



**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA
CAMPO GRANDE – MS**



HELISON SALLES SILVA

**MODELAGEM MATEMÁTICA E O USO DE TECNOLOGIAS: UMA EXPERIÊNCIA
NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL**

CAMPO GRANDE – MS

2023

HELISON SALLES SILVA

**MODELAGEM MATEMÁTICA E O USO DE TECNOLOGIAS: UMA EXPERIÊNCIA
NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Instituto de Matemática, Mestrado, junto à linha de pesquisa "Ensino e Aprendizagem", como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Matemática.

Orientadora: Prof. Dra. Cláudia Carreira da Rosa.

CAMPO GRANDE – MS

2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Cláudia Carreira da Rosa – Orientadora
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof. Dra. Carla Regina Mariano da Silva
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof. Dr. Leonardo Souza Silva – CPPP
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Campo Grande, 2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a Deus por ter-me proporcionado a vida e a sabedoria para estar aqui neste processo de construção do conhecimento, qualificação acadêmica e, conseqüentemente, profissional. Agradeço a todos que fizeram parte da minha trajetória escolar e que conseguiram, de alguma maneira, fazer a diferença no ser humano que sou hoje.

Agradeço à minha família por tudo, principalmente à minha esposa e meus filhos, que estiveram a todo o momento ao meu lado, entendendo o processo difícil que é estudar e ser um pai de família. Agradeço aos meus pais por estarem aqui e, em especial, à minha mãe, que de sua maneira foi fundamental para as minhas conquistas. Agradeço ao meu irmão mais novo (in memoriam) por tudo, direta ou indiretamente, pois foi a dor que me ajudou a seguir em frente, o mestrado surgiu após uma grande perda.

Agradeço aos meus amigos e a todos que me ajudaram nesse período, agradeço imensamente à minha orientadora a professora Dra. Cláudia Carreira da Rosa por ter-me escolhido como seu orientando e por colocar na minha vida essa grande possibilidade de fazer a diferença como professor ao utilizar a Modelagem Matemática. Agradeço ao meu grupo de pesquisa GFPEM pelas reuniões construtivas e agradeço à minha turma de mestrado da qual nos reuníamos virtualmente por conta da Pandemia, e aos demais professores deste programa que são feras.

Sou muito grato por esta banca composta pela professora Dra. Carla Regina Mariano da Silva e pelo professor Dr. Leonardo Souza Silva, que após a qualificação e suas ponderações e orientações contribuíram para a melhoria desta pesquisa.

Agradeço à Capes por ter-me concedido uma bolsa para financiar minha pesquisa, isso me ajudou muito e permitiu que chegássemos até aqui.

Queria agradecer à Escola Barão do Rio Branco, onde pude fazer o levantamento de dados para contribuir para minha pesquisa, agradeço ao diretor da escola e à coordenadora dos anos iniciais que possibilitaram esse trabalho nos deixando sempre à vontade para trabalhar. Agradeço imensamente às crianças do 4º

ano do ensino fundamental, que nos últimos anos foram prejudicadas pela crise sanitária, mas que conseguiram se reerguer dessa fase negra que a humanidade presenciou. A esses alunos, agradeço pela honra que me deram de poder estudar com eles.

Do fundo do meu coração, muito obrigado a todos e que Deus nos abençoe!

A única coisa que distingue um homem do outro, apesar da sua semelhança, é a vontade de cada um!

Immanuel Kant

RESUMO

Esta dissertação apresenta dados e encaminhamentos de uma pesquisa de mestrado, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática (PPGEduMat) da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), na linha de pesquisa "ensino e aprendizagem". Nosso objetivo é responder à seguinte questão: **Verificar como a Modelagem Matemática, unida ao uso de tecnologias, pode contribuir para o ensino de Matemática nos anos iniciais do ensino fundamental?** Para responder a esta questão de pesquisa, desenvolvemos duas atividades de Modelagem Matemática potencializadas com o uso de tecnologia com uma turma do quarto ano dos anos iniciais de uma escola rural, pública da rede municipal da capital do estado de MS. Nossa perspectiva em relação à modelagem é a de Dionísio Burak, ou seja, uma metodologia de ensino que, dentro da prática educativa, constitui-se em um conjunto de procedimentos cujo objetivo é estabelecer um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e a tomar decisões. Em relação às tecnologias, unimos alguns recursos com as atividades, onde utilizamos um aplicativo digital e um software matemático para construção de conhecimento. Nossa pesquisa é qualitativa, de cunho interpretativo, e está disposta em quatro capítulos, além da introdução, das considerações finais e das referências bibliográficas.

Palavras-chave: Modelagem Matemática. Tecnologia Digitais. Anos iniciais do ensino fundamental.

ABSTRACT

This dissertation presents data and guidelines from a master's research project linked to the Postgraduate Program in Mathematics Education (PPGEduMat) at the Federal University of Mato Grosso do Sul (UFMS), in the "teaching and learning" line of research. Our aim is to answer the following question: **How can mathematical modeling, combined with the use of technology, contribute to the teaching of mathematics in the early years of elementary school?** To answer this research question, we developed two Mathematical Modeling activities enhanced with the use of technology with a fourth grade class in the early years of a rural, public school in the municipal network of the capital of the state of Mato Grosso do Sul. Our perspective on modeling is that of Dionísio Burak, i.e. a teaching methodology that, within educational practice, is a set of procedures whose aim is to establish a parallel to try to explain, mathematically, the phenomena present in the daily lives of human beings, helping them to make predictions and decisions. With regard to technology, we combined some resources with activities, using a digital application and mathematical software to build knowledge. Our research is qualitative and interpretive in nature and is divided into four chapters, as well as an introduction, final considerations and bibliographical references.

Keywords: Mathematical modeling. Digital technology. Early years of elementary school.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Etapas da modelagem propostas por Biembengut e Hein	23
Figura 2 – Caracterização de uma atividade de modelagem matemática	30
Figura 3 – Etapas de produção de uma atividade segundo Burak	40
Figura 4 – Prática em sala e teoria em casa	43
Figura 5 – Desenhos das casas no Geogebra	44
Figura 6 – Tela do jogo Labirinto no software Scratch	46
Figura 7 – Parte do código matemático do jogo Labirinto	47
Figura 8 – Tela da fase que coletavam moedas.....	48
Figura 9 – Realidade aumentada com o aplicativo.....	61
Figura 10 – Uma das trenas utilizadas na atividade.....	80
Figura 11 - Gabarito utilizado para as medidas.....	83
Figura 12 – Os grupos utilizando a trena para a medida padrão.....	84
Figura 13 – Medindo o próprio passo individualmente	85
Figura 14 – Medindo a quadra com a medida não padronizada	86
Figura 15 – Gabaritos preenchidos na quadra	88
Figura 16 – Passando o gabarito limpo e registrando	89
Figura 17 – Medindo a quadra com o aplicativo Câmera de fita métrica.....	94
Figura 18 – Detalhe da utilização do aplicativo feita pelos estudantes	95
Figura 19 – Pipa pentagonal demonstrada no site da OBMEP	102
Figura 20 – Pipa hexagonal vista no site da OBMEP.....	103
Figura 21 – Pipas losango vista no site da OBMEP	104
Figura 22 – Medindo as varetas e fazendo as armações.....	107
Figura 23 – Fazendo a finalização da armação da pipa.....	110
Figura 24 – Finalização das pipas	111
Figura 25 – Momento lúdico no campo de futebol.....	115
Figura 26 – Outro momento no campo de futebol.....	116
Figura 27- Uma das pipas feitas em sala de aula sendo validada	116
Figura 28 – Laboratório de informática da escola	121
Figura 29 – Desenhos geométricos feito por um dos estudantes.....	127

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Detalhe do início dos trabalhos no Superlogo	125
---	-----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
ESTRUTURA DO TRABALHO	15
1. CAPÍTULO 1 – MODELAGEM MATEMÁTICA E O ENSINO DE MATEMÁTICA NOS ANOS INICIAIS: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES	17
1.1 Modelagem Matemática: algumas perspectivas.....	17
1.2 A Modelagem Matemática nos anos iniciais do ensino fundamental	27
1.3 A modelagem Matemática e a Sala de Aula.....	32
2. CAPÍTULO 2 – O USO DE TECNOLOGIAS NOS ANOS INICIAIS COMO POSSIBILIDADES PARA TRABALHAR EM CONJUNTO COM A MODELAGEM MATEMÁTICA.	36
2.1 A tecnologia a favor da Educação Matemática	36
2.2 Modelagem Matemática e a tecnologia no contexto da sala de aula	39
2.3 Softwares e aplicativos que podem ser usados no ensino de matemática	50
2.3.1 Os softwares	34
2.3.2 Os aplicativos	55
2.4 Aplicativos digitais a favor da Modelagem Matemática	57
3. CAPÍTULO 3 - INVESTIGAÇÃO DESENVOLVIDA: ESTRUTURA METODOLÓGICA E PROCEDIMENTOS ADOTADOS NA PESQUISA	63
3.1 Justificativa e o objeto de pesquisa.....	63
3.2 Características da pesquisa	64
3.3 A escola onde os dados foram coletados.....	65
3.4 A delimitação dos objetos matemáticos	66
3.5 Condução da pesquisa.....	67
3.7 Coleta e procedimentos de análise dos dados.....	68
4. CAPÍTULO 4 – DESCREVENDO AS ANÁLISES DOS DADOS DA PESQUISA	70
4.1 Iniciando os trabalhos.....	70
4.2 Atividade 1 e análise local – medindo a quadra de esportes da escola	78
4.2.1 Potencializando a atividade 1 com tecnologia.....	92
4.3 Atividade 2 e análise local – aprendendo geometria ao construir pipas.....	99
4.4 Conhecendo o laboratório de informática.....	119
4.5 Análise Global	132

COSIDERAÇÕES FINAIS.....	135
Referências	143

1. INTRODUÇÃO

Esta pesquisa originou-se do mesmo desejo que me impulsionou a ingressar no mestrado em Educação Matemática, onde muitas inquietações e dúvidas surgiram em relação ao meu papel como professor nos primeiros anos do ensino fundamental. Desde minha primeira formação de nível médio em tecnologia, envolvi-me no ato de ensinar e aprender, porém sem conhecimento em metodologias de ensino. Consciente da necessidade de aprimorar os conhecimentos adquiridos, busquei constantemente o aperfeiçoamento, levando-me a ingressar em um curso superior de licenciatura em pedagogia para superar essas questões didáticas, melhorar como professor e ampliar meu campo de atuação.

Já como pedagogo, percebi que alguns obstáculos seriam parte integrante dessa trajetória, persistindo principalmente ao iniciar minha carreira como professor nos primeiros anos do ensino fundamental. As inquietações aumentavam, e eu, na qualidade de professor, sentia-me no dever de avançar, convivendo com os desafios e buscando superá-los. Entre os desafios encontrados, o ensino de matemática sempre se destacou como um dos principais, e, em conversas com colegas, constatei que não era o único com dificuldades nessa área. Identificar a dificuldade sem tomar nenhuma atitude não resolve, assim, dediquei-me a superá-la.

Portanto, decidi seguir por outro caminho, superando obstáculos novamente e contribuindo com meus esforços, mesmo que em uma pequena parcela de estudantes, buscando que seja significativo e traga satisfação, tanto pessoal quanto profissional. Na Educação Matemática, isso é possível. Ao ingressar no mestrado, conhecemos a Modelagem Matemática como uma forma de aprimorar o ensino da matemática, e dentro do Grupo de Formação, Estudos e Pesquisa em Educação Matemática (GFPEM), diferentes concepções sobre modelagem são discutidas.

Neste percurso, percebi ser possível superar os desafios e unir as potencialidades dessa abordagem com os conhecimentos que já detinha, tanto os tecnológicos, provenientes da minha primeira formação, quanto os pedagógicos relacionados à profissão que exerço como pedagogo.

Dessa forma, eu e minha orientadora direcionamos esta pesquisa para discutir as possibilidades existentes, o cenário educacional atual e formas viáveis de tornar o ensino da matemática nos anos iniciais mais tangível e que busque proporcionar aos estudantes entendimentos dos conteúdos como um todo e de forma menos abstrata.

A integração da modelagem com a tecnologia nos anos iniciais foi cogitada por ser uma abordagem promissora, pouco explorada nas salas de aula e que poderia oferecer possibilidades de trabalharmos com estudantes entusiasmados, permitindo que eles tragam seus conhecimentos cotidianos para dentro da escola. Nossa ideia foi torná-los protagonistas do seu próprio aprendizado, explorando situações reais que se relacionam com o currículo e que permitam que as ferramentas tecnológicas proporcionem uma construção de conhecimento de forma mais abrangente.

Desenvolver atividades de modelagem matemática é estar disposto a trabalhar de forma aberta, é explorar o objeto de estudo, é conhecer o estudante, suas vivências, suas relações com o ambiente escolar, é ter consciência das dificuldades que ele traz. A modelagem é uma estratégia de ensino que utiliza a investigação de problemas reais por meio da matemática, de forma que o aluno possa aprender durante o processo. Apesar de a modelagem apresentar diversas perspectivas teóricas, nesta pesquisa utilizamos a concepção de Burak (2010), ou seja, uma metodologia para ensinar matemática que, nas práticas educativas, se apresenta como um conjunto de procedimentos visando explicar matematicamente os fenômenos presentes na vida dos estudantes, por meio de atividades realizadas em sala de aula, buscando proporcionar a eles uma visão mais clara dos conteúdos matemáticos estudados.

Em particular, esta investigação aconteceu no âmbito dos anos iniciais do ensino fundamental, onde a disciplina de matemática é ministrada por um professor pedagogo que não tem formação específica em matemática, com o intuito de propor aulas diferenciadas que podem fazer a diferença no aprendizado dos estudantes. Quando a modelagem é desenvolvida nos anos iniciais, Burak e Martins (2015) dizem que ela desenvolve aspectos ou princípios epistemológicos que norteiam a construção do conhecimento, fazendo referência à psicologia cognitiva, visto que os estudantes são mais participativos, os trabalhos em grupos são mais interessantes porque eles se interessam e a interação é maior no processo de ensino e aprendizagem, visto que a dinâmica em sala é mais enfatizada por conta da maior socialização que uma criança faz (BURAK e MARTINS, 2015, p.10).

Além das atividades de modelagem, considerando como a Pandemia de Covid-19 alterou a rotina dos estudantes, que tiveram as tecnologias como a única alternativa para mantê-los na escola (virtualmente), decidimos unir essas abordagens para tentar potencializar o ensino de conteúdos matemáticos. Segundo Valente (2015), quando a

tecnologia é utilizada como uma ferramenta agregadora nas práticas pedagógicas ou em metodologias de ensino de qualquer natureza, desperta o desenvolvimento de habilidades fundamentais para a formação do indivíduo, mesmo que essas iniciativas apresentem mudanças pedagogicamente lentas. O professor deixa de ser um mero transmissor de conhecimento, passando a ser um mediador e um participante ativo na busca por mais conhecimento.

Na Modelagem, a tecnologia pode ser utilizada como um recurso pedagógico em qualquer etapa educacional, ou pode, segundo Silva (2019), possibilitar que a matemática e o ensino dela sejam mais acessíveis através das ferramentas, ao contrário de um amontoado de detalhes complexos, como a maioria das crianças acreditam que a matemática seja. Borba e Penteado (2020) também acreditam que, pela tecnologia ser uma tendência, trabalhar com ela, unida ao ensino da matemática, pode ser um meio, um recurso ou uma possibilidade agregadora, pois os estudantes, ao usarem os meios tecnológicos, ficam mais interessados nos assuntos matemáticos, tornando-se mais engajados dentro de um grupo e, conseqüentemente, mais esclarecidos quanto aos conteúdos estudados.

Desta forma, nossa investigação se encaminha no sentido de **verificar como a Modelagem Matemática, unida ao uso de tecnologias, podem contribuir para o ensino de matemática nos anos iniciais do ensino fundamental?** Para responder nossa questão de pesquisa, desenvolvemos duas atividades de modelagem matemática, num período de 3 meses, com alunos do quarto ano do ensino fundamental I de uma escola rural pública da rede municipal de ensino de Campo Grande – MS. Nossa pesquisa é qualitativa e de cunho interpretativo, visto que nossas análises são baseadas no que vimos/entendemos a partir daquilo que acreditamos. Essas foram realizadas com base nos registros dos alunos, suas falas, o comportamento dos mesmos e até em conversas que tivemos no ambiente escolar como um todo.

ESTRUTURA DO TRABALHO

A estrutura desta pesquisa compreende quatro capítulos, além da introdução, das considerações finais e das referências bibliográficas. Na introdução, apresentamos de forma geral os motivos e circunstâncias que nos trouxeram até aqui, a trajetória do autor, bem como as definições iniciais sobre Modelagem Matemática e

o uso de tecnologias para ensino de matemática, onde contextualizamos nossa questão de pesquisa e os principais passos para respondê-la.

No primeiro capítulo, apresentamos algumas considerações acerca da Modelagem Matemática na educação matemática e em particular no âmbito do ensino nos anos iniciais. No segundo, discutimos o uso de tecnologias na educação e as possibilidades da sua utilização em parceria com o desenvolvimento de atividades de modelagem.

No terceiro capítulo, detalhamos os encaminhamentos da investigação desenvolvida, bem como a estrutura metodológica do trabalho e os procedimentos que adotamos para realizá-la. No quarto e último capítulo, descrevemos o desenvolvimento das atividades de Modelagem Matemática e nossas respectivas análises sobre elas.

Por fim, apresentamos as considerações finais sobre a questão que investigamos e, em sequência, as referências bibliográficas que serviram como base para o nosso texto.

CAPÍTULO 1

MODELAGEM MATEMÁTICA E O ENSINO DA MATEMÁTICA NOS ANOS INICIAIS: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Neste Capítulo apresentamos algumas concepções referentes a modelagem matemática, seus encaminhamentos em sala de aula, bem como seu desenvolvimento nos anos iniciais do ensino fundamental, objetivando o ensino de matemática.

1.1. Modelagem Matemática: algumas perspectivas

Nas últimas décadas, o ensino da matemática vem sendo repensado no âmbito educacional. Os conceitos relacionados à forma de ensino vêm sendo discutidos e analisados com o propósito de serem aprimorados, melhorando os resultados no processo de ensino. Ao pensarmos nessas mudanças do ensino da matemática, percebemos que ao longo do tempo, surgem movimentos que enfatizam a importância de se discutir na matemática, sua aplicabilidade, estratégias de ensino, finalidades dos conteúdos e principalmente abordagens que a tornem menos abstrata. É nesse contexto que consideramos a modelagem matemática.

Segundo Aragão (2016), por volta de 1960, começam os estudos sobre a modelagem matemática, que posteriormente acabam se tornando, importantes movimentos internacionais influenciando diferentes países, entre eles, o Brasil.

De acordo com Fiorentini (1996), um dos precursores desses estudos no Brasil foi Aristides Barreto, que, na década de 1970, começou a ver os modelos matemáticos como fonte motivadora para o ensino da teoria matemática e, assim desenvolveu nesse período, modelos como estratégia para o ensino da matemática. Este pesquisador, foi o primeiro professor a orientar trabalhos em nível de mestrado sobre temas relacionados com a modelagem matemática e o ensino e a aprendizagem da matemática a partir da década de 1980.

A partir daí, a modelagem matemática passa a ser estudada e discutida na educação matemática, por diferentes pesquisadores, como: Bassanezi (1994), Burak (1992), Barbosa (2001), Biembengut (2003) e Almeida (2004). Foi a partir desses estudos e discussões que diferentes concepções se formaram, visto que estas trazem algumas aproximações e algumas divergências, dependendo, principalmente, do

objetivo com que a atividade é desenvolvida. Os pesquisadores, em seus trabalhos e orientações, mesmo tendo perspectivas diferentes ou divergências, mantêm um diálogo constante por meio de suas ideias, uma vez que seus objetivos e os seus resultados se assemelham, isso ocorre devido, nenhum pesquisador desejar que sua pesquisa com modelagem apresente um resultado insatisfatório, embora isso possa ser uma realidade. Afinal, a modelagem não é a solução para todos os problemas, apesar de ser, como mencionado acima, historicamente uma tendência.

Contextualizando sobre as perspectivas dos estudiosos da área, Bassanezi (2009) considera que a modelagem consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos que conseqüentemente devem ser resolvidos interpretando suas soluções na linguagem do mundo real. Desta forma, quando assimilamos a capacidade de entender a natureza por meio de teorias adequadas, que nos possibilita a tomada de decisões corretas, é possível que haja claramente uma relação com o uso da modelagem, isto porque, o seu uso, e o seu método, não se resume somente a exemplos do nosso cotidiano e sim em uma nova forma de levar o ensino para um estudante, de maneira que ele possa através daquilo que o cerca, buscar explicações científicas (BASSANEZI, 2009). Assim, para o autor:

A modelagem matemática busca através de situações reais, formular, resolver e elaborar um suporte que sirva para facilitar a compreensão das teorias da matemática. Cabe ao professor explorar um modelo, ou os próprios alunos podem buscar o modelo que queiram trabalhar, desde que, se relacione com o tema em estudo, tendo o professor nesta metodologia um orientador. (BASSANEZI, 2009, p.24).

Ao observarmos a concepção de Bassanezi (2009) percebemos que a modelagem trabalha em si com situações da realidade, do mundo real que cerca o estudante, sendo necessária que ela seja compreendida ou vista como um processo não-estático, onde ela será utilizada com aspectos sociais e também culturais dos envolvidos em uma atividade a ser posteriormente analisada. O professor orienta e os alunos buscam um modelo a seu gosto, porém contextualizado, e através desse envolvimento social e cultural, posterior a realização, a matemática é melhor assimilada, demonstrando ser um processo dinâmico e complexo de se fazer.

Segundo Aragão (2016), que compartilha da perspectiva de Bassanezi, a modelagem é vista como um método e/ou uma estratégia de ensino que resgata os conhecimentos que cada indivíduo traz consigo, proporcionando construir diversas vivências relacionada ao seu pertencimento sociocultural, e a partir desta realidade,

ela é desenvolvida ou aplicada junto à realidade de cada um . Assim, esses autores concordam que a modelagem tem características ou intenções que visam estabelecer um elo entre a realidade cotidiana das pessoas e a matemática ensinada nas escolas. Para eles, essa é uma possibilidade de despertar o conhecimento do estudante de forma que predições sejam possíveis.

Durante a trajetória nesse programa de mestrado, muitos estudos relacionados à modelagem foram realizados. Algumas dessas pesquisas apontaram para trabalhos relacionados à matemática aplicada e, conseqüentemente, às concepções de estudiosos que atuam nesse sentido da matemática. Contudo, a modelagem é diversificada e versátil, podendo ser adaptada para abordar temas variados, em todos os níveis e etapas de ensino, inclusive nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Segundo Rosa (2013) a modelagem não é dominada apenas por matemáticos ou professores da matemática aplicada, ela é desenvolvida em muitas áreas do conhecimento e por professores de outras disciplinas, como pedagogos por exemplo. Nesse sentido a sua utilização dentro de sala de aula tem o interesse ou intuito de resolver problemas reais matemáticos ou não, usando conteúdos matemáticos do currículo de tal forma que possam levar professor e aluno a uma aprendizagem conjunta (ROSA, 2013 p. 65).

Nesse sentido, Burak (2010) defende a ideia de que a modelagem seja vista como uma metodologia de ensino da matemática que tramita ou que seja usada especificamente dentro da educação básica. Alguns aportes teóricos embasam essa concepção de Burak, como por exemplo, a visão construtivista e sociointeracionista que ele adota, considerando que há, por parte da modelagem, uma aprendizagem que traz significado em seu processo (BURAK E KLÜBER, 2008, p. 17-34).

Durante o percurso e a trajetória dos pesquisadores, as concepções construídas sobre modelagem e as percepções que são feitas durante o desenvolvimento dentro ou fora de sala de aula, com o passar dos anos, podem mudar ou se aprimorar de acordo com a vivência e com as experiências durante seus trabalhos. Isso ocorreu com Burak, que durante sua carreira com diferentes pesquisas, se mantendo dentro das práticas educativas, aprimorou conceitos que refletem uma melhor assimilação da prática da modelagem nos aspectos que envolvem a sala de aula, reestruturou sua concepção durante sua carreira como pesquisador e professor, construindo fases de aprimoramento durante seu mestrado na década de 1980. Nesse período, em que atuava concomitantemente como

pesquisador e professor, ele teve ideias claras sobre a modelagem, pois, focava no estudante como construtor do próprio conhecimento, procurando claramente utilizar a modelagem fora da matemática aplicada. Burak (1987) via a modelagem como uma “alternativa para o ensino da matemática”.

Nesse período, Brandt et. al (2016) afirma que, a intenção, de Burak, não era apenas tratar a modelagem como uma ciência, mas desenvolvê-la como um processo capaz de ajudar os alunos a construir conhecimento matemático, nos quais poderiam se tornar autônomos e capazes de construir estratégias. O autor diz ainda que, no doutorado, no início da década de 1990, Burak manteve sua concepção com foco no “aluno”, porém, desenvolveu algumas pesquisas que traziam trabalhos específicos com professores, em que percebeu que a escolha de se trabalhar ou não com modelagem, poderia ser atribuída à resistência do professor em desenvolver metodologias que acreditavam ser trabalhosas. Nessa ocasião, Burak também direcionou seus estudos para a modelagem desenvolvida na escola, onde segundo Brandt et. al (2016), ele visava quebrar o paradigma da “insegurança diante do novo”, enfrentando as situações adversas trazidas pelos professores participantes de suas pesquisas, que por sua vez enfatizavam aspectos de insegurança e dificuldades ao lidar com uma temática tão diversificada no ensino da matemática (BRANDT et. al , 2016).

As pesquisas atuais de Burak estão mais voltadas para o “aluno e a sala de aula”, pois atualmente, a modelagem é vista por ele como uma metodologia de ensino, isto é, dependendo da sua abordagem, a modelagem, é tratada como um conjunto de procedimentos, que significa algo unido, conjugado, contíguo de ações, caminhos a empreender com um norte, com um objetivo, sendo também uma prática educativa muito desejada para o ensino da matemática (BURAK 2004; 2006; 2010; 2016). Assim, o autor propõe cinco etapas para desenvolvimento da modelagem em sala de aula, visto que estas etapas são delineadas por ele seguindo uma ordem que não é engessada, vejamos:

- 1) Escolha do tema;
- 2) Pesquisa exploratória;
- 3) Levantamento dos problemas;
- 4) Resolução dos problemas e o desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema;
- 5) Análise crítica das soluções.

Ao sugerir que o desenvolvimento de atividades de modelagem matemática siga as características das etapas acima mencionadas, Burak (1998, 2004, 2010) acredita que esta é uma forma de construir encaminhamentos didáticos entre etapas norteadoras para o processo pedagógico. Nesse contexto há, a participação conjunta no processo de construção do conhecimento, não apenas por parte do educador, mas também do estudante, que atua como protagonista nas ações desenvolvidas a fim de conceber conhecimento matemático. Isso permite que eles tenham a capacidade de fazerem análises dos conhecimentos adquiridos contribuindo com novos saberes e aprimorando seu aprendizado em atividades sequenciais ou futuras dentro de um grupo.

Podemos observar, que o percurso da modelagem na práxis de um professor ou pesquisador pode ser mudada ou aprimorada, não sendo uma metodologia fixa, inflexível ou definida conceitualmente, podendo ser moldada de acordo com o ambiente e com o período em que é desenvolvida, demonstrando ser uma clara possibilidade, e uma abordagem objetiva que pode ser experienciada durante a carreira do professor que ensina matemática.

Outra pesquisadora que corrobora com as concepções de Burak definindo a modelagem como uma alternativa de caráter pedagógico que visa proporcionar ao estudante a capacidade de compreender a realidade que os cerca através da matemática, é Almeida (2005). A autora defende que a modelagem pode proporcionar aos alunos, oportunidades de identificar e estudar situações-problema de sua realidade, despertando maior interesse e desenvolvendo um conhecimento mais crítico e reflexivo em relação aos conteúdos matemáticos. Segundo ela, a abordagem feita por meio da matemática, de um problema não necessariamente matemático, parte de uma situação da qual se define primeiramente um problema a ser investigado, os levantamentos dos dados, a escolha das variáveis e os caminhos a seguir até chegar à solução do problema. Dessa maneira, quando a modelagem é desenvolvida em sala de aula, observa-se uma crescente e marcante participação por parte dos alunos, resultando em um engajamento mais profundo durante as aulas, já que ao longo do processo de desenvolvimento, gradualmente, eles se familiarizam com o ambiente em questão. Sobre isso, Almeida e Dias (2004, p.26) afirmam que:

Na medida em que o aluno vai realizando as atividades nos diferentes momentos, a sua compreensão acerca do processo

de modelagem, da resolução dos problemas em estudo e da reflexão sobre as soluções encontradas, vai se consolidando. (ALMEIDA e DIAS, 2004, p. 26)

Face ao exposto, Almeida e Dias (2004) sugerem que as atividades de modelagem sejam desenvolvidas a partir de três momentos de forma que haja a construção de costumes com o ritmo de desenvolvimento das atividades. Deste modo, o primeiro momento atribuído por Almeida e Dias (2004) o professor apresenta um tema ou uma problemática já envolvendo o assunto, e as informações necessárias para sua solução, depois das discussões com os alunos já envolvidos com o assunto, caberá a eles mediados pelo professor, a seleção das informações, a formulação de hipóteses, a definição de variáveis, a simplificação, a transição para a linguagem matemática e a obtenção de um modelo matemático capaz de representar a situação e solucionar o problema.

No segundo momento, o professor sugere apenas o tema a ser estudado mais não a problemática, nessa ocasião cabe aos estudantes criar uma situação a ser investigada relacionando com o tema sugerido, como também as informações necessárias para resolução e validação do problema.

No terceiro momento, depois de já estarem um pouco habituados com a modelagem, os alunos têm uma autonomia maior, ou seja, são responsáveis desde a escolha do tema que irão investigar, identificação da problemática, até a obtenção e validação de um modelo matemático¹.

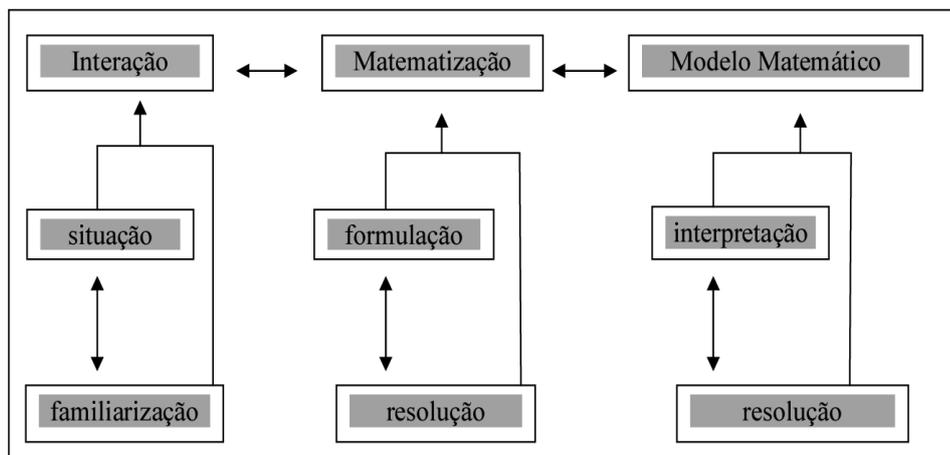
Desse modo, em suas pesquisas, Almeida defende a ideia da formação de estudantes críticos e reflexivos com a capacidade de se tornarem aptos a interpretar situações do cotidiano e de sua realidade, utilizando a modelagem matemática para desenvolver e explicar essas situações, como alternativa pedagógica e sendo uma forte tendência utilizada no âmbito da Educação Matemática. É possível que ao ensinar a matemática e desenvolvê-la em sala de aula utilizando a modelagem, ela possa contribuir potencializando o aprendizado matemático e criando um elo entre o estudante e o meio em que vive, podendo assim, enxergar a matemática além dos cálculos tradicionais.

¹, Bassanezi (2009, p.20) define o modelo matemático como “um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam de alguma forma o objeto estudado”. Na área das ciências aplicadas o modelo matemático pode ser entendido como um tipo de modelo científico que utiliza algum formalismo matemático para expressar relações, previsões, variáveis, parâmetros, entidades e relações entre variáveis e/ou entidades ou operações, sendo utilizados para analisar comportamentos de sistemas em situações geralmente difíceis de observar na realidade.

Contribuindo também, com as pesquisas e discussões, envolvendo a modelagem no cenário educacional brasileiro, temos como uma das precursoras Biembengut (2009), que se destaca por trazer concepções plausíveis para a temática, acreditando que o termo modelagem pode ser descrito como um processo para descrever, formular, modelar e resolver uma situação problema em alguma área de conhecimento. Desde que os debates sobre a temática começaram a se tornar presentes no cenário internacional, as pesquisas de Biembengut e sua visão sobre o assunto têm sido significativas para o campo da Educação Matemática. A ênfase que ela apresenta perpassa por estudos concretos em relação à formação de professores de matemática e às possibilidades do uso da modelagem na educação.

Ao analisarmos a visão de Biembengut, podemos concluir que a ênfase está na exploração da parte operacional, ou seja, no entendimento do funcionamento das etapas e dos procedimentos, como uma forma de esclarecer sua perspectiva. Abaixo um esquema das etapas propostas por Biembengut e Hein (2007, p.15)

Figura 1 – Etapas da modelagem propostas por Biembengut e Hein



Fonte: Biembengut e Hein (2007, p.15)

Na interação que é primeira etapa, é proposto o reconhecimento da situação-problema e familiarização com o assunto a ser modelado, sendo nesse momento em que a situação deva ser a delimitação do tema que é feita em pesquisas científicas relacionadas a modelagem e pelos dados que são obtidos através de outros pesquisadores. A segunda etapa, conhecida como matematização, ocorre após o reconhecimento da situação-problema. Nessa fase, as situações anteriores são traduzidas para linguagem matemática, utilizando tanto o conhecimento dos estudantes quanto o conhecimento que irão adquirir durante o processo. Nesse

momento se tem um objetivo, chegar aos objetos matemáticos, ferramentas que levem a solução dos problemas ou que possam permitir que haja um direcionamento para a solução.

Por fim, na terceira etapa, que é a interpretação da solução e leva à validação do modelo e a avaliação, realiza-se um procedimento a fim de verificar o nível em que os estudantes se encontram em relação às etapas anteriores. Nesse momento, eles farão a interpretação do modelo, caso encontrem dificuldades, retornam à segunda etapa para corrigir possíveis erros e fazer adequações necessárias. Dessa forma, Biembengut faz com que percebamos a modelagem como caminho a fim de despertar no educando o interesse pela matemática ou em tópicos matemáticos que ele por ventura venha desconhecer em sua trajetória escolar.

Outro importante pesquisador é Barbosa, atuante na Educação Matemática crítica, desenvolve a modelagem em níveis, em que considera como “regiões de possibilidades” nomeando esse desenvolvimento como “casos”. Segundo Barbosa (2004) os casos estão subordinados à compreensão e estruturados da seguinte forma:

- Caso 1, o professor apresenta um problema, discute sobre e deixa que os estudantes investiguem;
- Caso 2, os estudantes deparam-se com um problema para investigar, e devem procurar dados sobre ele, discutir e investigar de forma mais autônoma;
- Caso 3, são desenvolvidos projetos a partir de temas fora da matemática, estes são escolhidos pelos alunos com o aval do professor.

Para Barbosa (2001), o trabalho com modelagem, trata-se de um ambiente² de aprendizagem que propicia ao educando um convite para ser mais indagador e/ou investigador, de situações que perpassam ou que sejam oriundas da realidade, por meio da matemática.

Assim, as contribuições que a modelagem traz para o estudante visa contribuir para desafiar a ideologia da certeza e lançar um olhar crítico sobre as aplicações da matemática. Durante as discussões em sala de aula surgem questões como: O que essas aplicações representam? Quais os pressupostos assumidos? Quem as realizou? A quem servem? Etc. Trata-se de uma dimensão devotada a discutir a

²É concebido como um “convite” feito aos alunos, o que pode ocasionar que eles não se envolvam nas atividades. Sendo assim, os interesses dos educandos devem ir ao encontro da proposta colocada pelo professor (BARBOSA, 2001, p.6)

natureza das aplicações, os critérios utilizados e o significado social, de conhecimento reflexivo (BARBOSA, 2004, p.73-80).

Com o exposto até aqui, percebemos que estes pesquisadores desenvolvem a modelagem em etapas ou momentos, embora pensem a modelagem em diferentes perspectivas, mas sem se afastar da ideia de desenvolver uma matemática em que o ensino seja realizado de forma menos abstrata em qualquer nível da educação. Isso se reflete, no âmbito do grupo de formação, estudos e pesquisas em educação matemática (GFPEM), em que a modelagem matemática é considerada como uma forma de tornar presente o objeto matemático em estudo, como demonstrado nas pesquisas defendidas pelo grupo formado por Ovando Neto (2019), Souza (2020), Oliveira Junior (2020), Souza (2020) e Matos (2021).

Estes trabalhos também apresentam diferentes concepções acerca da modelagem, porém, foram trazidas a fim de elucidar a qual caminho seguir e qual concepção abarcar de acordo com objetivo da pesquisa a ser desenvolvida.

Ovando Neto (2019) ao desenvolver a pesquisa “Modelagem Matemática e currículo: desafios e possibilidades”, abarcou a concepção de Almeida e Brito (2005) caracterizando sua pesquisa como uma alternativa pedagógica, cujo objetivo fora investigar quais os desafios e possibilidades do uso da modelagem em sala de aula, frente ao referencial curricular do estado de Mato grosso do Sul.

Souza (2020) traçou um caminho semelhante ao desenvolver a pesquisa “Representações sociais e modelagem: um estudo envolvendo o ensino da matemática na formação de pedagogos”, semelhante no sentido da concepção abarcada por Ovando Neto (2019), que foi a de Almeida e Dias (2004) que consideram os momentos de trabalho, a pesquisa utilizou a modelagem tendo como foco a formação de pedagogos. Com base nos dados levantados por Souza (2020) que indicaram que o ensino da matemática trabalhados por estes profissionais se desconectavam da realidade e se tornavam abstratos, traçou-se o objetivo de verificar quais as relações, possibilidades e desafios que se estabelecem entre as representações sociais sobre a matemática e o ensino da matemática dos futuros professores dos anos iniciais, quando estes utilizam a modelagem como uma alternativa pedagógica.

No mesmo ano, Oliveira Junior (2020) defendeu sua pesquisa intitulada “Modelagem matemática e Neurociências: algumas relações” em que a modelagem é entendida como uma estratégia de ensino respeitando diferentes concepções acerca

da temática, principalmente quanto a sua utilização em sala de aula que acarretam formas distintas ao desenvolver atividades em etapas como Almeida e Dias (2004) fomenta. Considerando uma aproximação teórica entre a Modelagem e Neurociências, o objetivo foi de analisar possíveis relações no processo de ensino e aprendizagem.

Outro pesquisador, membro do GFPEM, que conduziu uma pesquisa na área, foi Souza (2020). Em seu estudo intitulado “Atividade de modelagem matemática: um instrumento avaliativo da aprendizagem escolar”, em que a avaliação foi colocada em pauta como uma ferramenta fundamental para organização do ensino e melhoria da qualidade da aprendizagem. A modelagem foi desenvolvida nesta pesquisa com base nas concepções de Almeida e Brito (2005) como uma alternativa pedagógica que possibilita abordar, por meio da matemática, problemas não essencialmente matemáticos, podendo assim, realizar avaliação da aprendizagem que subsidie o professor em sua prática docente. O objetivo desta pesquisa fora verificar quais são os desafios e potencialidades ao utilizar a atividade de modelagem para avaliar a aprendizagem escolar.

Um dos últimos trabalhos defendidos pelos integrantes do grupo de pesquisa foi o de Mattos (2021), intitulado “A trajetória hipotética da aprendizagem e a modelagem matemática: possibilidades e desafios” cujo o objetivo fora estudar a teoria da trajetória hipotética da aprendizagem com o uso da modelagem para compreender as modificações e encaminhamentos que podem surgir em um planejamento, contribuindo para que o professor reflita sobre sua prática, podendo assim buscar por uma melhoria no processo da aprendizagem. Das diferentes perspectivas trazidas em seu texto, para Mattos (2021) a modelagem é vista como uma tendência pedagógica que pode ser trabalhada em conjunto com outras teorias tornando uma ferramenta potencializadora da prática pedagógica, que consequentemente potencializa o trabalho do professor.

