3.2	Tentativa de encontrar a equação linear que descreve a altura das beterrabas	55
3.3	Tentativa de encontrar a equação quadrática que descreve a altura das beterrabas	55
3.4	Tentativa de encontrar a equação linear que descreve o peso das beterrabas	56
3.5	Tentativa de encontrar a equação quadrática que descreve o peso das beterrabas	56

3.6	Gráfico da equação quadrática obtido pela razão entre as médias de crescimento de duas coletas consecutivas do peso das beterrabas	57
-----	--	----

Lista de siglas

A seguir, segue-se as siglas utilizadas nesta dissertação.

Profmat	Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional;
UFMT	Universidade Federal de Mato Grosso;
ICET	Instituto de Ciências Exatas e da Terra;
DMAT	Departamento de Matemática;
BNCC	Base Nacional Comum Curricular;
SEDUC-MT	Secretaria Estadual de Educação e Cultura de Mato Grosso;
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio.

Sumário

Introdução	1
1 A modelagem matemática no seu contexto histórico	5
1.1 Modelagem Matemática	7
1.2 Modelagem matemática em processos educativos	10
1.3 Horta Escolar	14
2 Modelação matemática na horta escolar	18
2.1 Apresentação do projeto e delimitação das ideias com os estudantes	20
2.2 A horta escolar como meio prático para a modelação matemática	22
3 Resultados obtidos	45
3.1 Os principais desafios encontrados e suas soluções	45
3.2 A associação com a matemática	47
3.3 O desenvolvimento de uma função	51
Referências Bibliográficas	64
Apêndice: material adicional	65
A.1 Termo para uso de imagem dos alunos	65
A.2 Termo para uso de imagem dos professores	66
A.3 Termo de autorização para manejo de ferramentas cortantes	67

Introdução

“A ciência é mais que um corpo de conhecimento, é uma forma de pensar, uma forma cética de interrogar o universo, com pleno conhecimento da falibilidade humana.”

(Carl Sagan)

Em 1978, Edward A. Bender nos trouxe a seguinte afirmativa: “A matemática está a começar a desempenhar um papel mais importante no desenvolvimento das ciências sociais e da vida, e estas ciências estão a começar a influenciar o desenvolvimento da matemática”¹ (p. 2, tradução nossa). Compartilhamos do pensamento do autor, considerando que vemos a Matemática muito presente em todas as coisas da vida humana, das mais simples às mais complexas, liderando inovações ou ao menos garantindo que o cotidiano das pessoas tenha opções mais interessantes e confortáveis de vida.

Destarte, temos plena noção da complexidade das questões matemáticas e de sua importância para diversos processos essenciais, especialmente os tecnológicos, onde vemos como os seus usos, dos procedimentos mais básicos aos mais complexos, possuem o potencial de se destacar cada vez mais, enquanto se apresentam como um diferencial importante em muitas das atividades humanas.

A nós, a afirmação de Bender atende muitas das necessidades de compreensão que o tema deste trabalho, a Modelação Matemática, está em busca de proporcionar, pois é pela modelagem feita por pessoas alheias à Matemática, de diversas áreas de atuação (e não apenas as Ciências Sociais), que uma ampla gama de hipóteses e problemas podem ser levantados, discutidos, resolvidos ou ao menos conhecidos, ampliando ainda mais os conhecimentos das coisas que compõem o mundo e suas vivências.

O objetivo central deste trabalho de pesquisa é o de aplicar os conceitos e conteúdos

¹Mathematics is starting to play a greater role in the development of the life and social sciences, and these sciences are starting to influence the development of mathematics.

trabalhados em sala de aula de modo que os estudantes possam ver a aplicação da matemática ali aprendida, possibilitando um aprendizado mais significativo e um ensino mais atrativo para os alunos.s. Temos ainda alguns objetivos específicos atrelados, como o de colocar a matemática a partir de uma nova perspectiva para o estudante, a partir de uma visão que o auxilie a compreender a sua presença no cotidiano dele.

Todas as atividades da pesquisa aqui realizada foram formalizadas na Escola Estadual Dona Rosa Frigger Piovezan, da cidade de Comodoro, Mato Grosso, que atende alunos do ensino fundamental II (6^o ao 9^o ano) e do ensino médio (1^o ao 3^o ano), todos em regime regular de estudos.

A motivação inicial para o desenvolvimento desta pesquisa se deu pela vontade pessoal do pesquisador de mostrar que a matemática pode ser tratada e ensinada de forma mais aplicada na vida cotidiana do estudante da educação básica, a fim de que o mesmo possa ver sentido não apenas nas partículas menores ou itens completos que fazem parte de sua vida, mas também na participação da matemática de forma direta ou indireta na estruturação desses itens. Nosso desejo ainda é de que o ensino da matemática não seja apenas uma aplicação e repetição de fórmulas em sala de aula, muitas vezes sem sentido algum, utilizadas apenas para resolver problemas fictícios, os quais o estudante não consegue ver em situações rotineiras, fora dos muros da escola.

Assim, esperamos que essa pesquisa possa motivar outros pesquisadores da matemática e áreas afins, além de educadores, de maneira a integralizar na sua rotina de ensino procedimentos e práticas que coloquem os estudantes num contato mais direto e satisfatório com a disciplina, ampliando seus conhecimentos e permitindo que o aprender seja uma prática prazerosa e agradável de verdade.

Para tanto, o capítulo um aborda uma ambientação histórica da Modelagem Matemática e de sua área superior, a Matemática Aplicada, utilizando especialmente a perspectiva do professor e pesquisador brasileiro Rodney Carlos Bassanezi, uma das maiores referências desta área no Brasil e no mundo. Também trata da modelagem em processos educativos e, é nessa etapa que passamos ao nome modelação matemática, para então falarmos um pouco do que é a horta escolar e como ela acontece.

Já no capítulo dois discute-se a modelação matemática na horta escolar. Inicia-se pela apresentação do projeto aos alunos, realizando discussões sobre como as etapas seriam realizadas, e dando início a um compilado de cinco etapas, que incluíram a cons-

trução de dois canteiros específicos, a definição das hortaliças que seriam cultivadas, os parâmetros para comparação, os procedimentos de coleta de dados, para por fim realizarmos a tabulação dos dados e a criação das funções e gráficos que seriam analisados e discutidos pelos estudantes, tendo o professor como mediador do processo.

Ressaltamos que a maioria dessas etapas foi realizada de maneira ativa pelos estudantes, que utilizaram seus conhecimentos iniciais sobre uma horta e também sobre matemática para definir os procedimentos a serem realizados, enquanto o professor atuou apenas como um mediador das atividades, sanando dúvidas e auxiliando nos direcionamentos e questionamentos.

A realização desses procedimentos corresponde ao método ativo de ensino, onde o estudante é colocado como protagonista da própria aprendizagem, podendo construir um caminho que faça mais sentido a ele, e que conte com a colaboração de outros estudantes e também do próprio professor, permitindo uma aprendizagem com mais significado. Ressaltamos que esse processo ativo incluiu inclusive a tomada de decisões quando os mesmos se deparavam com procedimentos não planejados, trazendo experiências únicas e com grandes oportunidades de aprender e desenvolver novas habilidades.

O capítulo três, traz os resultados obtidos com a atividade desenvolvida na horta escolar, bem como as principais dificuldades encontradas pelos estudantes, considerando que a maior parte do projeto exigiu deles ações mais ativas, especialmente no que tange à análise dos imprevistos e da tomada de decisão por parte deles, consideramos importante destacar algumas dessas dificuldades, além das ações e decisões tomadas pelos alunos no processo.

Em sequência, apresentamos questões importantes do projeto, relacionadas à matemática, bem como as atividades de aprendizagem que mediamos para que os conhecimentos dos alunos neste campo fossem ampliados. Ainda abordamos os principais resultados obtidos com a coleta de dados e com o desenvolvimento de gráficos e funções que servissem de modelo para os principais questionamentos levantados em conjunto com os estudantes, bem como os resultados alcançados com esses procedimentos, especialmente em relação às principais questões elaboradas para serem respondidas de forma coletiva.

Desenvolver este projeto oportunizou a exploração de novos campos de ensino e aprendizagem, ampliou nossas práticas pedagógicas e colocou os estudantes para experimentarem seus próprios conhecimentos e habilidades, demonstrando ainda o poder da

modelação matemática para os processos educativos.

Capítulo 1

A modelagem matemática no seu contexto histórico

Em um mundo onde as informações e os processos estão cada vez mais ágeis e dinâmicos, é pertinente repensar as formas de ensinar e aprender em qualquer área de conhecimento. Ainda mais quando consideramos que as tecnologias digitais têm modificado amplamente diversas maneiras da vida e de novos modos de trabalho. O que percebemos na atualidade nos demonstra que o processo de aprender pode acontecer por intermédio de diversas áreas, desde procedimentos mais práticos, a processos que usam mais das facilidades digitais para permitir o acesso a amplas áreas de conhecimento, fugindo daquele modelo básico da escola tradicional, onde o docente de cada área concentra as informações que os alunos devem aprender.

E em termos de processos educacionais envolvendo a Matemática, não são apenas os avanços tecnológicos que promovem novidades em seus processos, mas também as pesquisas e diversas atividades que são desenvolvidas com o objetivo de repensar os usos da área, não apenas no processo atual de ensino, mas em suas metodologias e aplicabilidades, especialmente as do cotidiano social.

Um exemplo disso é o crescimento da Matemática Aplicada, uma área que se fortaleceu especialmente durante o século XX, período onde diversos campos sociais, políticos, científicos e também educacionais passam a se desenvolver em larga escala, em parte impulsionados pelos procedimentos socioeconômicos do período, como as grandes guerras e a própria corrida espacial, mas principalmente pelo novo modelo econômico em vigência, que até hoje depende da tecnologia (amparada pela Matemática, Física, e

outras áreas) para se desenvolver.

Assim, a Matemática Aplicada vem sendo considerada uma importante ferramenta, não apenas nos contextos de sua aplicabilidade cotidiana, mas também no quesito envolvendo o processo educacional, de maneira a garantir modelos e ações de ensino e aprendizagem que efetivamente levem à prática e ao desenvolvimento do conhecimento por seus participantes.

Em termos históricos, a aplicação da matemática tem sido amplamente discutida e implementada por pesquisadores e profissionais da área, especialmente do viés educativo, justamente por perceberem a necessidade de trazer maior conexão dos estudantes com a área, possibilitando novas formas de compreender aquilo que se estudava, e claro, de aplicar seus estudos em rotinas pessoais e profissionais.

De acordo com BASSANEZI (2015, p.36):

No processo evolutivo da Educação Matemática, a inclusão de aspectos de aplicações e mais recentemente, resolução de problemas e modelagem, têm sido defendida por várias pessoas envolvidas com o ensino de matemática. Isto significa, entre outras coisas, que a matéria deve ser ensinada de um modo significativo matematicamente, considerando as próprias realidades do sistema educacional.

O trecho acima reafirma a importância de buscar e colocar em prática formas diferenciadas de ensino da matemática, visando especialmente garantir que a área seja compreendida pelo estudante. Ainda segundo BASSANEZI, a Modelagem Matemática pode ser utilizada como uma ferramenta facilitadora da aprendizagem, de modo que o estudante possa ver significância e aplicabilidade dos seus conceitos e práticas no meio em que ele está inserido.

Embora Gino Loria (1862 - 1954) estivesse preocupado com a questão da história da Matemática como forma de conectar a disciplina com os seus estudantes, essa preocupação de alguma forma se atrela à Matemática Aplicada, visto o seu objetivo central enquanto meio de pesquisa e inserção no cotidiano das pessoas que necessitam utilizá-la para as mais amplas tarefas.

De acordo com BASSANEZI (2004, p. 32) “[...] o termo aplicação de matemática denota o fato de se utilizar seus conceitos para o entendimento de fenômenos do mundo real”. Quando pesquisamos no dicionário o significado do termo “aplicar”.

Desta forma, consideramos que a matemática aplicada e seus variados formatos de estudo e aplicação são uma forma de não apenas criar relações de conhecimento com a

realidade humana, mas permitir que a matemática seja acessível a várias pessoas e grupos, por meio das suas amplas possibilidades de uso e interpretação. E a Matemática Aplicada possui muitas áreas de atuação e pesquisa, dentre as quais destacamos: a modelagem aplicada.

A seguir, discorreremos importantes conceituações a respeito da Modelagem Matemática, área da Matemática Aplicada que nos instigou a desenvolver nossa pesquisa de Mestrado junto a estudantes do 2º ano do Ensino Médio.

1.1 Modelagem Matemática

Como já explicitado, a modelagem matemática é uma das muitas áreas da chamada Matemática Aplicada, este campo que visa deixar as questões matemáticas mais acessíveis a pessoas e profissionais de diversas áreas de atuação. De acordo com BASSANEZI (2004, p. 16) a “[...] modelagem matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real”.

Pelo nosso entendimento, os modelos matemáticos são como um mecanismo de compreensão das diversas particularidades da vida real e cotidiana, onde tanto quesitos pessoais, quanto atividades profissionais, requerem o uso consciente e efetivo de procedimentos matemáticos, visando não apenas resolver problemas, mas especialmente facilitar procedimentos, deixar ações mais eficientes, e privilegiar resultados em diversas esferas de aplicação. E quando se pensa em modelagem, é visível o quanto ela pode ser facilmente utilizada por diversas áreas de pesquisa (BASSANEZI, 2004), como, por exemplo:

- Biomatemática - mesmo sendo uma área complexa e de difícil previsão e mensurabilidade, Equações Diferenciais Ordinárias e Parciais são essenciais para o desenvolvimento de vários quesitos da Biomatemática, preocupada em medir os chamados fenômenos biológicos. Suas aplicações geraram, inclusive, novas teorias, como a do Caos e das Bifurcações.
- Ciência da Computação - que se vale amplamente de diversas teorias e áreas da Matemática para ampliar os seus procedimentos, a exemplo da Lógica Matemática e Fuzzy.

- Economia - utilizando diversas teorias, como a de Controle, além de Equações Diferenciais e também de Diferenças para organizar modelos econômicos, avaliar e mensurar procedimentos, identificar pontos de equilíbrio de mercado, renda, etc.
- Engenharia e Indústrias - aproveitando-se grandemente da Teoria do Controle e da Álgebra Fuzzy para desenvolver procedimentos de automação, essenciais ao processo produtivo dessa área, proporcionando a resolução de vários dos problemas que se originam em seus setores.
- Física Teórica - desenvolvendo-se fortemente, especialmente no século XX, a partir do uso de Equações Diferenciais Ordinárias, Equações Diferenciais Parciais, Funções Ortogonais e Transformações Integrais. Baseiam amplas teorias da área como da Relatividade e Quântica, e são ferramentas essenciais ao trabalho dos físicos teóricos e experimentais.
- Linguagens e Arte - da Linguística à Arquitetura, a Matemática tem sido utilizada como apoio para diversos procedimentos, seja a partir das Matrizes, dos Modelos Geométricos ou da Lógica.
- Outras Ciências Sociais - que necessitam da Matemática para organizar os dados e informações que geram e coletam, e assim tornar seus respectivos campos mais compreensíveis. Destaca-se o uso de teorias como da Informação, dos Jogos e dos Grafos.
- Química Teórica - cada vez mais se destacando como área de pesquisa, tem se apoiado fortemente nas Equações Diferenciais e na Teoria das Matrizes para averiguar as moléculas e suas estruturas.

Não podemos esquecer das contribuições da modelagem matemática para o Método Científico, já que permite não apenas o angariamento de novas ideias, mas que elas sejam testadas, ampliadas, previstas, além de contribuírem para priorizar ações, ampliar a compreensão de eventos e teorias, e até mesmo ocupar lacunas de dados em experimentos. Na concepção de (BASSANEZI, 2004) , é uma área abrangente, mas também com poder sintético, o que certamente contribui para que diversas áreas de pesquisa possam ampliar seus conhecimentos e compreensões acerca da realidade em que a humanidade vive e se organiza.

Importante ressaltar ainda como os usos e resultados da modelagem matemática podem ter aplicações e validações diferenciadas para quem as utiliza, e para os matemáticos em si. Para (BASSANEZI, 2004) um modelo pode fazer total sentido para um biólogo, por exemplo, e não ter a estrutura correta aos olhos de uma pessoa da matemática. Mas não há tantos problemas nesta perspectiva, pois o foco da modelagem é fazer com que certas necessidades de quem usa essa área sejam atendidas. O autor ainda salienta que, para que modelagens sejam efetivamente aplicáveis e válidas, é preciso que matemáticos atuem de maneira interdisciplinar, realizando as correções necessárias e angariando informações de ambos lados.

Disto, corroboramos a compreensão de que a modelagem matemática não é um procedimento exclusivo da área, e que possui vastas maneiras de uso, ampliando os sentidos e respondendo a diversos questionamentos e hipóteses não apenas de pesquisadores de várias áreas científicas, mas até mesmo de atividades do cotidiano de pessoas que necessitam da modelagem para obterem boas práticas e resultados nas ações que realizam.

Para Bender: “Quando um modelo é usado, ele pode levar a previsões incorretas. O modelo é frequentemente modificado, frequentemente descartado e, às vezes, usado de qualquer maneira porque é melhor do que nada. Essa é a forma como a ciência se desenvolve”¹ (1961, p. 1, tradução nossa).

Compreendemos que essa visão auxilia na sustentação da nossa concepção de que a modelagem é uma forma que o ser humano utiliza para projetar e buscar compreender as coisas de seu interesse, sendo essencial não apenas para avanços científicos em si, mas especialmente para propiciar meios importantes de ampliar conhecimentos e práticas em áreas diversas.

Assim, a modelagem matemática além de contribuir para que a área científica se desenvolva a passos largos e traga avanços e tecnologias para o meio em que vivemos, colabora para que os questionamentos do cotidiano humano possam de alguma forma serem analisados e compreendidos.

E uma das grandes aplicabilidades da modelagem se encontra justamente no meio educativo, premissa cuja referência teórica iremos discutir brevemente no tópico que se segue.

¹When a model is used, it may lead to incorrect predictions. The model is often modified, frequently discarded, and sometimes used anyway because it is better than nothing. This is the way science develops.

1.2 Modelagem matemática em processos educativos

O uso da modelagem dentro da disciplina de matemática tem sido alvo de obstáculos, que ocorrem especialmente pela falta de visão das possibilidades da modelagem enquanto mecanismo de ensino e de aprendizagem, e das dificuldades percebidas por professores e estudantes no planejamento e desenvolvimento das atividades propostas.

De acordo com BASSANEZI (2004, p. 35-40), no caso do professor, cita-se a falta de capacitação na área, o que leva a percepções de despreparo para planejar e executar as atividades num contexto de ensino. Esse é um ponto importante a se destacar, servindo de exemplo a respeito da ausência de materiais de pesquisa sobre o tema, além de atividades práticas que de alguma forma coloquem os profissionais em contato com elas.

Quanto aos alunos, a maior dificuldade se concentra nos problemas em compreender sua própria necessidade de identificar as ações a serem realizadas e assim desenvolver os conhecimentos a partir da pesquisa, visto que as metodologias da modelagem matemática são em sua maioria ativas. A respeito das metodologias ativas, MORÁN et al. (2015, p. 16) nos explica que:

A escola padronizada, que ensina e avalia a todos de forma igual e exige resultados previsíveis, ignora que a sociedade do conhecimento é baseada em competências cognitivas, pessoais e sociais, que não se adquirem da forma convencional e que exigem proatividade, colaboração, personalização e visão empreendedora.

Assim, é visível como o uso de metodologias ativas é um contexto importante a ser cada vez mais desenvolvido no ambiente escolar, visando principalmente privilegiar uma aprendizagem mais ampla e significativa dos estudantes, a partir de experimentações e atividades mais práticas, organizadas e planejadas para que o aluno desenvolva os próprios meios para ampliar os conhecimentos a serem adquiridos, enquanto vivencia experiências diversas no processo.

O autor ainda nos elucidava como a educação está ou precisa estar ainda mais “[...] blended, misturada, híbrida, porque não acontece só no espaço físico da sala de aula, mas nos múltiplos espaços do cotidiano [...] MORÁN et al. (2015, p. 16). A pesquisa não foi apenas um escopo de modelagem matemática, mas uma variação de metodologia ativa de ensino, ao permitir que os alunos se utilizassem, dentro e fora da sala de aula, de conhecimentos prévios que já possuíam, para realizar as atividades propostas, bem como

desenvolver as habilidades e conhecimentos dentro e fora da matemática com o cotidiano desenvolvido através do acompanhamento dos parâmetros estabelecidos.

Morán nos explica ainda que as “[...] metodologias ativas são pontos de partida para avançar para processos mais avançados de reflexão, de integração cognitiva, de generalização, de reelaboração de novas práticas” (2015, p. 18). Desta forma, é visível o quanto as metodologias ativas, como o caso da modelagem matemática, transformam a realidade da sala de aula, saindo daquele modelo fixo e passivo de repassar conhecimentos, e se encontrando em novos modelos que promovem possibilidades ativas para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

Mesmo com os obstáculos dos estudantes, é latente a necessidade de investir em atividades de estudo mais ativas em sala de aula, de maneira que o processo de ensinar e aprender seja favorável a ambas as partes, e promova o desenvolvimento das habilidades visadas a cada área de estudos praticada no ensino regular. Compreendemos que as dificuldades realmente existem, mas mesmo assim a modelagem matemática é vista de maneira favorável no meio educacional, justamente por promover algumas possibilidades em sua aplicação, especialmente as seguintes (BASSANEZI, 2004, p. 36-37):

- Permite um desenvolvimento *formativo* dos estudantes, ao promover um alargamento de suas habilidades e colocá-los em situações de criatividade, exploração de possibilidades, resolução de problemas, dentre outros;
- Privilegia o desenvolvimento do *pensamento crítico* dos alunos, colocando-os em contato com temáticas pertinentes ao cotidiano social e contribuindo para o desenvolvimento deles enquanto cidadãos;
- Traz uma percepção de *utilidade* para a matemática e suas várias aplicações, que de certa forma passam a serem compreendidas a partir das suas aplicações;

Assim, vale afirmar que a modelagem matemática contribui para o processo de ensino e aprendizagem, tanto como ferramenta pedagógica capaz de modificar a estrutura rígida de uma sala de aula, quanto como mecanismo de importância para que os estudantes identifiquem novos campos de conhecimento, enquanto desenvolvem e aplicam novas competências e habilidades.

Interessante ressaltarmos que, nesse contexto envolvendo modelagem matemática e educação, o professor e pesquisador BASSANEZI (2004, p. 38) considera que, neste escopo, o termo apropriado a ser utilizado é o da *Modelação Matemática*, visto que esse tipo de modelagem não visa validar algo, mas especialmente desenvolver bem o modelo,

de maneira a transformar as suas várias etapas - motivação para o estudo, desenvolvimento e teste de hipóteses, formulação de um enunciado - num processo de ampliação de conhecimentos, a partir da experimentação, do fortalecimento do pensamento crítico, da discussão com professores e colegas.

Assim, a partir deste momento de nossa pesquisa, iremos nos referir ao tema central como **modelação matemática**, de maneira a apreciar a diferenciação tão pertinente feita pelo autor, pois a modelagem pode possuir amplas finalidades, e no contexto educativo, seu objetivo central é permitir que os alunos desenvolvam conhecimentos da área matemática, e até mesmo fora dela.

Portanto, na educação, a modelação matemática é uma estratégia de ensino que possibilita o aprendizado de matemática de uma forma mais aplicada e dinâmica, uma vez que permite trazer um problema da vida real, parte da cultura e rotina do estudante, para dentro da sala de aula, colocando-os em diálogo sobre tal situação, que pode ser um fenômeno matemático ou de qualquer outra natureza. Neste escopo, os discentes são inseridos numa realidade de estudo que os coloca para fazer a discretização da situação, por meio de modelos matemáticos e também de observações, todas amparadas pelo auxílio do professor, onde se estuda o problema e se busca elaborar uma forma de resolvê-lo.

Procedimento diferente dos métodos tradicionais de ensino, BURAK (1992) afirma que a modelagem matemática permite a inversão do “modelo comum”, pois através dela se define o objeto de estudo, e a partir daí se extraem os conteúdos matemáticos que serão estudados, objetivando encontrar uma solução para o problema de interesse.

Para BASSANEZI (2015) a modelagem matemática é uma opção metodológica para quem deseja obter o entendimento ou a explicação para uma situação real. Compreendemos que o uso da modelagem em processos educativos permite que vários tipos de conhecimentos sejam abordados com os estudantes, de maneira que os mesmos tenham condições de visualizá-los a partir de outros pontos de vista, desenvolvendo visões e práticas importantes para auxiliar numa compreensão mais completa dos temas abordados.

Por fim, a modelação matemática é um procedimento de ensino e aprendizagem que está em consonância com algumas das competências específicas da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), em especial:

1. Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações em diversos contextos, sejam atividades cotidianas, sejam fatos das Ciências da Natureza e Humanas, das questões socioeconômicas ou tecnológicas, divulgados por diferentes meios, de modo a contribuir para uma formação geral.

2. **Utilizar estratégias, conceitos, definições e procedimentos matemáticos para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos**, analisando a plausibilidade dos resultados e a adequação das soluções propostas, de modo a construir argumentação consistente.

3. Investigar e estabelecer conjecturas a respeito de diferentes conceitos e propriedades matemáticas, empregando estratégias e recursos, como observação de padrões, experimentações e diferentes tecnologias, identificando a necessidade, ou não, de uma demonstração cada vez mais formal na validação das referidas conjecturas. (BRASIL, 2018, p. 531, grifo nosso)

Realizamos o destaque de uma das citações porque compreendemos que a partir dela temos ainda mais parâmetros para discutir e colocar a modelação matemática como um mecanismo importante para o processo de ensinar a área, considerando que ela permite justamente o alcance dessa competência, colocando os educandos num processo de construção de conhecimentos a partir daquilo que já conhecem, que irão praticar e buscar, e do que irão compreender com o ambiente escolar, os demais colegas e professores.

Temos ainda habilidades que conectam a modelação matemática com os princípios e objetivos da BNCC, como:

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

(EM13MAT302) Construir modelos empregando as funções polinomiais de 1º ou 2º graus, para resolver problemas em contextos diversos, com ou sem apoio de tecnologias digitais.

(EM13MAT307) Empregar diferentes métodos para a obtenção da medida da área de uma superfície (reconfigurações, aproximação por cortes etc.) e deduzir expressões de cálculo para aplicá-las em situações reais (como o remanejamento e a distribuição de plantações, entre outros), com ou sem apoio de tecnologias digitais. (BRASIL, 2018, p. 531)

Sendo então uma área de grandes possibilidades, a modelação matemática permite ao professor trazer conceitos matemáticos para o cotidiano do estudante de maneira mais prática e ativa, permitindo um caminho que privilegie a construção de vários dos conhecimentos e habilidades necessárias à sua evolução educacional e social, tendo a matemática como uma área que auxilie na resolução de problemas, na investigação de situações, na

compilação e interpretação de dados, dentre outros.

Desta forma, compreendemos que o uso da modelação matemática dentro da educação é um procedimento com altas possibilidades para o processo de aprendizagem dos estudantes, se apresentando não apenas como mais uma ferramenta auxiliar para um ensino mais ativo, mas como um mecanismo de estudos que proporcionam aos discentes o desenvolvimento de forma individualizada, respeitando seus limites, enquanto vivenciam contextos e informações de uma maneira prática e com possibilidades de aplicação.

1.3 Horta Escolar

Embora pareça ter um destaque maior apenas agora, os métodos ativos de ensino e aprendizagem são mais antigos do que parecem, tendo décadas de pesquisa e experimentação. Por isso mesmo, temos diversas modalidades de métodos ativos, incluídos em escolas, cursos técnicos e universidades, prontos para despertarem diversos níveis de capacidades, habilidades e levar ao conhecimento dos alunos a evolução e desenvolvimento de novas competências, sobre áreas diversas.