Neste sentido, percebemos a existência de diferentes concepções de modelagem matemática, diferentes olhares, mas há um consenso entre os autores de que ela pode ser uma ferramenta importante para aprendizagem. Independentemente das diferentes concepções, ao resolver problemas e trazer a realidade do aluno para sala de aula, a aprendizagem da matemática se torna mais significativa. Neste trabalho, a concepção de modelagem matemática utilizada é a apresentada por Burak,

que se destaca como uma metodologia de ensino que valoriza o estudante no direcionamento e construção de seus conhecimentos matemáticos.

1.2 A Modelagem Matemática nos anos iniciais do ensino fundamental

Antes de abordarmos a metodologia de ensino da modelagem nos anos iniciais, é importante considerar o papel do professor que ensina matemática nessa etapa, o pedagogo. Embora tenha na grade curricular do curso de pedagogia, disciplinas voltadas ao ensino da matemática, por ser uma formação relacionada às ciências humanas, muitas vezes não é possível um aprofundamento dos conceitos e propriedades da matemática em si. Isso também contribui para um debate maior sobre o tema, pois reforça o distanciamento de aspectos relevantes como técnicas e metodologias da matemática, que são essenciais para formação docente.

Essa é uma questão que está em pauta e tem sido debatida na educação matemática. É evidente que o professor dos anos iniciais, muitas vezes acaba se afastando da matemática durante a sua formação e como possível resultado a esse afastamento surge uma insegurança em relação a esta ciência indispensável para a formação do indivíduo, e mesmo após formação, este distanciamento perpetua. Segundo Souza (2020) um dos motivos dessa negatividade sobre a matemática é algo cultural que se criou devido a suposição de que a matemática seja complexa, e:

Historicamente, a matemática é vista como algo difícil, longe da realidade, e neste sentido se sustenta a crença que ela é abstrata, difícil, fazendo com que muitos alunos se distanciem dessa ciência sem sequer terem a chance de conhecê-la com mais profundidade (SOUZA, 2015 p.15).

Devido a esse contexto histórico, os desafios são constantes. Isso devido os anos iniciais ser uma etapa da Educação Básica, nos quais o aprendizado dos estudantes precisa ser melhor evidenciado, afinal ela contribui para formação gradativa de valores, aquisição de conhecimentos, prepara o jovem estudante para assegurar outras etapas da Educação Básica, e a matemática não deixa de ser fundamental para o desenvolvimento de todo esse processo.

É nos anos iniciais que acontece o aprofundamento da alfabetização matemática, uma condição muito semelhante e estabelecida na língua materna, sendo um momento muito desafiador pois acontece em seguida da alfabetização da língua materna, ou apresenta uma relação muito semelhante. Sobre a Alfabetização matematicamente de crianças, Danyluk (2015) acredita ser a condição que ela adquire

em aprender a ler e escrever a linguagem matemática, entendendo o que se lê, o que se escreve e o que se entende a respeito das primeiras noções aritméticas, geometria, lógica e algébrica, dentre outros temas relevantes ou significativos para a construção de uma conhecimento nessa área. De maneira diferente, porém com mesmo sentido, Santos, Oliveira e Oliveira (2017), definem alfabetização matemática como:

Uma ação inicial de ler e escrever matemática, ou seja, de compreender e interpretar seus conteúdos básicos, bem como, saber expressar-se através de sua linguagem específica (SANTOS, OLIVEIRA E OLIVEIRA, 2017 p. 46).

Desde a infância até a vida adulta, todos os indivíduos lidam com números em diferentes situações do dia a dia e com diferentes propósitos. Essas ações incluem quantificar, comparar, medir, identificar, ordenar e operar entre outras. Conforme afirmado por Danyluk (2015), é essencial que o educador matemático saiba e considere que os estudantes trazem vários sentidos para as noções ou conceitos matemáticos e que nós, enquanto profissionais dessa área de conhecimento, precisamos conduzi-los à compreensão, interpretação, comunicação e transformação daquilo que leem em matemática. (DANYLUK, 2015 p. 15).

Nesse sentido, é de cunho social, que esta ajuda ocorra por meio das instituições, criando soluções e condições que auxiliem os estudantes na estruturação de seus pensamentos e organização das informações desenvolvidas. Assim as técnicas e abordagens didáticas trabalhadas tem como propósito desenvolver essas habilidades, ampliando o repertório de conhecimento dos alunos a fim de que eles possam comunicar as informações de maneira mais concreta. Com esse propósito, metodologias têm sido desenvolvidas e aprimoradas para auxiliar o professor e consequentemente beneficiar os estudantes durante sua formação, dessa forma a modelagem surge como uma alternativa, em que proporciona uma melhor relação tanto metodológica quanto prática dos conteúdos matemáticos abordados.

A modelagem matemática nos anos iniciais tem sido objeto de pesquisas relevantes, demonstrando uma preocupação crescente com essa etapa de ensino. Atualmente, alguns pesquisadores como Tortola (2016), destacam os anos iniciais como sendo foco importante para o ensino da matemática, apresentando a modelagem como possibilidade ou estratégia de ensino para promover a aprendizagem dos pequenos. Ao sinalizar a modelagem como estratégia de ensino no contexto escolar desde os primeiros anos, Tortola (2016) evidencia o desenvolvimento de habilidades, uma vez que, por meio de uma atividade de

modelagem matemática os dados para resolver o problema não estão explícitos no enunciado, deste modo, ao tentar resolvê-lo, os estudantes adquirem mais autonomia ao passo que produzem seus próprios dados para a situação investigada. Tortola e Almeida (2016, p.13) melhor contextualizam:

Nos anos iniciais há um refinamento no uso das estruturas matemáticas e no rigor com que são produzidas, além de um olhar mais autônomo com relação às regras e convenções estabelecidas no jogo de linguagem da matemática (TORTOLA E ALMEIDA, 2016, p.13).

Dessa maneira, propor aos estudantes que investiguem e busquem informações para solucionar o problema, faz com que eles tenham a capacidade de avaliar quais dados e hipóteses são úteis para contribuir na solução do problema, ou ainda, se necessário, produzir tais dados, utilizando para isso, instrumentos apropriados para coleta desses dados.

Nesse sentido, este trabalho, que tem a modelagem como foco nas concepções de Burak, que ao falar das práticas educativas, esclarece diversos acontecimentos que só o professor dos anos iniciais presencia no dia a dia escolar, pois, esses educadores trabalham com crianças em seus primeiros contatos com a matemática. Dessa forma, Burak (1994), Silva e Klüber (2014) defendem a ideia de que atividades de modelagem podem ser desenvolvidas em qualquer etapa ou nível de ensino. O foco deve estar na maneira como a atividade é desenvolvida, cabendo ao professor se preocupar mais com o processo em si, ao invés de apenas criar modelos matemáticos. E isso se deve pelo fato de nos anos iniciais as estruturas matemáticas ainda estão em processo de construção, devendo a criação de modelos de forma mais sistemática, ocorrer apenas nos anos finais do ensino fundamental e também no ensino médio (BURAK, 1994).

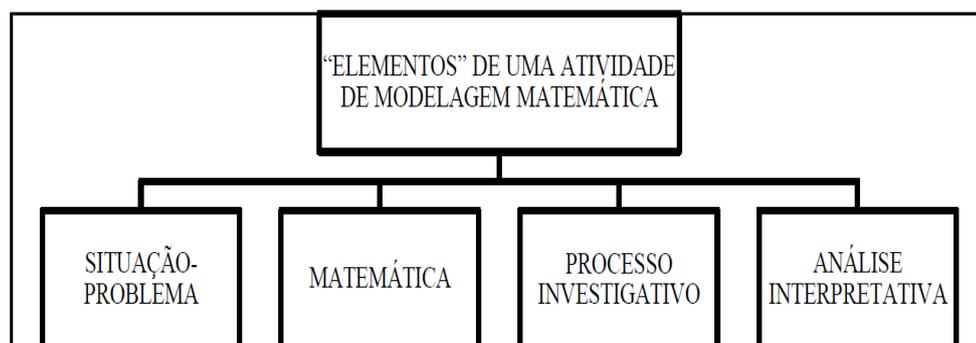
Apesar de alguns trabalhos estarem sendo desenvolvidos e outros já realizados com resultados satisfatórios em caráter nacional, utilizar a modelagem nos anos iniciais se mostra muito desafiador, pois existem paradigmas a serem vencidos acerca do professor, isso é percebido no pequeno número de pesquisas desenvolvidas nesta área ao compararmos com outras etapas da educação básica, e que foram investigadas no âmbito do município e estado que esta pesquisa está tramitando.

Dessa maneira, a modelagem pode oferecer uma perspectiva que nos fornece clareza e confiança em relação ao desenvolvimento da matemática nos anos iniciais. É possível que essa abordagem, tenha o potencial de gradualmente superar os

paradigmas existentes em relação ao que estamos investigando até o momento e muito condicionado à forma como o professor aborda esta questão, ao proporcionar esses conhecimentos aos seus educandos através da criação de situações reais. Em tais contextos, os estudantes não devem se limitar apenas a decodificação de representações numéricas, mas, devem ser incentivados a ir além dessa simples interpretação, de modo que, venham compreender que a matemática faz e fará parte da sua vida em um contexto geral, permitindo assim um aprendizado mais satisfatório.

A compreensão da modelagem matemática nos primeiros anos perpassa em entendermos primeiramente como utilizá-la, para alfabetização matemática. As pesquisas apresentadas, evidenciam que utilizar a modelagem para o ensino da matemática pode ser uma alternativa, detalhando até as etapas, como por exemplo, Almeida; Silva; Vertuan (2012) que fomentam que muitas são as etapas envolvidas no processo do uso da modelagem, mas que no desenvolvimento de qualquer atividade de modelagem para ensinar objetos matemáticos, alguns elementos são indispensáveis para que o professor possa construir uma atividade. A seguir, na Figura 2, apresentamos um esquema, caracterizando uma sequência proposta por Almeida, Silva e Vertuan (2012).

Figura 2 – Caracterização de uma atividade de modelagem matemática



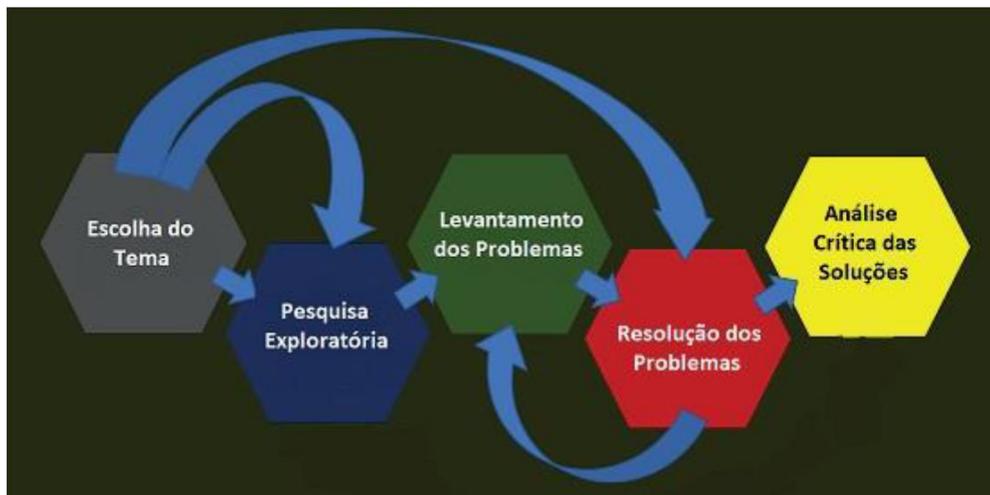
Fonte: Almeida; Silva e Vertuan (2012)

Ao tratar dos elementos que compreendem ou que caracterizam uma atividade de modelagem, o esquema apresentado acima, inicia o processo com uma situação problema em que os procedimentos de resolução não são pré-definidos e a solução do problema não são previamente conhecidas. O professor terá que investigar o problema e utilizar conceitos matemáticos que possui para, em seguida, analisá-los. O esquema propõe uma sequência em que ao propor atividades de modelagem nessa

etapa, o professor atua como mediador e o aluno tem o papel de construir suas próprias ideias e conceitos matemáticos, visto que ele aparece como o sujeito da aprendizagem.

As etapas que Burak (2010) estabelece como método de desenvolvimento de uma atividade de modelagem, e podem ser usadas como ferramentas que nos permite detalhar o trabalho a ser realizado, visto que estas etapas são sequenciais, podendo ser aleatórias. Ao conceber um trabalho com modelagem e indicar que este possa ser desenvolvido em qualquer etapa da educação básica, Burak (2010) estabeleceu a ideia de um trabalho flexível, sincronizado ou aleatório, que não é engessado e que pode eventualmente ser desenvolvido fora de sequência, podendo ser retomadas ou até mesmo modificadas, como apresentado na figura 3 a seguir.

Figura 3 – Etapas de produção de uma atividade segundo Burak



Fonte: Moreira et al. (2021)

Burak (2010) acredita que ao utilizar essas etapas da modelagem como metodologia de ensino em sala de aula, o educador pode facilitar o desenvolvimento do pensamento lógico-matemático dos seus alunos, e assim tornar o processo de ensino-aprendizagem mais interessante.

Dessa forma, o processo da modelagem matemática nos anos iniciais, se torna uma possibilidade real, possível e construtora de saber, desde que haja um objetivo claro no desenvolvimento de suas etapas e momentos. No entanto, deve existir nesse processo, intencionalidade alinhada a um propósito pedagógico consistente, que vise a organização e o engajamento de seus participantes. Mas como isso é feito em sala

de aula e o que as pesquisas dizem? Como é o comportamento do professor que desenvolve e os estudantes que participam?

1.3 A modelagem matemática e a sala de aula

A modelagem em sala de aula é um tópico de debate muito vasto na perspectiva teórica, muitos pesquisadores trazem grandes contribuições em aspectos importantes para que haja um desenvolvimento construtivo da aprendizagem matemática por meio da modelagem. Dias (2005) acredita que o uso de modelagem em sala de aula é um mecanismo com o qual se chega à matemática, sendo um método capaz de contemplar todo um conteúdo. Já Barbosa (2011) afirma que, com o uso da modelagem, não só os aspectos pedagógicos em relação ao ensino da matemática são evidenciados ou desenvolvidos, para ele, ela muda abrangentemente o professor, traz simpatia à utilização transparecendo uma boa aceitação por todos os envolvidos no ambiente de aprendizagem nas aulas de matemática.

No entanto, a modelagem nem sempre pode ser uma alternativa, especialmente quando não é elaborado um planejamento de aula adequado para o desenvolvimento da atividade, visto que esta, como visto anteriormente, necessita que métodos sejam seguidos. Na visão de Silveira & Caldeira (2012) ela pode gerar frustrações quanto a sua concretização, principalmente quando o estudante demonstra restrição quanto a sua aplicabilidade, desempenhando no percurso, obstáculos para o professor. Afirmam ainda, que a modelagem não pode ser vista como uma alternativa que terá um norte feliz e um resultado positivo sempre, ela não é um instrumento de simples utilização, o uso de modelagem são tarefas complexas que exigem preparo, planejamento e interesse do professor, e que dentro de sala de aula, tem que haver interesse do estudante, aceitação e cooperação para que haja resultado, independente da etapa educacional que será trabalhada.

Ao visitar uma sala de aula nos anos iniciais, o professor deve ter consigo a ideia que muitos desafios irão aflorar no desenvolvimento, mas a consciência dele como educador deve se voltar em oportunizar ao aluno, uma forma clara de compreensão desse indivíduo dentro da sociedade, o seu papel ativo e transformador da sua realidade, principalmente a importância da matemática na sua vida. Visto que a modelagem oportuniza aos estudantes, vivenciar sua realidade ou esclarece-la dentro de uma sala de aula.

Quando o professor adota a abordagem da modelagem em sala de aula, ele tem a oportunidade de transformar sua própria prática. Isso pode ocorrer, através da motivação que ele gera nos seus alunos, do interesse que é despertado, dentre outras. Segundo Burak (2004) o professor se torna mais crítico, mais organizado pedagogicamente, pois os objetos matemáticos que são desenvolvidos durante as atividades e o ensino deles propriamente dito, se tornam mais claros devido a ênfase dada durante o processo. Não é somente o aluno, mas o professor também aprende e se aperfeiçoa.

Para que uma atividade de modelagem seja elaborada pelo professor, Virgolim (2007) salienta que é necessário que haja, também, “criatividade” por parte dele e que as questões pessoais sejam evidenciadas, aspectos culturais e cotidianos, e o ambiente em que se desenvolve a atividade, são fatores ou fundamentos que devem apresentar uma ligação entre si dentro da abordagem pedagógica, assim como afirma Pereira (2016, p.201-212):

Na modelagem não é seguida a linearidade apresentada em livros didáticos, os quais, em muitos casos, não são adotados pelos professores apenas como mais um referencial, mas como único recurso, seguido do início ao fim. Portanto, quando se utiliza a modelagem, são os problemas que determinam os conteúdos e o trabalho do professor fica reconfigurado, ou seja, de meramente transmissor passa a mediador, orientador e problematizador que desenvolve (PEREIRA, 2007, p.201-212).

Pressupomos que dentro de um desenvolvimento de modelagem matemática, a figura do professor precise ter significado para atender seus anseios profissionais, ele deve ter consigo a ideia de que suas aulas de matemática se tornarão diferenciadas, apesar de a modelagem ser uma possibilidade trabalhosa, um tanto complexa, mas que pode sim se desenvolver para um resultado positivo de ensino e aprendizagem.

Quanto ao aluno, é através desses aspectos que o desenvolvimento despertará um maior interesse em aprender a matemática, pois essa é uma forma diferenciada de estudar conteúdos antes desprezados ou sem a importância merecida. As aulas conseqüentemente se tornarão mais significativas o que também pode gerar, dependendo da abordagem, um prazeroso gosto pelo estudo matemático e como resultado, facilitará a aprendizagem e até mesmo conduzirá o aluno a ter atitudes positivas. Não são somente os aspectos do mundo real que instiga o aluno ou que o estimula aprender matemática nessa metodologia, são conjuntos de fatores que vão

ao encontro do desenvolvimento, despertando no aluno o interesse e a curiosidade em aprender.

Muitas são as abordagens feitas em torno dessa temática que estamos estudando, como dito anteriormente, não são muitas as pesquisas desenvolvidas relacionando a modelagem ao ensino da matemática em sala de aula nos anos iniciais, mas as que existem, propõem um parâmetro e um referencial que podem ser analisados, seguidos e aprimorados. Os pesquisadores em modelagem, fomentam em alguns eventos regionais e nacionais e até mesmo em pesquisas de pós graduação, resultados interessantes, por exemplo, quando se investiga os professores, Kowalek (2021) traz a modelagem em sala de aula dos anos iniciais na percepção que os professores tiveram após o desenvolvimento, onde aponta como resultado, um “professor mais reflexivo sobre suas ações” ao entender que atividades de modelagem, necessitam de um planejamento detalhado e um domínio por excelência do objeto matemático abordado.

Freitas e Rosa (2021) ao desenvolver uma atividade em uma turma do 5º ano dos anos iniciais, através de uma pesquisa de campo, puderam evidenciar a sala de aula como foco, ao desenvolver um projeto sobre o desperdício de alimentos, visto que este era um problema real em uma escola pública, em que os estudantes foram convidados a pesquisarem sobre a temática e posteriormente criar estratégias a fim de acabar ou reduzir o desperdício. Essa atividade mostra que a modelagem pode ser desenvolvida abordando diferentes temáticas do cotidiano. Já Joconski (2020) ao realizar sua pesquisa de cunho qualitativa e cujo o objetivo fora descrever possibilidades de modelagem matemática enquanto metodologia, utilizou a concepção de Burak, suas etapas norteadoras, em um trabalho com estudantes do 2º ano do ensino fundamental com um tema idealizado por eles mesmos, o brinquedo grudento Slime, muito comum para o cotidiano deles naquele momento. Para Jocoski (2020) os resultados indicaram que a prática com modelagem desenvolvida, compreendeu e proporcionou ações de mediação do professor e o envolvimento coletivo das crianças, possibilitando o uso de tecnologias dentro das atividades desenvolvidas ao utilizarem a internet e alguns recursos digitais, viabilizando a relação escola e família, promovendo o mais importante, os conhecimentos matemáticos com significado para as crianças e o trabalho interdisciplinar com diferentes conteúdos de ensino.

Outra experiência dentro da sala de aula dos anos iniciais, especificamente na educação infantil, foi a que Belo e Burak (2020) desenvolveram em uma pesquisa sobre experiências vividas em uma escola pública, onde eles descrevem as contribuições da modelagem no desenvolvimento do aprendizado das crianças entre 4 e 5 anos, onde a investigação consistiu em observar um grupo de estudantes desta faixa etária. Os dados obtidos, descrevem como as práticas foram concretizadas e as modificações necessárias ocorridas nas etapas de Burak, visto que os resultados dessa prática pedagógica para o desenvolvimento das atividades, foram realizadas em sala criando neles ou tornando-os mais participativos no decorrer das aulas, mais autônomos em determinadas tarefas e com aspectos de serem mais curiosas quanto a interação feita posterior às atividades.

Em um trabalho mais ampliado, Della Nina (2015) a fim de trabalhar uma metodologia diferenciada, onde iniciaria em sala de aula com a possibilidade de visitar outros ambientes no desenvolvimento por um todo, trabalhou a modelagem matemática aliada à informática, com objetivo de possibilitar que os alunos participantes, pudessem modificar concepções negativas sobre a matemática ao criar possibilidades com uso de tecnologia a fim conscientizar e orientar sobre a importância da matemática na vida de cada um dos estudantes.

Contudo, percebemos uma forte tendência sendo criada no cenário educacional brasileiro no sentido de inovar o ensino e aprendizagem da matemática, no qual a modelagem se faz presente. A modelagem matemática permite que o professor, ao ser criativo e inovador, crie diferentes estratégias para um trabalho mais dinâmico em sala de aula ao abordar a matemática atrelada a contextos reais, como a tecnologia presente nos dois últimos trabalhos citados. Isso nos norteia a seguir caminhos semelhantes. No próximo capítulo, veremos como essa tendência da modelagem, pode se alinhar com a tecnologia dos dias atuais, uma vez que, é nessa perspectiva que esta pesquisa será conduzida daqui em diante.

CAPÍTULO 2

O USO DE TECNOLOGIAS NOS ANOS INICIAIS COMO POSSIBILIDADES PARA TRABALHAR EM CONJUNTO COM A MODELAGEM MATEMÁTICA

Neste capítulo, apresentamos algumas considerações sobre o uso das tecnologias para o ensino de matemática, em particular, para o ensino da matemática nos anos iniciais, a partir do desenvolvimento da modelagem matemática como metodologia de ensino.

2.1 A tecnologia a favor da Educação Matemática.

É fato que vivemos em uma era tecnológica, com seus avanços e seu notório poder de multiplicar as aplicações das novas tecnologias da informação em todos os campos e tarefas que o ser humano necessita. Na educação, isso também é um fato muito evidente. Ao longo dos anos, várias mudanças ocorreram no âmbito da educação mundial e, conseqüentemente, na educação brasileira. Essas mudanças abrangem diferentes frentes, desde o perfil das instituições até o perfil das pessoas envolvidas no processo.

Os estudantes, em particular, são os que mais sentem e se adaptam a essas mudanças, pois são eles os protagonistas mais presentes no processo que permeia o cotidiano, desde o estar na escola até tudo o que envolve essas mudanças, como as leis integradoras, os novos regimentos, os novos conteúdos a serem estudados e as novas metodologias de ensino.

Com a internet desempenhando um papel central, a relação professor-aluno visa exclusivamente a construção do conhecimento, onde o contexto começa a ser construído na abordagem, que é diferenciada, mas, fundamentalmente, na relação mais próxima que a tecnologia como um todo traz como fator integrador. Não é um processo fácil e simples de explicar, visto que há uma multiplicidade de abordagens em diferentes aspectos que contextualizam cada área, cada etapa educacional e, principalmente, cada meio social ao qual o aluno e o professor pertencem.

No âmbito da educação matemática, também podemos observar mudanças significativas ao traçar uma linha do tempo desde o seu surgimento até os dias atuais, percebidas em diferentes pesquisas que são realizadas na área, novas frentes de investigação quanto aos grupos de pesquisa e principalmente no público que ingressa ou inicia seus estudos neste segmento, pois a tecnologia se apresenta como um movimento a ser explorado e que pode ser agregador no desenvolvimento de novas

perspectivas e de novos métodos de ensino. Do ponto de vista lógico, essas mudanças têm tido impactos positivos e notórios na educação matemática, pois têm sido uma tendência por diversas razões, uma delas foi a pandemia da Covid-19, onde o distanciamento social realçou a importância crítica das tecnologias, uma vez que muitos de nós precisamos aprender de forma remota, utilizando computadores e a internet durante um período que se mostrou difícil e desafiador, onde os alunos que participaram efetivamente dessa realidade, em qualquer etapa educacional, foram testemunhas da revolução no ensino de forma geral e, em especial, da matemática, que tradicionalmente é uma disciplina melhor esclarecida presencialmente e que foi impulsionada pela tecnologia e pela necessidade que os estudantes tinham de se adaptar a novos modos de aprendizado em um mundo cada vez mais conectado digitalmente

A sociedade atual, ou boa parte dela, ainda enfrenta problemas no que se refere à adaptação ao uso das tecnologias, que vão desde não saber como usar até não compreender do que se trata a educação com tecnologia. Para muitos, entende-se o uso de tecnologias na educação apenas como a questão física dos aparelhos a serem utilizados em sala de aula, e não como um movimento muito maior, pedagógico, que merece mais atenção e investigação. A utilização de tecnologias para o ensino é uma forma de melhorar e flexibilizar os diferentes processos existentes, e isso ocorre em todo o país. Por exemplo, nas diretrizes curriculares da educação básica no estado do Paraná, especialmente porque esse tema vem sendo debatido desde a década de 1990, onde o professor precisa estar capacitado para utilizar tecnologias em sala de aula para além dos aparatos físicos; ele deve saber relacionar a tecnologia com o ensino da matemática e não colocar somente o computador como atrativo. A compreensão deve se voltar para a essência, que é entendida como um campo vasto de estudos, a fim de favorecer o equilíbrio da ação docente e conceber a temática abordada como uma atividade humana em construção, além de enfatizar que seu ensino deve possibilitar aos estudantes análises, discussões, conjecturas, apropriação e formulação de conceitos (PARANÁ, 2008, p. 62).

Generalizando, essas concepções em torno da matemática ou do ensino dela também passam pelas mudanças nos Parâmetros Curriculares Nacionais, onde eles passaram a apresentar novas diretrizes para o ensino da matemática especificamente, definindo o seu papel na discussão e argumentação de temas de

interesse da ciência e tecnologia. Além disso, preconizam a interconexão entre tecnologia e matemática, conforme Brasil (2002, p. 117-118):

Perceber o papel desempenhado pelo conhecimento matemático no desenvolvimento da tecnologia e a complexa relação entre ciência e tecnologia ao longo da história. Acompanhar criticamente o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, tomando contato com os avanços das novas tecnologias nas diferentes áreas do conhecimento para se posicionar frente às questões de nossa atualidade (BRASIL, 2002, p. 117-118).

Acompanhando essas tendências metodológicas, há algum tempo, foi dada uma atenção maior à utilização de mídias tecnológicas na educação básica, conforme Stiler e Ferreira (2006, p. 02), os quais enfatizam que:

A tecnologia, além de renovar o processo de ensino-aprendizagem, pode propiciar o desenvolvimento integral do aluno, valorizando o seu lado social, emocional, crítico e ainda deixar margens para a exploração de novas possibilidades de criação (STILER e FERREIRA, 2006 p. 02).

Por mais que o exemplo trazido seja do estado do Paraná e esta pesquisa trêmite dentro do Mato Grosso do Sul, o pioneirismo em relação ao uso de tecnologia na educação pertence à região sudeste, onde pesquisadores como Stiler e Ferreira (2006) acreditam que não basta apenas utilizar a tecnologia na educação de forma superficial; ela deve envolver a construção do conhecimento do aluno e deixá-lo, evidentemente, mais criativo e participativo, pois um trabalho bem elaborado valoriza aspectos particulares desse aluno.

Outro grande desafio no uso das tecnologias na educação são as nomenclaturas e termos usuais que variam de pesquisador para pesquisador, e um termo muito encontrado em pesquisas é "as mídias tecnológicas". O aluno se vê imerso nessas terminologias pensando ser algo, mas que, no sentido técnico, acaba se mostrando com outro fundamento ou outra conceituação. Por exemplo, Kenski (2009, p. 09) aborda e realiza muitos trabalhos relacionados às mídias tecnológicas na educação, referindo-se ao termo como apenas o uso de mídias em projetos educacionais. A imaginação ou a falta de conhecimento dos alunos os conduzem a um pensamento mais amplo, como novas oportunidades tecnológicas ou computacionais de informação, ou se relacionam exclusivamente com o uso da internet e os desdobramentos que esta apresenta como teoria e prática.

Retomando a tecnologia no contexto da educação matemática, muitos são os autores que promovem e realizam pesquisas na área. Borba e Penteado (2020)

contextualiza os ambientes gerados ao unir tecnologia e educação matemática, pois estes dinamizam os conteúdos curriculares e potencializam o processo pedagógico ao envolver e relacionar temas, conseqüentemente abrindo espaço para outras discussões, como o aprimoramento do currículo, novas experimentações na matemática em si e as possibilidades do surgimento de novos conceitos e teorias. É uma constante evolução por meio da tecnologia e da evolução natural que tanto a sociedade quanto as instituições passam ao longo do tempo. As ferramentas tecnológicas são instrumentos importantes no desenvolvimento de ações na educação matemática, possibilitando a experimentação de diversos recursos e, conseqüentemente, uma transmissão de conhecimento mais satisfatória, tornando os alunos mais autônomos, críticos e participativos (BORBA e PENTEADO, 2020).

Na área da Educação Matemática, a tecnologia possui uma trajetória claramente delineada, com um percurso já percorrido e várias novas direções a serem exploradas. No entanto, é notável que muitos dos conceitos e possibilidades estão intrinsecamente ligados à forma como as instituições lidam com a tecnologia. Isso inclui como os professores utilizam os recursos tecnológicos disponíveis para aprimorar o ensino da matemática e como essa abordagem é percebida e adotada pelos alunos. Dentro deste contexto, ao buscar aprimorar o ensino e a aprendizagem dos conteúdos, uma possibilidade é considerar a incorporação da Modelagem Matemática, fazendo uso da tecnologia como uma ferramenta que pode contribuir para melhorar a qualidade da formação dos nossos estudantes, em particular nos anos iniciais.

2.2 Modelagem matemática e tecnologia no contexto da sala de aula

Ao entrar em uma sala de aula, o professor, na maioria das vezes, pensa somente nas questões do conteúdo programático descritas em seu planejamento. O estudante, por sua vez, espera sempre os mesmos conteúdos, tendo seu aprendizado sempre no contexto tradicional, o que D'Ambrósio (2001) denomina como "ambiente de educação formal", que consiste em apenas fixar os conteúdos, deixando o professor sempre em sua zona de conforto, pois o estudante só se preocupa com aquilo que lhe é ensinado. A modelagem matemática, como investigada no capítulo anterior, servirá, na maioria das vezes, como uma forma de mudar esse paradigma, apresentando-se como uma possibilidade pedagógica criativa, onde o estudante,

muitas vezes, apresentará características diversas, dependendo da abordagem e de como é contextualizada.

A modelagem por si só se apresenta como um diferencial no processo de ensino, e quando se une a uma proposta tecnológica, acaba, de certa maneira, apresentando mais aspectos favoráveis e criativos de trabalho voltados ou predispostos a serem desenvolvidos com o cotidiano do aluno, gerando maior interatividade quando se trata do desenvolvimento ou ensino dos objetos matemáticos. Essa relação entre modelagem e tecnologia é muito fomentada nas etapas da educação básica. Chaves e Espírito Santo (2008, p. 09) contextualizam essa relação como:

Um processo gerador de um ambiente de ensino e aprendizagem, que se permite que os conteúdos matemáticos sejam conduzidos de forma articulada com outros conteúdos de diferentes áreas do conhecimento, contribuindo, dessa forma, para que se tenha uma visão holística (global) do problema em investigação (CHAVES E ESPÍRITO SANTO, 2008, p.09)

Na visão de Chaves e Espírito Santo (2008), onde se valoriza a totalidade do processo, indicando interligação, a tecnologia para o desenvolvimento em conjunto com atividades de modelagem favorece ainda mais o contato e a aproximação com o mundo real. Visto que a modelagem tem esse interesse e ao nos depararmos com diversos aparatos tecnológicos disponíveis e que podem ser utilizados na atualidade, Neves et al. (2011, p. 332) acreditam que:

Essa possibilidade ocasiona uma expansão cognitiva da ciência e da matemática por meios dos recursos, onde o aprimoramento de realização de cálculos, explorações de objetos matemáticos, tornaram-se possíveis por conta desse conjunto, onde a modelagem já apresentava resultados e a tecnologia veio a agregar para consolidar os trabalhos (NEVES et al, 2011 p.332).

É nesse sentido que acreditamos que essa junção possa ser valorosa, pois o trabalho em conjunto e a tecnologia ser somente um fator agregador, a modelagem continua com sua essência primária, aquele que acreditamos como metodologia de ensino e a tecnologia como um incremento a fim de contribuir no processo por um todo, dando maior mobilidade e conseqüentemente praticidade no desenvolvimento em sala de aula. Para Blum et al, (2015) a tecnologia agregada nas atividades de modelagem é normalmente utilizada para experimentos, investigações, visualizações e cálculos aprimorados que no contexto geral são fundamentais também para uma assertiva ao usar a modelagem em etapas da educação. São nessas etapas

educacionais que os objetos matemáticos vêm sendo debatidos aos serem ensinados, muitos professores percebem que seus métodos vêm sendo superados e então buscam alternativas para melhorar o seu desempenho como professor, por isso optam por novas metodologias. “Mas e o estudante, como ele lida com isso?”

Almeida, Silva e Vertuan (2013) argumentam que ao usar tecnologia em atividades de modelagem matemática, para o estudante, a aprendizagem da matemática é mais esclarecedora na validação de hipóteses, na obtenção de dados mais concretos, e a praticidade no desenvolvimento também é um fator muito importante, pois o tempo que se ganha em alguns processos possibilita com que a experiência vivenciada pelos estudantes se torne melhor aproveitadas.

Outro indicativo quanto ao uso de atividades dessa natureza é que quando aliadas em prol da promoção do ensino de matemática, o desenvolvimento de habilidades para a construção do conhecimento promove também o pensamento crítico do aluno e estimulam o aperfeiçoamento de novas habilidades que ainda não tenham sido contempladas, não só aquelas que possibilitam melhorar conceitos matemáticos, calcular ou resolver problemas, mas sim, em habilidades que possibilitam o estudante criar estratégias e também construir significados. Dessa forma Moreira (2014, p.17-18) indica que a:

Modelagem matemática está sempre presente na construção de teorias científicas, da mesma forma, atualmente a modelagem computacional e uso de recursos tecnológicos estão integrados às atividades humanas, e não faz sentido que não seja considerada no contexto do ensino (MOREIRA, 2014 p.17-18).

Ao fazer essa integração por meio da modelagem e da tecnologia, evidentemente é criado um ambiente pedagógico de investigações, onde os objetos matemáticos são devidamente investigados dentro da sala de aula, os pressupostos do modelo curricular e das diretrizes da escola para o ensino da matemática se tornam condicionados, e a forma de fazê-lo está intrinsecamente ligada aos seus atores principais, que são o professor, que media, e o estudante, que desenvolve seu aprendizado matemático. O aceite desse estudante depende, primeiramente, do interesse que ele desperta ao envolver-se em propostas tão trabalhosas que a modelagem proporciona durante o desenvolvimento. Outros pesquisadores também indicam que na sala de aula, a abrangência de unir modelagem e tecnologia impacta indiretamente, não só enfaticamente na interação dos estudantes, mas também no

processo de socialização entre os pares, o entusiasmo que é causado por ser um trabalho colaborativo em torno de um tema que as vezes é escolhido por eles mesmos.

Neste contexto, a modelagem e a tecnologia têm sido utilizadas e debatidas sob diferentes aspectos, sob diferentes perspectivas e em diferentes níveis de ensino. Nesta pesquisa, estamos interessados em investigar a modelagem e a tecnologia nos anos iniciais.

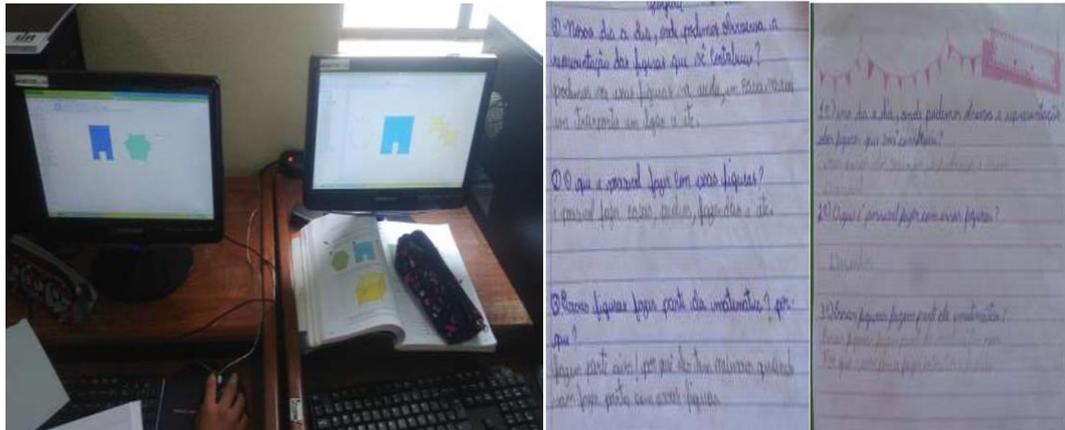
Algumas pesquisas na área envolvendo a modelagem e a tecnologia nos anos iniciais têm sido realizadas por diferentes pesquisadores no Brasil e apontam para ser uma tendência que visa contribuir com o aprendizado dos estudantes em suas primeiras experiências com a matemática. Isso é tratado como uma forma de proporcionar um aprendizado matemático mais concreto, visto que esse conhecimento acompanhará o estudante pelo resto da vida escolar e o preparará para novos aprendizados em etapas educacionais posteriores. Tortola e Almeida (2016) acreditam que nesta fase da educação básica, há um claro refinamento no uso das estruturas matemáticas e no rigor com que são produzidas, além de um olhar mais autônomo em relação às regras e convenções estabelecidas no jogo da linguagem da matemática; o estudante é inserido no papel de construtor de suas próprias ideias e conceitos matemáticos, como indicado por Burak (2014) em suas pesquisas, onde nesse caso, o estudante é um sujeito da aprendizagem.

Nesse contexto e em prol de uma mobilização pedagógica do professor, que visou investigar pressupostos da modelagem matemática articulada com tecnologia para o ensino de objetos matemáticos, Silva (2019) desenvolveu em sua pesquisa de mestrado com alunos do 5º ano dos anos iniciais algumas atividades com estratégias tendo como base o uso de softwares para o ensino. Na abordagem, ela visou primeiramente buscar relações da modelagem com tecnologias digitais ao desenvolver todo o trabalho realizado. Embora o foco fosse o aluno, a primeira dificuldade observada foi a figura do professor em relação às tecnologias e uma busca vagarosa de formação para uma solução imediata. Já o aluno, ao utilizarem os computadores em uma atividade desenvolvida no Geogebra³, que consistiu em realizar exercícios com o uso de um livro didático para sanar dúvidas como “o que é um segmento de reta; desenhos geométricos de uma casa em construção e relações

³ Geogebra é um software computacional livre que trabalha com matemática dinâmica e que combina conceitos de geometria e álgebra.

com as figuras geométricas conhecidas no cotidiano do aluno”, eles realizaram atividades práticas no computador e posteriormente levavam para casa questões para serem respondidas no caderno, tendo como fonte o próprio livro didático utilizado nas práticas no laboratório de informática, como demonstrado na figura abaixo.