Quando o contexto é o do ensino fundamenta e médio regular, algumas propostas acabam tendo boas aparições, e a horta é um desses exemplos primordiais, já que atende alguns dos objetivos da BNCC, onde para o documento, em sua sessão sobre o Ensino Médio, a escola deve ser um ambiente que faz o acolhimento da juventude a partir de experiências como:

- favorecer a atribuição de sentido às aprendizagens, por sua vinculação aos desafios da realidade e pela explicitação dos contextos de produção e circulação dos conhecimentos;
- garantir o protagonismo dos estudantes em sua aprendizagem e o desenvolvimento de suas capacidades de abstração, reflexão, interpretação, proposição e ação, essenciais à sua autonomia pessoal, profissional, intelectual e política;
- promover a aprendizagem colaborativa, desenvolvendo nos estudantes a capacidade de trabalhar em equipe e aprenderem com seus pares;
- estimular atitudes cooperativas e propositivas para o enfrentamento dos desafios da comunidade, do mundo, do trabalho e da sociedade em geral, alicerçadas no conhecimento e na inovação;
- construir projetos pessoais e coletivos baseados na liberdade, na justiça social, na solidariedade, na cooperação e na sustentabilidade;
- conscientizar-se quanto à necessidade de continuar aprendendo e aprimorando seus conhecimentos;
- apropriar-se das linguagens científicas e utilizá-las na comunicação e na disseminação desses conhecimentos; (BRASIL, 2018, p. 465-467)

É importante ressaltar que a BNCC propõem que as atividades sejam mais práticas de maneira que possibilitem aos estudantes ambientes que contribuam para descobertas pessoais e coletivas a respeito de suas capacidades, privilegiando ainda o desenvolvimento de habilidades úteis à vida social e profissional, presente e futura.

A horta escolar é uma atividade que faz parte de ações de diversas escolas pelo país, e baseia programas educacionais desenvolvidos por secretarias municipais e estaduais de ensino.

De acordo com (TAVARES et al., 2014), a horta escolar pode ser conceituada sendo um ambiente onde os procedimentos básicos de uma horta são realizados, através das ações envolvendo a delimitação de um espaço e das atividades básicas de cultivar a terra, como prepará-la, remover partes, fertilizar, plantar e regar, além dos cuidados com os itens sendo cultivados, garantindo que eles estejam se desenvolvendo como o esperado. Quando esse contexto de cultivo é adicionado ao do ambiente escolar, temos um procedimento que ultrapassa as atividades básicas de plantar e colher, e se associam com os processos educativos, envolvendo novidades e descobertas em vários conhecimentos e habilidades, bem como em diversas ciências.

Mais do que produzir alimentos, a horta escolar ou pedagógica serve a propósitos sociais e educativos, ao propiciar um ambiente que desperte nos participantes habilidades e capacidades socioambientais, técnicas, acadêmicas, bem como interdisciplinares e colaborativas. É latente compreender que não é apenas a horta em si que se desenvolve, mas os seus participantes, ainda que em níveis diferenciados.

O Ministério da Educação passou ao menos as duas últimas décadas captando informações com escolas de diversos níveis, em várias regiões do Brasil, a respeito de como implantaram e conduziram seus projetos de horta escolar, associando-os, em sua maioria, a ações de sustentabilidade, boas práticas alimentares, além de oportunidades para que os estudantes possam atuar de maneira rotineira nos projetos desenvolvidos, ampliando conhecimentos e capacidades.

No trecho abaixo, de uma reportagem presente no antigo site do MEC, temos um contexto geral de como a horta pode ter diversas abordagens na escola:

No município gaúcho de Santa Cruz do Sul, a cerca de 150 quilômetros de Porto Alegre, os estudantes da Escola Municipal de Ensino Fundamental Guilherme Alfredo Oscar Hildebrand aprendem a participar de todas as atividades de uma horta. As ações incluem itens como a construção dos canteiros, técnicas e época de plantio, técnicas de conservação do solo e maneiras de preparar as hortaliças colhidas.

De acordo com o professor Eduardo Soares, responsável pelas atividades na horta, nesse local os alunos têm a oportunidade de entrar em contato com algo diferente, além de confrontar informações de diferentes áreas do conhecimento, obtidas na sala de aula. “Tivemos alunos que não sabiam os nomes das plantas e nunca tinham visto uma hortaliça numa horta. Só conheciam aquelas que viam nos supermercados”, revela.

Sempre que possível, o professor faz uma relação entre as atividades práticas e os conhecimentos dados em aula. Sua intenção é fazer com que os alunos aprendam, de maneira prática, sobre as diversas fases de desenvolvimento das plantas, como a germinação e a floração, o uso dos nutrientes necessários, a qualidade do solo e a reciclagem de material orgânico. “Todas essas questões abordadas em sala de aula podem ser revistas no ambiente da horta escolar”, destaca Eduardo, que é técnico agrícola com licenciatura em ciências biológicas. (SCHENINI, 2013)

O trecho que destacamos reflete as principais atividades desenvolvidas pelo educador em questão no âmbito da horta escolar, colocando seus estudantes para descobrirem os nomes de hortaliças e alimentos diversos e para praticarem outras atividades manuais e técnicas da área, num procedimento de ensino onde a ação é tão importante e necessária quanto a questão teórica, sendo uma complementar a outra para permitir uma formação do aluno em diversos campos.

De acordo com OLIVEIRA et al. (2018, p. 11) :

Nas atividades escolares desenvolvidas, a horta escolar, utilizada como um recurso didático para o ensino das ciências (biologia, matemática e português) permite relacionar o teórico com o prático bem como a Educação Ambiental, ou seja, o conhecimento empírico com sistemático além do ambiental, e isso valoriza a apreensão das informações ofertadas, por essa prática ao educando, e esse conhecimento é adquirido no convívio familiar, além do convívio em sociedade.

Destarte, vemos como a horta escolar é um ambiente de possibilidades educativas amplas, onde os procedimentos práticos e teóricos de diversos campos de estudo podem ser aplicados em níveis variados pelos estudantes. É ainda um meio agradável de educar e

ser educado, podendo inclusive receber a participação dos alunos e de toda a comunidade escolar, de professores e demais colaboradores, aos pais dos estudantes (OLIVEIRA et al., 2018)

Capítulo 2

Modelação matemática na horta escolar

Passados os procedimentos envolvendo pesquisar e compreender as temáticas centrais que moldaram nosso projeto de pesquisa, no segundo capítulo, apresentaremos as principais etapas envolvidas no projeto de modelação matemática atrelada à horta escolar.

A ideia para o projeto se deu durante a disciplina regular de Modelagem Matemática, ministrada pela professora doutora Anna Ligia Oenning Soares e pelo professor doutor Moiseis dos Santos Ceconello. Em conversa sobre o que entendemos por Modelagem Matemática e exemplos que poderiam ser aplicados na educação básica, foi-se comentado a respeito do crescimento de plantas e a possibilidade de se modelar tal comportamento por meio de uma equação matemática.

O projeto foi desenvolvido na Escola Estadual Dona Rosa Frigger Piovezan, uma escola estadual no interior de Mato Grosso situada na cidade de Comodoro, município localizado na porção oeste do estado e a uma distância de aproximadamente 631 quilômetros da capital. Como um dos meios avaliativos da disciplina em questão, as primeiras ideias de unir a horta escolar com a modelação matemática geraram uma atividade de sequência didática para um projeto de aprendizagem.

Dentre os vários motivos que permearam a escolha de tal ferramenta podemos destacar a riqueza das experiências e a possibilidade de interdisciplinaridade, pois o espaço extraclasse é rico para o aprendizado de habilidades pedagógicas e sociais devido a características que se assemelham ao cotidiano de uma grande parte dos alunos.

Com relação a utilização da horta escolar, (MENEZES, 2013) alega que tal espaço

pode se tornar um instrumento muito eficaz para a promoção do aprendizado de educação ambiental e também alimentar de forma interdisciplinar e com o uso de metodologias ativas, pois proporciona dinâmicas comunitárias, trabalhando um tema atual que está diretamente interligado com a qualidade de vida do ser humano juntamente com a preservação do meio ambiente, fortalecendo assim parte do currículo escolar de tal forma que a escola não ignore a realidade da comunidade na qual está inserida.

Nesse contexto, procedeu-se à apropriação do referido projeto como base para o desenvolvimento de uma atividade educacional embasada na modelação matemática. Tal iniciativa configura-se como uma estratégia pedagógica que se utiliza da contextualização de fenômenos do mundo real para promover a compreensão de conceitos matemáticos de forma mais tangível e significativa.

MORGADO (2006) argumenta que a horta é um elemento que torna capaz de se trabalhar os temas transversais de conhecimento, por se diferenciar do ensino tradicional e tornar possível o ensino de componentes curriculares juntamente com a conscientização ambiental e alimentar, auxiliando no trabalho de forma interdisciplinar, ao conectar conhecimentos teóricos e práticos. O projeto foi adotado como ponto de partida para a elaboração de uma atividade de modelação matemática devido ser uma abordagem pedagógica diferenciada, que foge do modelo de ensino tradicional de mera transmissão de conhecimento teórico, e que permite o estabelecimento de conexões entre a teoria matemática e a matemática aplicada de forma mais significativa.

Ainda em relação a horta pedagógica, Morgado ressalta a importância dela tanto no desenvolvimento científico quanto social de maneira conjunta e interdisciplinar:

A horta inserida no ambiente escolar pode ser um laboratório vivo que possibilita o desenvolvimento de diversas atividades pedagógicas em educação ambiental e alimentar unindo teoria e prática de forma contextualizada, auxiliando no processo de ensino-aprendizagem e estreitando relações através da promoção do trabalho coletivo e cooperado entre os agentes sociais envolvidos. (2006, p. 6)

Devido às habilidades necessárias para a aplicação da atividade, decidimos realizar o planejamento em uma turma de 2^o ano do Novo Ensino Médio, na disciplina de Itinerário Formativo de Matemática, Trilha de Aprofundamento. Tal componente curricular tem o objetivo de fomentar o fortalecimento do protagonismo juvenil levando em consideração seu meio social, sua condição socioeconômica e seus conhecimentos prévios, (BRASIL, 2018). Esse pensamento é bem enfatizado dentro das competências gerais da

área de Matemática e suas Tecnologias da BNCC:

Em continuidade a essas aprendizagens, no Ensino Médio o foco é a construção de uma visão integrada da Matemática, aplicada à realidade [...]. Nesse contexto, quando a realidade é a referência, é preciso levar em conta as vivências cotidianas dos estudantes do Ensino Médio, envolvidos, em diferentes graus dados por suas condições socioeconômicas, pelos avanços tecnológicos, pelas exigências do mercado de trabalho, pela potencialidade das mídias sociais, entre outros. (BRASIL, 2018, p. 518)

Em consonância ao texto da BNCC acima citado, o projeto foi pensado devido ao objeto de aprendizagem ser algo comum à maioria dos estudantes, já que, por ser uma cidade do interior, muitas das famílias possuem em suas casas pequenas hortas para o próprio consumo. Sendo assim, por mais que vários dos estudantes não tenham contato frequente com a horta, é notório que eles possuem ao menos noções iniciais sobre o tema, e conhecem uma gama de produtos e ferramentas necessárias para o uso dela.

Na sequência, elencamos os principais procedimentos adotados para apresentar o projeto em questão às turmas escolhidas, e realizar as primeiras etapas que colocassem a horta escolar e a modelação matemática como temáticas centrais de nossas atividades pedagógicas.

2.1 Apresentação do projeto e delimitação das ideias com os estudantes

Depois que realizamos a delimitação do tema, passamos ao procedimento de iniciar esta pesquisa de dissertação com as turmas escolhidas. Nosso primeiro passo envolveu a apresentação da proposta, onde para despertar o interesse dos alunos em desenvolver o projeto, foi realizada uma discussão nas salas de aula a respeito do que poderia ser estudado utilizando a horta escolar, onde nos ocupamos em identificar se entre as respostas obtidas na discussão, alguma delas despertava o interesse em descobrir como se fazer e/ou porque era daquela forma que eram realizados os procedimentos básicos da horta, em termos de preparar a terra, adubar, plantar, acompanhar o crescimento, colher, dentre outras ações.

Em meio às discussões realizadas, chegamos no escopo inicial das atividades a serem desenvolvidas, e para instigar novamente as turmas, os alunos foram levados a pensar

no projeto proposto a partir da possibilidade de se fazer estimativas sobre o crescimento das plantas e de seus frutos, através da observação, registo e construção de tabelas contendo as medidas coletadas das plantas e, a partir delas, construir uma equação com a qual fosse possível fazer a previsão de crescimento, e determinar o melhor momento para coleta e até mesmo o tamanho máximo possível para cada tipo de hortaliça naquelas condições.

Esta ponderação levou a curiosidade da turma em descobrir como isso poderia ser realizado, e a partir disso desenvolvemos as bases da modelação matemática que seriam utilizadas na prática para o acompanhamento em tempo real da horta, bem como a captação dos seus dados para construir as tabelas que permitissem analisar o crescimento dos itens plantados.

Devido ao tempo hábil para o desenvolvimento do projeto, foi então proposto o plantio de alface, cenoura e beterraba, tendo em vista que eram hortaliças que se desenvolviam bem na época do ano em que o projeto foi realizado (entre maio a setembro do ano de 2023) e o tempo necessário para a colheita das mesmas.

Para as alfaces, seriam feitas as medições do tamanho de suas folhagens, as cenouras do comprimento de sua folhagem e de suas raízes e o peso das raízes e a beterraba, de maneira análoga a cenoura, seria feita a coleta dos tamanhos de suas folhagens, raízes e peso de sua raiz.

Embora esse processo tenha obtido o resultado esperado, a partir da tomada de decisão dos itens a serem plantados e acompanhados, esse procedimento, como tudo que é humano, não aconteceu sem alguns tipos de problemáticas. De acordo com BRANDT et al. (2016, p. 53) :

Em contrapartida a essa postura é que entendemos a Modelagem como uma possibilidade de ruptura com a linearidade do currículo, pois não são os conteúdos que determinam os problemas ou as situações, mas os problemas ou situações que determinam os conteúdos.