Figura 4 - Prática em sala e teoria em casa



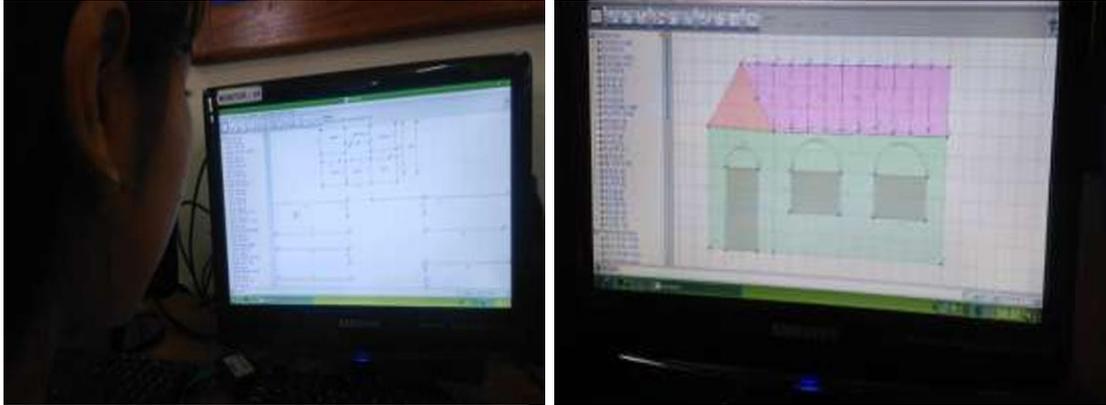
Fonte: Silva (2019)

Os estudantes construíram plantas baixas de suas casas com medidas dos cômodos que eles mesmos coletaram os dados, através das medidas, e posteriormente desenvolveram essa representação no Geogebra. Segundo a autora, que desenvolveu este trabalho em uma escola da rede privada, uma vantagem de trabalhar com esses alunos foram os conceitos matemáticos que eles já detinham ao realizarem as tarefas. O grande desafio foi trazer esses conhecimentos para o software, visto que a maioria nunca havia utilizado, mas bastou um treinamento instrucional básico e, em apenas algumas tentativas, eles já trabalhavam euforicamente os segmentos de retas, cores, palavras e ângulos, dentro das possibilidades que o software oferecia.

Diante de um trabalho desenvolvido em pequenos grupos, ao construírem suas próprias casas em um software de computador, a professora observou que a linguagem estabelecida por eles após as intervenções era bem diferente da anterior, onde a altura das paredes, a largura e o comprimento dos ambientes de suas casas também já demonstravam como comum em uma conversa com os colegas do mesmo grupo. Como citado por ela, o diálogo matemático havia mudado e o conhecimento

que eles tinham havia sido reformulado tecnologicamente. O trabalho desenvolvido no software pelos alunos ficou, em sua maioria, como na figura 5 a seguir.

Figura 5 – Desenho das casas no Geogebra



Fonte: Silva (2019)

Concluindo a pesquisa acima, Silva (2019) buscou investigar possíveis relações entre a modelagem matemática e a tecnologia na educação básica e conseguiu, através dos experimentos com o software Geogebra, vivenciar a possibilidade de os estudantes trazerem um pouco de seu cotidiano para dentro da sala de aula, como o formato e as medidas dos cômodos de suas residências. Isso permitiu uma interação significativa com os colegas ao compararem o tamanho dos cômodos e os formatos de cada planta de casa. Em um ambiente colaborativo e criativo, um fator importante foi a participação dos pais dos estudantes ao ajudarem na obtenção das medidas, o que, como descrito por ela, promoveu muita interdisciplinaridade durante as aulas e possibilitou que as atividades dessem significado à matemática trabalhada, desconstruindo alguns mitos que cercavam a matemática que eles conheciam e que atuavam como um bloqueio negativo para a aprendizagem e um maior interesse pela disciplina.

Outro trabalho que analisamos, realizado por Kaminski (2018), evidenciou a modelagem matemática como possibilidade de formação crítica e aprendizagem significativa dos conteúdos matemáticos nos anos iniciais. Ele reconheceu que as tecnologias digitais de informação e comunicação compõem a ciência matemática e estão diretamente ligadas ao cotidiano dos estudantes. Dessa forma, desenvolveu

uma experiência nesta etapa educacional em que pôde criar jogos matemáticos no software Scratch com alunos do 5º ano em uma escola pública do Paraná.

O software Scratch é uma linguagem de programação que permite a criação de histórias, animações, jogos e outras produções a partir de comandos prontos que devem ser agrupados e executados conforme a tarefa desejada. Este software é uma continuação do Superlogo, uma linguagem de programação intitulada *Logo*⁴ e idealizada por Seymour Papert desde a década de 1960, que se tornou muito comum ao ser utilizada para o ensino de matemática para crianças.

Tanto no Scratch quanto no Superlogo, a teoria que norteia essas ferramentas é a proposta Construcionista desenvolvida por Papert (1986) a partir do Construtivismo de Jean Piaget. Nessa abordagem, o matemático sul-africano, radicado nos Estados Unidos, desenvolvia no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) abordagens que ofereciam o uso do computador para ensinar matemática, com estratégias conceituais de inteligência artificial, nas quais os estudantes, normalmente crianças, desenvolviam seus estudos utilizando o computador com o objetivo de aprender fazendo. Papert (1986) atribuiu a essa possibilidade a teoria do Construcionismo⁵, base conceitual utilizada em prol do ensino até os dias atuais.

Dessa maneira, Kaminski (2018) definiu a abordagem de uma situação-problema da realidade, configurando-a como uma atividade que se desenvolve por meio de um conjunto de procedimentos que visaram escolher o tema a ser investigado, com a participação direta dos estudantes nessa escolha. Todo o trabalho seguiu a perspectiva de Burak e Klüber (2016), os quais desenvolveram as cinco etapas fundamentais de Burak para criar jogos digitais em uma atividade de modelagem. Ao experimentar as aulas com 26 alunos do 5º ano, algumas semanas foram necessárias para esse desenvolvimento, sendo que cada aula tinha a duração de uma hora e vinte minutos. Essas aulas consistiram, primeiramente, em um treinamento específico no software Scratch, seguido pelo trabalho com os comandos

⁴Segundo Papert (1986) é a reflexão simultânea de como as crianças pensam e como os computadores poderiam pensar, trata-se de uma linguagem computacional que deveria ser apropriada para crianças, mas que não fosse uma linguagem de brinquedo

⁵O Construcionismo é uma teoria proposta por Seymour Papert, e diz respeito à construção do conhecimento baseada na realização de uma ação concreta que resulta em um produto palpável, desenvolvido com o uso do computador, que seja de interesse de quem o produz, normalmente crianças (VALENTE, 2005, p.13).

para resolver os problemas propostos. O primeiro exercício consistiu em criar um labirinto no qual o personagem principal do software deveria caminhar em direção a um retângulo amarelo, sem tocar nas paredes, como demonstrado na figura 6 abaixo.

Figura 6 – Tela do jogo labirinto no software Scratch



Fonte: Kaminski (2018)

Alguns problemas foram surgindo no jogo, especialmente nas questões de como fazer o gato se movimentar e voltar ao início do labirinto sem tocar nas laterais, já que, após essa tarefa, eles iriam desenvolver outra fase do jogo. A penalidade ocorria quando o gato retornava ao início caso tocasse nas laterais, tornando essencial que os comandos e as sintaxes fossem digitados corretamente. Com o auxílio do periférico “Mouse”, os estudantes identificaram as coordenadas X e Y correspondentes ao ponto que definiram como inicial. Para isso, precisaram realizar vários testes até compreenderem que o eixo X corresponde à posição horizontal e o eixo Y à posição vertical.

Matematicamente, foi necessário que eles trabalhassem questões relacionadas às condicionais para definir que cada vez que o gato tocasse na borda, ele voltaria ao início, e, caso tocasse no retângulo final, passaria para a próxima fase. Nesse caso, a alternativa foi a utilização das cores tanto das bordas do labirinto quanto do retângulo final para a elaboração das condicionais. Assim, foi necessário pensar que se o gato tocasse na cor da borda, ele deveria voltar à posição inicial. Mas, caso tocasse na cor do retângulo final, uma mensagem de "Parabéns!" seria exibida, e a mudança de plano de fundo para a próxima fase aconteceria. Na figura 7 a seguir, ilustra como ficaram

os blocos da programação elaborada. Ao utilizar os blocos “Vá para X: ? Y: ?”, os alunos exploraram as ideias de coordenadas; o bloco “Aponte para a direção” possibilitou a explanação de ângulos, e o bloco “Se” favoreceu o desenvolvimento da lógica matemática.

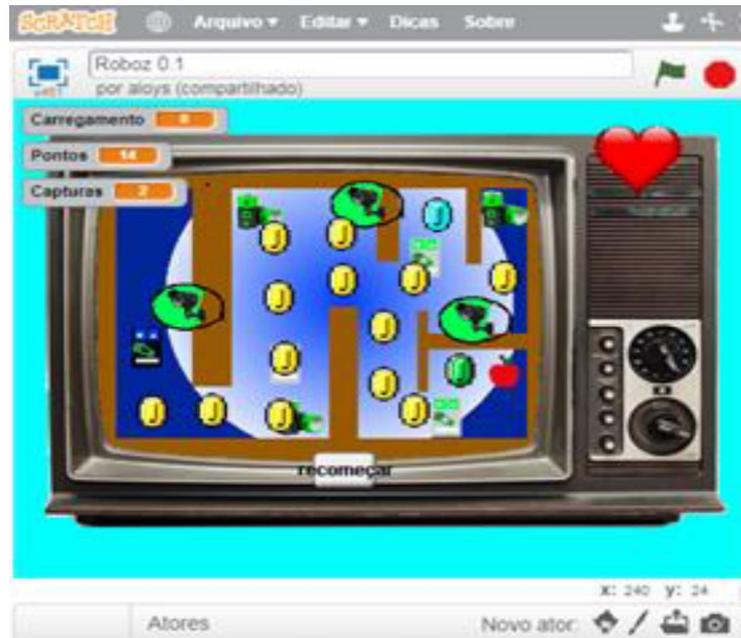
Figura 7 – Parte do código matemático do jogo labirinto



Fonte: Kaminski (2018)

Na próxima fase do jogo, mais completa, também envolveu o labirinto. O objetivo era movimentar-se por ele sem tocar nas laterais, e ao longo do percurso, eles coletavam moedas, desviavam dos inimigos que surgiam, e o vencedor era aquele que, no final, contabilizasse o maior número de moedas coletadas. Para isso, os próprios alunos definiram que as moedas tinham um valor entre 1 e 10. A partir disso, criaram a variável “Pontos” e os blocos de comandos nas moedas para que, quando fossem tocadas pelo jogador, automaticamente fosse acrescida uma pontuação entre 1 e 10 pontos para o jogador. Dessa maneira, foi possível explorar o pensamento algébrico e a ideia de funções por meio da criação das variáveis “Pontos”, “Carregamento” e “Capturas”, além do bloco “número aleatório entre”, que permitiu explorar a sequência numérica e o significado dos termos “entre” e “aleatório”. Nesta fase, uma das telas capturadas durante a atividade está disposta na figura 8 a seguir.

Figura 8 – Tela da fase que coletavam as moedas



Fonte: Kaminski (2018)

O desenvolvimento dessa atividade de modelagem matemática seguiu todas as etapas propostas por Burak e Klüber (2016) e analisou quais aspectos cognitivos foram trabalhados. Os estudantes elaboraram hipóteses, realizaram experimentações, avaliaram os resultados obtidos e, nas tomadas de decisões, conduziram discussões críticas. Outro fator significativo foi o trabalho em equipe que realizaram, cooperando e colaborando uns com os outros, além da criatividade apresentada durante o trabalho. A tecnologia, neste sentido, com estudantes nesta fase da educação básica, serviu, através do software e do jogo, como fator motivador dos esforços apresentados em todo o desenvolvimento. Segundo Kaminski (2018), outro aspecto interessante é que os alunos não limitaram as características dos jogos para que pudessem utilizar apenas comandos simples, pelo contrário, os jogos elaborados apresentaram um grau elevado de complexidade em termos dos códigos utilizados nas sintaxes. Eles mantiveram os roteiros que criaram no início do trabalho e buscaram soluções para os problemas até conseguirem cumprir os objetivos. Não desistiram e nem tentaram modificar os objetivos que haviam proposto, mesmo considerando os problemas que surgiram difíceis de serem resolvidos.

As duas pesquisas trazidas anteriormente demonstram que ao utilizar a tecnologia para desenvolver a modelagem matemática, possibilita ao estudante que ele aprenda

de forma integrada, perceba a matemática sob diferentes óticas e identifique diferentes características no aprendizado de objetos matemáticos. A tecnologia é muito abrangente, o uso da internet, dos computadores e, principalmente, dos softwares, que podem ser utilizados ao integrar essas atividades em qualquer etapa da educação, e em especial nos anos iniciais, essa junção aparece como uma possibilidade que desenvolve não só o aprendizado matemático, mas também habilidades importantes no desenvolvimento do indivíduo e na preparação dele para as etapas posteriores que irá estudar.

Como visto, os softwares são ferramentas agregadoras que necessitam sim de um pouco de criatividade por parte do professor. Às vezes, ao explorá-los de maneira significativa, o trabalho que visa favorecer o aprendizado matemático pode se tornar mais satisfatório para todos os envolvidos, como os professores, os estudantes e as instituições que investem e acreditam nessa possibilidade. Como vivemos em um período em que a internet tem sido um fator de convívio social, na educação ela se apresenta como uma ferramenta de possibilidades diversificadas para o ensino, assim como os aplicativos, os periféricos e os equipamentos digitais que a acompanham e que gerenciam a internet.

Os estudantes da atualidade já estão desde a infância imersos a esses aparatos, e os celulares, tablets e equipamentos que gerenciam aplicativos são ferramentas que podem sim ser utilizadas no aprendizado escolar e contribuir para a construção do conhecimento. São muitos os softwares e aplicativos disponíveis no mercado, muitos deles exclusivos para o ensino da matemática em diversas vertentes. Em diferentes trabalhos que fomentam essa possibilidade, os pesquisadores têm explorado essa tendência, visto que na modelagem matemática e no ensino da matemática, alguns desses softwares ou aplicativos já vêm sendo utilizados com resultados positivos, dependendo da abordagem e da criatividade com que são introduzidos na escola e, conseqüentemente, para os estudantes em sala de aula.

2.3 Softwares e aplicativos que podem ser usados no ensino de matemática.

2.3.1 Os softwares.

Os softwares para o ensino da matemática são programas computacionais com o objetivo do autoaprendizado, podendo contribuir para que o estudante possa adquirir novos conhecimentos através da interação com equipamentos e ferramentas digitais. Valente (2005) afirma que a maioria dos softwares apresenta conjuntos de instruções

que são executadas com o uso dos periféricos que compõem uma máquina computacional e que trabalham em conjunto com os sistemas operacionais. Esses softwares foram, inicialmente, projetados por meio de metodologias com o único propósito de fornecer uma aprendizagem detalhada de um determinado assunto.

Desde a década de 1960, a ideia da instrução assistida pelo computador permeia o campo educacional em países desenvolvidos, chegando a fazer parte até mesmo do currículo de algumas instituições, que muitas vezes utilizam esses softwares nos planejamentos de todas as disciplinas da grade curricular. No caso da matemática, há mais de 50 anos esses procedimentos são executados com o objetivo de melhorar o ensino e a aprendizagem desta ciência, o que demonstra que essa problemática envolvendo a matemática não é um assunto recente.

Dentre os softwares mais utilizados nas aulas de matemática, envolvendo metodologias de ensino, segundo a Unesp (2023), estão o Régua Compasso, que possibilita construções geométricas para o ensino da geometria; o Winplot, que permite a construção de gráficos em qualquer etapa educacional; o Winmat, que trabalha com matrizes e opera com elas; o Superlogo, que possibilita o desenvolvimento do raciocínio e é muito utilizado no aprendizado de crianças; o Scratch, que tem funcionalidades semelhantes ao Superlogo, porém é multitarefa e tem sido muito utilizado no ensino de geometria; e o Geogebra, sendo este o mais popular entre os pesquisadores e que se apresenta como um software geométrico algébrico de construção. Quanto à sua importância e sua utilização, não seguem a ordem considerada acima, mas variam de acordo com as etapas educacionais em que se encontra o estudante e o domínio por parte do professor que ensinará com eles. A maioria desses softwares é de distribuição gratuita e está disponível para download em plataformas de seus fabricantes ou instituições voltadas para o ensino da matemática.

Quando o assunto são as pesquisas científicas e ao relacionarmos algumas, na união da Modelagem matemática com a tecnologia, o software Geogebra aparece com muita frequência quando o objetivo é potencializar o ensino de matemática. Magalhães e Almeida (2017) utilizaram a modelagem como uma alternativa pedagógica em uma união com a tecnologia ao utilizarem o Geogebra, a fim de analisar o uso de computadores em sala de aula e explorar conceitos de cálculo diferencial e integral. As atividades de modelagem matemática desenvolvidas fizeram parte de um projeto de iniciação científica em uma turma de graduação em matemática

de uma universidade pública de Londrina. No cumprimento dos objetivos, os resultados obtidos mostraram caminhos diferentes na trajetória dos estudantes, despertando mais criatividade, criticidade e muita interação ao aprender matemática de forma diferenciada. Observou-se que o uso do Geogebra, ao longo da atividade, desempenhou um papel importante ajustando os modelos aos dados coletados, encontrando funções e derivadas, além do auxílio gráfico que o programa oferece para possibilitar uma melhor resolução e interpretação dos gráficos e resultados, tornando possível novos entendimentos e novas visões para os alunos.

De fato, se os alunos de Cálculo I ainda não conhecem as ferramentas matemáticas necessárias para ajustar uma função a um grande conjunto de pontos (como é o caso da atividade que descrevemos), o software educacional pode se tornar a ferramenta que viabiliza esse ajuste. Os autores ainda completam:

No entanto, a adequação da função obtida ao problema e, nesse caso, a observação de que deveria se considerar uma função de duas sentenças bem como a interpretação da derivada dessa função, são ações que o software não pode realizar. Assim, a integração da ferramenta computacional pode viabilizar a construção de conhecimento do aluno para além do uso do software (MAGALHÃES E ALMEIDA, 2017, p9).

Portanto, os autores concluíram a pesquisa acreditando que o uso do software em atividades de modelagem pode levantar conteúdos a serem trabalhados na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I, como tipos de funções, gráficos e derivadas de funções. O Geogebra se apresenta como um software, segundo Santos (2020), surgido após uma pesquisa de doutorado, onde Hohenwarter em 2001 idealizou esse recurso de distribuição totalmente livre. Ele já é utilizado em mais de 190 países, traduzido em 55 idiomas e compatível com sistemas operacionais Windows e Linux. Portanto, é uma ferramenta presente no meio acadêmico desde sua idealização e também em outras etapas da educação básica.

Na pesquisa de Melo e Fireman (2016), com uma abordagem qualitativa, o software Geogebra foi utilizado em atividades de modelagem matemática visando analisar as contribuições da utilização do software no ensino e aprendizagem das funções trigonométricas seno e cosseno, à luz da aprendizagem significativa. A abordagem investigou um grupo de alunos do ensino médio em uma escola pública de Alagoas, e a investigação foi conduzida por uma sequência didática. Ao trabalharem com o software nas atividades de modelagem matemática em uma pesquisa caracterizada como qualitativa, o conhecimento dos alunos em relação ao

conteúdo de funções trigonométricas e sua relação com aspectos do mundo real foi coletado por meio de questionários desenvolvidos. Isso permitiu obter um conhecimento prévio, e a atividade se desenvolveu com o uso do Geogebra, tornando possível utilizar a modelagem como metodologia para o ensino do conteúdo abordado.

As contribuições do software com o uso da metodologia possibilitaram aproximar a matemática de outras áreas do conhecimento, como a física, a astronomia, a biologia e conceitos da medicina, possibilitando assim conectar teoria e prática. Isso despertou nos alunos o interesse pela investigação e pesquisa, resultando em um maior envolvimento com a matemática, desenvolvimento da criticidade e criatividade nesses estudantes que participaram dessa atividade.

Outra possibilidade muito fomentada com o uso de softwares no desenvolvimento de atividades de modelagem matemática foi o Superlogo, utilizado como ferramenta de investigação de problemas. Mesmo que tenha sido idealizado na década de 1980 e introduzido na educação brasileira na década de 1990, o software ainda se mostra eficiente no ensino e aprendizagem da matemática, pois permite que o estudante construa seu próprio aprendizado por meio do computador. Papert (1986) acreditava que o Superlogo ia além de ser apenas um conjunto de instruções e ideias, pois a teoria do Construcionismo que permeia o software é uma possibilidade cognitiva no ato de ensinar. Quando bem planejado e contextualizado, é um método e uma abordagem diferencial que visa construir o conhecimento, desenvolvendo elementos que compõem a matemática com base no Construtivismo de Jean Piaget. Antes de ser disponibilizado para distribuição, o Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) testou conceitos da inteligência artificial que criam uma reflexão simultânea sobre como as crianças pensam matematicamente. Papert (1986, p.8) resume o ensino de matemática com o Superlogo da seguinte forma:

Uma visão mais centrada na construção do conhecimento em si, onde a tecnologia deveria ser utilizada não como um elemento regente, mas sim como algo que possibilitasse a criação de situações mais propícias e específicas para o aprendizado, o uso de uma ferramenta palpável para gerar aprendizado significativo (PAPERT, 1986, p.8).

Nos trabalhos que envolvem a prática no Superlogo, segundo Papert (1986) é considerada como um meio de "aprender fazendo ou aprender fazer algo". Os autores têm utilizado este software em algumas pesquisas relacionadas ao ensino de matemática com outras metodologias. No caso da modelagem matemática, mesmo

sendo poucas as investigações encontradas, existem resultados significativos que traduzem a importância e a compensação de ainda utilizar o Superlogo como uma ferramenta de ensino. Andrade (2017) desenvolveu um trabalho que se configurou como um minicurso destinado a professores de matemática em uma escola da rede pública de Rondônia, onde a abordagem se concentrou em desenvolver atividades de modelagem potencializadas com o Superlogo para ensinar Geometria plana no ensino médio. O objetivo era proporcionar uma formação continuada com professores de matemática por meio de uma ação pedagógica como estudo preliminar nos conceitos do software e, posteriormente, a criação de atividades práticas que se iniciavam em sala de aula e depois no laboratório de informática.

Os resultados apresentados pela autora foram positivos e satisfatórios, pois os desafios impostos incluíam a adaptação dos conteúdos de geometria ensinados aos recursos oferecidos pelo software. A maior dificuldade encontrada estava relacionada ao uso do computador; o conhecimento que os professores tinham era, inicialmente, muito limitado e necessitou de um treinamento mais aprofundado. No entanto, no que diz respeito à adaptação do conteúdo de geometria, consistia em fazer comparações com objetos do mundo real e que esses objetos fossem desenvolvidos no software. Os professores entenderam que, apesar das dificuldades, havia uma ligação importante com o uso desse recurso em atividades de modelagem. Apesar de ser muito trabalhoso, eles compreenderam que era um processo importante, não apenas para o ensino da geometria plana, mas também para o desenvolvimento de outras habilidades que o computador, naquela ocasião, poderia oferecer.

Dentre as pesquisas observadas, a que mais abrangeu aspectos essenciais do Superlogo, determinada nesta pesquisa como "linguagem de programação Logo⁶" e a teoria do Construcionismo que a sustenta, foi a que Della Vecchia (2012) defendeu em sua tese de doutorado, onde a modelagem matemática foi utilizada como metodologia aliada ao mundo cibernético, entendido pelo autor como um ambiente de tecnologias digitais. A pesquisa se desenvolveu em uma perspectiva qualitativa, resultando não apenas do entrelaçamento teórico, mas também dos dados produzidos ao longo da pesquisa, que provieram da construção de jogos eletrônicos feitos por

⁶ Segundo Papert (1986) é a reflexão simultânea de como as crianças pensam e como os computadores poderiam pensar, trata-se de uma linguagem computacional que deveria ser apropriada para crianças, mas que não fosse uma linguagem de brinquedo.

oito estudantes do curso de graduação em Licenciatura Matemática de uma universidade pública. Segundo o autor, a modelagem matemática é trazida nesta pesquisa como fluida, ou seja, que se mostra em constante movimento e que permeia, segundo Della Vecchia (2012, p.07):

O objetivo pedagógico, que na particularidade da tese focou as ações de aprendizagem abarcadas pelas ideias construcionistas; a linguagem específica utilizada, a qual possibilitou a construção de modelos que trazem em sua estrutura aspectos matemáticos e aspectos estéticos e interativos possibilitados pelas tecnologias, constituindo o que foi denotado modelo matemático/tecnológico; o modo como o problema é determinado pelos participantes, o qual norteou o encaminhamento e busca de soluções; e as especificidades da realidade do mundo cibernético, que possibilitam a construção de espaços de atualização cuja referência pode assumir um campo imaginativo.

Em resumo, foram estruturadas atividades de modelagem para esses 8 graduandos, consistindo na construção de jogos para o ensino e aprendizagem da matemática com conceitos e funcionalidades diferentes uns dos outros. A linguagem atribuída aos jogos palavras utilizadas no dia-a-dia dos estudantes, um linguajar da realidade, do mundo real daqueles jovens participantes, e não funções/nomenclaturas ou comandos técnicos comumente utilizados nesse processo. Dessa forma, possibilitou uma maior familiaridade do usuário com o jogo e permitiu que o aprendizado matemático se desenvolvesse de forma mais natural.

Compreendendo que a modelagem pudesse abranger a realidade do mundo cibernético, influenciada pelas ações que se mostraram ao longo das construções dos jogos feitas pelos estudantes, a concepção sobre modelagem se deu no fim da pesquisa, onde Dalla Vecchia (2017) a compreendeu como um processo dinâmico e pedagógico de construção de modelos sustentados por ideias matemáticas que se referem e visam encaminhar problemas de qualquer dimensão abrangida pela realidade. Os dados possibilitaram compreender as ações dos sujeitos ao interagirem com a realidade do mundo cibernético ao construírem ferramentas de ensino em um software. O trabalho em equipe também foi evidenciado, um curso para treinamento no software teve que ser desenvolvido e cada jogo teve como característica o ensino da matemática em todas as áreas da educação básica, com propostas de ensinar álgebra e geometria.

O que mais chamou a atenção nesta pesquisa é que a modelagem matemática emergiu durante o decorrer da investigação, quando o autor estava na disciplina de

tendências em educação matemática. Ele admitiu que até então estava sem rumo para desenvolver a ideia da construção de jogos e que necessitava de uma metodologia para esse desenvolvimento. Após determinar a qual metodologia de ensino atribuiria ao seu trabalho, a modelagem tornou-se um processo irreversível nesta pesquisa, por apresentar aspectos favoráveis que trouxeram conforto ao autor e objetivo concreto.

2.3.2 Os aplicativos

A sociedade em geral, e principalmente o comportamento dos estudantes dentro da sala de aula, desde os anos iniciais do ensino fundamental, tem sido influenciado pela tecnologia devido à acessibilidade cada vez mais precoce aos aparatos tecnológicos. É muito comum observarmos estudantes, desde os mais jovens, portando aparelhos como smartphones, fones de ouvido via Bluetooth, Smartwatch, entre outros, com ou sem internet em seus dispositivos. Muitos os utilizam de forma offline, visto que esses são capazes de executar aplicativos sem acesso à rede mundial. Essas ferramentas têm sido capazes, em muitos casos, de tornar as aulas mais atrativas, desenvolvendo o engajamento desses estudantes, o que leva à melhoria da participação durante as aulas. Cabral et al. (2016, p. 02) contextualizam dizendo que:

Com o advento das tecnologias pode-se observar uma verdadeira gama de ofertas de diferentes recursos que vieram somar na sala de aula. Diversos produtos e aplicativos foram elaborados no sentido de cooperar com o aprendizado na sala de aula, e fora dela, e isso contribui bastante para o desenvolvimento do trabalho do professor, que deve utilizar dessas inovações a modo de conquistar a atenção dos alunos e fomentar as relações de ensino versus aprendizagem (CABRAL et. al, 2016, p.02)

O comportamento dos estudantes dentro da sala de aula tem sido influenciado pelo uso desses aparatos. Diante das pesquisas que envolvem a modelagem matemática e o uso de algum aplicativo digital, percebemos que as atividades desenvolvidas apresentam resultados em direção ao que se objetiva, pois trata-se da matemática sendo desenvolvida com algo que o estudante gosta e que faz parte de sua vida cotidiana. No entanto, a influência positiva nem sempre ocorre, pois muitos educadores consideram essa prática como uma das vilãs no processo de aprendizagem e acreditam que, ao invés de ajudar, atrapalha, já que esses estudantes

não têm limites quanto ao uso dessas ferramentas para seu benefício. Segundo Cabral et al. (2016), ao utilizarem as redes sociais e aplicativos de interação por meio de conversas e trocas de mensagens, devido ao uso excessivo, eles acabam perdendo o foco nas aulas, o que influencia diretamente em sua participação e, conseqüentemente, em seu aproveitamento. Além disso, o fator externo também pode ser um percalço, pois esses estudantes estão dentro da sala de aula com contato direto com o mundo externo.

Quando a utilização dessas ferramentas passa por um processo de acompanhamento, regras e acordos dentro da sala de aula, os alunos acabam usando-as para o bem comum de sua vida escolar. Nas pesquisas observadas, e principalmente naquelas em que as atividades de modelagem fazem uso dessas ferramentas, percebemos que esses direcionamentos foram bem diferentes. Segundo Cabral et al. (2016), excluir a tecnologia da vida escolar de um estudante é um erro, cabendo ao professor ser criativo e perspicaz na criação de possibilidades que unam aquilo que o estudante acha comum com aquilo que será útil para sua vida acadêmica. Resumindo, o que percebemos são aspectos positivos e divergências em um mesmo contexto, porém, tudo indica que as atitudes do professor, suas regras e suas abordagens em relação a essas utilizações são determinantes, pois, sem organização, não só as ferramentas, mas também todas e quaisquer possibilidades que fogem do caráter tradicional conhecido se tornarão obstáculos.

Na era digital, os envolvidos no processo educativo vivenciam uma nova perspectiva na aprendizagem. Existem as mais criativas e sofisticadas ferramentas que tendem a tornar o processo educativo mais potencializado e que também oferecem uma maior ligação com a realidade que o aluno vivencia fora da sala de aula. Entre essas ferramentas, destacam-se os aplicativos digitais como o grande diferencial a favor do desenvolvimento de processos personalizados e eficazes, como afirmam Vicente e Araújo (2017). Esses aplicativos são programas que funcionam em sistemas operacionais e têm a funcionalidade de processar dados eletronicamente para resolver problemas e facilitar a execução de tarefas, desde as mais simples até as mais complexas.

Outro ponto interessante no uso de aplicativos digitais é o custo em comparação com um computador, por exemplo. É importante considerar a facilidade de adquirir um smartphone que possa ter esses recursos instalados. Em muitos casos, esses aplicativos são distribuídos de forma gratuita, exigindo apenas acesso à internet

para serem instalados e gerenciados. A articulação da modelagem matemática com esses aparatos cria uma oportunidade de mostrar aos estudantes que a matemática é cotidiana, necessária e acessível, não sendo um objeto complexo. A seguir, apresentamos algumas possibilidades para o trabalho com aplicativos digitais em prol da modelagem matemática.

2.4 Aplicativos digitais a favor da modelagem matemática

Nas discussões feitas no GFPEM, a tecnologia é, em alguns momentos, discutida em favor da modelagem matemática, e alguns membros do grupo pesquisam sobre diferentes campos e áreas em que a modelagem pode contribuir. Mesmo sendo uma pesquisa que teve como objetivo estudar as contribuições da modelagem matemática em favor da avaliação escolar, Souza (2020) utilizou nas atividades de modelagem desenvolvidas um jogo online, que também apresenta recursos e ferramentas semelhantes a aplicativos, onde o usuário faz diversas previsões, cálculos, compra acessórios e utiliza outras estratégias que envolvem a matemática para desempenhar um bom resultado na tarefa (missão) desenvolvida. Souza (2020) observou o potencial de abordar o estudo de equações do primeiro grau com os procedimentos que o jogo oferece, demonstrando que ao utilizar algo que interessa ao estudante, ele aprende conceitos matemáticos de forma mais dinâmica, divertida e dentro de sua zona de conforto, desde que tenha orientação e conhecimento sobre o que está manipulando.

Nesta pesquisa, o interesse demonstrado pelos estudantes surge desde o início de uma atividade que envolve tecnologia. Ao ser apresentada a eles, começam a demonstrar interesse, que mesmo indiretamente, a matemática é um fator de aprendizado com significado para eles. Eles se entusiasmam e, conseqüentemente, alguns se destacam mais do que outros, como contextualiza Souza (2020, p.57):

Visto o interesse dos estudantes pelo tema e o fato de ser o primeiro contato com a dinâmica de atividades de modelagem, planejamos apresentar um problema e fornecer informações para os alunos, de forma que, a compreendemos no primeiro momento de desenvolvimento proposto por Almeida e Dias (2004), visando a familiarização dos estudantes com a dinâmica de autonomia da modelagem (SOUZA, 2020, p.57).

Apesar do jogo apresentar diversas características, uma delas citada por Souza (2020) como um aspecto de "violência virtual" presente nesse jogo, algumas

abordagens se voltaram para promover, dentro da atividade de modelagem, um debate entre os alunos acerca do tema violência que o jogo apresentava. As diferenciações e percepções feitas pelos estudantes se mostraram positivas no entendimento da ficção que o jogo pode apresentar, ficando esclarecido que a matemática intrínseca no processo da atividade foi a parte mais satisfatória e almejada pelo pesquisador.

Não só na pesquisa realizada por Souza (2020), a matemática está presente em diversos segmentos do cotidiano das pessoas. Ao usar o ensino e aprendizagem matemático em situações reais do dia a dia, os aplicativos vão ao encontro dos interesses e das necessidades pessoais de cada um, pois são utilizados e presentes em suas casas, no trabalho e na escola. Quando a questão é o trabalho, os profissionais das mais diversas áreas vêm se aperfeiçoando por meio dessas ferramentas, viabilizando e customizando dinheiro e tempo em suas profissões. Quando pensamos em aplicativos em diversas tarefas que podem viabilizar a área profissional do indivíduo, pensemos nos profissionais que utilizam medidas para calcular seus ganhos de serviços, como os profissionais da construção civil, marceneiros e até mesmo estudantes que necessitam utilizar instrumentos de medida nas atividades escolares.

Para medir uma determinada área ou espaço, logo vem à mente fitas métricas para fazer essas medições e gerar esses cálculos. A trena ou o metro de madeira também são instrumentos muito comuns nessas situações, em que a evolução tecnológica permitiu que esses simples instrumentos utilizados há séculos pelo ser humano fossem completamente inovados, trazendo mais praticidade, economia de tempo e, conseqüentemente, maior precisão. Existem alguns aplicativos usados para a medição de áreas, ferramentas que determinam customização em diversos processos. Por exemplo, de forma prática e acessível, as lojas da Google Play e da Apple Store, que são plataformas de distribuição de funcionalidades para sistemas operacionais que controlam celulares modernos, disponibilizam aplicativos de medição e precisão, onde toda a operação é feita em um ambiente multitarefa e organizado. Além disso, são emitidos relatórios ou orçamentos que podem ser compartilhados no próprio aparelho, fazendo um sincronismo com outros aplicativos.

Para exemplificar, mesmo não sendo utilizados em atividades de modelagem matemática vistas anteriormente e que podem ser usados em atividades futuras, a empresa europeia Grymala, com sede em Belarus, apresenta o aplicativo Câmera de

Fita Métrica como uma ferramenta que usa a tecnologia da realidade aumentada⁷, conhecida como R.A. Segundo Tori et al. (2006), esse tipo de tecnologia surgiu por volta da década de 1960 em aparelhos analógicos e ao longo do tempo se desenvolveu e se aperfeiçoou. Forte e Kirner (2009) afirmam que a realidade aumentada trata do mundo real como ponto de partida para uma experiência que leva o usuário a experimentar o mundo virtual, onde ele interage com elementos virtuais de forma natural e espontânea, sem necessidade de aprendizado prévio.

Na modelagem matemática, o uso de aplicativos digitais como forma de potencializar atividades segue a tendência de uma evolução tecnológica que permeia a educação, contribuindo para o aprendizado.

Nesse contexto, são abordados objetos matemáticos estudados nos anos iniciais, como a Geometria e as Grandezas e Medidas, áreas em que os estudantes frequentemente apresentam dificuldades, como observado por Neves (2018). A aprendizagem de objetos matemáticos envolve a criação de estratégias que possibilitam aos estudantes atribuir significado e construir sentido para as ideias matemáticas, tornando-se capazes de estabelecer relações, analisar, discutir e criar. Se utilizarmos aplicativos como o Câmera de Fita Métrica em atividades de modelagem, podemos primeiro fazer a medição de forma tradicional, usando uma trena, por exemplo, e depois utilizar os aplicativos para comprovar e precisar essas medidas. Isso pode ser feito em qualquer ambiente da escola, na sala de aula ou até mesmo entre os próprios estudantes, demonstrando que a modelagem requer criatividade em seu desenvolvimento e contempla, dentro de uma estratégia pedagógica, as possibilidades de melhorar o aprendizado onde esse processo for desenvolvido.

Com a facilidade que os estudantes têm em operar aparatos tecnológicos, por fazerem parte de sua vida social e cotidiana, quando utilizados em atividades de modelagem em que eles podem medir e interpretar junto com seus colegas, basta uma instrução e um treinamento para que eles possam desenvolver e desempenhar aquilo que lhes foi determinado.

No caso da Realidade Aumentada feita pelo aplicativo e pelo Smartphone, basta usar a câmera do equipamento e seguir as funções que são feitas através dessa

⁷Designa-se Realidade Aumentada a integração de elementos ou informações virtuais a visualizações do mundo real através de uma câmera e com o uso de sensores de movimento como giroscópio e acelerômetro.

fita métrica digital que escaneia a área inicialmente e necessita de uma perspectiva para pegar o ponto inicial até o ponto final que se deseja medir. É apenas uma possibilidade de trazer para a atividade de modelagem os aplicativos digitais.

Na figura 9 abaixo, é apresentada uma prévia desse aplicativo e suas telas com os pontos e as perspectivas que mencionamos anteriormente:

Figura 9 – Realidade Aumentada com o aplicativo



Fonte: Print do Software do autor

À medida que os campos da aprendizagem se convergem, a modelagem matemática se mostra como uma possibilidade inovadora. Ao ser potencializada com o uso da tecnologia, novas formas de aprendizado surgem, e desafios também emergem em diversas pesquisas, demonstrando que a tecnologia está a favor da sociedade. Os aplicativos digitais estão a cada dia apoiando os educadores nas salas de aula e no ensino e aprendizagem da matemática. Os atributos tecnológicos e suas capacidades gráficas fazem com que, em sua utilização, criem dentro de um ambiente escolar a facilitação da construção matemática e, por parte dos estudantes, o entendimento dos objetos matemáticos, conforme afirmam Sawaya e Putnam (2015, p. 9-16):

Para os educadores projetarem atividades de aprendizado móveis para conectar a matemática dentro da escola com o mundo além da escola, eles precisam considerar a interação, a integração e a interdependência entre os objetivos de aprendizado da disciplina, as possibilidades dos dispositivos móveis e os tipos de atividades de aprendizado.

Sendo assim, os educadores deverão refletir se querem que os estudantes resolvam um problema, formem conexões ou usem representações matemáticas. Nesse caso, a modelagem poderá ser uma estratégia para alcançarmos esses resultados. Neste capítulo 2, procuramos trazer um pouco do que as pesquisas dizem. Mostramos que nos anos iniciais há muitas poucas pesquisas relacionadas aos assuntos que abordamos e que os objetos matemáticos a serem ensinados podem sim, além da modelagem, ter a utilização de tecnologia, devido aos resultados positivos que as pesquisas apresentam.

É fato que muitas dessas pesquisas são possíveis de ser referência, e como em qualquer área, outras pesquisas, evidentemente, não apresentaram resultados que sirvam para ter continuidade. No próximo capítulo, será trazido o objeto de investigação e o percurso metodológico que será adotado ao trabalhar a modelagem matemática e a tecnologia para o ensino de matemática nos anos iniciais do ensino fundamental.

CAPÍTULO 3

INVESTIGAÇÃO DESENVOLVIDA: ESTRUTURA METODOLÓGICA E PROCEDIMENTOS ADOTADOS NA PESQUISA

Descreveremos, neste capítulo, o processo de investigação, trazendo o percurso metodológico adotado e as características do contexto em que a pesquisa foi realizada, bem como os procedimentos de coleta e análise de dados.

3.1 Justificativa e o objeto de pesquisa

Nesta pesquisa, o foco recai sobre o ensino nos anos iniciais, uma vez que se relaciona diretamente com o nível em que o pesquisador está envolvido. A análise considera o atual cenário educacional, que enfrenta diversos desafios decorrentes da pandemia de Covid-19. Isso é especialmente evidente nos primeiros anos do ensino fundamental, que são administrados pela Secretaria Municipal de Educação (SEMED) de Campo Grande – MS.

A partir do ano de 2022, a secretaria lançou o Programa "Caminhos para a Equipação da Aprendizagem", conforme publicado no Diário Oficial nº 6.707. Este programa teve como objetivo principal a implementação de estratégias de intervenção com vistas à promoção do desenvolvimento e às contribuições das aprendizagens essenciais necessárias para a continuidade da jornada educacional dos estudantes. Importante ressaltar que o programa foi implementado na rede municipal a partir do 3º ano dos anos iniciais. Tal decisão baseia-se na crença de que esta etapa educacional foi mais afetada pela pandemia devido ao longo período de distanciamento das aulas presenciais, que se estendeu por mais de um ano e meio, e pela continuidade do programa a partir de 2023, com o mesmo intuito e objetivo, porém com outro slogan, intitulado "Programa 2º Tempo: Aprenda Mais".

Com base no projeto de mestrado desenvolvido desde 2021, nas alternativas e estratégias estudadas ao longo do período através das disciplinas, pensamos nessa realidade citada acima no programa da SEMED e no que a BNCC fomenta para os anos iniciais no ensino de matemática, onde, segundo o BRASIL (2023), há um indicativo de que a matemática deve ser melhor evidenciada como uma área que faz e fará parte da vida das pessoas e do seu cotidiano, e que vai além da sala de aula. Propusemos então trabalhar o ensino da matemática por meio de problemas reais e a importância de desenvolver o raciocínio lógico desde o início da vida escolar do

estudante, onde também há a questão do cotidiano tecnológico com seus aparatos, periféricos e a internet intrinsicamente ligada à sua vida desde o nascimento. Dessa forma, encaminhamos nossa pesquisa para responder à seguinte questão: **verificar como a Modelagem Matemática unida ao uso de tecnologias podem contribuir para o ensino de matemática nos anos iniciais do ensino fundamental?**

3.2 Características da pesquisa

Esta pesquisa se caracteriza como qualitativa e de natureza interpretativa, onde à princípio, buscamos compreender as singularidades e também os significados daquilo que investigamos. Sobre a pesquisa qualitativa, Bogdan e Biklen (1994) detalha que é aquela que pode ser caracterizada como a tentativa de uma compreensão detalhada dos significados e características de situações apresentadas por entrevistados ou pesquisados, em lugar da produção de medidas quantitativas de características ou comportamentos.

Para Garnica (2004, p.86) a pesquisa qualitativa é reconhecida quando há:

a) a transitoriedade de seus resultados; b) a impossibilidade de uma hipótese a priori, cujo objetivo da pesquisa será comprovar ou refutar; c) a não neutralidade do pesquisador que, no processo interpretativo, se vale de suas perspectivas e filtros vivenciais prévios dos quais não consegue se desvencilhar; d) que a constituição de suas compreensões dá-se não como resultado, mas numa trajetória em que essas mesmas compreensões e também os meios de obtê-las podem ser reconfigurados; (e) a impossibilidade de estabelecer regulamentações, em procedimentos sistemáticos, prévios, estáticos e generalistas.

Quando o cunho da pesquisa é de natureza interpretativa, pensamos logo naquilo que Bogdan e Biklen (1994, p.50) contextualizam sobre essa possibilidade:

A interpretação da realidade segundo a perspectiva de uma visão relativa, assume que os sujeitos são capazes de “construir” a realidade e de refletir sobre a sua ação. Eles são capazes de criar uma visão sobre as coisas, gerando significados. A realidade é vista como ação culturalmente contextualizada e não como comportamentos predeterminados (BOGDAN & BIKLEN, 1994, p.50).

Enfatizando o que descrevemos acima, os pesquisadores sinalizam para a interpretação como uma forma de construirmos uma visão clara sobre aquilo que desenvolvemos, e segundo Lessard et al. (1990, p.10):

Compreensão do significado atribuído pelos sujeitos aos acontecimentos que lhes dizem respeito e aos “comportamentos” que manifestam, que são definidos em termos de “ações”. Nesta ótica, o objeto de análise é a ação social, que abrange o comportamento e os significados que os sujeitos lhe atribuem (LESSARD et al, 1990, p.10)

Dessa maneira a pesquisa é caracterizada com as naturezas descritas acima.

3.3 A escola onde os dados foram coletados

A escola onde a pesquisa foi desenvolvida, teve sua fundação 1939 e atualmente é administrada pelo município de Campo Grande/MS contando com aproximadamente 180 alunos em período integral, em uma comunidade rural. Estes alunos estão divididos em 10 turmas que abrangem a educação infantil, os anos iniciais e finais do ensino fundamental.

No geral, a escola contava com 37 professores distribuídos como regentes de turma, ministrantes de disciplinas extracurriculares e também da educação do campo, por se tratar de uma escola de cunho agrícola. A parte estrutural contava com 11 salas de aula, cozinha experimental, laboratório de informática, espaço esportivo, parque infantil e duas hortas de estudo para o plantio de hortaliças e outros vegetais.

Optamos por esta escola por dois motivos: primeiro, porque já tínhamos realizado trabalhos anteriores nela e fomos muito bem recebidos pelos gestores da instituição, o que nos deu certa liberdade para desenvolver o planejamento alinhado com o cronograma da universidade. Em segundo lugar, já tínhamos proximidade com alguns profissionais desta instituição, assim como alguns estudantes e suas respectivas famílias, o que cria um ambiente mais acolhedor para quem é de fora.

Ao sermos apresentados formalmente e ao apresentarmos o teor da pesquisa, a coordenação escolar nos informou que, durante a pandemia, uma das turmas da instituição que mais foi prejudicada com o distanciamento foi o 4º ano, pois diante da paralisação das aulas presenciais em março de 2020, essa turma estaria iniciando o 2º ano, uma série posterior ao início de sua alfabetização escolar e, conseqüentemente, sua alfabetização matemática. Nos dois anos subsequentes, as aulas foram no formato remoto, com apostilamento de atividades em período quinzenal. Os 4 meses em que as aulas retornaram presencialmente, já em agosto de 2021, não foram suficientes para que as habilidades fossem contempladas.

Dessa forma, planejamos e trabalhamos com o 4º ano dos anos iniciais do ensino fundamental, onde a turma era composta por 16 estudantes, sendo 5 meninas

e 11 meninos, em uma faixa etária variando de 9 a 11 anos de idade, sendo que a maioria deles residem, nasceram ou foram criados na zona rural.

Essa turma ficava na escola em período integral, assim, além da professora regente que ministrava 4 disciplinas, eles participavam de outras 8 atividades extracurriculares com 9 professores diferentes, sendo que duas dessas disciplinas eram voltadas ao reforço de conteúdos matemáticos.

3.4 A delimitação dos objetos matemáticos.

Para delimitarmos os objetos matemáticos com os quais trabalharíamos, baseamo-nos primeiramente nos dados que a coordenação nos informou, visto que no início do ano letivo de 2022 a instituição realizou uma avaliação diagnóstica com esta turma, tendo essa iniciativa sido feita de maneira geral pela secretaria de educação em toda a rede municipal. O objetivo desta avaliação foi observar o nível de conhecimento dos estudantes até então e as habilidades contempladas ou não durante a pandemia, obtendo os seguintes resultados com os seguintes aspectos:

- 10 estudantes alfabetizados com nível regular de letramento e conhecimento prévio de 3 operações matemáticas;
- 2 estudantes alfabetizados, não letrados e com conhecimento regular de 3 operações matemáticas;
- 4 estudantes não alfabetizados, mas com conhecimento regular de 2 operações matemáticas;

A avaliação teve como característica abranger todos os conteúdos que deveriam ter sido contemplados durante o período das aulas remotas, e, conforme os dados, os conhecimentos em relação aos objetos matemáticos abordados foram os que apresentaram os piores resultados, principalmente em questões envolvendo Grandezas e Medidas e a Geometria. Outro fator importante foi o que a professora regente da turma nos informou durante nossa primeira visita, que além das dificuldades no entendimento dos objetos citados acima, todos os estudantes desta turma tinham dificuldade em trabalhar com números acima de 1 milhão, tanto no que diz respeito à leitura desses números quanto aos cálculos realizados com eles.

Com todo esse descritivo, já tínhamos até ali uma base de quais conteúdos seriam enfatizados em nosso planejamento, e assim assumimos o compromisso de focar na construção de atividades de modelagem matemática que abordassem esses objetos a serem trabalhados nesta pesquisa. Esse primeiro momento na escola foi

possível conhecermos melhor a direção, coordenação, alguns professores e também os ambientes que compõe a instituição, como as salas de aula, espaços recreativos e também o laboratório de informática.

3.5 Condução da pesquisa

O planejamento foi feito em relação ao cronograma escolar da instituição em comum acordo com a coordenação, em horários das aulas extracurriculares, pois no período matutino a turma era conduzida pela professora regente e no período vespertino eles estudavam com outros professores, dos quais só não poderíamos utilizar o momento em que os estudantes estavam nas aulas de práticas agrícolas. Assim, planejamos os encontros nas aulas de reforço de matemática e em experiências matemáticas, disciplinas das quais eram ministradas por professores da área da matemática. Os encontros foram definidos da seguinte forma:

- Entre os dias 11 de maio e 08 de junho de 2022, foram planejados aproximadamente 4 encontros, num total de 6 horas/aula;
- Entre os dias 22 de junho e 06 de julho de 2022, foram planejados aproximadamente 4 encontros, num total de 5 horas/aula;
- Nos dias 03 e 10 de agosto de 2022, planejamos dois encontros com a duração de 5 horas no total.
- Nos dias 16 e 17 de agosto, planejamos dois encontros com a duração de 6 horas no total.

Conforme o planejamento que fizemos, foram pensados um total de 12 a 14 encontros entre os dias 11/5 a 17/8 de 2022, totalizando 22 horas na escola. Apesar de ficar estabelecido os horários das aulas, um fator positivo foi verificar que o laboratório de informática era pouco utilizado no planejamento dos outros professores e na maioria das vezes era somente utilizado para exibição de vídeos.

Estabelecer um cronograma de pesquisa em consonância com o cronograma escolar é muito importante, pois nos inserimos no dia-a-dia escolar da turma, e estávamos presentes nos intervalos para conversarmos com professores e coordenadores.

A pesquisa foi conduzida nos dias dispostos acima, e já no segundo encontro, tínhamos a ideia de quais objetos matemáticos trabalharíamos. A pretensão era o desenvolvimento de duas atividades de modelagem matemática, restando apenas conhecermos melhor esse estudante do 4º ano, saber um pouco mais do seu

cotidiano, sobre o conhecimento matemático que detinham, pois a avaliação diagnóstica desenvolvida pela escola fora um instrumento de avaliação impresso e com tempo pré-estabelecido, o que poderia não ter sido suficiente para verificar as habilidades tidas como não contempladas. A perspectiva da modelagem que desenvolvemos permitiu que pudéssemos verificar, através do seu cotidiano, o quanto aquele estudante conhecia especificamente, qual era o seu conhecimento de forma geral sobre aqueles objetos matemáticos que haviam sido diagnosticados como falhos, qual a relação que eles faziam de sua realidade dentro e fora da escola. Dessa forma, acreditávamos que eles poderiam saber um pouco mais.

Dessa maneira, reservamos o primeiro dia em sala de aula para desenvolver uma avaliação mais abrangente, mais direcionada e mais específica em relação aos objetos matemáticos em questão. Tivemos interesse também em investigar o quanto de conhecimento tecnológico eles tinham, sobre os computadores no laboratório na escola e outras ferramentas, pois já pensávamos em utilizar este ambiente para trabalhar em conjunto com a atividade. O tempo era o que mais tínhamos naquele momento e, resumidamente, as duas atividades que desenvolveríamos, os objetos matemáticos foram pré-estabelecidos, a tecnologia seria um fator agregador e potencializador, só restava escolhermos, em conjunto, os temas dessas atividades.

3.7 Coleta e procedimento de análise dos dados

Para registro dos dados, utilizamos equipamentos como o celular, um notebook e um caderno de campo para as observações que achamos pertinentes no momento, e os registros foram todos obtidos em fotos, áudios e vídeos feitos com esses equipamentos. Todos os procedimentos foram realizados entre o pesquisador, os estudantes do 4º ano, sob o olhar atento da professora regente. A presença da professora foi muito importante, pois era ela que ficava com eles na maior parte do dia, e um fator preponderante era o fato de ela os conhecerem muito bem, pois já havia trabalhado com esses mesmos estudantes em séries anteriores.

Quanto às análises dos dados, procuramos estruturá-las de modo que pudéssemos apresentar possíveis contribuições da modelagem matemática aliada à tecnologia no ensino da matemática para um pequeno grupo de estudantes dos anos iniciais do ensino fundamental. Para isso, e para obtermos respostas a questão de pesquisa, realizamos dois tipos de análises, sendo uma local para cada atividade

desenvolvida e uma análise mais ampla e relativa às duas atividades desenvolvidas, que chamaremos de análise global dos dados.

A análise local consistiu em identificar, nas etapas das atividades de modelagem realizadas, aspectos como a interação, a socialização, a participação individual e em grupo, assim como o conhecimento adquirido durante a trajetória escolar conciliado com o conhecimento cotidiano de cada um, visto que o aprendizado matemático adquirido após esta experiência era o mais importante.

Na análise global, consideraremos o conjunto das atividades realizadas para analisar não somente o aprendizado adquirido, mas sim o que mudou nesses estudantes após a modelagem, como eles eram antes de terem contato com esta metodologia de ensino e como se portavam depois da intervenção, visto que o interesse era tornar a matemática mais concreta.

CAPÍTULO 4

DESCREVENDO AS ANÁLISES DOS DADOS DA PESQUISA

Neste capítulo, apresentaremos as atividades de Modelagem Matemática desenvolvidas em sala de aula, bem como as análises realizadas à luz do referencial teórico adotado nesta pesquisa. As análises são apresentadas em duas fases, uma local, por atividade, e outra global, considerando o todo.

4.1 Iniciando os trabalhos

Iniciamos os encontros conforme o planejamento proposto, de acordo com o cronograma da instituição e em alinhamento com a equipe da escola. No dia 11 de maio de 2022, conhecemos o local onde faríamos a pesquisa, os ambientes do complexo escolar, a turma e alguns professores, o que nos permitiu conversar com a professora regente do 4º ano sobre os conteúdos e encaminhamentos que seriam feitos, o comportamento dos estudantes e as características significativas de cada um deles, bem como o planejamento que ela vinha desenvolvendo. A recepção foi amistosa, e todos se colocaram à disposição para nos ajudar, caso fosse necessário. Por meio dessa recepção, percebemos que toda a comunidade escolar estava disposta a colaborar em relação ao trabalho que estávamos propondo.

Neste contexto, tendo conhecimento do resultado da avaliação diagnóstica realizada com os alunos no início do ano letivo e considerando as informações passadas pela professora regente da turma e pela coordenadora da escola, organizamos o planejamento para abordar os conteúdos matemáticos que não haviam sido contemplados no ano anterior. Iniciamos nosso primeiro encontro com uma conversa sobre o que sabiam e o que não sabiam em relação a "grandezas e medidas" e também "geometria". Nosso objetivo com a conversa era entender como esses estudantes se relacionavam com esses conteúdos, tanto dentro quanto fora da escola, e se conseguiam enxergá-los em um contexto que não fosse o escolar.

Percebemos durante esse momento que os estudantes apresentavam conhecimentos matemáticos bem diferentes uns dos outros, no sentido em que as habilidades matemáticas não só do 4º ano, como dos anos anteriores, não haviam sido contempladas em sua trajetória escolar. Mas, diante desse primeiro encontro, percebíamos também que tínhamos algo a nosso favor e que poderia ser utilizado como um importante fator no desenvolvimento de uma metodologia para melhoria da aprendizagem matemática, pois eles eram muito participativos, detalhistas e também

questionadores. Diante de uma roda de conversa, percebíamos que, por mais que não detinham conhecimentos matemáticos suficientes, suas vivências e suas experiências que começavam a ser compartilhadas demonstravam que precisávamos explorar melhor esses conhecimentos, e dessa forma demos continuidade.

Após a conversa sobre onde viam os conteúdos, iniciamos uma sondagem sobre os conhecimentos matemáticos utilizando a própria lousa da sala para obtermos resultados que nos permitiriam traçar melhor um plano de trabalho a ser desenvolvido. Primeiro trabalhamos com operações matemáticas envolvendo cálculos simples, decomposição de números da numeração decimal, grandezas e medidas, e também figuras geométricas. A ideia básica era entender como esses conteúdos foram concebidos e desenvolvidos pedagogicamente durante a trajetória escolar dos estudantes e o que aprenderam ou deixaram de aprender durante a Pandemia, visto que nesse período estudaram de forma remota. Mais uma vez, percebemos de forma geral uma grande dificuldade de articulação e uma forma dificultosa de se expressar em relação aos conhecimentos pertinentes.

Ao trabalharmos grandezas e medidas como forma de diagnosticar esse objeto matemático, percebemos que eles conseguiam fazer distinções, e era um assunto que os agradava, pois começaram a articular e estabelecer relações, interagindo entre os colegas. Até mesmo mencionaram que já haviam estudado aquele assunto anteriormente. Continuamos a falar sobre outros objetos matemáticos, e ao desenhar algumas formas geométricas na lousa, notamos que alguns deles conseguiam fazer comparações e relacionar esse conhecimento com suas vidas fora da escola, em suas casas, nas ruas e em seu cotidiano como um todo. Muitas opiniões e relatos foram apresentados, demonstrando que essa interação que fazíamos ia ao encontro do que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) destaca, segundo o Brasil (2023), é por meio de uma interação ou roda de conversa que se inicia um ponto de partida do trabalho que se desenvolverá dentro de sala, onde o levantamento do conhecimento prévio e o mapeamento das experiências podem favorecer as estratégias a serem adotadas nas práticas pedagógicas.

Dentro da modelagem matemática, a interação com os estudantes como forma de traçar estratégias de trabalho faz parte do processo, onde Veras (2016) define que é comum no planejamento de atividades de modelagem diagnosticar a turma a fim de subsidiar ou ajudar o professor na detecção dos conhecimentos dos alunos com a

clara possibilidade de eles demonstrarem como a matemática aprendida em sua trajetória está presente em seu dia a dia.

Mesmo sabendo que esses estudantes tinham entre 9 e 12 anos, o que nos surpreendeu foi o quanto eles gostaram da interação da aula, participaram efetivamente dos diálogos, o que acarretou em uma aula mais dinâmica e participativa. Isso foi um fator diferencial, pois esse era um momento de construir ideias, conhecer um pouco mais sobre cada um deles e desvendar aquilo que uma criança vivencia e o que lhes chama a atenção. Isso era imprescindível para a nossa pesquisa, já que passaríamos algum tempo dentro dessa escola convivendo com eles.

Entendendo ser um objeto matemático importante a ser melhor enfatizado, retomamos a abordagem com grandezas e medidas. Percebemos que a única forma de medir conhecida por eles era com uma régua acrílica de 30 cm, que fazia parte do kit escolar no início do ano letivo. Eles já haviam usado essa ferramenta nas aulas de matemática em outras oportunidades, mas sem aprofundamento. Percebemos que essa era uma ferramenta que poderíamos explorar em algum momento do desenvolvimento da atividade, já que esses estudantes necessitavam de incentivo e estímulo para que o aprendizado fosse desenvolvido. Isso se devia às próprias indagações que eles faziam em relação à régua acrílica e à forma como concebiam essa ferramenta. Neste momento, os estudantes estavam muito motivados com o início do desenvolvimento, e isso é um fator que procuramos manter até o fim dos trabalhos. Segundo Oliveira Junior (2020, embora seja importante enfatizarmos que o professor deva analisar e considerar as consequências emocionais de suas ações para/com alunos, por exemplo, se o objetivo de um professor for incentivar os alunos a tentarem resolver problemas, é prudente evitar ações que possam estimular uma frustração (emoção negativa) nos alunos em relação ao seu processo de construção de uma resposta, dessa forma, o trabalho seria voltado a mantermos esse ambiente para que os objetivos fossem alcançados.

Em um momento do encontro, pela primeira vez, um estudante indagou: *"Professor como faço para medir a minha altura com essa régua pequena?"*; *"Com quantas réguas dessas eu consigo medir minha altura?"* Nesse momento, percebemos que a curiosidade se apresenta quando o professor estimula o estudante. São momentos em sala de aula que podem despertar o interesse no assunto e, conseqüentemente, a criatividade.

Outro momento de destaque foi quando algumas formas geométricas foram desenhadas na lousa para que eles pudessem identificar. Apesar de não conhecerem as formas pelo formato técnico, o número de arestas ou vértices, eles tinham a possibilidade de fazer comparações com objetos que conheciam fora da sala de aula. Por exemplo, quando desenhamos um retângulo, um losango e um hexágono na lousa, houve uma participação imediata. Quase todos queriam falar, e entre as diversas respostas que obtivemos, algumas nos chamaram a atenção devido à precisão nelas contida: "*Professor, essa forma é igual o baralho do meu pai!*"; "*Essas formas eu vejo todo o dia quando a gente vem de ônibus pra a escola!*"; "*Parece uma caixa de pizza!*"; "*Na rodovia tem todas elas, é as placas né?*"; "*Mentira dele, professor, na rodovia só tem algumas dessas!*"; "*Tem uma forma dessas na placa em frente da escola!*"; "*Em frente do postinho tem um monte dessas formas pro!*" Pelas respostas, percebemos que faziam relação das figuras com objetos que estavam acostumados a ver diariamente, embora tecnicamente desconhecessem a função ou o significado delas.

Um exemplo foi a relação com as placas de trânsito que existem no trajeto que fazem da casa até a escola. Essas placas são objetos com os quais estamos acostumados a ver, respeitar e que nos orientam, pois apresentam características da geometria plana. Além disso, as cores também chamam a atenção, tornando-as referenciais de orientação fundamentais para o uso público.

Durante o percurso que fazíamos diariamente até a instituição durante a pesquisa, era impossível não observar o caminho da rodovia MS-10, que é o trajeto diário dos estudantes. Devido à grande movimentação de veículos e ao fato de ser a única via que liga a escola até a cidade e suas residências, essas placas se destacam pelo número existente e pela localização de cada uma no trajeto. Além disso, elas se destacam pelas cores e pelos formatos. Ao longo dos dias em que estivemos na escola, observamos essas placas, e os estudantes também sempre tinham novas observações à medida que as aulas transcorriam.

Por meio desses primeiros momentos que passamos na escola e de toda interação feita com os estudantes, percebemos que devido às respostas, eles apresentavam muitas dificuldades no aprendizado matemático e que durante a trajetória nos anos iniciais, algumas habilidades não haviam sido contempladas. A professora regente também enfatizou os problemas que vinha enfrentando durante o início do ano letivo no cumprimento de seus planejamentos, visto que essa defasagem

não apenas no ensino de matemática, como também em outras disciplinas. Na Pandemia, esses problemas ficaram mais evidentes, mas não começaram nesse período e sim desde que iniciaram os estudos nos anos iniciais. Mesmo sendo uma escola pequena e com poucos estudantes em sala, o que era teoricamente um problema fácil de resolver, veio se tornando desafiador e se agravou com o distanciamento social e as aulas remotas. Mas em nenhum momento isso se tornou um fator desmotivador para nós e, como os estudantes, a cada momento dentro da escola nos motivávamos com o desafio que estava por vir.

Dessa forma, iniciamos o processo de construção das atividades de modelagem que seriam propostas. Neste momento da pesquisa, pudemos trazer algumas possibilidades abordadas nos capítulos teóricos e, principalmente, naquilo que é discutido no GFPEM, quando o assunto é qual perspectiva seguiríamos. Como já citado anteriormente, a perspectiva de Burak (2010) daria mais clareza ao desenvolvimento dessas atividades. Na escolha do tema, seguimos as sugestões dos estudantes, com base no conhecimento matemático que eles demonstraram, mas, acima de tudo, no conhecimento cotidiano e nas interpretações que fazem em relação à matemática e ao mundo que os cerca. Dessa maneira, iniciamos a 1ª etapa dos encaminhamentos propostos por Burak, a "Escolha do Tema", onde durante as interações, os estudantes indicaram que já haviam feito medidas com uma régua e, mais uma vez, nas questões geométricas relacionando as figuras geométricas com as placas de trânsito.

Dessa forma, Burak (2010) acredita que ao escolher um tema para desenvolver a modelagem matemática, a primeira decisão é obter um “tema gerador” com os seguintes itens em mente:

O tema deve partir preferencialmente dos alunos (ou de uma interação entre alunos e professor) para que o mesmo se torne interessante e parte da motivação na construção das atividades de modelagem (BURAK, 2010, p.21).

Preferencialmente, a ideia do tema parte dos estudantes nas primeiras interações feitas sobre a concepção matemática adquirida em sua trajetória, dessa forma, Burak (2010) diz que a interação surge a partir da dinâmica que vai se tornando interessante e parte da motivação que é gerada ao atribuir funções aos estudantes na construção de algo para que eles possam melhorar o seu próprio conhecimento. Burak (2010, p.21) melhor contextualiza essa ideia ao dizer que:

O tema deve ser discutido e colocado pelos estudantes, de acordo com as áreas que acharem mais interessantes, partindo de pressupostos como curiosidade ou mesmo para tentar resolver um problema que exista no entorno dos alunos, do grupo ou da comunidade onde estão inseridos (BURAK, 2010, p.21).

Na continuidade e ao aprofundarmos nas conversas sobre as placas, as formas presentes em um baralho, um estudante indagou: *"Professor, essas formas que o senhor desenhou no quadro, estão na quadra e no campinho da escola!"* E dessa forma, a interação com eles participando só aumentava; *"É verdade professor, na quadra tem essas formas!"*; *"Qual o tamanho da quadra da nossa escola?"*; *"É bem grande, é maior que a quadra da igreja!"* Esse assunto sobre a quadra e o campo foi se tornando mais proeminente, o que nos fez perceber que, devido à pluralidade de esportes praticados nesses locais, os estudantes desenvolvem muita familiaridade e interesse por esses espaços durante a rotina escolar, que são vistos como áreas de lazer desejadas. Eles também desenvolvem diversas habilidades, especialmente nas aulas de educação física.

Continuamos a conversa sobre a quadra e o campo, perguntando quando eles visitavam esses locais e o que faziam lá. Eles sempre estavam curiosos e queriam saber o motivo do nosso interesse. E a conversa prosseguiu com mais curiosidade: *"Professor, qual o tamanho da quadra da escola e dá pra medir?"* ; *" Porque ela é menor que o campinho?"* ; *" Dá para medir a quadra?"* ; *"Eu acho ela muito grande, não dá pra medir não!"*. Dessa forma, o tema para a primeira atividade surgiu nessa roda de conversa, impulsionado pelo entusiasmo da maioria dos estudantes e, principalmente, pela precisão das respostas que apresentaram. A cada momento, eles demonstravam estar confiantes com suas opiniões, e a cada instante mais afinidade era construída dentro de sala, pois isso se tornou possível em uma atividade envolvendo matemática, onde Oliveira Junior (2020) considera que os estudantes necessitam escolher um tema, uma estratégia visando resolver, e nisso, a precisão das respostas dentro de uma interação, quanto mais seguros e confiantes eles estiverem, melhores serão os resultados, pois as emoções percebidas até então são positivas, se mostrando à vontade em responder e tornando a aula mais prazerosa.

O momento da escolha dos temas se estendeu durante esse encontro. Na continuidade da aula, utilizamos um recurso tecnológico dentro de sala para melhor exemplificar as figuras geométricas, onde apresentávamos as figuras em um Datashow através do notebook e eles, motivados, continuavam a relacionar essas

figuras com objetos do mundo real. Por exemplo, um triângulo, quando estávamos explicando o número de lados, logo indagavam: *“Parece uma pirâmide!”*; *“Professor, na rodovia tem uma placa com um triângulo de cabeça pra baixo, o senhor já viu?”*; *“Professor, o senhor já teve um cubo mágico?”* E quando demonstramos na tela projetada uma figura que representava um pentágono, logo um deles se manifestou: *“Essa figura é igual a pipa que tenho lá em casa!”* e de forma unânime, todos resolveram compartilhar suas experiências e seus conhecimentos sobre pipas.

As pipas são objetos que fazem parte da infância de muitas crianças. Mesmo com a evolução tecnológica da atualidade, brincar soltando pipas nos momentos de lazer, nos fins de semana e nas férias são realidades que ainda fazem parte do universo infantil. Isso se mostrou muito claro nessa turma, talvez devido ao fato de serem moradores de uma área rural e manterem esses costumes tradicionais da infância. Entre outras falas apresentadas durante essa interação, eles disseram: *“Professor, eu tenho 3 pipas em casa!”*; *“Meu tio faz pipas pra vender!”*; *“Solto pipa no campinho da escola no fim de semana!”*; *“Queria aprender fazer uma pipa!”*; *“O senhor sabe fazer professor?”*; *“Professor, vamos fazer a nossa pipa e soltar ela no campo, lá venta pra caramba!”*

Novamente, percebemos um entusiasmo ainda maior em relação às pipas; nesse caso, a familiaridade com o objeto é bem mais enfática. Através desse entusiasmo, surgiu a ideia de desenvolvermos outra atividade de Modelagem Matemática. Acreditamos que ao trabalhar com algo familiar, agradável e que desperte o interesse desses estudantes, teríamos um desempenho melhor e resultados mais satisfatórios no decorrer das atividades. Segundo Scheffer e Campagnollo (1998), durante o trabalho com a modelagem matemática, não se deve deixar de lado as características regionais e os interesses que envolvem a vida dos estudantes. Em outras palavras, a modelagem, nesse caso, tem a característica de ser:

Uma alternativa de ensino-aprendizagem na qual a matemática trabalhada com os alunos parte de seus próprios interesses e o conteúdo desenvolvido tem origem no tema a ser problematizado, nas dificuldades do dia-a-dia, nas situações de vida. Valoriza o aluno no contexto social que o mesmo está inserido, proporcionando-lhe condições para ser uma pessoa crítica e capaz de superar suas dificuldades (SCHEFFER; CAMPAGNOLLO, 1998, p.360).

Quando abordamos a possibilidade de trabalhar com as pipas, eles perguntaram sobre as placas identificadas no primeiro momento, aquelas que fazem parte de um ambiente externo, no percurso que fazem diariamente até a escola, e nas outras possibilidades levantadas. Neste momento, propusemos uma votação sobre os temas de trabalho. A intenção foi despertar neles questões que os fizessem pensar sobre democracia, possibilitando que a maioria optasse pelo que trabalhar, com o que trabalhar e não se configurar como uma imposição por parte do professor. Segundo Benevides (2004, p. 231), o acatamento da:

Vontade da maioria, legitimamente formada, porém, com constante respeito a minoria, é uma maneira de despertarmos dentro de sala de aula a educação democrática (BENEVIDES, 2004, p.231).

Não deixa de ser uma educação política, mas reflete nos participantes o respeito por opiniões contrárias às suas e enaltece o fator da democracia como um ato e uma ação presentes na vida de cada um desde pequeno. Dessa forma, decidimos desenvolver duas atividades de modelagem com eles, uma com o tema da quadra de esportes e a outra com o tema das pipas. Em sequência, partimos para a segunda etapa estipulada por Burak (2010), onde acreditamos que, diante de uma sequência, a "Pesquisa Exploratória" estava sendo realizada, da qual desenvolvemos a roda de conversa para escolhermos os temas. Burak (2010) diz que:

A 2ª Etapa a ser considerada é a Pesquisa Exploratória. Essa é uma etapa que acontece de forma natural, pois uma vez escolhido o tema, dependendo do nível de ensino em que se esteja sendo trabalhado, os temas são escolhidos por curiosidade, pelo desejo de se conhecer mais e melhor aquele assunto (BURAK, 2010, p.27).

Os dados obtidos até esse momento possibilitaram que eles entendessem melhor o tema que levantamos e que suas ações foram importantes para construirmos e obtermos novos dados, dando a esses estudantes mais autonomia ao participarem de todo o processo de investigação em uma pesquisa. Nestes dois encontros que realizamos, seguimos o planejamento que propomos, havendo algumas mudanças no cronograma por conta de eventualidades dentro da escola. Remarcamos alguns horários em relação ao período planejado, mas tudo se resumiu a diagnosticar o ambiente escolar, a turma e o conhecimento deles para juntos criarmos o tema das duas atividades que descreveremos a seguir.

4.2 Atividade 1 e análise local – medindo a quadra de esportes da escola

Nas atividades de modelagem propostas nesta pesquisa, uma característica importante foi o envolvimento e a contribuição dos estudantes como protagonistas na construção e na condução dos trabalhos, onde, segundo Barbosa (2007), a modelagem na educação matemática é um ambiente de aprendizagem em que os estudantes investigam, por meio da matemática, situações com referência na realidade. Essa concepção destaca que eles são convidados a participar e interagir nas atividades, e ao fazerem isso, eles adquirem responsabilidade no processo de investigação junto com o professor, o que definitivamente faz com que eles estejam no centro da ação pedagógica ao desenvolver atividades dessa natureza.

Iniciamos a atividade sobre a quadra perguntando o que eles poderiam descrever sobre ela, como poderíamos medir aquele ambiente, já que isso fora sugerido anteriormente, e abrimos espaço novamente para que eles pudessem expressar como entendiam como isso seria feito, e logo se manifestaram: *“Professor, vamos desenhar a quadra da escola para poder medir? Será que ela cabe numa folha?”*; *“Vamos usar a régua para medir?”* Perguntamos a eles como poderíamos fazer isso. Outro estudante disse: *“Ué, fácil professor! é nós ir na quadra e medir ela!”* Continuamos: como faremos isso? O mesmo respondeu: *“Com a régua professor, será a gente consegue?”*. Nesse momento, outro indagou: *Vamos medir com passos, a gente faz isso nas brincadeiras na educação física!* E dessa forma, direcionavam como acreditavam que isso seria feito, utilizando o conhecimento que eles detinham. Isso foi importante, pois estimulamos a desenvolver a imaginação e trazerem suas vivências fora da escola para fazer a diferença, visto que esse é um detalhe na segunda etapa descrita por Burak (2010), onde o professor sugere algo apenas ou fornece informações parciais que despertam o interesse e a imaginação dos estudantes, permitindo que desenvolvam, discutam e pensem a respeito, ganhando cada vez mais protagonismo na atividade. A responsabilidade do professor na condução das atividades vai sendo mais compartilhada com todos os estudantes de forma mediadora e nunca imposta, ocorrendo de forma natural e eles pareciam estar gostando do que estavam fazendo.

Na próxima etapa que Burak (2010) sugere para as atividades, o “Levantamento dos Problemas”, é uma ocasião dentro desta atividade em que chegamos ao momento em que os estudantes se veem no meio de uma situação em que terão que tomar uma decisão. Na mediação, o papel do professor nesta etapa é

vital para a continuidade. Perguntamos a eles se seria uma tarefa fácil medir a quadra com uma régua que eles sugeriram, e a resposta foi unânime, onde disseram que não seria fácil. Ao serem perguntados como faríamos isso de maneira mais simples, um estudante disse: *“Dá pra usar uma fita de costura?”*; *“Minha mãe tem uma que ela usa pra fazer roupa”*. Dessa maneira, sugerimos a eles que pensassem em como os profissionais de outras áreas mediam espaços tão grandes ou objetos maiores, já que com a régua seria difícil. Imediatamente, um estudante respondeu: *“Meu pai mede madeira com uma fita amarela de ferro!”*; *“Quando solta rápido a fita, ela corta a mão!”* Perguntamos se ele poderia descrever melhor como era essa ferramenta, e logo outro indagou: *“Fita de pedreiro professor, o senhor não conhece?”* Como em outros momentos, todos queriam falar sobre essa fita, que é um instrumento padrão de medição conhecido como "trena" e que é muito comum fora do ambiente escolar. Ao descrevermos detalhes em resposta às indagações, logo um deles disse: *“Lá em casa, eu acho que tem uma dessas, mas meu pai não eu deixa pegar”*.

Essa questão de entender que existem instrumentos apropriados para medir grandezas maiores era um conhecimento matemático abstrato que eles tinham, mas logo começaram a interagir e a trazer suas vivências fora da escola para esse diálogo, sempre curiosos, disseram: *“Professor, então a quadra dá para medir com uma trena de pedreiro?”*; *“Mas a trena não é perigosa pra cortar a mão!”*; *“Como iremos fazer isso professor?”*; *“Quando vamos para a quadra?”*. Diante de toda essa interação, em que eles conseguiam analisar e até sugerir o que deveríamos fazer, assim formamos grupos entre os estudantes para que fôssemos até a quadra analisar e medir os espaços com o que achassem melhor e mais prático. Pedimos que cada grupo registrasse as medidas como as tinham coletado, seja no caderno ou em uma folha, de forma padronizada ou não padronizada.

Em relação ao que era padronizado e ao que não era, houve uma discussão diferente em sala quando usamos a palavra "padronizado"; eles ficaram confusos e não sabiam do que se tratava. Dessa maneira, iniciamos uma discussão sobre o sistema de medida e os procedimentos para medir a largura e o comprimento da quadra com uma medida padronizada e outra não padronizada. Diante das possibilidades, primeiro falamos da medida padrão, que pode ser feita com a régua escolar, como eles acreditavam. No entanto, para o caso de um ambiente mais amplo, perguntamos o que sugeriam, e nesse momento alguns estudantes mencionaram que já viram o pai utilizando um metro de madeira para medir móveis e tábuas, outro disse

que o tio utiliza uma trena para medir cômodos da casa, e outra vez alguém mencionou que a mãe tem uma fita métrica que utiliza para costurar, continuando a expor as experiências que tinham. Também conversamos sobre como as pessoas e os profissionais mediam antigamente, antes de existirem esses instrumentos, e outro estudante disse que viu o avô medindo o quintal ou a varanda dando passos largos, e até reproduziu isso dentro da sala.

Na escola, havia duas trenas disponíveis para serem utilizadas pelos alunos. O modelo dessas trenas é mostrado na figura 10 a seguir.

Figura 10 – Uma das trenas utilizadas na atividade



Fonte: Dos autores

Quando a coordenação nos entregou as trenas, os estudantes logo tinham algo a dizer: *“Meu pai é pedreiro professor, ele tem uma dessas!”*; *“Na minha casa tem uma dessas, mas meu pai é caminhoneiro!”*; *“Meu avô tem uma dessas, ele trabalha fazendo cercas em fazenda!”* Percebemos que já conheciam o instrumento, só não relacionavam com a função, mas agora tinham a possibilidade de aprender a utilizá-lo, e os testes se iniciaram dentro da sala de aula primeiramente.

Iniciamos perguntando o motivo de a fita da trena ter duas faces, uma com medidas em polegadas e a outra com medidas em metros, centímetros e milímetros. Para que se acostumassem, pedimos que medissem as mesas e o comprimento da sala, e logo disseram: *“Posso medir o meu tamanho professor?”*; *“Vamos medir o pátio da escola?”* Percebemos que eles estavam adquirindo conhecimento em relação ao uso do instrumento que propomos e a sua função específica. *“Então para medir a mesa pode ser a régua e lá fora que é grande tem que ser a trena?”* Assim, continuaram se medindo, fazendo comparações e discutindo, e percebemos que

estavam compreendendo a relação entre o tamanho a ser medido e o instrumento a ser utilizado.