Considerando a afirmação acima, percebemos que, quando se propõe tal formato de atividade com uma turma que está acostumada ao formato clássico de ensino, alguns empecilhos e dificuldades podem se apresentar.

O primeiro deles ocorreu na reação adotada pelos estudantes com a proposta de andamento da aula, uma vez que, na visão deles, o desenvolvimento das atividades propostas “não parece ser uma aula”. Depois, por não estarem acostumados a essa metodologia

ativa, verificamos que leva tempo até que eles se familiarizem com esse roteiro de aula, que permite maior liberdade e ação individual, e comecem a desenvolver as atividades de forma séria e participativa.

BURAK (1992, p. 68) ainda nos relata sobre como o ensino de matemática está muito relacionado, com raras exceções, a ênfase demasiada das regras e da memorização delas para se responder as questões que serão propostas logo em seguida, tornando extremamente corriqueiro se encontrar uma grande quantidade de modelos nos cadernos de alunos do 1° e 2° graus e, logo após, extensas listas de exercícios para se fazer a aplicação e prática deles. Esse é um procedimento que há tempos é considerado engessado, e comumente faz com que o aluno acredite ser “necessário” que a aula de matemática seja de tal maneira para que de fato seja uma aula da disciplina.

Ainda no que diz respeito às atividades elaboradas, percebemos que existem, de forma frequente, desafios e obstáculos para a aceitação do “novo”, e essa não é uma questão exclusiva da matemática, mas de diversas outras disciplinas e áreas de conhecimento.

No entanto, compreende-se que novos formatos de ensinar e agir são necessários para que se possa causar um impacto significativo no mundo, ainda mais quando se diz respeito à natureza e ao respeito e uso dela, por mais que saibamos os impactos e as consequências de seu manejo incorreto. (MENEZES, 2013, p. 51). Mas mesmo com essas dificuldades iniciais, conseguimos visualizar que no tempo oportuno a problemática levantada despertou o interesse da turma em ensaiar possíveis formas de ensino e de aprendizagem sobre o tema norteador.

Desta forma, depois de apresentar a proposta, e de superar os primeiros obstáculos que envolviam principalmente o desconhecimento dos alunos em relação a outras formas de estudar e aprender diversos campos da matemática, passamos ao momento de colocar o projeto da Horta Escolar atrelada à modelação matemática em prática, cujos procedimentos e desenvolvimento, explicaremos no trecho que se segue.

2.2 A horta escolar como meio prático para a modelação matemática

Seguindo-se aos procedimentos iniciais deste projeto, que envolveram a apresentação da proposta aos estudantes, a superação de algumas dificuldades que surgiram,

e a definição dos itens que seriam cultivados e acompanhados, chegamos ao momento de dar o início ao projeto da horta escolar associada à modelação matemática, a partir do levantamento de problemas a serem trabalhados na horta, pois segundo BURAK (1992) aprender matemática sem uma motivação ou até mesmo fazer matemática sem uma questão norteadora só levará a produção de uma matemática infértil, estéril. E o objetivo central deste projeto de pesquisa é de que o estudo da área seja mais prático, interessante, e permita aos estudantes construir saberes amplos, inclusive em outros campos de conhecimento.

A **primeira etapa** desse estágio das atividades de pesquisa envolveu a construção de dois canteiros experimentais, pois embora a horta escolar já possuísse canteiros prontos, optamos por construir novos espaços para assim acompanhar o processo desde o seu princípio fundamental, a partir da construção de um canteiro projetado e apto para plantar, cultivar e acompanhar os itens escolhidos.

Nas imagens abaixo, os alunos estão desenvolvendo as atividades de construção, ajuste e vistoria dos canteiros, construídos especificamente para o desenvolvimento do projeto de modelação matemática:



Figura 2.1: Imagem feita em 24 de maio de 2023, durante o processo de construção dos canteiros designados para o projeto de horta escolar associado à modelação matemática.



Figura 2.2: Imagem de 24 de maio de 2023, mostrando os alunos atuando na atividade de construir os canteiros da horta escolar.

Finalizando a construção dos canteiros, a **segunda etapa** aconteceu a partir

da realização de uma aula, onde o foco foi discutir de maneira aprofundada o que seria plantado e observado, além de definir quais as comparações seriam realizadas nesse processo.

A partir de sugestões e discussões com os estudantes, definiu-se que iríamos preparar os canteiros de formas distintas:

- um apresentando adubação;
- e outro apenas com a terra presente na horta, sem a adição de nenhum tipo de adubo.

Definiu-se ainda que as três hortaliças a serem plantadas e acompanhadas ao longo do projeto seriam dos seguintes tipos:

- alface crespa, do tipo *Lactuca sativa* var. *crispa*;
- cenoura, *Daucus carota*; e
- beterraba, *beta*.

Também discutimos e chegamos a uma definição de qual tipo de adubo utilizar no canteiro que receberia esse aditivo, onde foi escolhida a opção NPK 4-14-8, além de esterco orgânico de fezes bovinas, sendo que este último foi uma doação dos alunos que são residentes na área rural próxima à cidade, e que já conhecem o manejo correto para plantios do tipo, já que faz parte do seu cotidiano de vida.

Ainda nesta etapa, desenvolvemos algumas discussões a respeito da necessidade de aguardar o tempo necessário para decomposição do adubo orgânico fornecido por alguns dos estudantes da zona rural da região. Neste momento, fizemos explicações e explanações a respeito de como este período é importante para que ocorra a decomposição das fezes animais, e para que os nutrientes sejam absorvidos pelo solo.

Na **terceira etapa** do projeto, iniciou-se propriamente o plantio das hortaliças escolhidas nos canteiros delimitados, e com o processo de adubação já definido e pronto para ser utilizado.

Neste momento, decidimos também trabalhar alguns conhecimentos a respeito de maneiras sustentáveis para realizar o desenvolvimento de uma horta, e em meio aos estudos e discussões, foi apresentada uma maneira mais sustentável de se realizar o plantio

de sementes. Tal método consiste no plantio das sementes em cartelas de ovos, que por serem feitas de papel possibilitam o plantio utilizando um material biodegradável, não produzindo lixo, o que é uma das propostas da horta escolar. Assim, optou-se por realizar as primeiras tentativas de plantio com o uso desses materiais, em vias de testar suas possibilidades. Porém os resultados obtidos não foram satisfatórios, uma vez que não se alcançou sucesso na germinação das sementes, tanto em área sombreada quanto em área com exposição solar.

Desse modo, realizamos outra tentativa de plantio sustentável, através do uso de copos descartáveis de café. Todavia o resultado obtido foi o mesmo observado nas cartelas de ovos, sem a germinação das sementes.

Por fim, as turmas acabaram por tomar a decisão de realizar o plantio diretamente no solo, sem a intervenção dos materiais sustentáveis por eles discutidos e pesquisados. Ressaltamos que este procedimento, que partiu dos estudantes e resultou de processos de pesquisa e tomada de decisão por parte deles, é um dos itens que demonstram o quanto os conhecimentos de métodos mais ativos, como a modelação matemática, proporcionam a chance dos alunos extrapolarem o âmbito disciplinar, integrando conhecimentos matemáticos e de outras áreas envolvidas. Além do mais, o projeto possibilitou aos estudantes desenvolverem habilidades de colaboração, ética, solidariedade, respeito ao meio ambiente e cooperação, aspectos que poderão ser aproveitados além dos muros do ambiente escolar, em diversos campos da vida social e profissional dos mesmos.

Neste momento da terceira etapa, ressaltamos que ambos os canteiros foram plantados no mesmo dia, e que as irrigações foram feitas de igual forma e quantidade nos dois canteiros. O objetivo desta prática foi observar o desenvolvimento das hortaliças em situações idênticas, sendo o uso de adubação em uma delas o único item que as diferencia, para assim obtermos dados e resultados distintos.

Na imagem a seguir, podemos observar os alunos fazendo o plantio das sementes no canteiro adubado, procedimento que foi repetido no canteiro não adubado, além do processo de irrigação, feito em ambos os espaços. Lembrando que o plantio acabou sendo feito diretamente nos canteiros porque a unidade escolar não possui as formas apropriadas para o plantio das sementes, e especialmente porque as tentativas de plantar as sementes nos mudários sustentáveis, para a partir deles realizar o plantio, não foram bem sucedidas, como explicamos nos parágrafos anteriores.



Figura 2.3: Imagem do dia 31 de maio de 2023, onde é possível visualizar os alunos realizando o processo de plantio das sementes de beterraba, cenoura e alface.

Assim iniciamos a **quarta etapa** do projeto de horta escolar tendo a modelação matemática como ferramenta principal para o desenvolvimento das atividades. Já tendo realizado o processo de plantio, foram organizados procedimentos para realizar a irrigação dos canteiros, onde se delimitou que esse processo ocorreria todos os dias da semana, duas vezes ao dia, na seguinte escala:

- uma no período matutino, por volta das 7h às 8h;
- e a outra no período vespertino, entre 16h e 17h.

Considerando os horários estipulados, convencionou-se que os próprios alunos do período matutino, sendo as turmas selecionadas do segundo ano do ensino médio do ano letivo de 2023, poderiam se ocupar da irrigação cotidiana nos horários da manhã. Já para o período vespertino, decidimos designar algumas turmas do ensino fundamental II, sendo respectivamente turmas de 6^o ano e 7^o ano, para realizarem este procedimento. Considerando que o docente atuava também nessas turmas, e principalmente como uma forma de despertar o interesse desses alunos nas atividades desenvolvidas na horta escolar.

Para os finais de semana, foi solicitado aos vigias que atuam na unidade escolar para manter a irrigação dos canteiros, garantindo que a ausência de água não interferisse no desenvolvimento inicial das mudas.

A **quinta etapa**, foi marcada pela observação e acompanhamento das plantas, começamos a notar o início da germinação das sementes plantadas, procedimento que ocorreu cerca de uma semana após o plantio delas. No entanto, percebemos que as mudas ainda não apresentavam tamanho suficiente para o início das pesagens e medições, que permitissem a tentativa de determinar um modelo matemático para descrever o crescimento das espécies plantadas, que é também um dos objetivos que o presente projeto de pesquisa busca alcançar.

Esse processo inicial de germinação do material escolhido para ser plantando na escola pode ser visualizado nas imagens que se seguem:



Figura 2.4: Imagem do dia 06 de junho de 2023, onde visualizamos o canteiro que não recebeu adubo, tendo o seu princípio de germinação das sementes plantadas.



Figura 2.5: Imagem feita em 06 de junho de 2023, que demonstra o processo de germinação das sementes no canteiro que recebeu a adubação.

Dando sequência nesta etapa, identificamos que com aproximadamente quatro semanas já era perceptível a diferença entre as hortaliças plantadas no canteiro com adubação e no canteiro com apenas solo, sem o adubo, e essa identificação foi possível diretamente pelo aspecto visual, considerando que as hortaliças plantadas no canteiro adubado estavam mais desenvolvidas e apresentavam uma coloração mais vívida do que as que não continham adubo.

E isso pode ser compreendido a partir das imagens a seguir, já que na primeira

imagem temos o canteiro que não foi adubado, e que por isso, teve pouco crescimento e desenvolvimento. E na segunda imagem, verificamos como as hortaliças estão grandes e com um bom desenvolvimento:



Figura 2.6: Imagem do dia 26 de junho de 2023, que representa os alunos no processo de regar os canteiros. Na imagem se visualiza ainda o pouco desenvolvimento do canteiro esquerdo, que não recebeu adubação.



Figura 2.7: Imagem feita em 26 de junho de 2023, com os alunos realizando a atividade de regar a horta escolar. Nesta imagem, podemos visualizar e comparar o crescimento das hortaliças no canteiro adubado, em relação ao canteiro sem adubação da imagem anterior.

Mesmo com esse desenvolvimento inicial após as primeiras quatro semanas de plantio, identificou-se que ainda não seria possível realizar as medições que de início haviam sido estipuladas como um dos objetivos norteadores do projeto. Como as raízes ainda estavam muito pequenas, com baixo peso e ainda não possuíam as raízes tuberosas, verificou-se que elas não tinham as dimensões básicas suficientes para iniciar as medições, coleta e análises pretendidas, inviabilizando a comparação de todos os dados dos vegetais.

Diante desta situação, acordamos que seria melhor aguardar mais algumas sema-

nas para começar a coleta, já que se contava com uma quantidade limitada de amostras de cenouras e beterrabas para fazer as medições tendo em vista que as mesmas seriam retiradas do solo e não seria possível fazer o seu replantio para se retirar novas medidas.

Ressaltamos que este fato instigou a curiosidade dos estudantes, e os deixou pensativos em relação como seria feita a análise das informações obtidas nas cenouras e nas beterrabas. Considerando que para fazer a coleta das medidas tanto das cenouras quanto das beterrabas seria necessário a retirada das amostras da terra, foi então observado que, após a retirada de uma dessas plantas do solo, não seria possível fazer uma segunda medição da mesma planta, já que, mesmo que ocorresse o replantio das hortaliças, não havia a confiança de que as mesmas iriam sobreviver a esse processo, e mesmo que sobrevivessem, esse tipo de interferência certamente retardaria ou influenciaria no seu crescimento, inviabilizando parte da pesquisa.

O mesmo não aconteceria com a alface, pois suas folhagens permitiam que fosse feita a marcação, viabilizando uma boa coleta das medidas e o acompanhamento de seu crescimento período após período.

Esses procedimentos geraram novas discussões, onde os estudantes começaram a considerar se poderiam tentar elaborar uma maneira de determinar como as hortaliças viriam a se desenvolver, tendo em vista que os únicos conhecimentos disponíveis que eles possuíam eram os de funções lineares, quadráticas, modulares, exponenciais, logarítmicas e progressões aritméticas e geométricas. A partir dessas considerações, a quinta etapa pode enfim começar a gerar dados que pudessem ser aplicados em concepções da modelação matemática.