Depois de várias medições, questionamos como as pessoas mediam as coisas antes de terem instrumentos próprios, se já tinham pensado nisso. Alguns ficaram em silêncio, outros disseram que era difícil, mas deram sugestões como medir por passos, por mãos, por braços, com barbantes, e a imaginação aflorava. Discutimos um pouco sobre essas medições não padronizadas, falando da questão de um passo ser maior que outro, de termos problemas em entender as informações. Neste momento, um dos estudantes falou que poderíamos medir o tamanho da sala por passos, e assim fizeram, com passos de um, de outro, e então comprovaram o problema da diferença de unidades. Sugeriram medir o tamanho do passo e fazer a conta.

Trazer esses conhecimentos sobre as formas de medir é possibilitar a aquisição de conhecimentos matemáticos históricos sobre medidas e grandezas. Segundo Souza et al. (2010), no Império Romano, utilizava-se desse método de medida, tendo 5 pés que equivalem a 1,48 cm, onde nos dias atuais, tanto nos Estados Unidos quanto no Reino Unido, usa-se o tamanho do pé para medir em jardas, equivalendo a cada pé a 30,48 cm. Eles adoraram a história e se surpreenderam com essa possibilidade.

Na educação matemática, essas pautas sobre os conhecimentos históricos da matemática vêm sendo discutidas em diversas pesquisas que observamos durante o mestrado. D'Ambrósio (2012) afirma que conhecer a história dos procedimentos matemáticos, a história da matemática em si, é fundamental para o estabelecimento da matemática como um elemento cultural, em contraste com o modo mecanicista de considerá-la como algo apenas exato. Outros pesquisadores, como Brito e Mendes (2012), dizem que estudar os aspectos históricos da matemática aumenta a motivação para a aprendizagem, humaniza a matemática e contribui intrinsecamente para as mudanças nas percepções dos alunos em relação à própria matemática. Já na modelagem matemática, o comparativo feito em relação às duas formas de medir, ao contextualizarmos a forma como isso era feito no passado, possibilitou que os estudantes fizessem uma comparação ao se envolver em uma assimilação, onde conseguiram trazer conhecimentos já adquiridos em sua trajetória. Isso, como Matos (2017) contextualiza, representa um envolvimento significativo com os conhecimentos matemáticos prévios e procedimentos de medição históricos para resolver problemas em questão, e principalmente por ter englobado o desenvolvimento de outras

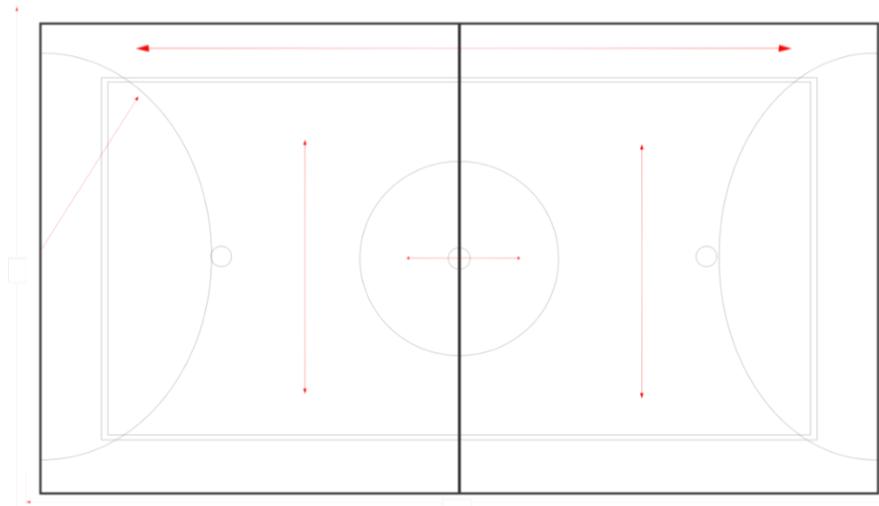
competências, como uma melhor reflexão nas formas de medir, a potencialização do raciocínio e a socialização do conhecimento. Encerramos este encontro com algumas possibilidades já definidas, com os estudantes muito participativos e engajados em continuar o desenvolvimento da atividade.

No dia 25/5, iniciamos o nosso terceiro encontro com esses estudantes. Preparamos um desenho impresso da quadra que eles iriam medir, para que ficasse mais fácil anotarem, pois, de acordo com a professora regente, eles se perderiam, uma vez que não estavam acostumados a aulas assim. Fomos brevemente à sala para lembrar os combinados, ouvir recomendações da professora regente quanto ao comportamento e, em seguida, fomos até a quadra de esportes. Todos estavam muito animados por estarem fora da sala de aula e prontos para iniciar os trabalhos práticos, algo novo para eles em relação à matemática, onde Viecili (2006) diz que isso se deve ao fato da modelagem matemática ser um caminho para mudar o ensino tradicional. Seu desenvolvimento construirá nos estudantes uma nova visão sobre a matemática e construirá neles um conhecimento mais esclarecido, visto que estarão trabalhando com aquilo que lhes agrada e em um ambiente diferente da sala de aula, com motivação e envolvimento, melhor contextualizando:

É uma proposta que é vista como forma de capacitar o estudante a poder analisar um determinado problema em todos os seus aspectos, possibilitando a busca da resolução como motivação para estudar outras partes da matemática (VIECILI 2006, p.25)

Já em um ambiente diferente, os 16 estudantes foram divididos em 4 grupos e se organizaram com aqueles que tinham mais afinidade. Para ficar menos confuso, separamos de dois em dois grupos para medirem. Enquanto dois grupos ficavam em cada lado da quadra, os outros dois grupos se sentavam nas arquibancadas para poderem observar e aguardar a vez. A organização para medir partia deles, em cada grupo, sempre havia um estudante mais articulado sugerindo primeiro as ideias de como começar. Devido à quadra ser um ambiente muito maior do que a sala de aula com a qual eles já tinham experiência, sugerimos que achassem uma forma de todos ajudarem e participarem, uns escreviam as medidas enquanto os outros mediam e assim todos podiam participar. Os dados obtidos eram registrados em um gabarito, exatamente como está disposto na figura 11 a seguir.

Figura 11 - Gabarito utilizado para as medidas.



Fonte: Dos Autores

Os estudantes iniciaram as medições de forma surpreendente e realizaram a medição da largura e do comprimento da quadra sem maiores problemas. Ao utilizarem a trena, eles interagiram uns com os outros de forma mais enfática no manuseio da ferramenta, que ainda era uma novidade. Muitas dúvidas iam surgindo: *“Professor, é para medir da mesma forma que fizemos na sala?”*; *“Como vamos fazer isso, só tem duas trenas!”*. O interessante em uma criança é que, por mais que tenham dúvidas ou perguntas, eles sempre têm alternativas que vão ao encontro de seus interesses. Logo, um deles indagou: *“Cada grupo fica com uma trena e pronto ué!”*. Teria que ser dessa forma, tínhamos 4 grupos, e dois deles teriam que aguardar os primeiros terminarem.

Alguns deles já exerciam liderança, tomando a frente das intervenções e auxiliando aqueles colegas com maiores dificuldades. Percebemos a troca de ideias entre eles, o trabalho em equipe, uma interação cordial e produtiva. Essas interações, de maneira geral, proporcionaram um maior dinamismo na atividade, que aos poucos ia facilitando a compreensão matemática. Alrø e Skovsmose (2010, p.119) apontam:

As interações entre professor/alunos e alunos/alunos, são caracterizadas como diálogos construtivos e esses diálogos são conversações que visam a concepção da aprendizagem (ALRØ E SKOVSMOSE 2010, p. 119).

Burak (1998, p.32) também contextualiza algo sobre essa interação entre os alunos nas atividades de modelagem, dizendo que:

O trabalho na modelagem sempre se desenvolve em plena interação entre professor-aluno-ambiente, sem a predominância

de um ou de outro, valendo-se, porém, da interação entre as três dimensões, porque o aluno deve buscar, o professor deve mediar e o ambiente é a fonte de toda a pesquisa (BURAK, 1998, p.32).

Outro fator considerável nesta parte foi a percepção das figuras geométricas. Alguns estudantes observaram nos desenhos e na pintura da quadra uma relação com a geometria formal, relacionaram o desenho com as figuras que havíamos conversado em sala de aula. Na figura 12, são demonstrados alguns passos deles na quadra tirando as medidas.

Figura 12 – Os grupos utilizando a trena para medida padrão



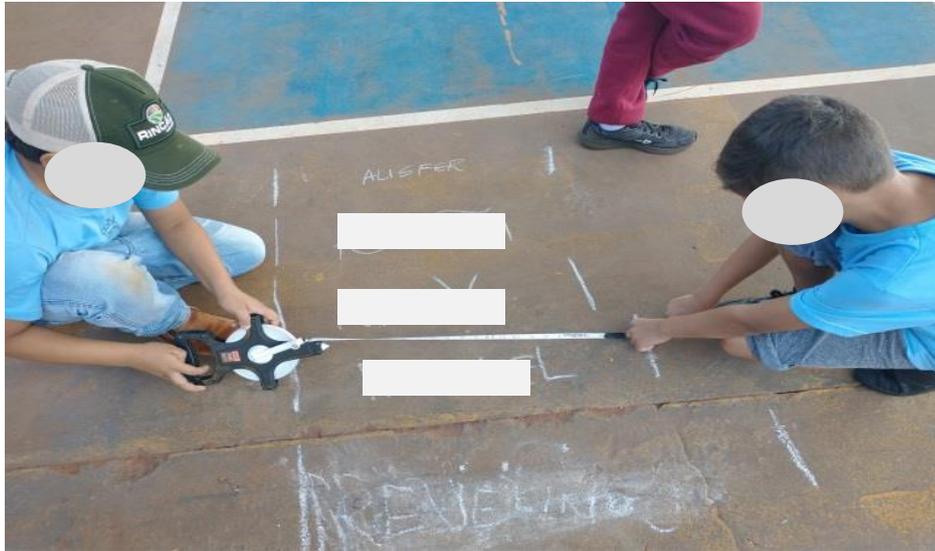
Fonte: Dos Autores

Na figura 12, foram dispostas quatro situações diferentes, que correspondem aos quatro grupos formados na turma medindo a largura e o comprimento da quadra. Os estudantes participantes desta pesquisa serão expostos aqui com nomes fictícios, pois preservaremos suas identidades.

Enquanto estávamos acompanhando dois grupos em uma parte da quadra, outros dois tinham que aguardar a sua vez. A maioria dos alunos ficou nas arquibancadas ao redor do ambiente, e alguns deles já iniciaram a outra medida por conta própria, visto que já tínhamos feito isso em sala de aula, onde mediram o tamanho do passo de cada um. Como já tinham discutido essas questões em sala, eles sabiam que os passos eram diferentes uns dos outros, tanto devido à altura diferente de cada um quanto à forma como faziam o movimento. Um deles indagou: *“Professor, por que o meu passo é menor que da Amanda?”*; *“Que tamanho é o meu*

passo? Posso medir ele?” Assim, iniciamos o processo de medir o próprio passo, como é apresentado na figura 13 a seguir.

Figura 13 – Medindo o próprio passo individualmente



Fonte: Dos Autores

Percebemos que eles queriam achar um jeito de medir usando passos, pois segundo eles era “fácil”, era “só andar”. Tentaram medir passos para depois fazer as contas, mas mesmo assim, os valores não batiam com a medida da trena. Perceberam que era difícil desenvolver esse procedimento, apesar de terem noção de que teriam que utilizar operações matemáticas para calcular essa medida, caso fossem usar os passos. Na figura 14, destacamos dois deles fazendo o movimento de medir a quadra com passos.

Figura 14 – Medindo a quadra com a medida não padronizada



Fonte: Dos Autores

Esta percepção leva o estudante a pensar sobre a necessidade da matemática no dia a dia das pessoas. Quando perceberam que não dava certo, falaram como seria difícil, por exemplo, fazer uma casa. Neste sentido percebemos a criticidade e a reflexividade do estudante em relação à situação. De acordo com Barbosa (2003), o conhecimento reflexivo é construído pelo envolvimento dos alunos em discussões reflexivas, desenvolvendo o senso crítico e a participação em discussões sociais a partir da matemática, potencializando a participação deles em decisões coletivas ou em grupo, caracterizando a perspectiva sócio crítica da modelagem.

Nesta fase ocorreu muita interação, e os estudantes se divertiam com a quantidade de passos diferentes de um para outro, e os diálogos continuavam a soar de maneira muito evidente nos grupos que melhor se organizaram e que também se interessaram mais por este tipo de medida realizada: *“Professor, é mais fácil medir com a trena!”*; *“Olha o passo do Luan, é maior que do Rivelino!”*

Foi assim que continuaram a perguntar algo relacionado ao que vimos em sala de aula, como por exemplo: *“Professor, como os romanos mediam as coisas desse jeito?”*; *“Acho que as medidas deles eram todas erradas!”*; *“Prefiro medir com a trena, é mais fácil!”*.

Neste sentido, defendemos a modelagem como uma prática que permite comparações entre resultados, trocas de conhecimentos entre os participantes e presunções sobre os caminhos ou opiniões diversas, mesmo que esses indivíduos sejam crianças nessa faixa etária da descoberta. Segundo Lima et al. (2019), o estudante se auto reconhece como um “sujeito ativo” no processo de construção por meio da modelagem matemática, pois ele investiga e reflete posteriormente sobre suas ações, principalmente quando estas estão relacionadas à cultura de seu grupo, de seu cotidiano e, principalmente, de seu interesse e das ações a que estão acostumados no dia a dia.

As conclusões obtidas em relação às duas formas de medidas apresentadas revelam que os estudantes optaram pela forma que proporcionou maior praticidade ao realizá-la. Apesar de necessitarem da ajuda de um colega para usar a trena, perceberam que a medida padronizada oferecia maior precisão. Eles confiavam mais no resultado quando este era semelhante ao do colega. Já na forma não padronizada, que era algo novo para eles na prática, perceberam que necessitavam de mais esforço e envolvia etapas adicionais. Nessa etapa, percebemos que além da autonomia adquirida eles já participavam ativamente das tomadas de decisões nos grupos. Burak

e Aragão (2012) enfatizam isso como um momento importante no desenvolvimento da atividade, onde o professor encaminha a etapa e o estudante toma a frente das decisões individuais e também em grupo, refletindo uma participação ativa e que a cada passo vai buscando ser mais participativo, expondo claramente os líderes do grupo.

Nesse contexto, é de suma importância que o professor oportunize sempre momentos como este, pois, de forma geral (não somente na matemática, mas em todos os segmentos e disciplinas), é necessário criar formas de possibilitar que os estudantes possam pensar de maneira mais abrangente. Isso consequentemente criará um novo rumo no aprendizado, e é dessa forma que pensamos.

Desde o princípio da atividade 1, procuramos deixar os alunos muito à vontade quanto à questão de opinar, de escolher caminhos, de discutir opiniões, principalmente em seus grupos, isso foi plausível nesse processo, visto que ocorreu naturalmente nas etapas desenvolvidas e foi assim no decorrer da pesquisa. Percebemos neles o espírito de equipe, sabiam ouvir, respeitar a opinião do outro, decidiam o caminho melhor e todos iam, eles apresentavam cumplicidade, consideramos que isto se deve, principalmente pelo tempo que ficavam no espaço escolar, visto que a escola é de tempo integral e também pela escola estar localizada em uma região longe de centros urbanos, as famílias deles eram vizinhas, parentes e então eles conviviam juntos mesmo fora do ambiente escolar. Silva e Kato (2012) destacam que em atividades de modelagem não são potencializados apenas conceitos matemáticos, mas também a formação cidadã dos estudantes, na qual eles podem participar e levar as discussões da escola para o seu cotidiano. Isso desenvolve a conscientização acerca do seu papel dentro da sociedade, visto que pode mudar ou provocar a sua forma de enxergar o mundo ao seu redor.

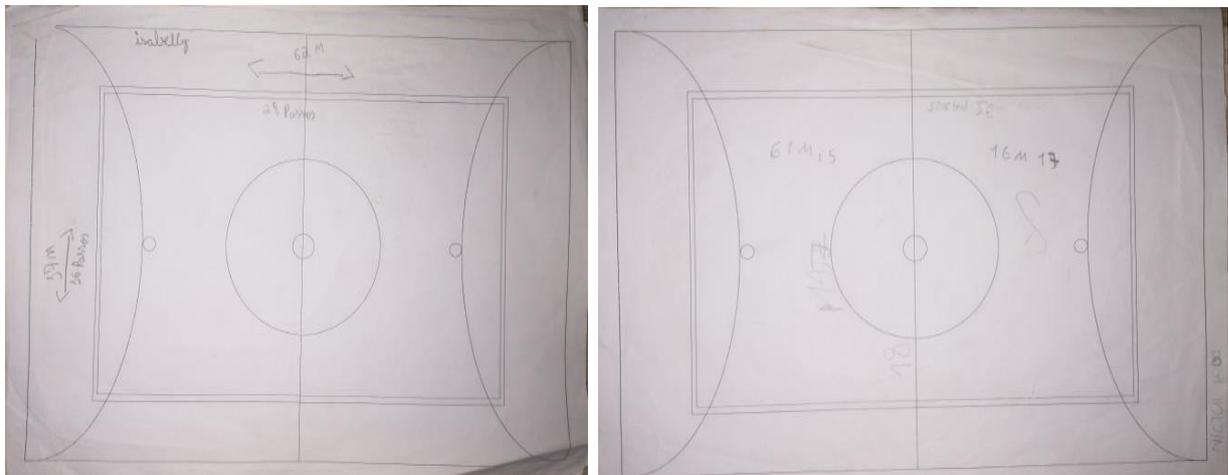
Também verificamos nos grupos a existência de espírito de liderança. Percebemos que alguns estudantes se destacavam em relação aos outros no que tange à iniciativa e conseguiam organizar os demais sem causar brigas. Era uma mediação. Machado e Inafuku (2019, p. 3-12) contextualizam isso, dizendo que:

O comportamento das crianças em uma instituição é uma consequência social da qual eles estão inseridos, onde o próprio termo “liderança” é muito bem aceito desde que seja contrário a definição “autoritarismo” e o importante nesse processo, é o professor deixar bem claro, que liderança se conquista naturalmente (MACHADO E INAFUKU, 2019, p.3-12).

Ao retornarmos para a sala de aula, observamos os gabaritos preenchidos e tudo o que anotaram durante a etapa na quadra. Devido ao uso das arquibancadas e do piso, muitos desses gabaritos ficaram amontoados e sujos. Explicamos a eles que o material escolar, como cadernos, provas e livros didáticos, são documentos que atestam a presença, a participação e o aprendizado deles, então precisam ser caprichados, organizados e legíveis. Pedimos que usassem as informações coletadas, mas que preenchessem novamente o gabarito.

Dessa maneira, quando estiverem em outras etapas dos seus estudos, terão o costume de usar um rascunho e depois preencher um documento com mais calma, no lugar adequado, para que seja melhor entendido e avaliado. A observação foi feita para que esse procedimento se tornasse comum a partir de então, cuidando não só da finalização dos conteúdos estudados, mas também do zelo e da aparência do material. Na figura 15, mostramos dois gabaritos preenchidos ainda na quadra.

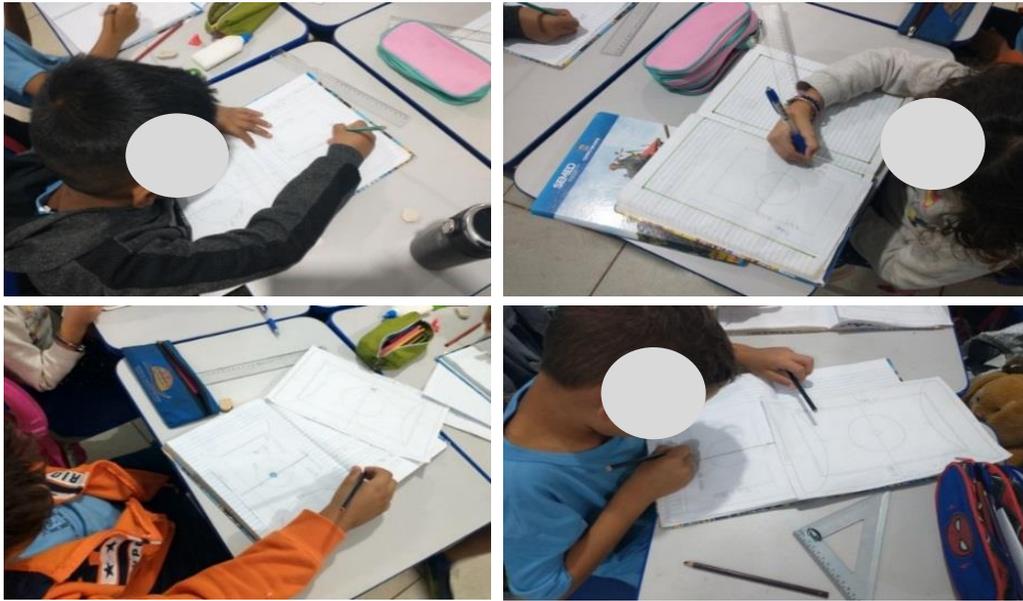
Figura 15 – Gabaritos preenchidos na quadra



Fonte: Dos autores

Nos exemplos acima, foram colocados uns dos gabaritos que ficaram legíveis, com as medidas padronizadas e não padronizadas. Em alguns deles, não foi possível fazer essa análise, então esses estudantes foram convidados a retornar à quadra novamente para repetirem as anotações. Abaixo, na figura 16, o momento em que passavam as medidas a limpo.

Figura 16 – Passando o gabarito a limpo e registrando



Fonte: Dos Autores

Durante o retorno para a sala de aula, houve interação entre os estudantes. Eles trocavam ideias sobre como tinham realizado os procedimentos na quadra, comparavam um trabalho com outro e continuavam perguntando: “*Professor, porque a minha medida é diferente do Marcelo?*”; “*Professor, porque o Arthur fez diferente da minha?*”; “*Eu acertei professor?*”; “*Tá valendo nota?*”. Assim, essas perguntas, dentro de uma interação mútua, ecoavam na sala de aula, pois eles estão acostumados a ter o “certo” e o “errado” como alternativas, e logo se mostravam preocupados com a diferença de dados obtidos.

Esta ideia, de que todos precisam estar na mesma sintonia, olhando para a mesma coisa e chegando ao mesmo lugar para ser considerado “certo”, está intrínseca neles. Para a nossa sociedade, em geral, a matemática é exata e todos deveriam ter o mesmo resultado. O “certo” ou “errado” presente nesses estudantes podia, de certa forma, atrapalhar no aprendizado deles, visto que havia uma visível desmotivação quando o próprio colega condenava ou criticava a atividade do outro. Por exemplo, um estudante disse: “*Olha a medida do Cauã está errada!*”, e logo percebemos que o Cauã se desmotivou. Trabalhamos para que isso não ocorresse novamente. Burak (2010) atribui esses comentários à fase da análise crítica das soluções, onde os estudantes começam a construir significado naquilo que estão desenvolvendo e a criar suas próprias conclusões diante das decisões tomadas.

Isso foi importante para este momento, onde evidentemente fazíamos o contrário. Não condenávamos a ação, mas incentivávamos a buscar excelência naquilo que estavam fazendo, onde o incentivo trazia de volta o entusiasmo perdido por um momento na crítica do colega.

Ao realizar o primeiro balanço do desenvolvimento da atividade, concluímos que o entusiasmo e a participação deles, especialmente por meio das perguntas, indicavam um interesse despertado pelo objeto de estudo que estávamos explorando. A criticidade e os questionamentos deles aumentavam conforme ganhavam confiança para perguntar sem problemas e oferecer sugestões. Neste caminho, superavam algumas de suas próprias dificuldades. Em nenhum momento percebemos que queriam desistir ou que não estavam entendendo o assunto, apesar de algumas dificuldades, principalmente em relação às unidades de medida. Ao preencherem o gabarito da quadra, às vezes se confundiam, mas um ajudava o outro.

Esta questão da ajuda entre os pares e outros aspectos observados até aqui fundamentam que, segundo Almeida e Dias (2004), no desenvolvimento de atividades de modelagem, o ambiente está propício para o desenvolvimento de algumas habilidades. Seja em despertar reflexividade no estudante ao torná-lo sujeito ativo nas interações em sala de aula, o que faz com que ele se torne mais questionador e participe ativamente da aprendizagem do seu grupo.

Ao pedirmos para passarem os gabaritos a limpo, solicitamos que o fizessem individualmente, pois nosso objetivo era identificar as dificuldades de cada um. Percebemos que alguns ainda demonstravam não entender que 1 metro equivale a 100 cm, além das questões relacionadas aos milímetros e às subunidades que compõem o metro. Nesse contexto, voltamos a falar sobre a régua, sobre a fita métrica, fomos pegando partes e trabalhando seus significados, as linhas pequenas entre um centímetro e outro, e que cada centímetro era composto por 10 milímetros, uma característica importante da modelagem, que é oportunizar identificar problemas de aprendizagem no momento em que a atividade está acontecendo.

A modelagem também protagoniza o professor no processo em que, ao desenvolver atividades, ele também pode avaliar seus alunos e o aprendizado que se dá por meio do desenvolvimento, nesse caso, através das etapas que definimos como norteadoras, as etapas de Burak. Assim, o processo de avaliar a aprendizagem a cada passo que a investigação percorre, segundo Sousa (2020), ocorre de maneira articulada e criteriosa, pois não se configura como uma "classificação", tal como ainda

é praticada na maioria das escolas brasileiras e entendida como seletiva ou excludente. A modelagem permite que essa ideia seja contrária, pois o professor acompanha o desenvolvimento gradativo do aluno. Isso foi possível ao analisarmos como eles evoluíam no entendimento das medidas e grandezas a cada momento, seja na sala, na quadra, no retorno para a sala novamente; eles eram analisados a todo momento.

Nesse momento encerramos a parte do levantamento dos problemas (terceira etapa de Burak) e iniciamos resolução dos problemas (quarta etapa) que segundo Burak (2010), é um momento crucial em uma atividade de modelagem matemática, visto que:

Quando pensamos na resolução de um problema ou de uma situação-problema, os conteúdos apresentados ganham importância e significado, começando a serem utilizados de maneira efetiva, pois deles dependerão as soluções para os problemas propostos (Burak, 2010, p.34).

Moreira et al. (2021) acredita que, nessa etapa proposta por Burak, é necessário que o professor não deixe que a ansiedade pela realização iniba o estudante, precisa tornar a experiência significativa, pois desenvolver uma atividade com esse âmbito na sala de aula, é uma experiência única. Dessa forma, pode existir a necessidade de:

Adaptação dos conteúdos, que faça revisões, que se encontre habilidades e objetivos amplos em caso de não perceber, de imediato, o desenvolvimento dos dados obtidos (MOREIRA et. al, 2021, p.33)

Ao desenvolver as medidas, que é um conhecimento matemático, ao trazer novamente os dados para a sala de aula, esses estudantes buscaram as teorias contempladas, os conceitos e todos os processos aprendidos para resolver. A interação emergiu de forma mais abrangente no momento em que eram convidados a detalharem os resultados, e foi quando alguns deles argumentaram: “*A medida feita com a trena está certa professor?*”; “*Como eu tenho certeza que tá certa?*”; “*Tem outra forma de medir, professor?*”. E foi nesse momento que começamos a discutir as formas de trabalhar medidas e grandezas nos dias atuais, onde explicamos a eles que a forma não padronizada é uma maneira de medir que já está em desuso e que a trena ainda é muito utilizada, pois apresenta resultados mais precisos.

Assim, em meio a uma conversa que se desenrolou por mais de 30 minutos da aula, falamos do passado em relação às medições, do presente com o metro, com a

fitas ou trenas, com a régua e então perguntamos o que eles achavam que seria no futuro. Um dos estudantes disse: *"Ué, vai ser tudo com o celular, né, professor!"* Dessa maneira, iniciaram uma discussão sobre o que seria possível fazer com o celular, onde um deles indagou: *"Meu tio usa o celular pra tudo!"*; *"Minha mãe usa o celular pra trabalhar!"* Aproveitamos para falar sobre o avanço tecnológico da humanidade, que aos poucos a tecnologia vem sendo utilizada como uma forma de substituir ferramentas, e assim voltamos às questões matemáticas, precisamente nas questões que envolvem medidas. Logo, um estudante indagou: *"Professor, dá para medir com o celular?"*; *"Meu irmão tem um que ele joga e ganha dinheiro"*; *"Duvido, isso é verdade professor?"*. E assim falamos sobre os aplicativos de celulares modernos, sobre softwares que flexibilizam os trabalhos, principalmente envolvendo medições. Terminamos a aula conversando sobre o que eles mesmos perguntaram, sobre o fato de as medidas estarem certas ou como isso pode ser comprovado, e prometemos que na próxima aula voltaríamos a falar sobre essas possibilidades.

4.2.1 Potencializando a atividade1 com tecnologia

Ao pensar sobre o uso de um aplicativo de medidas para a atividade de modelagem, tínhamos como objetivo mostrar e discutir a questão dos resultados mais precisos, pois o fato de os resultados não serem iguais despertava desconfiança quanto às medidas obtidas, parecendo incomodar a maioria dos estudantes. Nossa ideia inicialmente era apenas potencializar diferentes formas de medir, mas depois nos dedicamos a mostrar a evolução dos instrumentos, a precisão dos resultados, bem como questões de aproximação e arredondamentos desses resultados.

Iniciamos mais um encontro proposto no cronograma para discutir o uso de um aplicativo de medidas. Seguindo a proposta de Burak (2010) em uma atividade de modelagem, as etapas não seguem uma sequência rígida e obrigatória. Apesar de estarmos no caminho da resolução dos problemas, voltamos às etapas anteriores e retornamos à quadra para medi-la novamente, mas desta vez com outra ferramenta. Poderíamos ter feito isso nos encontros anteriores, principalmente quando medimos a quadra com a trena. No entanto, queríamos que eles comparassem as formas que utilizaram para medir, que pudessem formar uma opinião sobre cada instrumento utilizado.

A ideia de apresentar a eles um aplicativo digital de obtenção de medidas é fomentar que os avanços tecnológicos incentivaram o surgimento de novas formas de

comunicação e interação humana. A utilização desses aplicativos existentes abre espaço para um aprendizado inovador, organizado e prático, enriquecendo um aprendizado já concebido e proporcionando ao ser humano mais prazer no trabalho e menos tempo gasto em algumas atividades. Na era da tecnologia, devemos utilizá-la para o bem.

Segundo Nicolau e Marinho (2017), os estudantes que utilizam aplicativos digitais terão mais tempo para discutir ideias, compartilhar informações e debater interpretações. Ao contrário do que muitos educadores pensam, os aplicativos digitais não criam um isolamento do aluno, mas oportunizam a criação de novas habilidades cognitivas e viabilizam uma alocação mais eficiente do tempo nas aulas. Dessa forma, iniciamos mais um encontro em 01/06, retornando à quadra para medi-la novamente com o uso de um aplicativo digital de medida.

Nesse encontro, que se iniciou na sala de aula, pudemos explicar o que pretendíamos fazer ao medir novamente a largura e o comprimento da quadra, mas dessa vez com o uso de smartphones e um aplicativo que facilitaria todo o trabalho que eles haviam realizado utilizando a trena manual e os passos. Reforçamos os objetivos, fizemos acordos e alinhamos como os procedimentos ocorreriam. Devido ao grande entusiasmo em utilizar a tecnologia, voltamos à quadra esportiva com os mesmos grupos das primeiras etapas e pudemos trabalhar com o uso dos equipamentos que conseguimos disponibilizar para este fim. Tínhamos apenas três aparelhos, e novamente contamos com a organização e paciência deles, visto que todos deveriam fazer a medição.

O aplicativo que utilizamos foi o "Câmera de Fita Métrica", um aplicativo com características da "tecnologia da realidade aumentada", que permitia que eles fizessem medições escaneando o ambiente desejado. Para realizar a medição, era necessário apontar a câmera do celular para um ponto inicial e, em seguida, para o ponto final, obtendo assim a medida exata. O procedimento era muito simples, não necessitando de treinamento em sala de aula. Fornecemos apenas uma orientação básica sobre os botões do aplicativo e partimos diretamente para a prática, onde todos puderam experimentar essa forma de medir. O aplicativo funcionava como uma trena digital, requerendo apenas um usuário para realizar e registrar as medições na própria tela do aplicativo. Observamos que os estudantes se adaptaram bem ao equipamento, e muitos deles já tinham alguma familiaridade com o uso, o que facilitou o trabalho e permitiu que todos realizassem a tarefa.

Na figura 17, destacamos 1 estudante de cada grupo realizando as medidas de maneira individual, registrando e conferindo a precisão quanto às medidas já obtidas nas etapas anteriores.

Figura 17 – Medindo a quadra com o aplicativo Câmera de fita métrica



Fonte: Dos Autores

Eles estavam entusiasmados com a medição pelo celular, entenderam rapidamente como fazer e não apresentaram dificuldades, uma vez que a maioria utilizava o celular com frequência. Apresentaram menos dificuldade do que com a trena tradicional, sem contar que cada medida obtida, o próprio aplicativo registrava, o que, segundo eles, era ótimo, economizava papel e ainda detalhava as informações na tela do smartphone sem erros. Acreditamos que ao chegarmos a essa parte tecnológica da atividade, o smartphone se mostrou um equipamento comum no cotidiano deles. A descoberta de outra funcionalidade foi muito motivadora e logo interagiam: “*Professor, o meu celular é melhor que o seu*”; “*O celular da minha mãe tá bugado*”; “*É mais fácil medir com o aplicativo!*”; “*Vou instalar esse aplicativo no meu celular*”. Dessa maneira interagiram enfaticamente.

Como a precisão é uma característica desse aplicativo, focar a câmera do celular em um ponto inicial e encerrar a medição no ponto final exigia que a perspectiva fosse criada no ponto exato e bastante preciso. Devido à dificuldade de equilibrar o aparelho por conta da prática e focar a câmera com exatidão no ponto

específico, as medidas tiveram algumas diferenças em milímetros e outras de 1 ou 2 centímetros somente. No entanto, as medidas tanto do comprimento quanto da largura da quadra foram iguais para todos, sem exceção.

Na figura 18, registramos algumas medidas sendo capturadas com o aplicativo que, no geral, todos realizaram. A maioria apresentou mais desenvoltura com o celular, e imaginamos que isso se deve à familiaridade com o equipamento. Outros três estudantes, que não tinham celulares ou que usavam o celular dos pais quando possível, tiveram um pouco mais de dificuldade com os equipamentos, visto que, segundo eles, tinham receio que caíssem no chão e quebrassem.

Figura 18 – Detalhe da utilização do aplicativo feita pelos estudantes



Fonte: Dos Autores

Ao trabalharmos com o aplicativo, os aspectos do cotidiano deles foram evidenciados e trazidos para a atividade. Isso é um fator essencial, pois acrescentou mais dinâmica à aula e os resultados foram mais satisfatórios ao cumprirmos o objetivo proposto. Ao demonstrarmos as possibilidades de medir um ambiente, o aplicativo agradou os estudantes pela praticidade. No entanto, os momentos fora da sala, com o uso da trena manual, e dentro da sala, registrando os dados, são momentos indispensáveis nesse processo. Eles podem até ser potencializados com tecnologia, mas não podem ser substituídos totalmente, pois a matemática desenvolvida nesses momentos pôde mudar conceitos, como o conhecimento do

assunto, a assimilação com o cotidiano, a interação entre os pares e, principalmente, a aproximação da matemática com o mundo real.

Já na tecnologia, outros conceitos foram desenvolvidos, como o cuidado com o equipamento, a noção de que aquele objeto tem um custo elevado e nem todos têm a oportunidade de possuir um, e o mais interessante é a confiança que adquiriram com o uso da tecnologia, o manuseio do objeto, as funcionalidades quanto ao equilíbrio e apontamento da câmera para que as medidas fossem conseguidas.

Em uma conversa com a professora regente da turma, ela nos disse que percebia uma mudança de comportamento entre eles e, fundamentalmente, a mudança de postura em sala. Estavam questionando mais, pediam para ela esperar eles pensarem, estavam arriscando mais, sem medo de errar, sendo muito mais participativos. Consideramos que a modelagem matemática pode ter sido um fator de mudança, alunos mais questionadores e participativos era também uma percepção externa, de outro professor em relação ao trabalho que estávamos desenvolvendo. Segundo Burak (2010), se o grupo tem interesse no assunto, eles vão questionar mais, participar mais, pois estarão motivados e irão se acostumar a serem participativos. Quanto à questão de mudança de comportamento, podemos interpretá-la como um caminho que estávamos construindo para uma mudança do sujeito em relação à matemática, ou aquisição de autonomia em relação a todos os conteúdos através desse primeiro contato com a modelagem. É evidente que essas são situações que vão ocorrendo durante os trabalhos, e é isso que esperamos. Burak (2010) considera que nesse caso, eles estavam perdendo o medo de errar e isso é importante para a aprendizagem.

O erro deve ser entendido como uma aproximação da verdade, pois é mais educativo e preferível o erro resultante de um processo de pensamento, do que uma resposta correta emitida ao acaso, quando o estudante não é capaz de justificar o porquê da resposta dada (BURAK, 2010, p.22).

A análise do que foi presenciado mostrou que, ao utilizarmos um aplicativo incorporando tecnologia na atividade, construímos gradualmente um processo que despertava o interesse contínuo das crianças. Elas não se cansavam do assunto, sempre queriam saber o que viria após aquela etapa terminada. Isso era percebido em suas falas: *“Professor o que vamos fazer agora?”* E eles assimilavam que a atividade e suas etapas foram se diferenciando durante o percurso, tornando-se mais

atrativas e complexas à medida que adquiriam gradativamente os conteúdos matemáticos que propúnhamos.

Para encerrarmos esta atividade, voltamos à sala de aula e retomamos o trabalho com o gabarito, pois naquele momento já tínhamos as medidas que a atividade visava adquirir. Todos foram convidados a pegarem suas anotações e encerrar a atividade da quadra para começar o desenvolvimento da quinta etapa de Burak, a "Análise crítica das soluções". Segundo Burak (2010, p.39), essa etapa final de uma atividade de modelagem possibilita que os estudantes se aprofundem tanto nos conteúdos trabalhados quanto nos parâmetros utilizados para resolver problemas dentro desse conteúdo, podendo também adquirir ao longo do trabalho aspectos sociais, políticos e culturais presentes no processo, itens importantes para sua formação e formação pessoal de valores e atitudes presentes no grupo trabalhado (Burak, 2010, p.39).

Reunidos na sala de aula, realizamos uma roda de conversa, retomando o tema principal da atividade e revisando tudo o que trabalhamos até então. Ressaltamos o impacto desses procedimentos na melhoria do aprendizado deles em relação ao objeto matemático estudado. Em todos os encontros, os estudantes mais participativos diziam: *"Professor a gente precisa terminar a atividade!"* outro mais adiante também falou: *"Precisamos colocar as medidas certas no gabarito, aquelas medidas que a gente fez com o celular!"* E dessa maneira, todos se reuniram em seus grupos, retomaram o trabalho com o gabarito, e foi possível perceber que eles já tinham noção de que quando há algum problema a ser resolvido, esse problema precisa ser pesquisado e pensado. Foram orientados a realizar os seguintes procedimentos:

Escrever no gabarito as três medidas obtidas, tanto da largura quanto do comprimento da quadra, utilizando os três métodos trabalhados.

Discriminar, passando a limpo, as medidas padrão com a trena, as não padrão com os passos e a medida obtida com o uso do aplicativo, onde eles puderam explicar qual método foi o mais difícil de realizar e qual deles consideravam melhor.

O que mais chamou nossa atenção foi a desenvoltura que tiveram de forma geral, sinceramente não esperávamos que fossem tão bem como se apresentaram. Relataram muito enfaticamente que os passos não são mais utilizados por falta de precisão, não é algo confiável, e que o celular era bom e confiável o bastante, mas que ainda usariam a trena por ser mais fácil de adquirir e mais barata. Quanto ao

aplicativo, às vezes, dependendo do celular, tomava espaço, precisavam desinstalar seus jogos, e o celular, segundo eles, "bugava" ou poderia acabar a bateria.

Trabalhar com estudantes nessa faixa etária é algo muito desafiador, mas gratificante no sentido de observar que mudanças ocorreram, principalmente no que diz respeito à afinidade construída ao longo das aulas. Inicialmente, eles estavam estudando com um professor que não conheciam, e gradativamente, à medida que interagíamos, essa questão diminuía. Isso possibilitava que eles desenvolvessem melhor a matemática. A interação com a professora regente também foi um fator positivo, devido à experiência dela e ao conhecimento que tinha dos alunos, o que nos ajudou significativamente no planejamento.

Ao trazermos o objeto matemático para avaliar o que sabiam, percebemos o quanto o Pandemia prejudicou o aprendizado deles. No entanto, ao longo das aulas, muitas habilidades ainda não contempladas começavam a se manifestar de forma mais clara. Eles possuíam conhecimentos adquiridos fora da escola, que puderam ser utilizados a favor da aprendizagem. Ao final de cada etapa, notávamos que até o estudante menos participativos começavam a se envolver mais, e aquele mais acanhados, que interagia menos, passava a opinar e participar de maneira mais significativa, envolvente e se destacando.

A participação deles ao sugerir o tema foi crucial, pois desenvolveram um trabalho com modelagem matemática explorando aquilo que gostavam, em um local que apreciavam estar. Perceberam que a quadra não era apenas um local de diversão ou exercícios; nela, podiam aprender outra disciplina, reconhecer formas geométricas e comprovar medidas através de instrumentos. Compreenderam que uma régua escolar não era adequada para medir largura e comprimento, sendo necessário um instrumento mais apropriado, que necessitava trabalho em equipe. Destaca-se a clareza ao opinar sobre os passos, considerados por eles uma forma não confiável de medir, enquanto a trena era vista como mais apropriada, algo que profissionais e familiares utilizam fora da escola.

A incerteza quanto à precisão das medidas obtidas na quadra foi dissipada quando utilizamos o aplicativo do celular para medir novamente. Eles perceberam que a tecnologia pode ser usada a favor do homem, sendo mais prática e rápida, tanto na medida quanto nos registros, que o celular faz automaticamente. Apesar da importância da organização nos registros feitos no gabarito e posteriormente

passados a limpo na sala, com o celular, as informações ficavam gravadas, dispensando o uso de papel.

Aprenderam, de certa forma, a manusear uma ferramenta de medida, onde puderam interagir entre eles, ajudando aquele colega que tinha dificuldades em manusear a trena, pois segundo a professora regente, essa cumplicidade ela nunca tinha percebido. Isso não é por causa da modelagem, isso está intrínseco neles, só precisavam de uma oportunidade.

O mais importante é uma conclusão que fazemos em relação ao início dos trabalhos, em que a modelagem possibilita uma construção gradativa de saberes dentro de sala e proporciona que o professor que utiliza esse método possa, conseqüentemente, conhecer melhor seu aluno. Não a vida pessoal do aluno e sim o conhecimento que adquiriu ao longo da sua vida, da vivência e suas potencialidades. Percebe em diferentes falas o que ele pensa fora da escola, como ele entende o mundo em sua volta no sentido de relacionar a matemática com esse entendimento.

Encerramos a Atividade 1 combinando que, em nosso próximo encontro, trabalharíamos a geometria na atividade das pipas, conforme descrito a seguir.

4.3 Atividade 2 e análise local – aprendendo geometria ao construir pipas

Nesta atividade, já tínhamos um grupo habituado a tarefas dessa natureza, o que foi fundamental, pois havia confiança mútua entre todos os envolvidos. Isso possibilitou iniciarmos mais um encontro em sala para, em uma roda de conversa, retomar o tema sobre as pipas, que eles mesmos demonstraram interesse anteriormente. Quando os alunos já estão acostumados com este tipo de atividade, eles ganham confiança para começar, parece que perdem o medo de errar e, então, se aventuram mais.

Nesta atividade o tema partiu das formas geométricas presentes nas figuras desenhadas na lousa, bem como das abordagens que fizemos em relação às similaridades geométricas presentes no mundo real. Com base nesse interesse e em tudo o que os estudantes já haviam apresentado, demos continuidade a mais uma atividade de modelagem matemática, com o intuito de desenvolver nesse grupo mais conhecimento em relação a este objeto matemático tão importante para a formação deles. A geometria desperta outros conhecimentos e saberes matemáticos, e a motivação por um aprendizado concreto, quando se trabalha com crianças, em geral, parte do professor.

Segundo Santos (2013), a motivação em aprender geometria deve ser vista como palavra-chave no processo de aprendizagem, pois o estudante necessita de estímulo para aprender. O exercício da aprendizagem lúdica desperta motivação e interesse, mesmo que a modelagem seja para o aprendizado matemático.

Apesar do entusiasmo conquistado pelo desenvolvimento da primeira atividade, esta produção teve o interesse de continuar a motivar esses estudantes que estavam reconstruindo seu aprendizado após a Pandemia da Covid-19. Segundo os dados da avaliação feita pela escola em conjunto com a SEMED para avaliá-los, os conteúdos matemáticos básicos referentes à geometria já deveriam ter sido dominados, mas até então continuavam a ser trabalhados de maneira gradual dentro de sala, apresentando um atraso considerável em sua condução, de acordo com a professora regente da turma. Nesse caso, a geometria tornou-se um objeto matemático fundamental para a construção de conhecimento desses estudantes, e isso também nos motivou. De acordo com Brasil (2018), a geometria envolve procedimentos necessários para resolver problemas do mundo físico e de diferentes áreas do conhecimento, onde:

Dentro dos anos iniciais do ensino fundamental, é importante, também, considerar o aspecto funcional que deve estar presente no estudo da geometria: as transformações geométricas, sobretudo as simetrias, as ideias matemáticas fundamentais associadas a essa temática são, principalmente, construção, representação e interdependência (BRASIL, 2018, p.27).

Ao seguir as orientações da BNCC, o ensino da geometria em atividades de modelagem matemática requer atenção devido à sua importância. Lorenzato (2015) acredita que as dificuldades no aprendizado da geometria nas séries iniciais estão relacionadas a diversos fatores. Os mais evidentes incluem a má formação dos professores atuais, a apresentação tardia de conceitos geométricos em livros didáticos, o que limita o tempo disponível para o desenvolvimento do conteúdo, e a falta de estímulo aos alunos por meio de metodologias de ensino.

Neste contexto, começamos a trabalhar na sala de aula, concentrando-nos mais especificamente na geometria que eles conheciam e, conseqüentemente, nas pipas. A abordagem que fizemos nessa primeira roda de conversa visava aprofundar o entendimento deles sobre esse objeto que era nosso alvo na atividade de modelagem. De acordo com Queiroz e Melo (2016), as pipas têm origens no Extremo Oriente, com mais de 2500 anos de história, tendo sido inventadas para fins militares

e, segundo alguns estudos, também para fins religiosos. Elas chegaram ao Brasil trazidas pelos portugueses e, durante essa transição do Oriente para o Ocidente, adquiriram diferentes formas geométricas em sua confecção, conferindo maior aerodinâmica e estabilidade ao voar. Nessa conversa, destacamos um pouco da sua origem, sobre o que eles conheciam em relação às pipas e por que haviam relacionado, no início da pesquisa, o formato geométrico que desenhamos na lousa com as pipas que conheciam no seu dia a dia.

Nesse primeiro momento, de forma geral, cada um dos estudantes ia dando suas contribuições, suas ideias e seus conhecimentos sobre as pipas, incluindo quais deles já haviam brincado com o objeto. A interação foi boa, e acabamos aprendendo com eles coisas sobre pipas que não tínhamos parado para pensar, como por exemplo, os formatos diferenciados que existiam. *“Professor, eu tenho uma pipa em casa, posso trazer amanhã?”* ; *“ Meu primo faz pipa balão e ele vende aqui em Rochedinho”* ; *“Lá em Jaraguari eu tinha uma pipa arraia, ela era massa”* ; *“Professor, eu já tive uma pipa estrela, o senhor conhece?”* ; *“ Meu irmão sabe fazer uma pipa balão e arraia, ela dá de bico muito rápido”*. Percebemos que as pipas e os conhecimentos do grupo em relação a elas variavam de acordo com a região em que viviam ou do lugar onde cresceram, apresentando-se culturalmente de forma diferente entre as regiões, mesmo aqui em Mato Grosso do Sul, o estado de origem desses estudantes. Os nomes das pipas que eles apresentavam eram variados, como Pandorga, Papagaio, Pipa arraia, balão, etc.

Com base nesse conhecimento apresentado, decidimos nos aprofundar mais, já que eles conheciam o tipo de pipa pela identificação geométrica. No início da pesquisa, desenhamos na lousa um pentágono, e eles logo disseram que aquela figura era semelhante à pipa que tinham em casa, que soltavam no campinho ou que o tio confeccionava. Nesse encontro, pudemos trazer para a sala de aula o notebook, o Datashow com acesso à internet e acessamos o site do clube OBMEP⁸ que apresenta oficinas de matemática, projetos e tem uma seção no site destinada a apresentar diversas pipas. Ao exibirmos as imagens, eles indicavam ao longo da aula aquelas que conheciam ou desconheciam, que já tinham visto em uma viagem que

⁸ OBMEP – Clube de matemática para o incentivo do desenvolvimento intelectual no endereço eletrônico <http://clubes.obmep.org.br/blog>

fizeram e que, de certa maneira, já haviam tido contato ou experiência de ver o objeto mais de perto.

Quando apresentamos uma pipa do site com formato pentagonal, logo entraram em êxtase: “*Taí professor, essa é a pipa que eu conheço!*”; “*Professor, foi essa que te falei, eu tenho uma dessas*”; “*Essa que eu quero fazer*”; “*Eu também quero!*”; “*Qual forma geométrica ela é?*”; “*É difícil fazer uma dessas?*”; “*O senhor consegue?*” E nesse entusiasmo criado ao apresentarmos a figura no Datashow, eles foram unânimes em querer fazer uma igual. A figura 19 mostra a pipa que apresentamos a eles retirado do site.

Figura 19 – Pipa pentagonal demonstrada no site da OBMEP



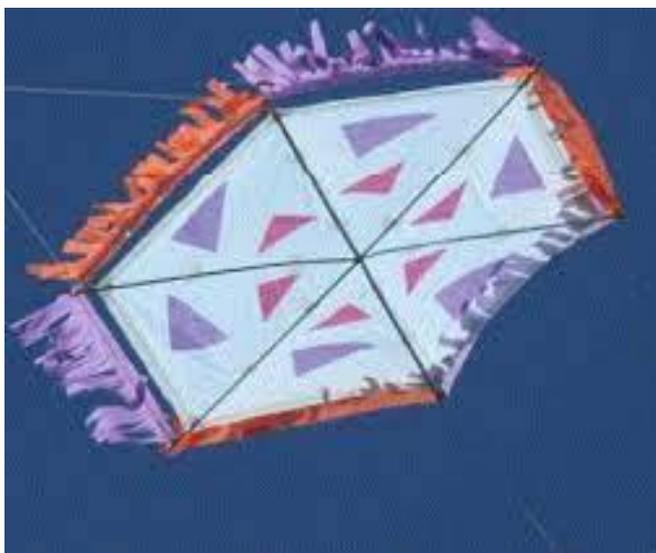
Fonte: Clube OBMEP

Ao longo dessa interação, sempre indicavam, diante de uma imagem apresentada, conhecer as pipas e suas similaridades. Sobre a pipa da figura 18, logo disseram que esse é um modelo que é comercializado na região onde residem, que no ano anterior ganharam uma pipa dessas no evento do Dia das Crianças realizado na escola e que acreditavam que esse era um modelo que poderiam reproduzir e até mesmo confeccionar. “*Professor, será a gente consegue fazer uma pipa dessas?*”; “*Que forma geométrica ela é?*”; “*Ensina a gente fazer, assim eu não preciso comprar*”; “*Essa pipa tem que medir ou pode ser de qualquer tamanho?*”; “*Eu acho que na casa da minha tia tem bambu, o senhor qué que eu trago?*” E diante de uma simples

imagem, pudemos perceber o quanto a curiosidade deles foi despertada; todos queriam falar de alguma forma da experiência que tinham, qual a relação dessa pipa com figuras geométricas, e o mais interessante era a vontade que demonstravam de querer aprender a fazer uma pipa dessas, se ela precisa ser medida e até mesmo o bambu que é usado para fazer as armações, eles queriam trazer.

Esse momento foi único, e diante disso percebíamos que a geometria poderia ser explorada, pois tínhamos um objeto do mundo real desses estudantes e que eles sabiam que era também uma forma geométrica real, o que é importante nas aulas de matemática. Segundo Skovsmose (2001), o estudante aprende matemática na modelagem por meio das relações interpessoais e com a realidade já vivida, ao invés de uma realidade falsa inventada com o propósito de servir como exemplo. Logo um estudante perguntou: *“Toda pipa é uma forma geométrica pro?”* ; *“ Existe pipa quadrada?”* ; *“ Professor, existe pipa triângulo?”* e assim íamos navegando pelas figuras do site onde as pipas de diferentes cores eram demonstradas e comparadas com figuras geométricas, Na figura 20 trazemos uma pipa que ao vê-la, novamente se entusiasmaram.

Figura 20 – Pipa hexagonal vista no site da OBMEP

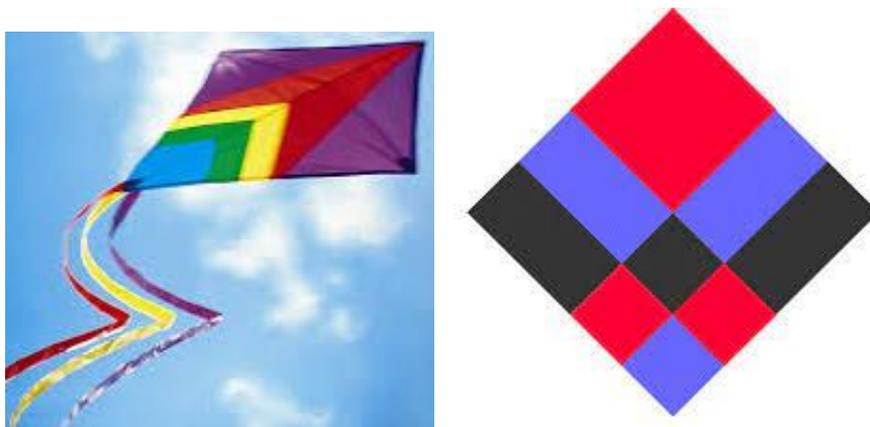


Fonte: Clube OBMEP

“Professor essa que é pipa estrela!”; “A estrela é uma forma geométrica?”; “Vixi, ela parece uma caixa de pizza!”; “Essa é difícil de fazer, olha quantidade de taquara!” Diante disso, explicávamos que pipas se apresentam de diversas formas, que no alto, ao voar, parecia uma estrela, mas que na verdade era um hexágono, por isso a

semelhança com a caixa de pizza, apesar das caixas de pizzas serem um octógono. E assim foi com as outras pipas que trouxemos do site para que eles pudessem ir associando, e as duas que destacamos abaixo na figura 21 também foram enfáticas.

Figura 21 – Pipas losango vistas no site da OBMEP



Fonte: Clube OBMEP

Diante da apresentação das figuras, continuaram: *“Não falei que existe pipa arraia professor!”*; *“Não é pipa arraia, é pipa balão”*; *“Ela é muito rápida”*; *“Como que essa pipa quadrada voa?”*; *“Acho que ela precisa de um rabiolão”*. Assim, conversávamos sobre as semelhanças das pipas com as formas geométricas que conheciam, onde a pipa que eles indicaram como “balão ou arraia” tinha semelhança com um losango, e a pipa quadrada era fácil de identificar por apresentar uma característica similar a um quadrado. Explicamos que, mesmo sendo formas menos conhecidas devido aos formatos variados, o fato de serem de regiões distantes do centro, mesmo em Campo Grande, os nomes das pipas também seriam diferentes, assim como em todo o Brasil, devido à grande extensão territorial e às diferentes culturas.

A curiosidade era tamanha que eles continuaram a perguntar: *“Professor, como um losango voa?”*; *“Existem pipas losango em Campo Grande?”*; *“Meu primo já trouxe uma pipa estrela pra mim!”*; *“O losango é igual a pipa balão?”*; *“Não! é uma pipa em forma de arraia?”*. E assim, participavam constantemente desse momento da aula; apresentavam dúvidas, mas também já esboçavam indicar os nomes das pipas. Antes, era pipa arraia, balão, estrela, e agora já indicavam similaridade ao chamá-las de pipa pentágono, pipa losango, pipa quadrada e pipa hexágono. Um estudante logo

disse: *“E agora professor, vamos construir as pipas?”* *“Eu quero fazer a pipa losango!”*; *“Eu quero fazer a pipa pentágono”*; *“Eu também quero!”*; *“Quero fazer a mais difícil que é pipa hexágono”*. Definitivamente, tínhamos o entusiasmo deles a favor, o interesse em construir as pipas, a assimilação em relação ao formato do objeto com as figuras geométricas, mas precisávamos dos modelos, dos materiais necessários para que eles pudessem construir as pipas que tanto tinham interesse. Dessa maneira, deixamos para o próximo encontro, onde teríamos tempo de disponibilizar esse material e formular como esta etapa seria desenvolvida.

Para o próximo encontro, a ideia era disponibilizar alguns materiais para a construção das pipas que eles mais gostaram, buscando relações com as figuras geométricas. Segundo Burak (2010), as etapas de uma atividade podem ser aleatórias, desde que todas sejam cumpridas e respeitadas. Já tínhamos o tema, exploramos o conteúdo, e dentro do levantamento dos problemas, buscávamos qual modelo construir, com qual material, quem faria, se faríamos em grupo ou individualmente e logo nos organizamos.

Os estudantes já sabiam que iriam trabalhar em equipe, então já se organizaram, o que nos mostra que os alunos têm iniciativa, só precisam ser incentivados a isso. Iniciamos a atividade deixando que escolhessem qual modelo iriam construir, e para facilitar, sugerimos que olhassem no site da OBMEP, onde disponibilizam tutoriais com diversos tipos de pipas e material necessário para confeccioná-las. Como havia muita discrepância na quantidade de material a ser usado na construção, para facilitar a compra, propusemos que todos fizessem o mesmo modelo e, dessa maneira, realizamos uma votação, onde todos votaram sobre qual pipa faríamos primeiro. A pentagonal foi a mais votada e, em sequência, faríamos uma no formato hexagonal e outra em forma de losango. Segundo eles: *“A pipa pentagonal é mais fácil de fazer, professor!”*; *“É só usar 3 varetas e pronto”*, e todos queriam fazê-la.

Quanto a esses aspectos que os estudantes estavam adquirindo ao trabalhar uma atividade de modelagem, no que diz respeito a tomarem iniciativa, Burak (1994) afirma que, durante a atividade em que os estudantes se sentem agentes ativos da ação, é normal o professor perceber que eles adquirem não só iniciativa, mas também discernimento, participação ativa, maior criatividade, habilidades de interação e persistência nos objetivos propostos, além da compreensão do conteúdo matemático.

Dessa forma, deixávamos que eles conduzissem esses procedimentos, visto que isso estava intrínseco na cultura infantil deles. Sabiam fazer, e nesta atividade contávamos com a vantagem de serem estudantes de uma escola do campo, de morarem em uma região afastada da área urbana. Sabiam manusear os objetos para construir as pipas, conheciam os materiais necessários, e contávamos com essa criatividade. Dessa maneira, iniciamos a confecção da pipa pentagonal. Tínhamos uma base do tamanho padrão da pipa em questão, segundo os modelos no site da OBMEP. No entanto, mesmo tendo algum conhecimento, começaram a surgir as dúvidas: *“Professor, eu posso fazer o tamanho que eu quiser?”*; *“Será que ela vai voar?”*; *“O senhor não tem um modelo pra gente copiar?”*. Mesmo entendendo que precisavam criar por si só, ficamos receosos que perdessem o interesse, então fomos até a lousa e desenhamos um pentágono, onde uns comentaram que já sabiam qual era o formato, outros visualizaram melhor o desenho que fizemos e de certa forma, acabaram se lembrando da forma já vista anteriormente.

Às vezes, a falta de interesse dos estudantes em aprender matemática se dá pelo fato de eles não entenderem a metodologia de ensino. No caso da modelagem, cabe ao professor estar sempre atento a essa possibilidade, e, segundo Matos (2017), situações próximas à realidade do aluno devem ser focadas em estabelecer direcionamentos dentro da atividade que subsidiem sempre o interesse em aprender matemática, inspirado em reflexões que o estudante faz, de cunho social e ambiental, contribuindo para a formação de um pensamento mais crítico.

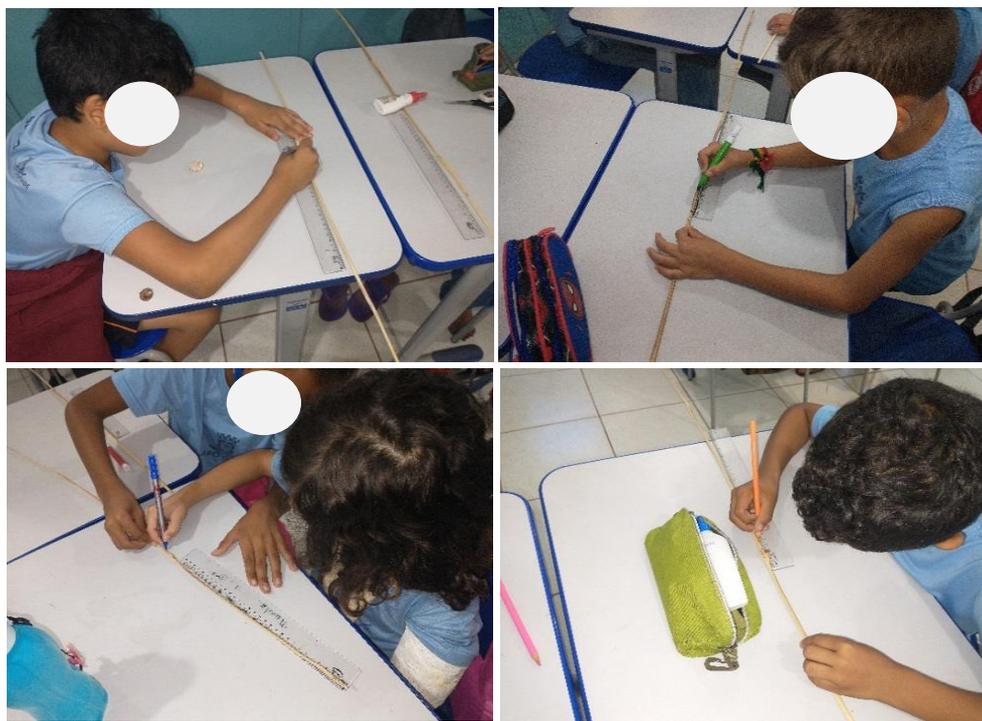
Neste contexto, continuaram os questionamentos: *“Posso fazer minha pipa do tamanho da régua?”*. Dissemos então, qual é o tamanho da régua? *“Ué, professor, 30 centímetros”*. Outro indagou: *“Podemos fazer o tamanho de duas régua?”* e perguntamos qual seria o tamanho de duas régua? *“Professor, são trinta mais trinta, que é sessenta centímetros”*. Desde o início, havíamos dito que poderiam escolher o tamanho da pipa conforme quisessem, mas precisávamos validar esta etapa e questioná-los para que pensassem no tamanho para essa pipa voar, visto que para isso é necessário pensar na aerodinâmica e em tamanhos exatos, e assim, não se frustrarem na hora da validação.

Diante de muitos comentários, diversas medidas sugeridas, eles chegaram a um consenso, e isso se aproximava das medidas dos tutoriais da OBMEP, que neste momento não tinham acesso. Decidiram então que a pipa teria 60 cm, segundo eles o tamanho de duas régua e assim seguiram. Logo um deles indagou: *“Professor, são*

três varetas, a do meio vou fazer de sessenta centímetros e as outras duas vou fazer de trinta centímetros, pode ser assim?” A única intervenção que fizemos foi dizer que a vareta do meio estava de bom tamanho e as outras duas, eles poderiam aumentar. Assim, continuaram: *“Então pode ser de quarenta centímetros?”* Concordamos que seria um tamanho adequado, e dessa maneira logo se propuseram a iniciar o trabalho.

Percebemos diante das perguntas que faziam, que alguns ficavam impacientes com a falta de respostas. Eles queriam um modelo, com medidas específicas, dadas pelo professor. Talvez estivessem acostumados com esse tipo de orientação, mas deixamos eles pensarem, refletirem, discutirem entre eles e entender que a vareta do meio precisava ser maior que as outras duas. Ao perceberem a necessidade, fizeram relação com o formato da pipa, se remetendo a figura geométrica que estavam utilizando. A figura 22 traz os estudantes montando o esqueleto (armação) da pipa pentagonal.

Figura 22 – Medindo as varetas e fazendo as armações



Fonte: Dos Autores

Na figura 22, é possível vê-los medindo o bambu para cortar, visto que cada vareta disponibilizada tinha 1m de comprimento exatamente, e logo interagiam: *“Professor, não é mais fácil usar a Trena de pedreiro pra medir?”*; *“Com a régua eu*

tenho que somar!” Era perceptível que eles já tinham a noção dos instrumentos e logo queriam aquele que desse menos trabalho, pois ao observarmos as figuras, eles colocavam a régua de 30 cm, marcavam e depois adicionavam mais 10cm para chegar aos 40cm desejados. Na vareta maior era mais fácil, marcavam os 30 cm e depois mais uma régua, chegando aos 60 cm desejados.

Por mais que as medidas fossem simples de fazer, alguns tiveram dificuldade, marcavam errado, a vareta do colega era maior, se irritavam, mas sempre chegavam a um denominador comum, como sempre, se ajudavam e entendiam as questões do trabalho em equipe. Os que estavam mais adiantados, paravam e ajudavam o outro, demonstrando paciência, e isto é importante, pois quem está com dificuldade acaba ficando nervoso se não consegue resolver, e isso pode levar à desistência. Nós sabíamos que dentro de uma atividade de modelagem, o trabalho em equipe é fundamental. Segundo Burak (2010), os alunos trabalhando em conjunto valorizam sempre o aprender a aprender e o saber fazer, permitindo que a ajuda entre os estudantes aconteça de forma natural, pois alguns adquirem autonomia mais rapidamente.

Nesta atividade, percebemos que os meninos da turma se interessaram mais, enquanto as meninas ficaram mais acanhadas, pois alguns meninos diziam que as pipas não eram coisa de menina. Apesar de as pipas não indicarem gênero para a brincadeira, é cultural na sociedade, e sabíamos que poderia aparecer essa dificuldade. Neste sentido, conversamos com a turma sobre as brincadeiras "serem de menina ou de menino". Tentamos trazer para a discussão a importância de se divertir com a brincadeira e que isto nada tinha a ver com o sexo de cada um. Algumas crianças falaram, por exemplo, do futebol, que agora tinham Copa Feminina de Futebol, jogos nas Olimpíadas de equipes femininas de futebol, e assim seguiu a discussão, uns mais adeptos a mudanças, outros mais resistentes, mas todos participando, independentemente do sexo.

Após cortarem as varetas nos tamanhos escolhidos, iniciaram a montagem da armação da pipa pentagonal. Ali percebíamos a facilidade que alguns tinham, onde ensinavam os colegas o distanciamento das varetas, o entrelaçamento das linhas nos bambus, e isso parecia ser familiar para alguns deles. Quando terminaram as suas, se dispuseram a ajudar os colegas que estavam com dificuldades. A cada momento que percorríamos, mostravam-se mais interessados nessa atividade. Klüber e Burak (2008) explicam que:

O interesse dos participantes da atividade e o envolvimento dos grupos são procedimentos capazes de dar significado, bem como desenvolver a autonomia dos participantes, de forma a torná-los agentes do processo de construção do conhecimento matemático. (Klüber e Burak, 2008, p.20).

Pedagogicamente, a condução da atividade se mostrava produtiva devido ao interesse dos estudantes em sempre querer dar continuidade após alguma intervenção ou orientação, principalmente quando o trabalho estava dando certo. Não se importavam se estavam errando, e quando isso acontecia, retomavam o trabalho e refaziam de forma natural.

Ao trabalhar com materiais palpáveis nos anos iniciais, há sempre uma preocupação em relação ao desperdício de material, mas, nesse caso, eles não desperdiçaram nada. Alguns se preocupavam se o objeto que estavam desenvolvendo seria diferente do colega, e quando percebiam que estava diferente, desmontavam e refaziam a armação. Isso demonstrava uma certa competição tanto no tempo em que confeccionavam os objetos quanto na aparência do que era feito, o que em alguns momentos se mostrou atrapalhar no desenvolvimento. Dizíamos a todo momento, que não havia competição, eles eram um grupo, e que todos estavam estudando matemática a fim de melhorar seu aprendizado. Dessa maneira:

O ensino de matemática prestará sua contribuição à medida que forem exploradas metodologias que priorizem a criação de estratégias, a comprovação, a justificativa, a argumentação, o espírito crítico, e favoreçam a criatividade, o trabalho coletivo, a iniciativa pessoal e a autonomia advinda do desenvolvimento da confiança na própria capacidade de conhecer e enfrentar desafios. (BRASIL, 1998, p. 26).

Já Kishimoto (2003) classifica que trabalhar de forma lúdica envolvendo a matemática, provocará diversos tipos de sentimentos entre os estudantes, um deles, é o espírito competitivo, e o professor tem a função de orientar como é uma competição saudável, respeitando os combinados e principalmente o colega e suas dificuldades.

Após terem feito as armações da pipa pentagonal, iniciaram em seguida a finalização das pipas, como predisposto na figura a seguir:

Figura 23 – Fazendo a finalização da armação da pipa



Fonte: Dos Autores

Nessa etapa, percebíamos que além da geometria, que era o foco, outras habilidades estavam sendo desenvolvidas. A própria BNCC orienta que, mesmo não desenvolvendo a habilidade base, explorar múltiplas habilidades a partir da resolução de problemas ou do trabalho com material palpável ajudará os estudantes a obterem melhores resultados na capacidade de criação, maior reflexão acerca das situações apresentadas e mobilização para a aquisição de novos conhecimentos.

Com as pipas pentagonais quase montadas, eles agora queriam finalizar o objeto. E iniciamos uma discussão sobre os tamanhos das rabiolas: *“Qual o tamanho da rabiola da pipa professor?”*; *“Eu quero a minha bem grande!”*; *“Tem que medir professor?”* E diante das dúvidas, intervimos orientando que não era necessário medidas, o sentido da rabiola era uma questão aerodinâmica da pipa ou balancear o peso. Caso não houvesse rabiola, as pipas ficariam girando sem parar e instáveis no ar, pois é necessário que ela tenha o mesmo peso da pipa em si. Assim, eles tiravam a rabiola da caixa, alguns comparavam o peso com a pipa, enquanto outros mais experientes tiravam um pedaço razoável, aproximadamente 1,5 metro, e finalizaram a tarefa acreditando que estavam prontas para voar.

Ao terminar o modelo pentagonal, já quiseram iniciar a outra, pois sabiam que a proposta era fazer mais que uma. *“Professor, vamos fazer os outros formatos de*

pipas? “; “Posso fazer com o grupo que medimos a quadra ou eu faço sozinho, a Maria não quer fazer?”; “ Eu quero fazer a pipa que parece uma caixa de pizza, quantas varetas eu uso?; “ Eu quero fazer a pipa losango, é a mais difícil? Diante dessa curiosidade que apresentavam, pudemos dar continuidade. Eles pediram apenas para que fosse exibida no Datashow as outras duas pipas que eles votaram, a hexagonal e a losango.

A partir daí, percebemos que adquiriram autonomia e já tomavam decisões sobre como proceder. Um deles disse: “Professor, pra fazer a pipa hexagonal eu uso 3 varetas do mesmo tamanho?”; “Por que se não vai ficar estranha”; “Posso fazer a minha pipa losango com o Marcelo? Ele sabe fazer!”; “Quando encapar, posso usar duas cores de papel?”. Novamente, foram colaborativos com os colegas que tinham dificuldade e desenvolveram a produção das pipas com outros dois formatos, como mostramos na figura 24 a seguir:

Figura 24 – Alunos produzindo outros dois formatos de pipas



Fonte: Dos Autores

A elaboração de três formatos de pipas ocorreu após demonstrarmos as figuras geométricas que eles conseguiam identificar no primeiro encontro, sem contar as pipas que mostramos no Datashow através das imagens do site, e logo eles disseram que já haviam tido algum contato com pipas desse formato. Percebemos que a

desenvoltura diante de uma atividade com material manipuláveis apresenta resultados interessantes, desenvolvem movimentos automáticos, experimentam e logo mudam de postura, pois perguntam mais e, diante das respostas, tanto dos colegas quanto do professor, chegam até a discordar e ser questionadores no sentido da curiosidade.

Outra análise que fazemos é em relação ao comportamento deles quando estão fazendo uso de materiais manipuláveis. Trazer para sala de aula coisas que fazem ou conhecem do dia a dia pode mudar a forma de enxergar os conteúdos matemáticos. Por exemplo, fazer pipas no mundo real é uma brincadeira, na sala de aula é uma forma de melhorar o aprendizado matemático, mas esta junção é benéfica. Alguns estudantes perceberam o motivo da pipa que faziam não subir, quando discutimos as metragens como o tamanho da rabiola, o peso da pipa, o peso da rabiola em relação a pipa. Assim, os materiais manipuláveis podem desenvolver o aprendizado matemático desses estudantes de forma leve e divertida. Silva e Burak (2018) acreditam que os materiais manipulativos constroem o pensamento do indivíduo e que ao estudar matemática por meio desses materiais, nos anos iniciais, o ensino matemático se alinha com o pensamento da criança, que é concreto. Portanto, ela precisa aprender brincando, jogando, vivenciando problemas em aulas, visitando lugares fora da sala e manipulando objetos.

Nesta atividade que desenvolvemos, os resultados aconteceram gradualmente e, até aquele momento, mostraram-se positivos no sentido de que o aprendizado matemático ocorreu por meio de algo que os estudantes gostam de fazer. Não houve nada imposto; houve sim combinados, mas imposição e regras engessadas não ocorreram, por isso, a cada momento, eles queriam prosseguir e continuar desenvolvendo. Silva e Burak (2018, p.4) explicam que ao trabalhar com crianças dos anos iniciais do ensino fundamental:

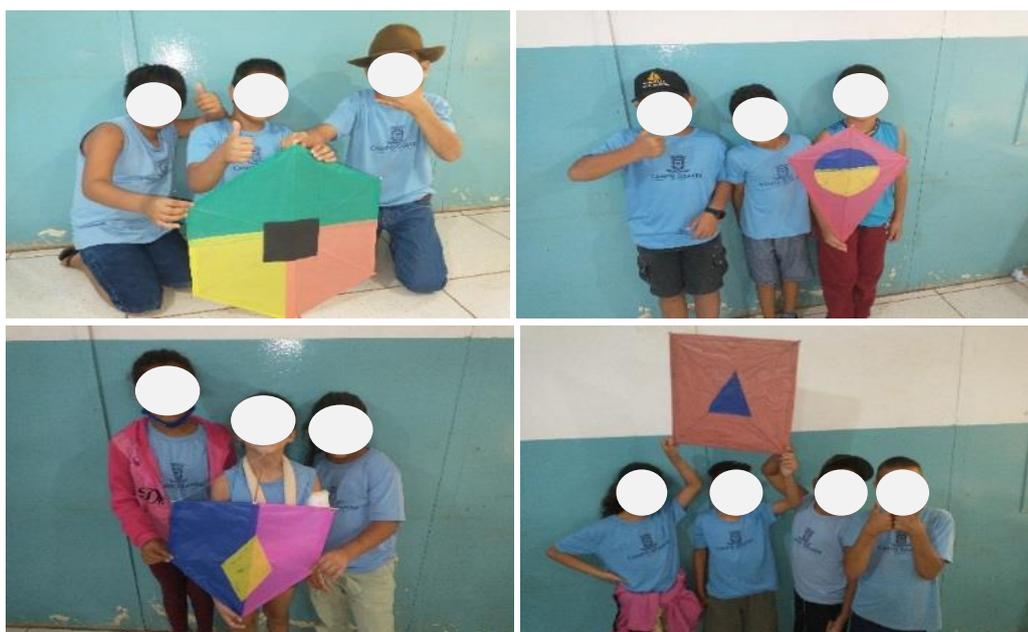
O ensino da matemática para eles não é significativo se adotar uma perspectiva instrumental, é necessário um olhar mais humanizador e emancipador para a educação das crianças, de tal forma que a aprendizagem da Matemática esteja entrelaçada ao desenvolvimento da criatividade, criticidade, autonomia, entre outros fatores (SILVA E BURAK, 2018, p.4).

Das pipas e suas formas geométricas, a pentagonal se mostrou mais fácil de fazer, pois foi a que demoraram menos tempo. A losango ficou um pouco mais demorada porque alguns deles amarraram a vareta no meio da pipa e logo eles corrigiam, diziam para os outros desmontarem e indagavam: *“Hugo, tá errado, coloca*

a vareta mais pra cima, se fizer assim não será um losango!” ; *“ Não é mesmo professor, não tá errado”*. A pipa hexagonal foi a que mais trouxe problemas para eles, pelo fato dela usar 3 varetas, logo sentiram que havia um problemática, mas aqueles mais experientes entendiam que a régua serviria para medir os espaços e assim fizeram, mesmo demorando do dobro de tempo em relação as outras e , dessa forma, concluíam: *“Poxa pro, essa pipa é complicada de fazer!”* ; *“Nossa, a pentagonal é bem mais fácil!”*; *“Será que ela vai voar, é muito pesada!”* e diante do que eles expunham, percebemos que quanto mais dificuldades tinham, o estímulo em fazer a pipa voar, concluir o objeto para depois validar era o mais importante. Assim, finalizaram a pipa hexagonal.

Com todas as pipas prontas, o pensamento geométrico já se fazia presente nos objetos que eles manipularam, pois o que antes eram apenas "pipas" agora eram, conforme os estudantes indagavam: *“Professor, tira uma foto da minha pipa pentágono!”* ; *“Posso levar a pipa losango pra casa?”* ; *“A minha pipa hexagonal ficou boa professor?”* ; *“Será que essa pipa voa?”* Entusiasmados e orgulhosos em perceberem que conseguiram realizar a atividade, onde tiveram que medir, usar a criatividade, pensar nas medidas entre uma vareta e outra e, que, no geral, ficaram muito boas e tinham a esperança que suas pipas voassem no campo da escola. Abaixo é demonstrado algumas dessas pipas criadas na atividade.

Figura 25 – Finalização das pipas dos grupos



Fonte: Dos Autores

Desde a escolha do tema, no qual os estudantes expressam seus interesses e curiosidades inerentes às suas vivências, pudemos perceber que, além do entusiasmo demonstrado, muitos deles se sentiram surpresos ao optarem por desenvolver um tema de seu gosto. Nos relatos que ouvimos na sala, eles expressaram que nem acreditavam que poderiam ter esse tipo de participação em seu próprio estudo, ou seja, ser protagonistas. Essa situação nos permitiu verificar que as aulas de matemática nas escolas, precisam adotar diferentes metodologias e estratégias, e que o estudante precisa ser mais evidenciado. O ensino e a aprendizagem da matemática precisam fugir do tradicionalismo aparente ou de métodos que já não são tão eficazes, pois, segundo Libâneo (1994; 2010), se isso não ocorrer, o ensino da matemática continuará caracterizado por uma abordagem transmissiva, com aulas expositivas, disciplina rígida e centrada apenas no professor, o que não oferece momentos de participação e manifestação dos estudantes.

“Professor, quando vamos no campinho soltar as pipas?”; “Será que elas vão voar?”; “Será que ficarão girando como o senhor falou, acho que a rabiola da minha pipa tá muito leve!”. Os estudantes estavam apreensivos em relação às pipas, quanto à possibilidade de elas voarem ou não. Dessa forma, iniciamos o processo de validar as pipas, o que teve dupla importância. Primeiro, era o que os alunos estavam esperando como prêmio para quem havia feito as pipas: uma aula ao ar livre, em forma de brincadeira, de interação com os colegas e com o professor. Além disso, era uma oportunidade de analisar os "voos" das pipas, compreendendo o que havia dado certo, o que havia dado errado e os motivos disso. Caso a pipa não subisse, a ideia era discutir a influência da matemática nesse insucesso.