Iniciou-se então a coleta das medidas, onde foi utilizado uma fita métrica, um paquímetro e uma balança de cozinha. A escolha dessas ferramentas específicas se deu porque já eram de posse da escola, além de serem de fácil manejo por parte dos estudantes. Tal momento apresentou uma aquisição significativa de conhecimento, visto que alguns dos estudantes não tinham noção de manejo de uma ou mais das ferramentas utilizadas para medição, o que inicialmente se acreditava ser um saber comum a todos eles.

Devido a irrigação constante, identificou-se o aparecimento de matos considerados “pragas” para o desenvolvimento das hortaliças. A partir disso, aproveitamos para tirar um momento de explicação sobre a necessidade de se fazer a limpeza dessas plantas, discutindo ainda de que forma elas podem afetar o desenvolvimento das hortaliças.

Na imagem a seguir, podemos observar os alunos realizando a limpeza dos canteiros de forma cuidadosa, para fazer a remoção somente das pragas e não prejudicar os vegetais que foram plantados no canteiro. (NASCIMENTO et al., 2018) reiteram a importância da participação do educando em atividades desta natureza, pois procedimentos do tipo permitem novos conhecimentos com relação a plantação e cultivo de hortaliças, complementando que devido ao intermédio do docente, os alunos adquirem conhecimentos também na área das ciências da natureza.



Figura 2.8: Imagem do dia 19 de junho de 2023, com os alunos num dos canteiros realizando a atividade de remoção das pragas que haviam se desenvolvido no local.

A partir da primeira medição, foi-se estabelecido que semanalmente seria reali-

zada uma coleta de dados de três amostras de cada canteiro. No entanto, devido a uma ocorrência não planejada e de força maior, acabou ocorrendo um problema no canteiro com as amostras de alfaces, o que ocasionou a perda das mesmas.

Tal situação acabou levando os estudantes a repensarem algumas das medidas e precauções que estavam sendo tomadas, de maneira a evitar que algo semelhante ocorresse com os demais canteiros. Ao final das discussões, os estudantes decidiram continuar as medições dos outros vegetais e descartar as medidas coletadas das alfaces, uma vez que a quantidade de dados ainda não eram suficientes para fazer a análise e executar as previsões. Após esse procedimento, demos continuidade ao desenvolvimento do projeto.

A tomada de decisão nesta situação foi crucial, e os estudantes acabaram optando por seguir com a coleta de dados apenas com as cenouras e beterrabas. Tal acontecimento se enquadra nas concepções de BRASIL (2018) com relação ao desenvolvimento da autonomia do estudante quando se depara com situações problemas, e as possíveis medidas a serem tomadas para a resolução da situação. Os mesmos tiveram proatividade e se organizaram para pensar em soluções, e assim garantir que o projeto se desenvolvesse da maneira mais justa e acertada possível.

Então, por volta de sete semanas após o plantio, foi constatado que as hortaliças apresentavam raízes tuberosas, tornando possível o início das medições. Assim, iniciamos o processo de coleta e registro dos dados através das medições, dados esses que, por questões de praticidade, começaram a ser compilados em uma planilha eletrônica do *Google Planilhas*, tendo em vista que esse mecanismo possibilita um armazenamento imediato, além da praticidade de se compartilhar os dados aos estudantes para posteriormente realizarem a análise dos mesmos. O processo ainda foi facilitado pelo fato dos alunos terem acesso ao *Google Planilhas* por meio do e-mail institucional disponibilizado pela SEDUC-MT, garantindo que, mesmo que alguns deles não possuíssem uma conta *Gmail* pessoal, pudessem realizar os acessos necessários aos dados que estavam sendo coletados e compilados.

Tendo a finalidade de propiciar aos estudantes uma experiência ampla e completa da pesquisa científica, propusemos que todos os processos fossem realizados por eles, desde a retirada das amostras do solo até a medição das mesmas e o registro das medidas obtidas. Dessa forma, o projeto corroborou em proporcionar a autonomia dos estudantes, mediante a intervenção do professor como o mediador da atividade, colocando os discentes

como agentes ativos da produção do conhecimento, encontrando, registrando e levantando possibilidades tanto na organização quanto na interpretação dos dados ali obtidos, possibilitando um aprendizado significativo da forma proposta pela BNCC BRASIL (2018, p. 524 a 533).

A seguir, pode ser acompanhado os processos acima descritos por meio das imagens registradas na horta durante o momento de coleta de dados:



Figura 2.9: Imagem do dia 19 de julho de 2023, que representa os alunos em atividade de medição de uma beterraba, utilizando o paquímetro como ferramenta, para assim dar continuidade ao trabalho de coleta de dados do desenvolvimento da horta.



Figura 2.10: Imagem do dia 19 de julho de 2023, com o processo de pesagem de uma amostra de beterraba, que nesse estágio estava com apenas 14 gramas, gerando dados para serem incluídos na planilha de acompanhamento.



Figura 2.11: Imagem do dia 19 de julho de 2023, onde visualizamos os alunos realizando a inserção dos dados coletas na planilha do Google Planilhas.

Após a constatação de que as hortaliças apresentavam todas as características que haviam sido estipuladas para as medições - sendo especificamente o tamanho, os bulbos, além de peso suficiente para que a balança fizesse o seu registro - os alunos iniciaram o procedimento de realizar as medições, coletas e tabulações de dados de maneira semanal, sendo que a coleta dos dados era feita na horta escolar, e em sala de aula os mesmos eram tabulados e discutidos.

Na sequência apresentamos mais algumas imagens, que demonstram as atividades dos processos de escolha das amostras, além da organização e medição dos vegetais coletados. Ressaltamos que para alguns estudantes, esse contato com a horta pedagógica foi a primeira experiência com a educação ambiental, e tal fato pode ser constatado pelas reações e pelo entusiasmo demonstrado durante a realização das atividades propostas, tanto em sala de aula quanto no espaço da horta escolar.



Figura 2.12: Imagem do dia 26 de julho de 2023, com a representação do gesto de surpresa de uma estudante, ao colher uma beterraba, procedimento que, segundo informações repassadas pela mesma, ela nunca havia realizado até aquele momento.



Figura 2.13: Imagem do dia 26 de julho de 2023, onde visualizamos um aluno realizando a colheita de uma beterraba.



Figura 2.14: Imagem do dia 26 de julho de 2023, que representa um aluno realizando a medição de uma hortaliça, tanto da parte de raiz, quanto da sua folhagem.



E.E. Dona Rosa Frigger Piovezan
-13,65421, -59,78304, 632,8m, 58°
07/26/2023 11:49:10

Figura 2.15: Imagem do dia 26 de julho de 2023, com mais uma etapa do processo de pesagem de uma amostra de cenoura, onde essa amostra estava agora com 9 gramas, em dados que foram incluídos pelos alunos no *Google Planilhas*.



E.E. Dona Rosa Frigger Piovezan
-13,65422, -59,78301, 630,2m, 261°
07/26/2023 11:45:13

Figura 2.16: Imagem do dia 26 de julho de 2023, com a representação de três cenouras colhidas dos canteiros, para o processo de separação, medição, pesagem e tabulamento dos dados no *Google Planilhas*.

Segundo MORÁN et al. (2015, p. 17) para que os alunos sejam mais proativos, é necessário que eles sejam estimulados a se envolverem em atividades cada vez mais complexas, em que seja exigida a tomada de decisões e a avaliação dos resultados alcançados, juntamente com um material relevante. Diante disso, a coleta de dados e a organização das informações obtidas tem o objetivo de desenvolver a autonomia desses jovens, por meio da experimentação e da observação dos resultados coletados nos canteiros experimentais.

Ainda com base na utilização das metodologias ativas, MORÁN et al. (2015, p.

17) enfatiza que: “Se queremos que sejam criativos, eles precisam experimentar inúmeras novas possibilidades de mostrar sua iniciativa”. Por isso, sempre que os estudantes se dirigiam aos canteiros para fazer a construção, plantio ou medições, eles se deparavam com novos desafios e problemas presentes naquele espaço e, sendo instigados a pensarem de modo coletivo numa solução para aquela situação, e após encontrarem uma maneira adequada e eficiente para resolver o problema, realizavam ainda uma intervenção para tentar superar a situação e dar continuidade ao projeto.

Assim, durante aproximadamente quatorze semanas, os estudantes realizaram os procedimentos de regar a horta escolar, e acompanham o desenvolvimento dela, realizando as medições e compilando os dados coletados na tabela assim especificada, em atividades ativas que eram apenas mediadas pelo professor.

A seguir, nos dedicaremos a explicar com maiores detalhes como os dados coletados foram compilados pelos estudantes, e quais os resultados alcançados com essa prática pedagógica que utilizou a modelação matemática como uma metodologia ativa para colocar os discentes como protagonistas do seu próprio processo de aprendizagem.

Capítulo 3

Resultados obtidos

Essa pesquisa teve como objetivo específico colocar a matemática como uma disciplina que está presente em itens do cotidiano da vida social, desmistificando sua complexidade e permitindo que os estudantes compreendessem não apenas a sua importância, mas a sua aplicabilidade em diversos conceitos e práticas. Por isso, alguns dos resultados podem não ser tão palpáveis ou com formulações totalmente fechadas e definitivas.

Na verdade, considerando os preceitos da modelagem matemática, mesmo ela sendo aplicada dentro da própria disciplina, e com um professor formado na área, os alunos acabaram sendo protagonistas de todo o processo, o que certamente atendeu à premissa de que um modelo nem sempre precisa trazer um resultado final visível, mas especialmente garantir a compreensão, ou no caso do projeto da horta escolar em questão, privilegiar a prática do estudante em diversos campos de conhecimento.

Assim, nesta parte final da pesquisa iremos elencar alguns dos resultados obtidos com o projeto de modelação matemática aplicada à horta escolar, no que tange o desenvolvimento dos estudantes, aos desafios encontrados e as soluções desenvolvidas, às questões matemáticas trabalhadas, dentre outros.

3.1 Os principais desafios encontrados e suas soluções

Quando iniciamos a aplicação do projeto, acabamos encontrando vários tipos de obstáculos, indo desde a desmotivação inicial de alguns estudantes, até algumas dificuldades com o espaço designado para a implementação da horta escolar.

As questões envolvendo o espaço da horta escolar originaram um desafio que

possibilitou um momento de aprendizagem ímpar, proporcionando o envolvimento da turma com a construção dos canteiros, permitindo a participação de todos desde o processo inicial para o plantio até a última etapa que seria a colheita dos vegetais.

Tal situação nos permite observar que colocar os alunos em momentos adversos que instiguem o desafio e a tomada de decisão os impulsionam a construir soluções para a superação dos obstáculos, bem como o encontro de soluções de forma inovadora, de tal maneira que o estudante não apenas compreende a importância de solucionar o problema, mas também da necessidade de desenvolver métodos criativos para a obtenção da solução, tornando a descoberta da mesma mais atrativa, satisfatória e significativa para seu aprendizado, impulsionando-o a tentar superar seus limites de forma contínua (MENEZES, 2023, p. 26).

Outra problemática relevante, e que solicitou o desenvolvimento de soluções ocorreu durante a construção dos canteiros, onde foi possível observar que haviam estudantes que apresentavam familiaridade com o processo e as ferramentas necessárias, e estudantes que estavam vivenciando pela primeira vez esse tipo de experiência.

Como para alguns era novidade, os próprios estudantes, com auxílio do professor mediador, iniciaram atividades de troca de informações, de maneira a colocar os alunos com menos conhecimentos a aprenderem as funcionalidades e formas de manuseio das ferramentas em questão, para construir os canteiros, escolher e coletar o tipo de terra mais apropriada para o plantio adequado, e preparar o solo para as etapas subsequentes.

Embora esse tipo de problemática pareça um pouco irrelevante ao projeto, constatamos que se elas permanecessem, as atividades que pretendíamos desenvolver seriam comprometidas, considerando que a ideia central era de que os alunos experimentassem diversos campos da matemática a partir de ações práticas. Assim, ver que os alunos se empenharam em ensinar e aprender apenas nos confirmou o quanto o processo educativo se privilegia de práticas do tipo, e portanto, necessita de mais ações que coloquem os estudantes para desenvolverem várias habilidades.

Já durante a coleta e tabulação dos dados, os estudantes se depararam com dois imprevistos que, embora não atrapalharam o desenvolvimento do projeto, ocasionaram uma experiência única, a partir da observação de como iriam lidar com as situações identificadas, considerando que elas eram muito comuns na vida cotidiana, e que exigem avaliação e tomada de decisões, como ocorre na vida comum.

A primeira delas foi um problema com o canteiro experimental de alface, que devido a uma situação atípica, acabou ocasionando a perda total do canteiro, inviabilizando a sua análise no projeto.

O segundo imprevisto ocorreu devido às ações imprudentes de um estudante indisciplinado do turno vespertino da escola onde o projeto foi realizado, que infelizmente invadiu a horta sem autorização e acabou retirando diversas amostras do canteiro, impossibilitando a continuidade do projeto na forma previamente pensada.

Problemáticas, com situações que alteraram as quantidades dos itens a se coletar os dados, colocaram os alunos em momentos necessários para desenvolverem práticas como o raciocínio lógico, a análise da situação gerada e suas possíveis decisões, bem como a tomada de decisão em conjunto para que os problemas fossem superados e o projeto em questão continuasse a se desenvolver. Os estudantes puderam ainda experimentar momentos de aprimoramento de sua inteligência socioemocional, lidando não apenas com os imprevistos da prática, mas com as próprias sensações, a exemplo de raiva e frustração, e tendo oportunidades de avaliarem suas percepções e ações em relação a elas.

A solução encontrada, após esses momentos coletivos de análise e decisões, foi a de alterar as quantidades de hortaliças em que seriam coletados os dados, considerando que inicialmente havia sido estabelecida a coleta de pelo menos quinze medições, ou seja quinze semanas acompanhando o desenvolvimento das hortaliças. Contudo, com a danificação dos canteiros, foi possível a coleta por apenas oito semanas, e os estudantes, juntamente com o professor, consideraram esse período propício para desenvolver as demais etapas do projeto em questão.