Eles precisavam avaliar a relevância do objeto que construíram e, principalmente, a precisão das pipas em relação à matemática utilizada para representá-las. Almeida e Kowalek (2022) dizem que os estudantes precisam dessa validação para fazerem uma análise do resultado obtido e, assim, fazer uma verificação, uma revisão, uma checagem, avaliando seu próprio trabalho para gerar mais confiabilidade nesse tipo de estudo que realizaram. Ou seja, precisávamos comprovar se as pipas voariam ou não, pois não faria sentido que esta atividade se limitasse a permanecermos apenas dentro da sala.

Aproveitamos o mesmo encontro, todo o entusiasmo conquistado e o material palpável todo confeccionado, convidando os estudantes a irem até o campo de futebol

da escola em um dia de sol agradável e com muito vento. Isso proporcionou a eles a possibilidade de colocar em prática sua própria criação. A figura 24 traz a foto de um dos estudantes e sua pipa.

Figura 26 – Momento lúdico no campo de futebol



Fonte: Dos Autores

São momentos como estes que pensamos na modelagem matemática como uma possibilidade de construir conhecimento matemático nos estudantes, no entusiasmo que eles demonstraram ao fazer a pipa voar e principalmente nos comentários que faziam: *“Nossa, olha o quanto ela sobe! Minha rabiola ficou do mesmo peso da pipa!”*; *“Ela fica retinha professor!”*; *“A medida da minha tá certinha”*; *“ Posso soltar mais linha?”* E assim foram os diversos comentários que ouvimos, muita descontração e cada vez mais se desafiando: *“Posso descarregar todo meu carretel?”*; *“Olha a altura que minha pipa está!”*; *“Posso sentar professor e dar de bico com a minha pipa?”*.

Figura 27 – Outro momento no campo de futebol



Fonte: Dos Autores

Na figura 25, um estudante segurando a linha com sua pipa no alto. Percebíamos que se sentiam muito satisfeitos com esta etapa da validação e notamos que quando uma pipa não se sustentava muito tempo de forma alinhada, logo perguntavam: *“Professor, um lado tá maior que outro?”* ; *“Kauã, tem que envergar mais do lado que direito!”* ; *“ Será que não é o peso da rabiola?”* ; *“É não, o lado esquerdo tá maior que o direito, tem que envergar”*. E dessa forma, utilizavam seus conhecimentos sobre as pipas para ajudar o colega que a pipa estava com problema, sempre apresentando uma solução para resolver o erro. Na figura 28 abaixo, demonstramos uma pipa que estava com um lado diferente do outros e que eles mesmos sugeriram o ajuste.

Figura 28 – Uma das pipas feitas em sala de aula sendo validada



Fonte: Dos Autores

Todas as pipas feitas em sala foram levadas ao campo de futebol para que eles validassem o trabalho. Nem todas tiveram resultados positivos, uma por conta de alguns estudantes não terem muita familiaridade com a brincadeira, outras devido à falta de rabiola ou do acesso a ela. O que mais chamou a atenção foi eles subiam suas pipas e depois ajudavam os colegas que tinham dificuldade. Das meninas, somente duas quiseram participar da validação; o restante contentou-se em ajudar o colega a "empinar as pipas para os meninos" ou desembaraçar as rabiolas e as linhas quando necessário. Dos três modelos que desenvolvemos, a do formato pentagonal, a primeira que fizemos, foi a que trouxe melhores resultados, talvez pela familiaridade imediata apresentada, visto que esta era a pipa mais comum para eles. Quanto aos outros formatos, somente dois estudantes conseguiram fazê-las voar. Apesar do campo aberto, eram necessários ventos mais fortes para fazê-las subir, já que eram modelos mais pesados. No geral, não houve frustração, mas sim muita interação e companheirismo entre eles.

Ainda na validação, o estudante que a sua pipa começou a girar com o vento, logo perguntou: "*Professor, ta faltando rabiola?*"; "*Acho que medi errado!*"; "*Posso amarrar mais um pedaço?*". Quanto a validação da pipa hexagonal, um estudante quando percebeu que ela não subiu logo disse: "*Vou tirar um pedaço da rabiola,*

porque tem pouco vento e ela não tá subindo!”; “Não adianta Marcelo, tem que ter mais vento!”.

Nos diálogos e na validação feita, percebemos que o aprendizado se torna significativo nos anos iniciais, onde valorizar suas ações e esforços diante de todas as dificuldades se demonstra prazeroso, não só para o estudante, mas para todos os envolvidos, principalmente para o pesquisador. Burak (2018) afirma que a modelagem matemática nos anos iniciais, em síntese:

Pode se configurar numa metodologia diferenciada, inovadora e ativa, que respeita a criança em sua integralidade, porque todos os aspectos (físico, emocional, social, cognitivo) são valorizados e considerados no encaminhamento das etapas (BURAK, 2018, p.9).

Burak (2018) considera que os professores e as instituições precisam repensar suas metodologias atuais e acreditar que, apesar do trabalho desgastante e, às vezes, desafiador, geram frutos importantes no aprendizado dos pequenos. Ele melhor contextualiza, dizendo:

Que a inserção da metodologia referida de ensino nos anos iniciais, embora incipiente, bem como, apresentados em trabalhos e vivências em outros momentos da Educação Básica, como anos finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio poderá representar uma mudança no modelo de ensino, esse que ainda hoje se apresenta numa perspectiva tradicional (BURAK, 2018, p.9).

O desafio é constante e claro, pois um trabalho com modelagem, para se tornar significativo, ressalta-se a importância de dialogar com o estudante, saber de suas vivências e suas experiências para haver uma cooperação entre as áreas do conhecimento que se envolvem nessa pesquisa, a pedagogia e a matemática. Oferecemos a este grupo de estudantes a possibilidade de usufruir dos espaços que competem à instituição onde estudam, principalmente dos lugares da escola que eles mais gostam. Quanto à geometria, ela precisa ser explorada, investigada, comparada, neste sentido, seu entendimento é melhor esclarecido, principalmente quando é proporcionado aos estudantes diferentes maneiras de enxergá-la.

Encerramos este encontro com os estudantes perguntando: *“Professor qual tecnologia vamos usar nessa atividade?”*; *“Vamos utilizar o celular de novo?”*; *“Qual vai ser o aplicativo?”*. Sabíamos até aquele momento que desenvolvemos diversas habilidades nesta atividade das pipas, eles desenvolveram mais uma vez as questões das medidas, assimilaram melhor as formas geométricas, principalmente quando

comparadas com o mundo real, com os objetos pertencentes ao dia a dia de cada um e o desenvolvimento lúdico ao validar seu trabalho.

Em nossa concepção, a geometria poderia ser melhor evidenciada, para que houvesse mais clareza e que tivéssemos também a validação desta abordagem que fizemos nesta atividade. Dessa maneira, pensamos em uma forma de poder potencializar este aprendizado utilizando tecnologias, assim como fora feito na atividade 1.

A utilização da tecnologia nesta atividade foi motivada, embora já houvesse uma percepção geométrica diferente em relação ao início dos trabalhos, de oferecer uma compreensão mais detalhada dos conceitos geométricos. Nesse caso, a tecnologia foi pensada como uma ferramenta pedagógica que pode oferecer motivação para o ensino e aprendizagem, no caso, das figuras geométricas e também potencializar diferentes características destas. De acordo com a BNCC o trabalho com geometria nos anos iniciais, de forma que os estudantes atinjam as habilidades (EF03MA16) e (EF05MA17)⁹, pode ser utilizando as tecnologias digitais e tendo o computador como fator essencial nesse processo. Diante desses indicadores e da realidade educacional vivida por esses estudantes, que esperavam oportunidades para utilizarem o computador, decidimos oferecer uma oportunidade e continuar o trabalho com as figuras geométricas por meio do software Superlogo.

4.4 Conhecendo o laboratório de informática

Em nossos estudos sobre tecnologia na educação matemática, percebemos que muitos pesquisadores exploram a tecnologia de forma interativa, onde as aplicações e softwares específicos que ensinam geometria possibilitam uma exploração interativa de figuras e propriedades geométricas, dando a oportunidade aos estudantes de manipularem também essas figuras de forma virtual, experimentando com diferentes formas de fazer isso com o computador.

Iniciamos mais um encontro para concluirmos a atividade, agora de forma a fechar os conceitos relacionados as figuras em estudo. Antes de encaminhá-los para

⁹ EF03MA16 consiste em: Reconhecer figuras congruentes, usando sobreposição e desenhos em malhas quadriculadas ou triangulares, incluindo o uso de tecnologias digitais.

EF05MA17 consiste em: Reconhecer, nomear e comparar polígonos, considerando lados, vértices e ângulos, e desenhá-los, utilizando material de desenho ou tecnologias digitais.

o laboratório, combinamos, ainda dentro da sala de aula, que a ida a esse ambiente seria uma continuação da atividade que já estávamos desenvolvendo. Primeiramente, iríamos conhecer o computador, seus periféricos, algumas funcionalidades e modos de utilização. Fizemos uma roda de conversa, falamos dos combinados e aproveitamos a confiança construída com esses estudantes e o entusiasmo aparente, onde tudo que fizéssemos a partir de então haveria um consenso positivo, já que a curiosidade se mostrava presente a cada minuto em que estivemos na escola.

Naquele dia específico, eles continuavam a fazer seus comentários e compartilhar seus conhecimentos: *“Professor, o senhor tem notebook? Meu pai tem um em casa”*; *“Professor, eu jogo no computador do meu primo, é muito legal!”*; *“A gente vai jogar hoje ou vamos desenhar no computador?”* E assim, essa atmosfera criada só pelo fato de terem a possibilidade de experimentar algo que para a maioria era novo, a dinâmica da aula se manteve muito favorável para novas descobertas.

Segundo Papert (1985), esse processo que estávamos desenvolvendo ao utilizar tecnologia para o ensino são etapas em que o aluno constrói estruturas de conhecimento e as assimila com esse entusiasmo que eles demonstram só de saber que iriam utilizar um computador. Isso deve ser usado a favor da aprendizagem, pois estávamos empenhados em desenvolver ações concretas com temas tangíveis do mundo real, através da atividade da modelagem, que seriam, por fim, uma ação construtiva. Papert (1985) melhor contextualiza o assunto devido à sua experiência com outros trabalhos com crianças, onde os computadores mudaram o sistema de trabalho nas escolas drasticamente. Papert (1985) melhor contextualiza dizendo:

Determinados problemas abstratos e difíceis de captar, tornaram-se concretos e transparentes e que determinados projetos que pareciam interessantes, mas complexos demais para empreender, tornaram-se manejáveis (...) Percebi que as crianças poderiam ter condições de desfrutar das mesmas vantagens.” (PAPERT, 1985, p.19)

Com a concepção de Papert sobre os computadores, acreditamos que a computação pode ser entendida como uma ferramenta para dar concretude ao aprendizado de assuntos complexos, mas sempre com uso prático e orientado, principalmente quando a sua utilização tem fins pedagógicos e metodologias de ensino eficazes. Valente (2005) vai ao encontro das ideias de Papert e:

Percebe o computador como sendo uma ferramenta metodológica importante no sentido de proporcionar ao aluno uma alternativa na busca do conhecimento. Ele deve ser

utilizado como um meio que possibilite a construção do conhecimento e não apenas como um meio de reprodução (VALENTE, 2005, p.39).

Ao pensarmos na modelagem como uma forma de concretizar esse aprendizado e tornar os conhecimentos geométricos menos abstratos, neste ponto da pesquisa, ainda podíamos arriscar e desfrutar de novos experimentos, já que havíamos construído uma situação de aprendizado em que os estudantes, a cada passo, eram motivados e também nos motivavam com os resultados. Era uma troca muito prazerosa e gratificante.

Nesta instituição, o laboratório de informática é um ambiente recentemente reformado, muito bem organizado, climatizado e com acesso à internet banda larga. Possui alguns computadores de mesa e outros portáteis, totalizando 18, alguns mais modernos que outros, mas todos estavam funcionando corretamente para que instalássemos um software e déssemos continuidade. O laboratório onde desenvolvemos esse complemento da atividade está disposto na figura 29 a seguir.

Figura 29 – Laboratório de informática da escola



Fonte: Dos Autores

Apresentamos os equipamentos e, ao instruí-los sobre os cuidados com o computador, fomos apresentando os periféricos que compõem a máquina e os princípios básicos que todos desconheciam. Ao ligarmos os computadores, também

falamos sobre a demora na inicialização e os cuidados com o sistema em funcionamento. Alguns desses estudantes ainda não tinham estado à frente de um equipamento como aquele e logo se mostraram preocupados, pois sentiam que isso poderia atrapalhar no desenvolvimento da atividade, e as indagações começaram: *"Professor, é difícil desenhar no computador?"*; *"Vamos desenhar as formas geométricas que aprendemos?"*.

Devido a algumas dificuldades nesse primeiro contato com os computadores, precisaríamos fazer uma pequena alteração no planejamento, estendendo a pesquisa na escola por mais um dia, uma vez que primeiro tivemos que dar algumas noções básicas de como proceder e também tentar quebrar a barreira do "medo de quebrar a máquina". Apesar do medo, a curiosidade infantil era maior e eles se mostravam interessados com esse primeiro contato com a tecnologia, queriam utilizar os aparatos que compõem o computador, perguntavam para que serviam, e assim os instruímos que aquele era o momento para eles arriscarem, explorarem o que viam, dando liberdade para clicarem nos ícones, abrirem os programas e explorarem as janelas. Mesmo estando acostumados a levar os estudantes em salas de tecnologia, é sempre gratificante ver como os eles se mostram encantados com as máquinas, com a internet. Isto nos mostra que apesar de estarmos vivendo numa "era tecnológica", muitos ainda não possuem acesso.

Aqueles que tinham maior afinidade com o equipamento perguntavam: *"Professor, posso assistir um vídeo aqui?"*; *"Sabia que eu tenho o Facebook Pro? Mas minha mãe cuida!"* e os que tinham menos afinidade se contentavam em abrir alguma janela, maximizar, minimizar e fechar e observavam os outros. Segundo Alevato (2018), o fato de não utilizar o computador adequadamente pode gerar dificuldades, comprometendo a aprendizagem matemática, quando esse for o objetivo, visto que os princípios básicos de utilização devem estar consolidados para que o professor conduza a aula e o estudante assimile aquilo que está aprendendo.

Santos (2008) diz que é necessário considerar que a escolha de um software adequado para ensinar matemática deve apresentar características da realidade que o aluno vivencia em seu cotidiano. Se houver dificuldade em utilizar o computador e o aprendizado matemático estiver abaixo do esperado, é essencial que o software tenha cunho pedagógico e apresente resultados positivos em outras pesquisas para que ocorra um experimento significativo. Melhor contextualizando, Allevato (2005, p.79) argumenta que:

Para utilizar eficientemente computadores e softwares no ensino da matemática, todos os envolvidos precisam ter um conhecimento prévio das ferramentas, os estudantes necessitam ter um conhecimento matemático necessário e o educador precisa saber ensinar matemática, para assim articular e introduzir o computador nesse aprendizado (ALLEVATO, 2005, p.79).

Nesse contexto, por alguns instantes, fizemos uso da internet, percebendo que não podíamos deixá-los alheios a esse recurso. Por mais que alguns deles estejam imersos no mundo tecnológico fora da escola, a maioria só ouvia falar da existência da internet; porém, utilizá-la foi a primeira vez, e a condução diante do exposto foi interessante.

Após a exploração referente à máquina, inserções, exercícios, o acesso à internet e alguns esclarecimentos sobre o funcionamento dos periféricos, oportunizamos a diferenciação do computador com o celular que eles já conheciam da atividade anterior e também de outras experiências fora da escola. Por mais que as funcionalidades sejam semelhantes em questões técnicas e de execução, o aplicativo em um celular, do qual eles já haviam estudado, às vezes se restringe em funções resumidas e sucintas em comparação ao software gerenciado pelo computador, onde as características são melhor visualizadas e as funcionalidades são muito mais completas. E dessa forma as respostas eram precisas: *“Na tela fica melhor pra ver e pra ler!”*; *“E para desenhar, é melhor que o celular?”*.

Diante das pesquisas analisadas e com o propósito de aprender matemática utilizando o computador, percebemos que nos anos iniciais, os pesquisadores direcionam o aprendizado matemático em softwares tradicionais, como o “Geogebra”, por exemplo. Em relação às atividades de modelagem envolvendo essas pesquisas que mencionamos anteriormente, e tratando-se dos anos iniciais do ensino fundamental, optamos por utilizar nesta atividade o “Superlogo”, entendendo que ele iria ao encontro da construção do aprendizado matemático que queríamos na geometria, apresentando características particulares, tanto em resultados quanto nos direcionamentos de questões pedagógicas que norteariam os alunos para um aprendizado mais significativo deste objeto matemático.

Outra característica apresentada nas pesquisas é que, ao utilizarmos o Superlogo nesta fase, em que este grupo do 4º ano está, segundo Rosa e Bittar (2004), atende à capacidade de desenvolver seu raciocínio lógico, pedagógico e científico. E melhor contextualizando:

Entendemos o software Superlogo como uma ferramenta de auxílio, para um trabalho dentro das linhas Construtivistas de Piaget, uma vez que auxilia o educando a participar do processo de construção cognitiva através de uma interação com aquilo que o software apresenta (ROSA e BITTAR, 2004)

Ao iniciarmos a sua utilização, pudemos conhecer o programa em funcionamento com o sistema operacional. Falamos da funcionalidade das ferramentas, comandos feitos com o teclado e outras funções necessárias para construirmos formas geométricas que já haviam sido observadas durante a atividade das pipas. Ao pensar nesse procedimento, consideramos alguns conceitos que o idealizador do software acredita serem importantes nesse processo. Papert (1985, p. 227-231) afirma:

Uma vez que a criança é levada a participar do processo de construção do seu próprio conhecimento, interagindo nesse caso com o computador, além de interpretarem o novo conhecimento que estão adquirindo, eles recriam conhecimentos, ou seja, é a apropriação cognitiva de um determinado conteúdo e isso acontece muito antes de estarem a frente do computador, ela é criada desde o princípio do processo (PAPERT, 1985, p.227-231).

Ao abrirmos o software e diante de suas funcionalidades, a primeira pergunta foi: *"Esse desenho no meio é uma tartaruga?"* Outro disse: *"Não parece uma tartaruga!"*; *"Ela anda na tela, Professor?"*; *"Como ela desenha?"* E assim foi dito que, para movimentar a tartaruga, era necessário dar os comandos para ela fazer o que queríamos. A tartaruga é um cursor, um meio pelo qual determinamos suas funções a serem realizadas.

Existem algumas versões do Superlogo disponíveis na internet; no entanto, a última versão atualizada foi a SL 3.0, onde tanto os idealizadores quanto as universidades que traduzem as versões acreditam que, para o propósito do programa, que é tornar o estudante agente ativo da sua aprendizagem, já se atingiu um nível de recurso suficiente para as funções e possibilidades que ele oferece, por isso não é mais atualizado.

Curiosos queriam saber sobre o software, quem o inventou, para que servia e como funcionava, onde eles podiam visualizar a tela inicial do programa e logo perguntaram: *"Professor, a gente vai aprender geometria no Superlogo?"*; *"Vai ser mais fácil, Professor?"* E assim demos continuidade, aproveitando para explorar o software e algumas funcionalidades que ele oferece, dessa forma possibilitando que criassem mais familiaridade com as ferramentas e também alguns comandos.

Falamos sobre os passos que a tartaruga realiza, onde 1 cm percorrido na tela corresponderá a 50 passos no movimento que ela faz. Foi então que um estudante lembrou algo já desenvolvido e perguntou: *“É igual a medida com passos que fizemos na quadra, professor?”* E dissemos que era bem parecido, mas com procedimentos diferentes. Na modelagem matemática, essa assimilação e comparação que faziam diante do que estavam aprendendo, com aquilo que realizaram na quadra com os passos na primeira atividade, é bem comum em trabalho dessa natureza, quando a ação fora significativa. Viecili (2006) explica que em atividade de modelagem, interpretar e compreender os mais diversos fenômenos do cotidiano é um meio de validar os conhecimentos já concretos, gerando no estudante mais curiosidade e discussões reflexivas sobre aquilo que os cerca.

Novamente perguntaram: *“Vamos ter que somar com essa tartaruga, professor?”* E então focamos em trabalhar alguns comandos básicos e o sentido de ter uma tartaruga no centro do layout do programa.

Era algo muito novo para eles, onde nos deparávamos com as dificuldades em relação ao computador, à prática usual dos periféricos e ao software que ainda não assimilavam a sua função. A matemática ainda não estava sendo contemplada, pois eles apresentavam a necessidade de se ambientar melhor a essas características. Antes de iniciarmos os desenhos geométricos, fizemos o uso de alguns comandos e sintaxes a fim de que eles se ambientassem com os movimentos da tartaruga. Também fornecemos algumas orientações básicas para realizarmos as formas, como descrito na tabela abaixo:

Tabela 1 – Detalhe do início dos trabalhos no Superlogo

Comando ou caractere	Função
“Barra de espaço” Fundamental nas linhas de na sintaxe dos comandos	A cada comando deveria ser seguido por um espaço para o deslocamento ou giro da tartaruga.
“Tecla Enter”	Após a digitação do comando, eles deveriam pressionar "Enter" ou clicar em "Executar" na barra, permitindo assim o uso dos dois periféricos de entrada disponíveis.

Comandos “PF, PT, PE e PD”	Comandos básicos para direcionar a tartaruga para frente, para trás, para esquerda e para direita.
Comandos “USENADA e USELÁPIS”	O Primeiro faz a tartaruga dar seus passos sem deixar rastro e o outro, possibilita que ela volte a estar apta a desenhar na tela.
Comandos “APAREÇATAT e DESAPAREÇATAT”	Utilizados para fazer a tartaruga aparecer e desaparecer na tela.
Comando “USEBORRACHA”	Serve como borracha e apaga os traços feitos anteriormente.

Fonte: Dos Autores

Diante dessas informações, os estudantes ficaram curiosos e logo perguntaram: *“Então esses comandos eu posso desenhar as pipas na tela?”*; respondemos perguntando qual foi a primeira figura que havíamos trabalhado em sala e todos foram convictos: *“Foi o pentágono!”* ; *“ Foi a pentagonal que é bem comum”* ; *“Professor foi aquela que primo do Vitor tem em casa!”. A expressão "bem comum" utilizada pelo estudante está relacionada à pipa, da qual conheciam, e logo voltaram a perguntar: “Como fazemos o pentágono?”; “Qual comando vamos usar?”.*

Mesmo não sabendo fazer ainda, já indicavam que estavam assimilando como funcionava o software e diante das sintaxes pudemos analisar que, além dos comandos básicos, eles trabalhavam questões envolvendo o número de passos que a tartaruga dava, o grau que ela girava para direcionar onde desenharia, os sentidos de ir para direita/esquerda e para frente e para trás. Acreditamos que puderam entender a função do computador como uma ferramenta que facilita tarefas e, no caso do Superlogo, teríamos linhas retas, sem rasuras e como resultado final as formas geométricas perfeitas para serem analisadas.

Trabalhamos a forma pentagonal, o losango e o hexágono, visto que foram essas as formas mais enfatizadas na atividade das pipas. Durante o uso e digitação das linhas de comandos, alguns estudantes tinham mais cuidado ao digitar, outros eram mais impacientes e isso era demonstrado no resultado final que aparecia na tela. Todos tiveram interesse em desenvolver a atividade, mas diante dos resultados, quatro deles quiseram desistir por terem errado muito e que seus desenhos não

Percebemos que, nessas formas feitas no software, a que mais apresentou dificuldade foi a hexagonal, visto que a tartaruga tinha que percorrer o maior número de espaços no layout e, na realização das sintaxes, foi a que mais erraram. Mas já entendiam que tinham a possibilidade de refazer e perguntavam: *Professor, eu posso apagar e fazer de novo?*” outro logo quis falar: *“Professor, também posso apagar e começar tudo de novo?”*

Já ocorria naquele momento uma compreensão da função do computador e do Superlogo. Esse processo diversificado de representações dentro da atividade pode ser usado a favor do aprendizado geométrico dentro de uma atividade de modelagem matemática. Valente (2005, p.44) melhor explica:

Uma vantagem importante do Superlogo com relação ao processo de representação de conhecimento é que estas representações podem servir de transição para entender conceitos complexos e mais abstratos, como, por exemplo, geometria. Nesse sentido, a linguagem do Superlogo pode ser vista como uma linguagem formal, como a matemática em si (VALENTE, 2005, p.44)

Ao compararem os desenhos feitos no computador com as pipas que fizeram em sala, eles logo disseram: *“É bem parecido com as nossas pipas!”* ; *“No computador é mais difícil de fazer!”*.

Quanto à abstração geométrica presente lá no início dos trabalhos, estes conceitos que desenvolvemos até aqui, e principalmente com o software, ao perceberem diferentes formas de aprender geometria, logo percebiam que de qualquer maneira, tudo precisa de princípios, desenvolvimento e força de vontade, pois a abstração se tornava concreta a partir do momento em que os obstáculos eram superados.

Outro conceito, e este é muito relevante nesta parte tecnológica da atividade, é a questão do desenvolvimento do pensamento lógico, onde puderam entender que ao planejar as sequências de sintaxe de comando para fazer as formas, tinham que escrever os códigos, os números e gradativamente contribuíam para o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas, visto que essa era também uma das dificuldades que eles detinham no início da pesquisa, segundo a escola e a professora. Também vale destacar que, ao experimentar, estariam aguçando sua criatividade, pois o Superlogo oferece um ambiente onde os estudantes

podiam experimentar livremente, sem medo de errar, ao testar as linhas de comando e, conseqüentemente, observar os resultados, por isso, eram encorajados a refazer a ação quando sentiam que os desenhos não estavam de acordo.

Percebemos também que, na modelagem matemática, ao fazer essa conexão da matemática e da tecnologia (computação nesse caso), podíamos criar uma ponte entre a geometria e a programação, pois eles não aprendiam somente sobre as formas geométricas, mas também desenvolviam habilidades de programação (mesmo sendo básicas e para crianças), mas davam seqüência e havia entendimento, visto que isso pode, futuramente, ser muito útil para diversos campos da ciência da computação, que caminha, evidentemente, com a matemática.

Ao errar na digitação dos comandos, o computador oferecia um feedback imediato e eles podiam corrigir esses erros facilmente, e havia uma certa competição entre os estudantes, mesmo utilizando os computadores individualmente; sempre observavam a tela do colega para poder validar o que estavam fazendo, mesmo assim, foram adquirindo autonomia e não se incomodando com os erros. Burak (2010) trata o erro no processo (caso aconteça) como comum, formal e que deve ser entendido como uma aproximação da verdade. É preferível que eles continuem participativos, mesmo com o erro, buscando a solução dentro dessa construção.

Outra questão foi o trabalho em equipe e a ajuda ao colega com maior dificuldade. Desde o princípio em que adentramos no laboratório, aqueles estudantes com mais afinidade e também aqueles que melhor se destacaram no decorrer da pesquisa se importavam com as dificuldades do colega ao sentir que podiam ajudar. Por exemplo, quando um deles falou: *“Professor, posso ajudar o Kauã, ele está errando alguma coisa e o losango dele não funciona”*, foi então que percebemos que uma característica já apresentada em sala continuava, e isso era uma informação que a professora regente nos passava, que esses estudantes tinham esse espírito de companheirismo. Sabíamos que tinham um lado competitivo, se exibiam quando na tela do computador aparecia uma figura bem desenhada, sem erros na sintaxe, mas isso era passageiro, e logo estavam dispostos a ajudar o colega que não desenvolveu.

É importante ressaltar também o conhecimento em relação à língua portuguesa, ao fato de estarem letrados ou não, isso implicava na digitação, nas informações e janelas que apareciam na tela que eram necessárias ler e entender o que o computador estava informando. O estudante com dificuldades de alfabetização e letramento logo sentiam dificuldade ao usar o computador, ao digitar, ao ler as

informações, as janelas, as mensagens e principalmente as sintaxes de comando. E por isso eles se ajudavam.

E dessa maneira, as diferentes formas de aprender geometria iam ficando evidentes para eles, e a maneira de questionar também mudava. Agora, eles já tinham argumentos para perguntar, eram mais convictos naquilo que queriam saber. Por exemplo, quando um estudante nos perguntou: *“Professor, só existem essas formas geométricas?”*; *“Tudo que existe é uma forma geométrica?”* Muitas discussões foram geradas aqui, e assim pedimos que olhassem em volta, descrevessem o que estavam vendo, conversamos sobre dimensões, mesmo sem entrar na sistematização dos conceitos.

Também fizeram perguntas aleatórias, sobre o porquê dos nomes das figuras, por exemplo: *“Professor, por que chama pentágono?”*; *“Por que ela chama assim?”* E a partir delas fomos pesquisar na internet. Essa curiosidade se manifestava ao verificarem as figuras na tela do computador, e iam entendendo que era por causa do número de lados, que no caso do pentágono, são 5 lados, daí viram com 6, com 7, com 8 lados e assim sucessivamente. Pararam porque acharam os nomes muito “complicados”. Mostramos a eles um prédio construído em formato de um pentágono, muito conhecido nos Estados Unidos, e logo perguntaram: *“Então, tudo que tem 5 lados é um pentágono?”*; *“Pensei que só a pipa!”*. E nessa interação percebíamos que construíam conceitos. O pentágono foi melhor detalhado e melhor assimilado ao visualizarem na tela do computador. Então, a pipa pentagonal fazia sentido, porque chegavam ao entendimento que ela tinha 5 lados.

Aproveitamos a figura que desenharam no Superlogo, para falar mais uma vez sobre as “Arestas de uma figura plana”, os pontos de encontro das arestas que são conhecidos como “Vértices”. Nessa abordagem, a conversa sobre as placas de trânsito voltou a ser fomentada no laboratório quando um estudante disse: *“Então toda placa é uma figura geométrica por causa do número de lados?”*; *“E o losango? Quantos lados tem?”* Outro disse: *“É fácil, tem 4 lados!”*; *“E quando tem 9 lados ou 10 lados ein professor?”*; *“já pensou uma pipa com 10 lados, nossa, seria gigante!”*. E diante dessa conversa, das perguntas, demos continuidade, aproveitando para usar as mais diversas funcionalidades que o software oferece, outros comandos que eles poderiam compreender melhor a geometria.

Por mais curiosos que pareciam estar, já iniciavam um processo de fazer predições com o que aprenderam no computador, e isso era um dos objetivos com a

tecnologia, predições em dizer que: *“Com o computador é mais fácil né pro?”*; *“Aqui tem tudo né, vamos sempre usar computador na escola?”*; *“Eu queria, é mais legal!”* E logo pensamos nesses estudantes no início da atividade, onde a abstração se fazia presente em quase tudo sobre matemática.

Nessa atividade das pipas, sentimos que ao iniciarmos um trabalho com os estudantes mais acostumados com um ambiente de aprendizagem diferenciado, eles sempre se interessam pelas etapas futuras. Na primeira atividade da quadra, tudo era algo novo; todos os procedimentos necessitavam ser explicados e detalhados, principalmente nas questões de medidas, onde tivemos que explicar as unidades que compõem o metro. Já na atividade das pipas, eles já tinham a plena noção do tamanho da régua, que precisavam somar para medir espaços menores. Percebemos que o lúdico pode ser utilizado a favor do aprendizado matemático; no meio da atividade, não compreendiam isso, mas no fim consideravam que brincar com as pipas no campo, por mais lazer que tivesse, era uma forma de validar todo trabalho que tiveram em sala. Caso a pipa não subisse, como de fato ocorreu em alguns casos, sabiam que algo havia dado errado, seja na medida, na amarração dos bambus ou no peso da rabiola.

Souza (2020) diz que quando percebemos que os estudantes, dentro da modelagem, apresentam características de interpretar informações relevantes por meio do trabalho que realiza com a matemática, o desenvolvimento de algumas habilidades necessárias já se faz presente, sendo possível:

Realizar conjecturas e construir; argumentações consistentes para tomar decisões responsáveis e coerentes e, por fim; analisar situações reais de forma crítica e reflexiva (SOUZA, 2020 p.11).

Outro fator importante em interações e trabalhos desse tipo é o fato do entrosamento do indivíduo no grupo a que pertence. Como dissemos anteriormente, os estudantes mais quietos e mais tímidos, quando se sentem úteis e importantes para seu grupo, eles mudam à medida em que suas ações vão dando resultados. Percebíamos a todo momento que esses estudantes, gradativamente, iam se adequando ao ambiente, opinavam mais e quanto ao aprendizado, foram os estudantes quem mais trouxeram falas neste texto todo descrito aqui.

Encerramos essa atividade com os estudantes insatisfeitos com o fato do encerramento; eles queriam mais, queriam permanecer à frente do computador.

Outros perguntaram quando voltaríamos para ensiná-los novas coisas com a matemática, e isso era algo muito gratificante de ouvir, pois entendíamos que eles assimilavam este aprendizado como agregador na sua aprendizagem.

4.4 Análise Global

Ao considerarmos as duas atividades descritas até aqui, percebemos que, ao apresentarmos as possibilidades da modelagem para estudantes nessa faixa etária, eles se mostraram muito entusiasmados, mais interessados, participativos, questionadores e tiveram a oportunidade de “enxergar” de uma forma diferente, de usar o conhecimento que detinham e que foi adquirido fora dos muros da escola. É o mundo real sendo analisado, e as vivências, suas experiências e seu aprendizado adquirido na trajetória escolar e neste processo acreditamos que puderam adquirir um conhecimento relacionado a outras áreas do conhecimento.

O cronograma da pesquisa estendeu-se mais do que o planejado, mas precisamos ter consciência de que a rotina de uma escola nem sempre pode ser prevista, uma vez que este é um espaço em constante “movimento”. Precisamos estar aptos a compreender esta dinâmica e nos habituar a ela. Embora esta questão referente ao tempo para desenvolver atividades de modelagem, em geral, seja um desafio, na escola isso não foi um problema, visto o funcionamento em período integral. Foi possível readaptar o nosso planejamento algumas vezes sem termos prejuízo na qualidade do nosso trabalho.

Quanto às atividades, os estudantes foram convidados a participar da escolha do tema de sua preferência. Isso foi decidido a partir de uma roda de conversa em sala de aula, onde, conforme Burak (2010) contextualiza, como iniciação aos procedimentos em uma atividade de modelagem a fim de torná-la mais efetiva na construção do paralelo que explicitará a situação real. Percebemos o sujeito/investigado antes e depois das atividades de modelagem, em que, a princípio, algumas habilidades não haviam sido contempladas, e esses foram os relatos da própria instituição, tanto da coordenação escolar quanto da professora regente da turma; depois, verificamos que boa parte dessas dificuldades foi superada.

Nos primeiros dias, os estudantes, de maneira geral, apresentavam os seguintes aspectos: a) Inibição diante do professor/pesquisador; b) Falta de interesse em atividades matemáticas, até mesmo nas tradicionais; c) Pouca interação entre os colegas; d) Desacostumados com as aulas presenciais e a rotina escolar; e)

Estudantes com nível de conhecimento matemático abaixo do esperado para o 4º ano dos anos iniciais, especialmente em relação a números, cálculos de adição, subtração, multiplicação, grandezas e medidas e, conseqüentemente, a geometria; f) Pouca participação dos pais e responsáveis nas atividades escolares ou na rotina; g) Maior interesse em atividades fora da sala de aula, como as aulas de educação física, por exemplo; h) A falta de oportunidade em sua trajetória escolar em utilizar tecnologia para aprender. Ao utilizarmos a modelagem, não resolvemos todos os problemas, mas percebemos que ao final dos trabalhos, diante do término das atividades e tudo aquilo que observamos de forma local, identificamos melhorias ao analisarmos de forma global, como descritas a seguir:

- 1) "Alunos mais participativos e questionadores": Isso em relação a tudo que fora proposto, pois a inibição inicial fora uma característica passageira. Durante os trabalhos, participavam mais, interagindo não só conosco, mas entre eles, opinando sobre o que aprendiam e questionando no sentido de quererem aprender mais, querer participar com suas opiniões e aquilo que eles acreditavam que se relacionava.
- 2) "Mais observadores, curiosos e detalhistas": No sentido de trazerem as suas vivências para dentro da atividade, detalhando aquilo que já haviam observado anteriormente no seu dia a dia, no percurso de casa até a escola. Perceberam que suas observações se relacionavam com objetos matemáticos trabalhados, assim como as unidades de medidas e as ferramentas utilizadas para medir, como fazer a medição e registrar. Detalhistas no sentido de perceberem que trena era mais fácil de usar, mais precisa do que os passos, que logo perceberam ser uma forma não usual. Entretanto, ao comprovarem tecnologicamente que as medidas podiam ser feitas pelo celular e conseqüentemente sendo mais precisas.
- 3) "Mudaram a postura e o comportamento": Não só nas atividades, mas sim dentro de sala e na rotina escolar, na interação com os próprios colegas, principalmente ao perceberem que podiam ser mais participativos na questão de opinar e sugerir. Outro fator de mudança na postura e também no comportamento foi percebido ao longo das etapas, já se sentiam sujeitos ativos na condução das tarefas, orientavam e até ajudavam os colegas com maiores dificuldades.

- 4) "Quanto a matemática e a assimilação dos objetos": Já pareciam entender questões relacionadas a medidas e grandezas, a utilidade desses conteúdos, a importância para sua formação escolar e quanto à geometria, já assimilavam e percebiam que ela está presente nas coisas que eles veem, que eles tocam e que eles entendiam como apenas uma brincadeira, por exemplo, as formas presentes na quadra e sua largura e comprimento, assim como as pipas onde os formatos geométricos se parecem com outros objetos do mundo real deles.
- 5) "Entusiasmados e ansiosos": No sentido do bem, do querer fazer e no saber fazer. Se entusiasmaram com o fato de saírem de sala, de irem à quadra aprender matemática e não apenas brincar. Participaram mais constantemente de outros ambientes dentro da escola, como o campo de futebol, que validaram o objeto construído dentro de sala, e o laboratório de informática, onde puderam perceber que os computadores e a internet servem também para potencializar aprendizados matemáticos e para pesquisa relacionada ao que quiserem saber.
- 6) "Tomadores de decisão": Em relação as iniciativas com o que iriam fazer, e principalmente com o colega menos estimulado, menos atento e com maiores dificuldades. Tomavam a decisão em alguns momentos ao perceberem que eram protagonistas, ao invés de meros coadjuvantes que foram no início antes da modelagem.
- 7) "Acostumados com atividades de modelagem": Mostraram interesse em querer saber o que seria trabalhado posteriormente, qual era o próximo passo e qual tecnologia seria utilizada na segunda atividade, visto que utilizaram na primeira.

Assim, a modelagem seguiu como uma tendência a fim de contribuir para o ensino e aprendizagem de objetos matemáticos, muito diferentes dos padrões utilizados até aquele momento, que, de forma geral, se baseavam na transmissão de conhecimento, sem possibilitar que o estudante pudesse associar o mundo ao seu redor com o aprendizado escolar. Isso relega ao aluno um simples papel de coadjuvante no processo. Era assim que, a princípio e em nossa análise inicial, os estudantes se sentiam ou eram vistos.

Lima et al. (2019) consideram que ao desenvolver a modelagem matemática nos anos iniciais, além de contribuir para a formação de cidadãos capazes de atuar na sociedade e exercer sua cidadania de forma crítica, eles participam melhor de

debates e discussões sobre problemas e vivências relacionadas ao meio em que vivem. Dessa forma:

Os estudantes participam afincamente da construção de um ambiente de aprendizagem e reconstrói conceitos sobre si mesmos em relação à matemática de forma mais positiva (LIMA, et. al, 2019, p.3)

Dessa forma, como descrito acima, essas foram as análises que fizemos de forma global, abrangendo todo o trabalho que realizamos com esses estudantes dos anos iniciais diante das duas atividades analisadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Do início ao fim desta pesquisa, estivemos focados em fatores que pudessem subsidiar ou viabilizar condições para responder à nossa questão de pesquisa, visto que esta consiste em **verificar como a Modelagem Matemática, unida ao uso de tecnologias, pode contribuir para o ensino de matemática nos anos iniciais do ensino fundamental?**

Para responder a essa questão, coletamos dados ao desenvolver duas atividades de modelagem com uma turma dos anos iniciais do ensino fundamental, em uma escola pública rural do município de Campo Grande/MS. Esses dados coletados, e uma boa parte deles, pudemos organizá-los, estudá-los e analisá-los por atividade, denominando-os de análises locais. Posteriormente, a partir desses dados, concluímos as análises de forma global, examinando de forma geral o que coletamos.

Diante das análises locais que realizamos no início do desenvolvimento das atividades e antes de irmos para a sala de aula, pudemos conhecer a escola de uma maneira diferente, a gestão escolar e alguns professores, o que foi um fator importante, pois nos deu tranquilidade para pesquisar, planejar e desenvolver a coleta de dados. Ao conhecermos os estudantes, mesmo que já houvesse relatos sobre eles, procuramos, diante das abordagens, perceber como eles eram, como interagiam e como era a questão do aprendizado de cada uma das 16 crianças com as quais convivemos durante um certo tempo, aproximadamente 3 meses. Dessa forma, ao trazermos os dados que íamos coletando, preocupamo-nos primeiramente em conhecer suas vivências, o que haviam aprendido na trajetória escolar, como era o aprendizado matemático naquele momento e outras características que julgamos importantes para construirmos as atividades de modelagem.

Desde o princípio nos preocupamos com esses estudantes, que, apesar de estarem nos anos iniciais e serem mais entusiasmados e curiosos nessa faixa etária, o importante era fazermos com que se interessassem pela matemática a cada passo que seguíssimos. Visto que havia a necessidade de desenvolvermos habilidades ainda não contempladas, que deixaram de ser trabalhadas por conta do distanciamento social, e proporcionar, diante do exposto, que eles entendessem os conteúdos como um todo e não por partes; possibilitar que eles pudessem entender o que estavam fazendo e por que estavam fazendo. Mas essa preocupação foi se tornando menos enfática ao longo do trabalho, pois esses estudantes conseguiram superar nossas expectativas.

Ao desenvolvermos a primeira etapa da modelagem de acordo com Burak (2010), a escolha do tema partiu exclusivamente dos conhecimentos que eles possuíam, da iniciativa que tiveram em trazer para a sala de aula os aspectos cotidianos de suas vidas fora da escola, daquilo que observavam e também daquilo que os chamava a atenção. Ao escolherem o tema, logo se sentiram importantes e úteis para o processo, pois logo perceberam que a abordagem era diferente e evidentemente se tornaram argumentadores pela precisão em suas perguntas e respostas. Sabíamos que, apesar de importante, o estudante se sentir protagonista do seu próprio aprendizado também poderia ser um fator de obstáculo. Segundo Bassanezzi (2009), na modelagem podem aparecer vantagens e obstáculos durante o seu desenvolvimento, obstáculos instrucionais, obstáculos para o professor e para o estudante. Os obstáculos aparecem por:

Estarem acostumados a ver o professor como transmissor do assunto, ao se tornarem protagonistas do aprendizado, podem se perder e ficar apáticos nas aulas (BAZZANEZI, 2009, p.27)

Para que não houvesse apatia ou até mesmo se perderem diante do que estávamos propondo, a todo instante, apesar de serem participativos e muito questionadores, propúnhamos que eles pensassem e refletissem diante de suas dúvidas, incentivando sempre a buscar respostas para essas dúvidas, visto que apresentavam conhecimento, mesmo sendo mínimo, e isso sempre ajudava, pois eles sempre tinham um argumento, conversavam entre si e aos poucos resolviam.

Desde o nosso planejamento das atividades, e isso foi consolidado quando escrevemos os capítulos teóricos, a modelagem que utilizaríamos seria na proposta de Burak (2004; 2006; 2010; 2016), que compreende ser uma metodologia de ensino,

vista também como um conjunto de procedimentos que significa algo unido, conjugado, contíguo de ações em uma prática educativa muito desejada, com foco no estudante e que pode ser delineada em etapas. Trabalhando nessa perspectiva, percebemos que a modelagem oferece um ambiente de aprendizagem e discussão que permitiu que os estudantes conseguissem usar seus conhecimentos matemáticos para depois poderem compreendê-los de maneira mais crítica, construtiva e interessante, pois perguntavam detalhes, por exemplo, das medidas, o que era centímetro, o que era milímetro e, evidentemente, o que era metro, se iriam utilizar e como utilizar. E quando iniciamos as conversas sobre medição, acreditavam que dentro de sala de aula, só se utilizava a régua escolar, pois a trena, que era um objeto já conhecido por boa parte deles, onde acreditavam que era um instrumento de uso somente de profissionais, de seus pais ou tios, perceberam que ela poderia ser usada em uma aula de matemática, a precisão em suas respostas e em seus argumentos, foram além daquilo que esperávamos.

Ao trabalharmos em etapas, todas as atividades partiam de uma situação real; contudo, os problemas, as interpretações, simplificações, os procedimentos matemáticos, as análises e interpretações de cada um deles geravam outras discussões acerca da matemática, sem respeitar necessariamente uma ordem para estas etapas, e isso foi um fator importante, pois não existia uma sequência obrigatória. Burak (2010) explica isso como movimento aleatório das etapas, pois elas não são e nem podem ter um caráter de engessamento. Por exemplo, se está na quinta etapa estipulada, ao sentir a necessidade de retomar um conteúdo e isso se configura como a segunda etapa, o pesquisador pode simplesmente retornar, e isso vale para as suas necessidades de voltar ou necessidade do estudante em melhor compreender.

Verificamos que, para responder à nossa questão de pesquisa, encontramos durante o desenvolvimento alguns "desafios", tais como no primeiro dia com eles, onde achamos que iriam ficar inibidos e calados diante daquilo que perguntávamos. Alguns, sim, ficaram; afinal, o professor era outro, mas a interação, a vontade de falar sobre suas experiências foi muito significativa. Foi diante desta interação que percebemos as possibilidades que poderíamos desenvolver; as ideias eram boas. Diante da segunda atividade, isso foi mais enfatizado, pois tiveram a possibilidade de "votar" em qual tema iriam trabalhar, e o mais interessante é que todos os temas

escolhidos fazem parte do mundo real deles, e independentemente dos temas escolhidos, eles iriam gostar.

Ainda na questão dos "desafios", foi no momento em que foram propostos problemas, perguntas que aguçavam a imaginação desses estudantes, "fazendo-os pensarem". Havia, no princípio, um pouco de confusão em relação a essa etapa, e percebemos que eles, geralmente, estão acostumados a receber instrução, orientações sobre o que fazer, o que muitas vezes não permite que pensem sozinhos em como resolver um problema, em encaminhamentos diferentes. Nesse contexto, a modelagem se mostrou muito eficaz; percebemos muitas falas que remetiam ao trabalho dos pais, à experiência de casa, a usar algo que já tinham visto.

Na prática, focamos nas contribuições que as atividades poderiam trazer em relação ao conhecimento matemático, e na quadra de esportes, essa contribuição para o aprendizado se desenvolveu no trabalho que fizeram com o uso da trena, na participação em conjunto que era necessária, visto que, para medir um espaço maior, necessitavam de ajuda e trabalho em grupo e que o colega também estivesse focado em aprender. O gabarito, onde anotavam as suas medidas obtidas, também foi importante, pois perceberam posteriormente que não adiantava anotar sem se preocupar com o resultado, ou com zelo e cuidado com o material impresso que utilizavam, pois aqueles que fizeram isso sem esses cuidados tiveram que retornar à quadra e refazer. Isso não foi uma punição, foi necessário, pois nem entendiam o que anotaram e logo sentiram que isso era fundamental.

Notamos que ainda na quadra, na utilização dos "passos" para medir, eles se acharam o máximo ao perceber que suas ideias, suas indicações eram utilizadas pelo professor em uma atividade. Porém, ao utilizarem essa possibilidade para medir, se frustraram e se decepcionaram, pois perceberam que era uma possibilidade "sem eficácia", gerando dúvida e desconfiança em relação à medida que fizeram. Essa frustração se encerrou ao utilizarem o aplicativo com celular, pela precisão, rapidez e medidas similares aos colegas. Fizeram perceber novamente que nem a trena era tão eficaz assim; era mais cansativo, tinham que se abaixar, precisavam de outro para ajudar, e o celular bastava apenas um estudante apontar a câmera de um ponto ao outro, e as medidas já eram registradas.

A frustração era para o bem do aprendizado matemático; os passos eram só nas brincadeiras e, matematicamente, para eles, era considerado incomum. Diante do contexto histórico que utilizamos para explicar como esse tipo de medida era usada,

opinaram convictos com a situação, dizendo que as medidas dos Romanos eram todas erradas, e se sentiram satisfeitos ao perceberem que sabiam utilizar um equipamento que oferecia essa medida com resultados mais favoráveis. Podemos dizer que duas coisas não deram certo nessa atividade: uma foi a medida feita com passos, apesar de testarem o movimento ao medir, os estudantes, daquele momento em diante, não iriam mais utilizar. Com o celular, alguns tinham medo de derrubar o celular, quebrá-lo, ou pelo fato de não serem deles o equipamento.

Percebemos que ao iniciar a segunda atividade, tínhamos um ponto a favor. A maioria dos estudantes já tinha conhecimentos sobre pipas; alguns até já haviam feito pipas em seu convívio fora da escola. Mas se surpreenderam com o fato de a matemática estar presente nesse processo. Não sabiam que era necessário medir o esqueleto da pipa, que era preciso ter noções das medidas que desenvolveram na primeira atividade para que nessa pudessem ter sucesso. Mostraram-se presentes e novamente se sentiram importantes, pois os conhecimentos que já possuíam serviam para ajudar o colega na montagem. Quanto à validação da pipa, ao saírem de sala para testá-la no campo, perceberam que a matemática era necessária, pois diante dos problemas encontrados e das dificuldades em fazer a pipa subir, eles mesmos indicavam dizendo que erraram em algum momento nas medidas. Era possível também fazer comparações ao perceberem que a matemática se relaciona com o mundo em que vivem. As formas geométricas também podiam ser identificadas nas pipas, pois falavam isso diante das respostas precisas coletadas.

Nesse momento da pesquisa, após a validação no campo de futebol com as pipas, percebemos que a geometria começava a ser assimilada, e eles mesmos indagavam o que viria depois, qual tecnologia seria utilizada. Nesse momento, percebemos que já se habituavam com atividades dessa natureza, que utilizam a forma de aprender matemática por diferentes maneiras. Notoriamente, percebíamos que, diante da realidade vivida por eles, já entendiam aquilo que aprendiam sobre matemática na escola e podia ser aplicado no seu convívio social, e isso é contextualizado por Bassanezi (2016, p.17).

A Modelagem Matemática, em seus vários aspectos, é um processo que alia teoria e prática, motiva seu usuário na procura do entendimento da realidade que o cerca e na busca de meios para agir sobre ela e transformá-la. Neste sentido, é também um método científico que ajuda a preparar o indivíduo para assumir seu papel de cidadão (BASSANEZI, 2016, p. 17).

Quando decidimos trabalhar com eles a possibilidade de melhor entendimento sobre geometria, seguimos a perspectiva da BNCC, onde era indicado ser importante, dentro dos anos iniciais, considerar os aspectos geométricos associados com a vida dos estudantes fora da escola, pois isso traz o sentido da representação, da construção e, principalmente, interdependência, como afirma Brasil (2018, p.27). Ao utilizarmos tecnologia em uma segunda atividade, buscamos a união da modelagem de forma a oferecer oportunidade de estudar diferentes características das figuras geométricas. Borssoi e Almeida (2015) dizem que a tecnologia pode ser um grande aliado educacional que visa desenvolver nos estudantes habilidades para a construção de conhecimento, colaboração e pensamento crítico para mudar atitudes diante daquilo que é elucidado.

Moreira (2014) explica melhor essa questão da união da modelagem e tecnologia para nos ajudar a responder à nossa questão de pesquisa, visto que ele elucida que, quando realizada com o uso de tecnologia, sempre estará presente na construção de teorias científicas, da mesma forma que:

Atualmente a modelagem computacional e uso de recursos tecnológicos estão integrados às atividades humanas, e não faz sentido que não seja considerada no contexto do ensino. Ao utiliza-la em prol da construção do conhecimento, o aprendizado significativo também é construído (MOREIRA, 2014, p.17-18).

Moreira (2014) também explica o que é aprender matemática significativamente; ele aponta que ao unir modelagem e tecnologia, o "pensar" do aluno envolve o imaginar, fazer analogias, buscar diferenças e semelhanças, fazer aproximações, modificar, matematizar, informatizar, analisar criticamente, teorizar, argumentar, tudo isso para ir modelando novos conhecimentos recebidos (MOREIRA, 2014, p.17-18).

Ao adentrarmos no laboratório e ao utilizarmos os computadores, novamente o entusiasmo foi constante, não que houvesse se perdido, mas sim, houve um misto de êxtase entre eles. Mais uma vez, poderiam sair de sala para irem a outro ambiente que compete à instituição e assim desenvolver o seu aprendizado, pois o motivo desse entusiasmo se dá, segundo Papert (1986), ao saberem que iriam utilizar os computadores "de verdade" para estudar criaram uma expectativa, e isso dá uma sensação de bem estar e a mente da criança abre espaço para aprender. Era uma novidade para eles, mesmo já tendo experiência com a atividade anterior.

Com o Superlogo para melhorar o aprendizado geométrico, o Construcionismo que estudamos nos capítulos teóricos começava a fazer sentido, aparecia na atividade, pois novamente utilizávamos um material manipulativo, utilizando o computador e o software que pudemos alinhar com o uso da internet, trazendo a satisfação observada, visto que as formas geométricas que desenharam possibilitavam que eles fizessem perguntas mais direcionadas, mais precisas, podendo ser pelo fato da visualização das formas mais nítidas na tela, comparando-as com as pipas e também com estruturas do mundo real. Na tela do computador, a visualização das formas era mais clara como dito anteriormente, pois ali podiam perguntar sobre as arestas, os números de lados e, conseqüentemente, o formato geométrico trabalhado. Valente (2005) considera que ao utilizar o computador é uma possibilidade metodológica importante, pois proporciona ao estudante uma “alternativa” de construir conhecimento, mas não é a única, e esses estudantes tiveram essa consciência. Quanto ao Construcionismo, o conhecimento que estava sendo construído baseava-se evidentemente em uma ação concreta que resultava, através dos comandos, em um produto, e esse era o aprendizado, as formas e possibilidades continuavam comparando-as com objetos do mundo real.

Verificamos que unir a tecnologia e a modelagem para ensinar matemática não é um processo fácil; é muito trabalhoso no início, mas depois, como percebemos na pesquisa e principalmente quando estendemos mais um dia para este fim, o grande problema é o fato de não estarem acostumados com o processo desse tipo. No entanto, se ambientam facilmente por serem curiosos e por saberem matemática o suficiente; alguns querem aprender mesmo, isso foi percebido diante do que perguntavam, de como interagiam entre eles e de como definiam a geometria, por exemplo, após usarem o Superlogo.

Mas nem tudo foi positivo na segunda atividade; houve sim alguns problemas, o fato de termos que estender o planejamento, o fato de não saberem utilizar o computador e ter que aprender basicamente antes de usar o software foi um desafio grande, pois as vezes as dificuldades desanimam e atividade perde o objetivo.

Ao chegarmos ao final desta pesquisa, percebemos que, dentro dos anos iniciais, existe um vasto campo de investigação ainda não explorado que se refere ao aprendizado da matemática por meio da modelagem, principalmente dela unida à tecnologia. As etapas de Burak que seguimos ou outra perspectiva viável, acreditamos

que podem possibilitar que outras abordagens sejam feitas e que novas experiências sejam realizadas a fim de contribuir para um aprendizado matemático mais concreto.

Trabalhamos em uma escola rural, onde podemos dizer que as crianças eram bem acolhedoras, prestativas e até mesmo ingênuas, considerando o ambiente em que viviam. Brincavam de roda, contavam histórias, apartavam e ordenhavam vacas, cortavam cana, faziam queijo, tinham vários membros da família na escola, corriam e até brincavam de passar anel, soltavam pipa, envolvendo-se em muitas brincadeiras tradicionais. As famílias eram presentes na escola, os professores conheciam os alunos, os pais e alguns eram até vizinhos. Isso nos deixa uma pergunta para uma próxima investigação: como seria a utilização dessa metodologia, dessa perspectiva com crianças da zona urbana? Elas sabem fazer pipas? Elas gostam de quadra de futebol? Estão aprendendo matemática utilizando tecnologia?

Nesse sentido, terminamos este trabalho com várias indagações, mas satisfeitos em ter visto uma realidade diferente do contexto a que estamos acostumados. Verificamos que trabalhar com modelagem unida à tecnologia potencializou a vontade de aprender, proporcionou aos estudantes uma visão mais abrangente dos conteúdos matemáticos, estimulou discussões e pode levar à formação mais crítica, desenvolvendo a argumentação. Isso faz com que o estudante seja um sujeito ativo na própria aprendizagem, capaz de tomar decisões com base em respostas numéricas, criando estratégias para resolver problemas, sejam eles matemáticos ou não.

Referências

- ALLEVATO**, N. S. G. Associando o computador à resolução de problemas matemáticos no ensino fundamental: artigo de tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista (UNESP). Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. 2005
- ALMEIDA**, L. M. W.; **BRITO**, D. S. Atividades de Modelagem Matemática e que sentido os alunos podem lhe atribuir. *Ciência e Educação*, v.11, n. 3, p. 483-498, 2005.
- ALMEIDA**, L. M. W; **SILVA**, K. P.; **VERTUAN**, R. E. Modelagem matemática na educação básica. 1ª Ed., 1ª reimpressão. São Paulo. Editora Contexto, 2013.
- ALMEIDA**, L. M. W.; **DIAS**, M. R. Um estudo sobre o uso da Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem. *Revista Bolema*, ano 17, n. 22, p.19-35, 2004.
- ALMEIDA**, L. M. W.; **SILVA**, K. P.; **VERTUAN**, R. E. Modelagem Matemática na Educação Básica. São Paulo: Contexto, 2012.

- ALMEIDA, L.M.W; DIAS, M.R.** Um estudo sobre o uso da Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem. *BOLEMA*, Rio Claro, set. 2004.
- ALMEIDA, L.M.W; KOWALEK, R.M.** Validação em atividades de modelagem matemática, UEL. 2022. Disponível em < <https://pos.uel.br/pecem/teses-dissertacoes/validacao-em-atividades-de-modelagem-matematica/>> acesso em 18 de novembro de 2023.
- ALRØ, H.; SKOVSMOSE, O.** Diálogo e Aprendizagem em Educação Matemática. Tradução: Orlando Figueiredo. Belo Horizonte: Autentica, 2010.
- ANDRADE, M.M.** o uso do software Superlogo como recurso de ensino de geometria plana: uma capacitação aos professores de matemática do ensino médio da rede pública. UNIR, Ji-Paraná, Rondônia, 2017
- ARAGÃO, M. de F. A.** A história da modelagem matemática: uma perspectiva de didática no ensino básico. in: IX EPBEM, 2016, Campina Grande. IX EPBEM. Campina Grande: Realize, 2016. v. 1.
- BARBOSA, J. C.** As relações dos professores com a Modelagem Matemática. In: Encontro Nacional de Educação Matemática, 8, 2004, Recife. Anais... Recife: SBEM, 2003
- BARBOSA, J. C.** Modelagem Matemática: O que é? Por que? Como? *Veritati*, n. 4, p. 7380, 2004.
- BARBOSA, J. C.** Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: 24ª RA da ANPED, *Anais...* Caxambu, 2001
- BARBOSA, J. C.** Teacher-student interactions in mathematical modelling. In: HAINES, C. et al (Ed.). **Mathematical Modelling (ICTMA12):** education, engineering and economics. Chichester: Horwood Publishing, 2007. p. 232-240.
- BARBOSA, J. C.** Modelagem Matemática: concepções e experiências de futuros professores. 2001. 253 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.
- BARBOSA, J.C.** Modelagem matemática e as discussões técnicas nas interações entre professor e alunos. *Boletim GEPEM*, nº 59 – dez. 2011
- BASSANEZI, R. C.** Ensino-aprendizagem com modelagem matemática. São Paulo: ed. contexto, 2009
- BASSANEZI, R. C..** Modelling as a Teaching-Learning Strategy. For the Learning of Mathematics, Vancouver - Canada, v. 14, n.2, p. 31-35, 1994.
- BELO, C. B ; BURAK, D.** A Modelagem Matemática na Educação Infantil: uma experiência vivida. *Educação Matemática Debate* , v. 4, p. e202016-22, 2020.
- BENEVIDES, M. V. .** Educação para a democracia. *Lua Nova. Revista de Cultura e Política* , v. 38, p. 223-237, 2004.
- BIEMBENGUT, M. S.** 30 Anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. *Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*. V2, n2. Jul, 2009.
- BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N.** Modelagem Matemática no Ensino. 5ª edição. São Paulo: Editora Contexto, 2014.
- BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N.** Modelagem Matemática no Ensino. São Paulo: Editora Contexto, 2003.
- BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N.** Modelagem matemática no ensino. São Paulo: Contexto, 2007.

- BLUM**, W. Applications and modelling in mathematics teaching and mathematics education – some important aspects of practice and of research. In: C. SLOYER et al., Advances and perspectives in the teaching of mathematical modeling and applications. Yorklyn, Water Street Mathematics. 1999.
- BLUM**, W. Quality Teaching of Mathematical Modelling: What Do We Know, What Can We Do. In: The Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education. Cham: Springer International Publishing, CHO, S. (Ed), fev. 2015. p. 73 – 96.
- BOGDAN**, R. C.; **BIKLEN**, S. K. Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994.
- BORBA**, M. C.; **PENTEADO**, M. G. Tecnologias informáticas na educação matemática e reorganização do pensamento. In: BICUDO, M. A. V. (Org). Pesquisa em educação matemática: concepções e perspectivas. São Paulo: UNESP, 2020. p. 285-295
- BORSSOI**, A.H; **ALMEIDA**, L.M. W. Percepções sobre o uso da tecnologia para a aprendizagem significativa de alunos envolvidos com atividades de modelagem matemática. Revista Eletrônica de educação em ciências, vol.10, núm.2, pp.36-45, 2015.
- BRANDT**, C. F., **BURAK**, D., and **KLÜBER**, T. E., orgs. Modelagem Matemática: perspectivas, experiências, reflexões e teorizações [online]. 2nd ed. rev. and enl. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2016, 226 p. ISBN 978-85-7798-232-5. <Disponível em: <http://books.scielo.org/id/b4zpq/epub/brandt-9788577982325.epub>.> Acesso em: 20 de setembro de 2022.
- BRASIL**. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Brasília: MEC. 2017. Disponível no site: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_20dez_site.pdf. Acesso em 03 de Mai. de 2023.
- BRASIL**. Ministério da Educação do Desporto. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC, 2018.
- BRASIL**. Ministério da Educação do Desporto. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: perguntas e respostas. Brasília: MEC, 2021. Disponível em < <http://portal.mec.gov.br/publicacoes-para-professores/30000-uncategorised/40361-novo-ensino-medio-duvidas>> Acesso em 02 de mai. de 2023
- BRASIL**. Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- BRASIL**. PCNEM: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC, 2002.
- BRITO**, A. J; **MENDES**, I. A. História da Matemática em Atividades Didáticas. In Miguel Antônio. [et.al.]. – 2. ed. rev. – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009
- BURAK**, D. (1998). Formação dos pensamentos algébricos e geométricos: uma experiência com modelagem matemática. Pró-Mat, v. 1, n. 1, pp. 32-41.
- BURAK**, D. ; **ARAGÃO**, R. M. R. de . A modelagem matemática e relações com a aprendizagem significativa. 1ª. ed. Curitiba: Editora CRV, 2019. v. 1000. 129p .
- BURAK**, D. A modelagem matemática na perspectiva da educação matemática: olhares múltiplos e complexos. Educação matemática sem fronteiras, v. 1, p. 96-111, 2018

- BURAK**, D. Critérios norteadores para a adoção da Modelagem Matemática no Ensino Fundamental e Secundário. ZETETIKÉ. v.2, n. 2, p. 10-27, 1994.
- BURAK**, D. **KLÜBER**, T.E. Concepções de modelagem matemática: contribuições teóricas. Educação Matemática, São Paulo, v.10, n.1 pp. 17-34, 2008
- BURAK**, D. Modelagem Matemática sob um olhar de Educação Matemática e suas implicações para construção do conhecimento matemático em sala de aula. Revista de Modelagem na Educação Matemática, Vol. 1, No. 1, 10-27, 2010.
- BURAK**, D. Modelagem Matemática sob um olhar de Educação Matemática e suas implicações para a construção do conhecimento matemático em sala de aula. Revista de Modelagem Na Educação Matemática, Blumenau, v. 1, n. 1, p.10-27, 2010. _____. Modelagem matemática e a sala de aula. In: Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática, 1, 2004, Londrina, Anais... Londrina: [S.I.], 2004.
- BURAK**, D. Modelagem Matemática: ações e interações no processo de ensino aprendizagem. Tese de Doutorado em Educação. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1992.
- BURAK**, D. Modelagem Matemática: ações e interações no processo de ensino aprendizagem. 1992. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/252996>. Acesso em 20 mai. 2023.
- BURAK**, D. Modelagem Matemática: uma metodologia alternativa para o ensino de matemática na 5ª série. Rio Claro - SP, 1987. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – IGCE, Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho –UNESP, 1987.
- BURAK**, D. Objetivos e resultados da pesquisa em Modelagem Matemática na Educação Matemática brasileira: o caso de uma categoria. Revemat : Revista Eletrônica de Educação Matemática , v. 9, p. 21, 2014
- BURAK**, D; **MARTINS**, M.A. Modelagem matemática nos anos iniciais da educação básica: uma discussão necessária. RBECT 2015. Disponível em: < <https://periodicos.utfrpr.edu.br/rbect/article/view/1925/1982>> Acesso em 05, nov, 2023
- CALDEIRA**, Ademir Donizeti. Modelagem Matemática, Currículo e Formação de Professores: obstáculos e apontamentos. *Educação Matemática em Revista*, Brasília, n, 46, p. 53-62, 2015.
- CHAVES**, M. I. A.; **ESPÍRITO SANTO**, A. O. Modelagem Matemática: uma concepção e várias possibilidades. Revista Bolema, Rio Claro, ano 21, número 30, 2008.
- CURY**, H. N. Pesquisas em análises de erros no ensino superior: retrospectiva e novos resultados. In: FROTA, M. C. R.; NASSER, L. (Orgs.). Educação matemática no ensino superior: pesquisas e debates. Recife: SBEM. 2018.
- D'AMBRÓSIO**, U. Educação Matemática: da teoria à prática. Campinas, Papirus, 2012.
- D'AMBRÓSIO**, U. Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.
- DALLA VECCHIA**, R. The relationship between Big Data and Mathematical Modeling: a discussion in a Mathematical Education scenario. Themes in Science and Technology Education, v. 8, p. 23, 2017.

DANYLUK, O. S. Alfabetização matemática: as primeiras manifestações da escrita infantil. 5ª edição, UPF Editora, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, 2015.

DELLA NINA, C.T. Modelagem matemática e as novas tecnologias. PUC-RS (2015)

DIAS, M. R. Uma experiência com Modelagem Matemática na formação continuada de professores. 2005. 199f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2005.

FIorentini, D. Estudo de algumas tentativas pioneiras de pesquisa sobre o uso da modelagem matemática no ensino. In: ICME, 8, 1996.

FORTE, C. e KIRNER, C. Usando Realidade Aumentada no Desenvolvimento de Ferramenta para Aprendizagem de Física e Matemática. UFB, 2009.

FREITAS, Juscelaine Martins. ROSA, Cláudia Carreira. Modelagem matemática nas series iniciais: uma experiencia com a turma do 5º ano do ensino fundamental. Anais do XV SESEMAT - Seminário Sul-Mato-Grossense de Pesquisa em Educação Matemática, 2021

GARNICA, A.V. M. História Oral e Educação Matemática. In: BORBA, M. de C. ARAÚJO, J. de L. (Org.). Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática. Belo Horizonte, Autêntica, p. 79-100. 2004.

GEOGEBRA, Software. In: Aplicativos matemáticos, c2023. Disponível em: <https://www.geogebra.org>. Acesso em: 16 de abril. 2023.

JOCOSKI, J. Modelagem Matemática nos anos iniciais do ensino fundamental: possibilidades para o ensino de matemática. UFP, Curitiba, 2020. Disponível em <<https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/67519>> Acesso em 16 de maio de 2022.

KENSKI, V. M. Gestão e uso das mídias em projetos de Educação a Distância. Revista E-Curriculum, São Paulo, v. 1, nº. 1, dez. 2009.

KIRNER, C.; TORI, R.; SISCOUTO, R.. Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada. Livro do Pré-Simpósio – VIII Symposium on Virtual Reality. Belém, 2009

KAMINSKI, M.R. Criação de jogos digitais na perspectiva de introdução à modelagem matemática. UNIOESTE, 2018

KISHIMOTO, T. M. O Jogo e a Educação Infantil. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2003.

KLÜBER, T. E.; BURAK, D.. Sobre a pesquisa em Modelagem na educação matemática brasileira. Revista Diálogo Educacional (PUCPR. Impresso) , v. 14, p. 143-164, 2016.

KLÜBER, T. E. BURAK, D. Concepções de Modelagem Matemática: contribuições teóricas. Educ. Mat. Pesqui. V.10, São Paulo, 2008.

KOWALEK, Rosângela. Modelagem matemática nos anos iniciais: percepções de futuros professores. Anais do XV SESEMAT - Seminário Sul-Mato-Grossense de Pesquisa em Educação Matemática, 2021

LESSARD, H. M.; GOYETTE, G. & BOUTIN, G. 1990: Investigação Qualitativa. Fundamentos e Práticas, Lisboa: Instituto Piaget

LIBÂNIO, J. C. Didática. São Paulo: Cortez, 1994. Pedagogia e pedagogos, para quê? 12. ed. São Paulo: Cortez, 2010.

LIMA, T. S. ;LORENZONI, L. L. ; REZENDE, O. L. T. . Autoconceito em matemática: contribuições da modelagem matemática para o seu desenvolvimento. 1. ed. , 2019.

- LOBATO, L. F. ; ANDRADE, G. O.** Desafios do ensino de Geometria no ensino médio. 2019, Disponível em: <https://shortest.link/1irQ>. Acesso em 06 de jan.2023.
- LORENZATO, S.** Aprender e ensinar geometria. Campinas, SP: Mercado das Letras, 2015. Série Educação Matemática
- MACHADO, R.M; INAFUKU, M.** A criança líder e a criança submissa: um olhar atento sobre interações e intervenções positivas. São Paulo: UNIFRAN, 2019
- MAGALHÃES, G.G; ALMEIDA, L.M.W.** O uso do Geogebra em atividade de modelagem matemática: uma proposta para o ensino de cálculo. EPREM, 2017.
- MASTRELA, R.** Modelagem Matemática e as tecnologias da informação e comunicação no processo de ensino e aprendizagem. UFG/PROFMAT, 2014.
- MATOS, G.M.F.** Modelagem matemática como estratégia de ensino e aprendizagem da matemática. Universidade Estadual e Goiás, Anápolis, 2017.
- MATOS, G.N.** A trajetória hipotética da aprendizagem e a modelagem matemática: possibilidades e desafios. UFMS, 2021
- MELO, E.V.; FIREMAN, E.C.** Ensino e aprendizagem de funções trigonométricas por meio do *software Geogebra* aliado à modelagem matemática. Revista RENCIMA, v.7, p.12-30, 2016
- MOREIRA, M. A.** Modelos científicos, modelos mentais, modelagem computacional e modelagem matemática: aspectos epistemológicos e implicações para o ensino. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia. Ponta Grossa, 2014.
- MOREIRA, W.P; LORENZONI, L.L; REZENDE, O.L.T.** 5 etapas para realização de uma atividade de modelagem matemática em sala de aula. GEPEME - IFES, 2021. MS, v. 7, n. 14, 2011.
- NEVES, J. C. S.; TEODORO, V D.** Modelling Considering the Influence of Technology. In: Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling (ICTMA 14). Dordrecht: Springer, KAISER, G.; BLUM, W.; FERRI, R. B.; STILLMAN, G. (Ed.), v. 1, 2011, p. 331 – 339.
- NEVES, T.F.S.** O ensino da matemática nas series iniciais: dificuldades e desafios. PROFMAT – UFAL, 2018
- NICOLAU, R. M.; MARINHO, S. P. P.; MARINHO, A. M. S.** Tecnologias digitais móveis na educação básica: nem tanto ao céu, nem tanto ao inferno. In: congresso brasileiro de informática na educação, 6., 2017, Minas Gerais. Anais. Minas Gerais: Workshops do VI congresso Brasileiro de informática na educação, 2017, p. 564-573.
- OLIVEIRA JUNIOR, F.G.** Modelagem Matemática e Neurociências: Algumas Relações. UFMS, 2020.
- OVANDO NETO, E.** Modelagem matemática e o currículo: desafios e possibilidades. UFMS, 2019.
- PAPERT, S.** A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática. Tradução de Sandra Costa. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.
- PAPERT, S.** LOGO: Computadores e Educação. São Paulo: Brasiliense, 1986.
- PAPERT, S.** Logo: Computadores e educação. Tradução de José Arnaldo Valente; Beatriz Bitelman e Afira Ripper Vianna. São Paulo: Brasiliense, 1985.
- PARANÁ,** Secretaria de Estado da Educação. Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Estado do Paraná – Matemática. Curitiba: SEED, 2008.

PEREIRA, E. A Modelagem Matemática e o papel do professor de Matemática para o desenvolvimento da Criatividade. In: BRANDT, C. F., BURAK, D., and KLÜBER, T. E., orgs. Modelagem matemática: perspectivas, experiências, reflexões e teorizações [online]. 2nd ed. rev. andenl. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2016, pp. 201-212.

QUEIROZ e MELO, M. A. A pipa como um fétiche: passando ao lardo de dicotomias. Fractal, rev. Psicol., set. 2016

reflexivo: a experiência de Elias. Perspectivas da Educação Matemática, Campo Grande,

ROSA, A.S.B.H; BITTAR, M. Um estudo sobre o uso do software Superlogo na organização do pensamento matemático. UFMS, 2004.

ROSA, C. C. A Formação do Professor Reflexivo no Contexto da Modelagem Matemática. Tese de doutorado (Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência e a Matemática). Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2013.

ROSA, C. C. da; KATO, L. A. A Modelagem Matemática e o exercício do professor

ROSA, C. C.; SOUZA, D. C. A modelagem Matemática nos anos iniciais, uma oportunidade de uso de diferentes linguagens. XIII Encontro Paulista de Educação Matemática. São Paulo, 2017.

SANTOS, A. dos. Construção de pipas como recurso didático para o ensino da geometria. Belo Horizonte: UFMG, 2013.

SANTOS, A. O.; OLIVEIRA, G. S.; OLIVEIRA, C. R. Alfabetização matemática: concepções e contribuições no ensinar e aprender nos primeiros anos do ensino fundamental. Revista de Educação, Ciências e Matemática, v. 7, n. 1, jan/abr. 2017.

SANTOS, V.P.S. Matrizes e transformações geométricas: conceitos e conexões com o uso do Geogebra. UFF, 2020.

SAWAYA, S.; PUTNAM, R. Using mobile devices to connect mathematics to outof-school contexts. In: CROMPTON, Helen; TRAXLER, John. (Org.). Mobile learning and mathematics, New York: Routledge, 2015, p. 9-19.

SCHEFFER, N. F.; CAMPAGNOLLO, A. J. Modelagem matemática uma alternativa para o ensino-aprendizagem da matemática no meio rural. Zetetike, Campinas, SP, v. 6, n. 2, p. 35–56, 1998. DOI: 10.20396/zet.v6i10.8646783. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8646783>. Acesso em: 3 nov. 2023.

SILVA, A. D.P. Modelagem matemática e tecnologias digitais para o ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos. UFOPA, 2019

SILVA, C.; KATO, L.A. Quais elementos caracterizam uma atividade de modelagem matemática na perspectiva socio-crítica. Universidade estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, Paraná, 2012.

SILVA, V. S. ; BURAK, D. . A formação inicial de pedagogo para o ensino de matemática: considerações a partir e artigos publicados na revista paranaense de educação matemática. In: Ana Lúcia Pereira; Célia Finck Brandt; Fábio Antonio Gabriel. (Org.). Fundamentos Epistemológicos da Educação. 1ed.Rio de Janeiro: Editora Multifoco, 2018, v. 1, p. 195-212.

SILVA, V. S.; KLÜBER, T. E. Modelagem Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental: reflexões e apologia aos seus usos. In: ALENCAR, E. S.; LAUTENSCHLAGER, E. (Orgs.). Modelagem Matemática nos anos iniciais. São Paulo: Editora Sucesso, p. 7-24, 2014.

SILVEIRA, & CALDEIRA, A. D. (2012, August). Modelagem na sala de aula: resistências e obstáculos. Bolema,26(43),1021-1047

SKOVSMOSE, O. Educação Matemática Crítica – A Questão da Democracia. Campinas: Papirus, 2001.

SOUZA, A. F; **SOUZA**, S. da S. Grandezas e Medidas: atividades de matemática. 2ªed. Vol.2. Editora Ridel, 2010.

SOUZA, D. C. Representações Sociais e Modelagem Matemática: Um estudo envolvendo o ensino de matemática na formação de pedagogos. UFMS, 2020.

SOUZA, D.B; **ANANIAS**. E.F; **CALDEIRA**, V.L.A. A modelagem matemática e o ensino da geometria. UEPB, Campina Grande, 2015.

SOUZA, J. P. F. Atividade de modelagem matemática: um instrumento avaliativo da aprendizagem escolar. UFMS, 2020.

SOUZA, J. O. B. Modelagem matemática como processo para o desenvolvimento do pensamento analítico e reflexivo. USP. 2020.

STILER , E. C; **FERREIRA**, M. V. Um Estudo da Aplicação da Planilha do Excel no Ensino de Matemática Financeira, 2006 . Disponível em <<http://www.limc.ufrj.br/htm4/papers/71.pdf>>. Acesso em 21 abr. 2023

TORTOLA, E. Configurações de Modelagem Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental. 2016. 304f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

TORTOLA, E.; **ALMEIDA**, L. M. W. Um olhar sobre os usos da linguagem por alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental em atividades de Modelagem Matemática. RPEM, Campo Mourão, Pr, v.5, n.8, p.83-105, jan.-jun. 2016.

UNESP. Universidade estadual de São Paulo – Softwares matemáticos – disponível em: <<https://www.ibilce.unesp.br/#!/departamentos/matematica/extensao/lab-mat/software-matematicos/>> 2023

VALENTE, J. A. Aspectos críticos das tecnologias nos ambientes educacionais e nas escolas. Educação e Cultura Contemporânea: Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estácio de Sá. Rio de Janeiro, v.2, n.3, p.11-28, 2005.

VALENTE, J. A. A Espiral da Espiral de Aprendizagem: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação. Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Campinas, 2005.

VALENTE, J. A. O Computador na Sociedade do Conhecimento. Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 1999.

VERAS, M.V.G. Modelagem matemática no estudo de grandezas e medidas: uma proposta para a sala de apoio a aprendizagem. Produções didáticas pedagógicas. Vol. 2 UNESPAR, 2016.

VICENTE, R. B.; **ARAÚJO**, M. Y. B. da S. Aplicativo digital: uma contribuição para o processo de ensino-aprendizagem . Texto Livre, Belo Horizonte - MG, v. 10, n. 2, p. 169–184, 2017. DOI: 10.17851/1983-3652.10.2.169-184. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/textolivre/article/view/16768>. Acesso em: 4 jan. 2023.

VEICILI. C.R.C. Modelagem matemática: uma proposta para o ensino da matemática. PUC, Porto Alegre, 2006

VIRGOLIM, A. M. R. Parada Obrigatória: a criatividade entrando em cena. In: VIRGOLIN, A. M. R. (org.). Talento Criativo: expressão em múltiplos contextos. Brasília: Editora UnB, 2007, p. 19-27.