Também tivemos algumas problemáticas associadas ao campo da matemática, mas iremos tratar com maiores detalhes no tópico que se segue, enquanto relatamos como foi o processo de associar a horta escolar a disciplina em questão.

3.2 A associação com a matemática

O desenvolvimento deste trabalho sempre visou deixar a matemática mais acessível e compreensível aos estudantes, visto que a disciplina carrega muitos estigmas, desinformações, e constantemente é alvo de desestímulos externos e internos ao ambiente escolar, que atrapalham uma real absorção de suas possibilidades, não apenas no campo

de medir o conhecimento dos estudantes, em avaliações como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), mas também em adicionar os vários campos de conhecimento da disciplina em atividades básicas do cotidiano pessoal e profissional.

Assim, ao colocarmos os estudantes em contato com a horta escolar, além das dificuldades anteriormente encontradas, tivemos também problemáticas a serem superadas no campo da matemática e de outras disciplinas, que iremos discutir neste momento.

Pode-se observar que nas etapas iniciais do projeto, os alunos em sua maioria ainda não haviam entendido onde a matemática estava envolvida naquilo e de que forma ela se apresentaria. Foi apenas quando iniciamos os processos de adubação e plantio, bem como o processo de discutir melhor sobre as etapas e o tempo necessário para a germinação, crescimento e colheita das hortaliças que alguns alunos começaram a enxergar de forma superficial onde a matemática estava inserida.

Ao se levantar as primeiras problemáticas em sala de aula e estipular quais os dados que seriam coletados e analisados, os alunos começaram a notar que as ferramentas utilizadas para se fazer a modelagem eram as mesmas que haviam estudado nas aulas de matemática convencional.

Em termos de conhecimentos matemáticos, iniciamos os trabalhos considerando vários conhecimentos, a saber:

- Área das figuras planas: procedimento que foi realizado com a construção dos canteiros e que contou com o processo de medição e delimitação do perímetro, estudo da área mínima para o plantio de cada muda e o espaçamento mínimo necessário entre as hortaliças plantadas.
- Volume: considerando as quantidades necessárias para preencher e mater o canteiro, a exemplo de materiais como terra, adubo e água. Essas discussões e aprendizagens foram desenvolvidas ao longo de todo o projeto, visando um acompanhamento adequado do crescimento das hortaliças.

Além dos conhecimentos da matemática, o desenvolvimento do projeto com a horta escolar permitiu um trabalho interdisciplinar, feito tanto da perspectiva de discutir e pesquisar temáticas relacionadas dentro das aulas, mas também com a participação de professores de outras disciplinas, como Biologia e Geografia. Nesse compêndio, obtivemos procedimentos práticos e de pesquisa temática a respeito de:

- Meio ambiente: com discussões sobre os impactos da horta escolar na rotina dos estudantes, considerando sua qualidade produtiva e sua liberdade de agrotóxicos, onde discutimos inclusive como estes últimos são maléficos ao meio ambiente e a saúde dos seres vivos.
- Nutrição: reassaltou-se ainda a importância nutricional das hortaliças escolhidas, não apenas por serem livres de agrotóxicos, mas especialmente por auxiliarem na construção de uma dieta cotidiana equilibrada e verdadeiramente nutritiva para crianças e adolescentes em fase de desenvolvimento.
- Controle de pragas: mediante o surgimento de algumas pragas, foram realizadas pesquisas e procedimentos que envolveram a participação do docente de Biologia, sobre mecanismos naturais e não agressivos de lidar com as pragas identificadas, a exemplo de insetos (como formigas e lagartas) e ervas que cresciam junto com as hortaliças.
- Produção de biofertilizantes: ainda em consonância com a temática do meio ambiente e a busca por opções mais seguras além dos fertilizantes químicos os estudantes, juntamente com o professor de Biologia, pesquisaram e testaram opções mais naturais de fertilização, a exemplo de borra de café, açúcar e fezes bovinas.

Esses procedimentos, que envolveram a matemática e outras disciplinas, proporcionaram amplos momentos de aprendizagem e prática aos estudantes, que puderam compreender mais a respeito das problemáticas e dificuldades associadas ao processo de cultivo de alimentos.

Diante disso, deu-se início às discussões sobre quais características poderiam ser observadas através da modelagem matemática e se chegou ao consenso de que seria analisado o crescimento das hortaliças, no caso da cenoura e beterraba, tanto da folhagem quanto das suas raízes tuberosas. No meio dessas discussões, buscamos instigar os estudantes a respeito de dois principais questionamentos:

- Se há limite para o crescimento de cada uma das hortaliças observadas e, sendo tal crescimento dependente de algo, a medida da próxima semana estaria relacionada de alguma forma com as medidas coletadas na semana anterior?

- De que maneira seria possível estabelecer uma relação entre os dados coletados em uma semana com os dados da semana seguinte?

Mediante tais situações, os estudantes foram instigados a pensar a respeito do que poderia ser feito para se continuar as coletas com o que sobrou dos canteiros experimentais e analisar os resultados obtidos, tendo em mente que as eventualidades que ocorreram interferiram no resultado final.

E ao levantar tais questionamentos, alguns dos estudantes perceberam que ao confrontar os dados até ali obtidos com as duas principais perguntas iniciais, os resultados apontavam que tanto o crescimento das folhagens quanto o crescimento das raízes tuberculosas poderia ser descrito por meio de uma função, e que devido ao padrão dos dados obtidos em planilha, se assemelhava muito a uma função do primeiro grau.

Ao chegar nas três últimas semanas de coleta de dados, visualizamos que os estudantes conquistaram uma resposta definitiva para a primeira pergunta que foi proposta, onde de forma majoritária os mesmos constataram que sim, havia um limite para o crescimento das hortaliças observadas.

Analisando a tabela com os dados coletados, uma parte da turma observou que a medida do tamanho das folhagens das cenouras e das beterrabas começaram a se estabilizar, e que não houve nenhum crescimento significativo entre as três últimas semanas. Já com relação ao peso das raízes tuberculosas, também foi observado que se havia chegado a um momento em que o peso não apresentava mais tanta variação.

Então, foi feita a comparação entre os dois canteiros, sendo que a turma, de forma unânime, concordou que havia uma grande diferença entre o desenvolvimento das plantas com e sem adubação no solo. E que no canteiro com adubação, além de produzir hortaliças maiores e com um visual mais atrativo, elas chegaram ao tamanho que seria possível fazer seu consumo mais rapidamente.

Por mais que o projeto estivesse alcançando os resultados desejados e os estudantes estivessem gostando da experiência proporcionada, neste momento foi necessário interromper a coleta dos dados, considerando a problemática anteriormente elencada, desencadeada por um estudante do ensino fundamental, que sem autorização acabou acessando a horta escolar e removendo as amostras dos canteiros experimentais, o que impossibilitou a coleta de novas amostras.

Assim, passamos ao procedimento de associar mais diretamente as informações e

atividades práticas desenvolvidas com a área matemática, visando não apenas encontrar mais relações entre o desenvolvimento das hortaliças, mas um modelo que permitisse a sua previsão e o seu acompanhamento.

3.3 O desenvolvimento de uma função

Após a superação de algumas das problemáticas indicadas, e dos procedimentos não apenas de cultivar a horta mas acompanhar o desenvolvimento dela com a captação de dados, chegamos ao momento de associar ainda mais a atividade da modelação matemática dentro da horta escolar com a matemática em si.

Assim, iniciamos a tentativa para encontrar uma função que descrevesse o crescimento das plantas da maneira mais próxima ao observado. Lembrando que esse procedimento se relaciona com uma das habilidades da BNCC para o Ensino Médio:

(EM13MAT501) Investigar relações entre números expressos em tabelas para representá-los no plano cartesiano, identificando padrões e criando conjecturas para generalizar e expressar algebricamente essa generalização, reconhecendo quando essa representação é de função polinomial de 1º grau. (BRASIL, 2018, p. 541).

Assim, buscar o desenvolvimento de uma função, junto às atividades realizadas dentro da horta escolar, se apresentam como um dos objetivos de ensino e aprendizagem solicitados pelo documento nacional que norteia a educação, e neste projeto, tivemos o objetivo de não apenas trazer esses conhecimentos específicos, mas colocá-los à frente dos alunos a partir de novas ações e perspectivas.

Durante essa etapa constatamos que, por mais que a maioria dos alunos estivessem familiarizados com o mundo digital, apenas uma pequena parcela tinha conhecimento do que era e de como se utilizava uma planilha eletrônica. Menor ainda era a proporção de alunos que sabiam como realizar a construção de um gráfico. Segundo BRANDT et al. (2016, p. 5):

A Modelagem Matemática se coloca como alternativa metodológica que traz para a sala de aula os problemas da vida real e da cultura dos alunos para dialogarem com conhecimento universal, lógico e válido em todos os tempos e lugares da Matemática..

Tal ponto pode ser observado durante a etapa de análise dos dados pois, além de desenvolver as atividades voltadas para a educação ambiental, o uso da modelação matemática pôde ser um momento de aprendizado em outras áreas, tais como a informática,

durante a construção das tabelas e a criação dos gráficos. Tal atividade ainda foi acompanhada de diversos relatos dos alunos, sobre como aprenderam e desenvolveram habilidades em outras áreas.

Procedemos então às tentativas de se obter a função que descrevesse o desenvolvimento das plantas em sala de aula, tendo o auxílio do professor como interlocutor da discussão, onde chegamos em conjunto a dois possíveis modelos:

- o primeiro, um modelo linear;
- e o segundo um modelo quadrático.

Para o modelo linear, considerou-se que o crescimento da semana posterior deveria ser uma relação entre as medidas coletadas na semana atual mais uma variação. A partir dessa linha de raciocínio, chegamos ao seguinte modelo:

$$P_{n+1} = P_n + V_n \quad (3.1)$$

No modelo desenvolvido, P_{n+1} representa a medição da semana posterior; P_n a medição da semana em questão; V_n a variação de crescimento de uma semana para outra, sendo que V_n é uma função da forma $f(P_n, k)$ onde k é o limite de crescimento da hortaliça.

Para estabelecer a relação acima citada, foi necessária a intervenção do professor mediador, visto que a maioria dos estudantes envolvidos no projeto apresentavam dificuldades de aprendizagem em funções, fato esse que foi um dos problemas motivadores que levaram a implementação dessa metodologia ativa.

E a partir dos apontamentos acima, podemos descrever o modelo da seguinte forma:

$$\begin{aligned} P_{n+1} &= P_n + V_n \\ P_{n+1} &= P_n + f(P_n, k) \\ P_{n+1} &= P_n + \alpha(k - P_n) \end{aligned}$$

Onde α é o coeficiente de variação de crescimento.

Após realizar a descrição do modelo da forma acima relatada, instigamos os alunos a realizarem uma observação do modelo, onde acabou sendo feito o seguinte questionamento: o modelo acima se parece com alguma função conhecida?

Infelizmente, poucos alunos conseguiram observar que se tratava de uma função do primeiro grau, onde a variável era P_n . A constatação desse fato trouxe a necessidade de alguns períodos de orientação por parte do professor mediador, com procedimentos de esclarecimento e associação do modelo com a função do primeiro grau. Ressaltamos que momentos como esse são de grande importância para a atividade proposta, especialmente porque partem de dúvidas e necessidades dos alunos, e permitem o desenvolvimento de conhecimentos de interesse deles.

Considerando as dificuldades dos alunos com algumas áreas da matemática, visualizamos que, para a construção do segundo modelo, foi necessária uma maior participação do professor interlocutor, especialmente pelas complexidades da maioria dos estudantes em reconhecer funções não lineares.

Tal modelo encontrado é da forma:

$$V_{n+1} = \alpha P_n(k - P_n) \quad (3.2)$$

E ao se realizar substituições, além de organizá-lo melhor, como foi feito no modelo 3.1, concluímos que ele pode ser escrito da seguinte forma:

$$\begin{aligned} P_{n+1} &= \alpha P_n(k - P_n) \\ P_{n+1} &= -\alpha P_n^2 + (1 + \alpha k)P_n \end{aligned}$$

Feita essa construção, perguntamos aos alunos se ele apresentava alguma semelhança com o primeiro modelo. Dessa vez, por estarem um pouco mais familiarizados com tema descrito, visualizamos que a maioria dos estudantes conseguiu perceber que se tratava de uma função com variável P_n . Eles observaram ainda que, diferente do modelo anterior, o segundo modelo apresentava um termo com expoente quadrático, tratando-se portanto de uma função do segundo grau.

Assim, tendo em nosso meio dois modelos para serem testados, demos início à fase

de testes, visando verificar qual deles seria mais adequado para descrever os fenômenos observados.

E para a realização dessa etapa, acabamos adotando a utilização do *google planilhas*, tanto para a organização das medidas coletadas quanto pela facilidade na criação dos gráficos com os parâmetros desejados.

Na imagem a seguir, temos a organização dos dados coletados ao longo de seis semanas de acompanhamento do crescimento das hortaliças cultivadas, sendo as de beterraba e as de cenoura. Dentre os principais dados, destacamos: altura, comprimento e peso. Adicionamos ainda as datas de cada medição, bem como o número de amostras utilizado em cada canteiro, considerando o espaço com adubação e sem adubação:

Beterrabas																			
CANTEIRO EXPERIMENTAL 1 (COM ADUBAÇÃO)										CANTEIRO EXPERIMENTAL 2 (SEM ADUBAÇÃO)									
AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3				AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3			
Data	ALTURA	MPRIMEN	PESO	ALTURA/PRIMEI	PESO	ALTURA/PRIMEI	PESO	ALTURA/PRIMEI	PESO	ALTURA/COMPR	PESO	ALTURA/COMPR	PESO	ALTURA/COMPR	PESO	ALTURA/COMPR	PESO	ALTURA/COMPR	PESO
19/06/2023	44	3,4	14	41	1,9	7	47	3,2	6	25	0,6 SEM PE	31	1,3	3	NÃO FOI COLHIDA AMO				
26/07/2023	36,4	3,5	26	30,3	2,8	14	34,5	2,9	21	28,6	1,9	8	30,2	2,8	11	25,5	2,3	12	
02/08/2023	38,5	2,5	20	37	3,1	20	49	4	25	26,3	2	9	28,9	2,6	7	33,4	7,2	4	
09/08/2023	43,9	5,9	45	41,4	5,1	36	38,3	5	39	28,1	3	10	28,6	3,6	11	22	3,5	7	
15/08/2023	33	6,3	85	37,7	4,8	38	38,5	4,6	17	33,3	4,6	8	22,5	3,6	18	24	3,9	4	
22/08/2023	44,5	4,5	118	37,5	3,6	49	35,3	4,4	81	23,4	3,3	44	25,1	2,7	24	28,3	2,5	15	

Cenouras																			
CANTEIRO EXPERIMENTAL 1 (COM ADUBAÇÃO)										CANTEIRO EXPERIMENTAL 2 (SEM ADUBAÇÃO)									
AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3				AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3			
Data	ALTURA	MPRIMEN	PESO	ALTURA/PRIMEI	PESO	ALTURA/PRIMEI	PESO	ALTURA/PRIMEI	PESO	ALTURA/COMPR	PESO	ALTURA/COMPR	PESO	ALTURA/COMPR	PESO	ALTURA/COMPR	PESO	ALTURA/COMPR	PESO
19/06/2023	43	7,7	3,5	37	3,9 SEM	31	4 SEM			33	5 SEM	29	5 SEM	28	3,4 SEM				
26/07/2023	42,9	8,7	9	41,5	6,7	7	42,5	6,7	4	35,6	7	3	27,3	4,1 SEM PE	30,3	2,7 SEM PESO			
02/08/2023	32	10,7	17	24,3	7,2	9	40,5	11,1	19	33,4	7,2	4	37	5,8	6	31,2	3,2 SEM PESO		
09/08/2023	33,3	6,3	8	40,3	4,4	5	39,8	13,4	30	36,2	8,6	5	33,5	8,8	15	34,2	9,5	11	
15/08/2023	35,9	8,7	34	32	15	36	39,1	4,4	13	34,5	10,9	19	32,5	7	6	33,9	5,2	7	
22/08/2023	43,5	16,8	98	42	12,3	53	46	13	57	34,4	9	11	30,1	6,9	3	32,2	6,4	6	

Figura 3.1: Tabela contendo os dados dos canteiros experimentais e registrados com o auxílio do *Google Planilhas*.

Destarte, a partir dos dados coletados, iniciamos a construção dos gráficos, e com o intuito de tornar esse processo mais prático e compreensível para os alunos, optamos por calcular a média aritmética dos dados de cada semana antes de realizar a construção do gráfico. Também optamos por esse procedimento inicial para buscar uma maior regularidade nas medidas, tornando mais fácil a visualização da função modelo que foi estabelecida. Feito isso, deu-se início a criação dos gráficos para a análise dos resultados, que estão destacados nas cinco imagens que se seguem.

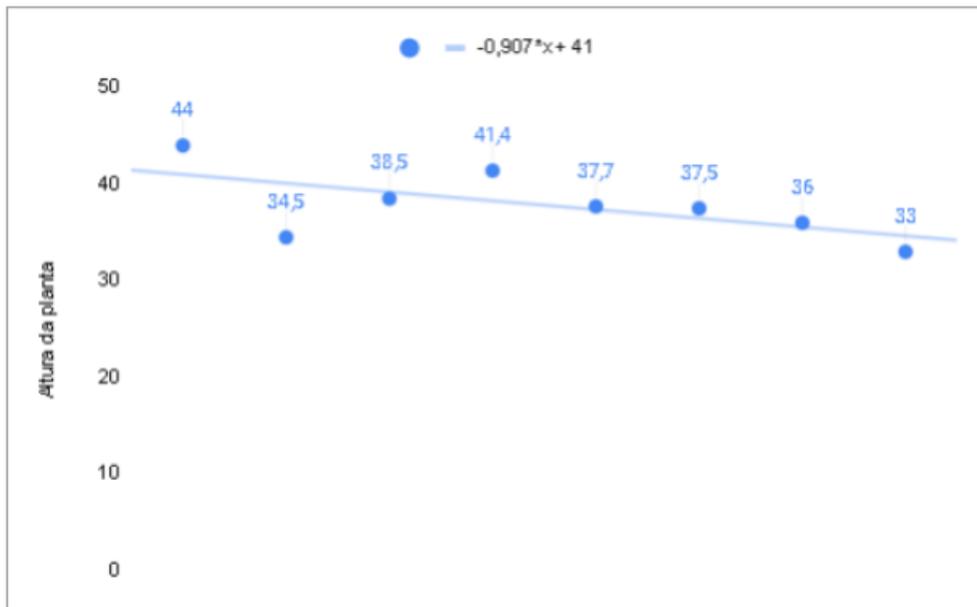


Figura 3.2: Tentativa de encontrar a equação linear que descreve a altura das beterrabas

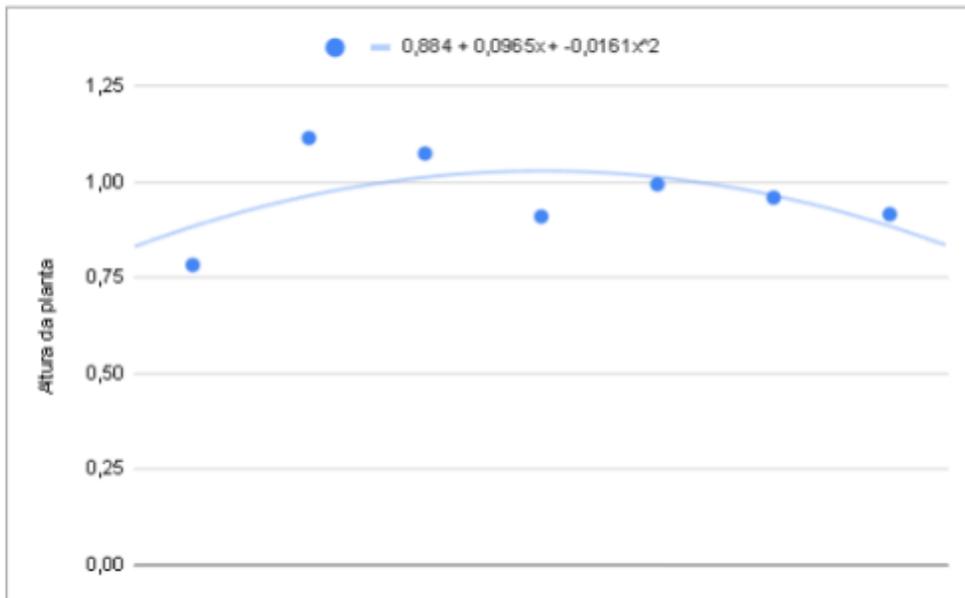


Figura 3.3: Tentativa de encontrar a equação quadrática que descreve a altura das beterrabas

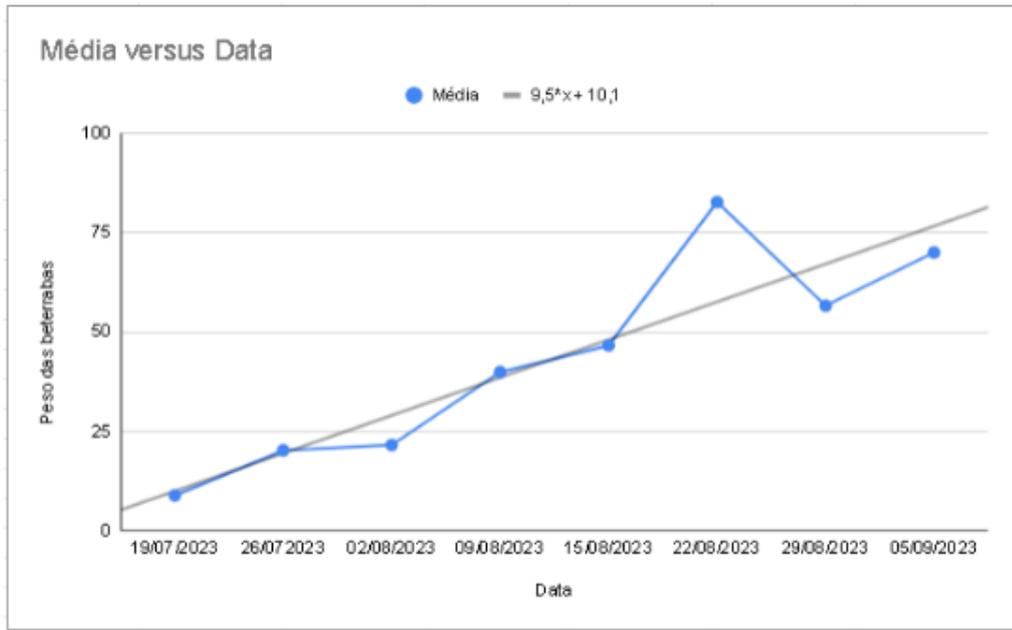


Figura 3.4: Tentativa de encontrar a equação linear que descreve o peso das beterrabas

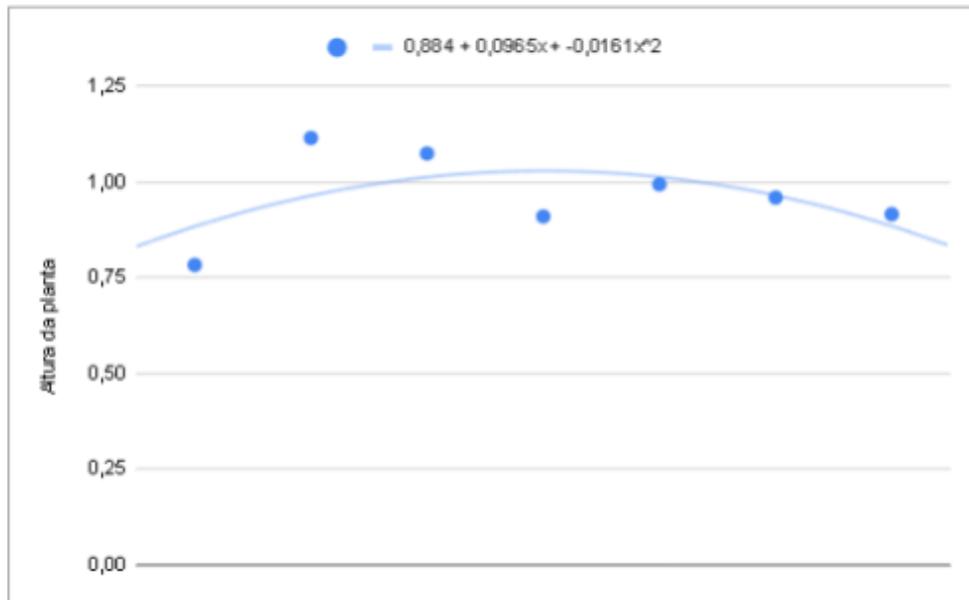


Figura 3.5: Tentativa de encontrar a equação quadrática que descreve o peso das beterrabas

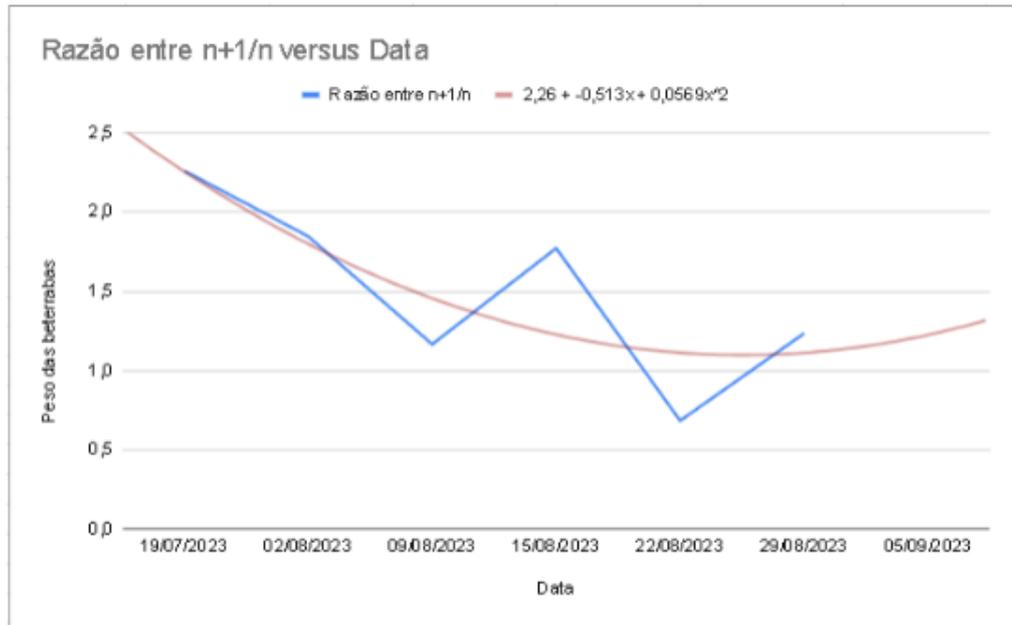


Figura 3.6: Gráfico da equação quadrática obtido pela razão entre as médias de crescimento de duas coletas consecutivas do peso das beterrabas

Após a criação dos gráficos, uma das coisas que chamou nossa atenção foi de que, para o caso dos pesos das beterrabas, tanto a equação linear quanto a quadrática tiveram uma representação bem aproximada dos dados, quando utilizada a média das pesagens semanais para a criação do gráfico, e isso nos mostra que ambas as equações seriam satisfatórias para a utilização como um modelo.

Mas ao se utilizar a razão entre a pesagem de duas semanas consecutivas, os discentes notaram que, diferente da situação anterior, agora os gráficos apresentaram disparidades. Dessa forma, concluíram que tal modelo não poderia ser utilizado para fazer as previsões, pois não condiziam com a realidade observada na horta pedagógica, uma vez que o gráfico apresentava grande semelhança com uma curva decrescente, fato esse bem distinto da realidade visualizada na horta, especialmente porque, com o passar do tempo, a tendência era de que as plantas se desenvolvessem (como foi o caso dos dados registrados na planilha) e o gráfico apresentado é contrário aos dados coletados pelos estudantes.

Segundo BRANDT et al. (2016, p. 37) Brandt, Burak e Klübere, a utilização de modelagem matemática continua a atrair adeptos devido às suas possibilidades de aplicações metodológicas, proporcionando novos apontamentos sobre diversos assuntos, além de sua visão de totalidade, envolvendo de forma natural e indissociável o ensino e

a pesquisa, e permitindo a construção do principal objetivo da educação: desenvolver a autonomia do educando.

Assim, verificamos que tais afirmações se mostraram bem presentes durante todo o processo de desenvolvimento desta pesquisa, já que desde as coletas de dados, ao se iniciar as construções dos gráficos, e também na verificação dos modelos, percebemos que alguns estudantes conseguiram identificar que aquela matemática estudada em sala de aula estava presente nas várias atividades que foram desenvolvidas, o que proporcionou um aprendizado mais significativo para os mesmos.

Com relação a utilização de projetos para o ensino, (OLIVEIRA, 2006) afirma que, faz com que o aluno troque a visão empírica do aprendizado por uma visão construtivista, fazendo com que aprenda de uma maneira mais significativa. Os projetos são ainda uma forma de propiciar e favorecer a interatividade, autonomia e aprendizagem contextualizada, despertando assim curiosidade em aprender a respeito do assunto, bem como trazendo predisposição a participar de outras atividades e projetos similares. As vivências observadas durante o desenvolvimento do projeto e a evolução dos estudantes, comprovam que a utilização dessa metodologia contribuiu para um aprendizado muito mais significativo para a grande maioria dos envolvidos.

Após o término do projeto, foi perguntado aos alunos qual a opinião deles sobre a atividade desenvolvida e como resposta, muitos explicaram que acharam a experiência legal, que aprenderam e conheceram plantas e coisas relacionadas ao cultivo que não conheciam ou ainda que gostaram da experiência pois estavam fora da sala de aula.

Mas uma das respostas que mais chamou a atenção foi de um estudante que disse que “[...] no começo não estava interessado e nem confiante com esse projeto, mas quando começamos a plantar, cuidar das plantas e ver os resultados aparecendo, comecei a achar interessante e gostar daquela experiência. Se houver mais algum projeto desse tipo na escola, com certeza vou querer participar”. Esse depoimento nos mostra que a aprendizagem com modelação matemática não só é possível, mas também desperta o interesse de estudantes em desenvolver e aprender de forma mais interativa, instigando o desejo de realizar novas atividades com esse tipo de metodologia.

No campo da modelação matemática, os alunos tiveram a possibilidade de visualizar como as funções do 1º e 2º graus podem ser utilizadas para atividades simples do cotidiano, como a determinação do perímetro de um espaço, a área a ser cultivada, a quan-

tidade de plantas que podem ser plantadas no espaço delimitado e seguindo o tamanho mínimo estipulado.

Puderam compreender ainda que através das funções trabalhadas é possível o estabelecimento de modelos para projeções futuras, a exemplo do que desenvolveram no projeto, considerando o crescimento das hortaliças que foram cultivadas. O alcance e a visualização desses parâmetros proporcionou experiências distintas nos estudantes, que puderam visualizar a matemática a partir de funcionalidades antes desconhecidas para eles.

Considerando tudo o que foi trabalhado e desenvolvido, conseguimos concluir que o uso da modelação matemática traz a oportunidade de os estudantes compreenderem mais da própria disciplina, além de ampliar o seu nível de conhecimento em outras áreas, bem como o de desenvolverem habilidades e capacidades que podem auxiliá-los em suas atividades pessoais e profissionais, a partir de uma atividade que une a teoria e a prática de uma forma mais ampla, ativa e compartilhada.

Considerações Finais

O projeto que desenvolvemos focou em colocar a modelação matemática como uma ferramenta ativa de ensino da área, tendo a horta escolar como tema e permitindo que os estudantes construíssem conhecimentos a partir de atividades diversas e amplas perspectivas, não apenas no campo da matemática, mas em outras áreas de conhecimento.

Destarte, vemos a experiência aqui desenvolvida como mais uma possibilidade importante de trabalhar projetos interdisciplinares no ambiente escolar, bem como aplicar o método de modelação matemática utilizando conhecimentos que os estudantes já possuem para lhes mostrar que o conteúdo estudado em sala de aula durante as aulas regulares não está tão distante de suas realidades como a maioria deles acreditam, além de mostrar que é possível aprender matemática de uma forma mais dinâmica e interessante.

Embora o projeto tenha sido desenvolvido em grande parte pelo professor de matemática, contou também com atividades desenvolvidas em paralelo com professores de outras áreas como, por exemplo, os professores de química, geografia e de biologia., mostrando que, por mais que ainda haja resistência por parte de alguns profissionais em se desenvolver projetos do tipo, os mesmos são totalmente possíveis, e o aprendizado adquirido dessa forma passa a ser muito rico, significativo e mais atrativo para os estudantes envolvidos no processo.

E juntamente com os conceitos e propriedades inicialmente pensados em ser desenvolvidos, foi aproveitado para se revisar vários tipos de conhecimentos, como área de figuras planas, volume, e conteúdos interdisciplinares como por exemplo meio ambiente, ciclo das plantas, controle de pragas e produção de biofertilizantes.

A implementação se mostrou de grande aprendizado, porém apresentou alguns detalhes que podem ser melhorados para a execução de uma nova tentativa, como por exemplo a escolha de uma melhor época do ano para o início do plantio das sementes, canteiros afastados de sombreamentos (embora a área de sombreamento existente em um

dos canteiros tenha contribuído para a aquisição de informações interessantes e significativas), criação de um sistema de irrigação mais eficiente e organização de grupos para fazer a irrigação dos canteiros no contra turno.

Fazer a utilização de objetos visuais e palpáveis como foi durante as aulas práticas na horta escolar para o ensino de modelação, se mostrou muito eficiente, pois grande partes dos estudantes envolvidos observaram e compreenderam de forma aplicada a importância que os conteúdos abordados em sala de aula tem em suas vidas, de forma direta e indireta.

Desta forma, mostrar e criar modelos de forma conjunta, possibilitou a compreensão de como os modelos matemáticos podem ser simples, práticos e trazer informações importantes sobre um tema de interesse, a ponto de ser possível realizar previsões futuras e com estimativas bem precisas.

Diante das experiências e relatos dos estudantes, podemos afirmar que o desenvolvimento do projeto teve pontos positivos e com os devidos ajustes se apresenta como uma metodologia multidisciplinar com aprendizado significativo e diferenciado.

Segundo um dos estudantes, “[...] achei bem interessante e realmente superou minhas expectativas. Em relação a mexer com a horta, foi algo novo e diferente do convencional do qual estávamos acostumados, e poder acompanhar toda a evolução do experimento foi uma das partes mais interessantes. Outra surpresa também foi a evolução das plantas e como que em questão de semanas, tiveram um crescimento surpreendente. Resumindo, foi um trabalho que gostei de participar, e que foi muito legal de se acompanhar, e que com certeza, eu faria novamente”. Tal relato, comprova mais uma vez como o desenvolvimento do projeto pode contribuir para um aprendizado mais significativo e atrativo para os estudantes.

De acordo com TAVARES et al. (2014), aulas realizadas de maneira prática, como é o caso das atividades da horta escolar, possuem a capacidade de não apenas despertar, mas também manter os alunos interessados, colocando-os em contato com vários campos da pesquisa científica, da resolução de problemas, da compreensão dos vários formatos geométricos que podem estar presentes na horta, dentre outros campos de conhecimento.

Diante destas experiências singulares, pode-se concluir que mesmo diante de imprevistos que impossibilitaram a finalização do projeto como foi planejado inicialmente, a horta escolar é um ambiente que pode proporcionar o aprendizado de matemática junta-

mente com a modelação matemática, e que desperta no estudante a vontade de aprender mais, não somente sobre um tema ou assunto em particular, mas sim, aprender sobre vários assuntos utilizando essa mesma metodologia.

Referências Bibliográficas

- BASSANEZI, R. C. (2004). *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia*. Editora Contexto.
- BASSANEZI, R. C. (2015). *Modelagem matemática: teoria e prática*. São Paulo: Contexto.
- BRANDT, C. F., Burak, D., e Klüber, T. E. (2016). *Modelagem Matemática: perspectivas, experiências, reflexões e teorizações*. Editora UEPG.
- BRASIL, S. (2018). Mec. base nacional comum curricular. *Versão Final*. Brasília, DF, SEB/MEC.
- BURAK, D. (1992). *Modelagem Matemática: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem*. Tese de Doutorado, [sn].
- MENEZES, E. L. D. P. B. (2023). Produto de números inteiros: Uma nova proposta de ensino. *Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul*.
- MENEZES, I. d. S. (2013). Hortas escolares como promoção da educação ambiental e alimentar da escola municipal rural vereda. *Faculdade de Educação – FE, Universidade de Brasília – UnB e Universidade Aberta do Brasil – UAB*.
- MORGADO, S. F. (2006). A horta escolar na educação ambiental e alimentar: experiência do projeto horta viva nas escolas municipais de Florianópolis. *Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis*.
- MORÁN, J. et al. (2015). Mudando a educação com metodologias ativas. *Coleção mídias contemporâneas. Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens*, 2(1):15–33.

- NASCIMENTO, D. L., Veloso, C. L., Tavares, D. B., e da Silva, V. (2018). Horta escolar: Uma proposta pedagógica interdisciplinar. *Congresso Nacional da Diversidade do Semiárido*.
- OLIVEIRA, C. L. (2006). Significado e contribuições da afetividade, no contexto da metodologia de projetos, na educação básica. *CEFET-MG. Belo Horizonte*, página 20.
- OLIVEIRA, F., Pereira, E., e Júnior, A. P. (2018). Horta escolar, educação ambiental e a interdisciplinaridade. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, 13(2):10–31.
- SCHENINI, F. (2013). Estudantes aprendem na horta a relacionar a teoria e a prática. *Versão Final. Brasília, DF, SEB/MEC*.
- TAVARES, B. V., Fernandes, L., Silva, F. A. R., e Moreira, L. M. (2014). Os desafios na implantação de um projeto de horta escolar. *XXI Seminário de Iniciação Científica da UFOP*.

Apêndice: material adicional

A.1 Termo para uso de imagem dos alunos



TERMO DE AUTORIZAÇÃO COLETIVO PARA USO DE IMAGEM PESSOAL

Nós, pais ou responsáveis pelo aluno(a) _____ da Educação Básica, inscritos no RG e CPF especificados abaixo, **declaramos** para os devidos fins, que autorizamos a utilização de imagem, em caráter gratuito, pela Secretaria de Estado de Educação e pela EE _____ do município de _____ para o trabalho de desenvolvimento didático-pedagógico com uso e produção em programas, projetos e atividades de cunho didáticos-pedagógicos, para serem utilizadas integralmente ou em parte, nas condições originais da captação das imagens, sem restrição de prazos, desde a presente data, com uso exclusivo para atividades educacionais, sendo vedada a transferência por terceiros para fins lucrativos. Esta autorização se refere a fotos, áudios, podcasts, imagens em vídeo, com ou sem captação de som, para serem veiculadas em mídias eletrônicas ou impressas. A presente autorização não permite a modificação das imagens, dos textos, adições, ou qualquer mudança, que altere o sentido das mesmas, ou que despreste a inviolabilidade da imagem das pessoas, previsto no inciso X do Art. 5º da Constituição da República Federativa do Brasil e no art. 20 da Lei nº 10.406, de 2002 - Código Civil Brasileiro.

RG	CPF	Assinatura por extenso	Data

A.2 Termo para uso de imagem dos professores



TERMO DE AUTORIZAÇÃO COLETIVO PARA USO DE IMAGEM PESSOAL

Nós, professores da Educação Básica, inscritos no RG e CPF especificados abaixo, **declaramos** para os devidos fins, que autorizamos a utilização de imagem, em caráter gratuito, pela Secretaria de Estado de Educação e pela EE _____ do município de _____ para o trabalho de desenvolvimento didático-pedagógico com uso e produção em programas, projetos e atividades de cunho didáticos-pedagógicos, para serem utilizadas integralmente ou em parte, com citação do nosso nome, nas condições originais da captação das imagens, sem restrição de prazos, desde a presente data, com uso exclusivo para atividades educacionais, sendo vedada a transferência por terceiros para fins lucrativos. Esta autorização se refere a fotos, áudios, podcasts, imagens em vídeo, com ou sem captação de som, para serem veiculadas em mídias eletrônicas ou impressas. A presente autorização não permite a modificação das imagens, dos textos, adições, ou qualquer mudança, que altere o sentido das mesmas, ou que desrespeite a inviolabilidade da imagem das pessoas, previsto no inciso X do Art. 5º da Constituição da República Federativa do Brasil e no art. 20 da Lei nº 10.406, de 2002 - Código Civil Brasileiro.

RG	CPF	Assinatura por extenso	Data

A.3 Termo de autorização para manejo de ferramentas cortantes



TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA MANIPULAÇÃO DE FERRAMENTAS CORTANTES NO PROJETO HORTA ESCOLAR

Nós, pais ou responsáveis pelo aluno(a) _____ da Educação Básica, inscritos no RG e CPF especificados abaixo, **declaramos** para os devidos fins, que autorizamos a participação do (a) estudante da EE _____ do município de _____ no trabalho de preparação e implementação do canteiro da horta escolar, onde poderão ser utilizadas ferramentas cortantes como enxadas, enxada, pá entre outros. Desde que haja a supervisão do professor responsável pela turma no momento de execução da atividade. Ficando a escola responsável para comunicar os pais e/ou responsáveis sobre o eventual acidente e de encaminhá-lo a assistência médica mais próxima.

RG	CPF	Assinatura por extenso	Data