

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

CRISTIANE SIQUEIRA DE MACÊDO NOBRE

**MODELAGEM MATEMÁTICA E PROJETOS NA INICIAÇÃO CIENTÍFICA:
conhecimentos matemáticos aplicados na solução de problemas no Ensino Médio**

Maceió – AL

2024

CRISTIANE SIQUEIRA DE MACÊDO NOBRE

**MODELAGEM MATEMÁTICA E PROJETOS NA INICIAÇÃO CIENTÍFICA:
conhecimentos matemáticos aplicados na solução de problemas no Ensino Médio**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Centro de Educação da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Viviane de Oliveira Santos.

Maceió – AL

2024

Catologação na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária: Helena Cristina Pimentel do Vale CRB4 - 661

N754m Nobre, Cristiane Siqueira de Macêdo.

Modelagem matemática e projetos na iniciação científica : conhecimentos matemáticos aplicados na solução de problemas no Ensino Médio / Cristiane Siqueira de Macêdo Nobre. – 2024.

293 f. : il.

Orientadora: Viviane de Oliveira Santos.

Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Educação. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Maceió, 2024.

Inclui bibliografia, apêndices e anexos.

Produto educacional: “Manual didático para utilização da modelagem matemática em projetos na iniciação científica: conhecimentos matemáticos na solução de problemas no Ensino Médio”.

1. Modelagem Matemática. 2. Saber matemático (Sistematização). 3. Iniciação científica. 4. Ensino médio. I. Título.

CDU: 37.046.14:51

CRISTIANE SIQUEIRA DE MACÊDO NOBRE

Modelagem Matemática e projetos na iniciação científica: conhecimentos matemáticos aplicados na solução de problemas no Ensino Médio

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Centro de Educação da Universidade Federal de Alagoas, aprovada em 04 de outubro de 2024.

BANCA EXAMINADORA



Documento assinado digitalmente

VIVIANE DE OLIVEIRA SANTOS

Data: 30/10/2024 18:07:45-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Viviane de Oliveira Santos Orientadora
(IM/Ufal)



Documento assinado digitalmente

NILCEIA APARECIDA MACIEL PINHEIRO

Data: 09/10/2024 13:58:41-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Nilcéia Aparecida Maciel Pinheiro
(UTFPR)



Documento assinado digitalmente

CAROLINA NOZELLA GAMA

Data: 15/10/2024 06:31:26-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Carolina Nozella Gama (Cedu/Ufal)

AGRADECIMENTOS

A Deus, por permitir a realização desse tão desejado momento. A Nossa Senhora que, como boa mãe, acalmou-me nos instantes de provas, acolheu-me na solidão de cada leitura e escrita, concedeu-me sabedoria quando havia tantas obrigações nas variadas atividades: mãe, filha, mulher, estudante, profissional, amiga. Os desafios foram maiores do que eu pensei, mas Eles me levaram em seus braços, guiando-me e fortalecendo-me na fé.

À memória de meu pai, Adelson, por me incentivar a todo momento e acreditar em mim, sempre orgulhoso de minhas conquistas. Lembro-me dele conversando com os colegas e comentando sobre a minha dedicação com satisfação no olhar, muitas vezes seus olhos lacrimejantes. Infelizmente ele não estava presente em matéria quando eu consegui aprovação na seleção do mestrado, mas sinto que ele acompanhou cada etapa dessa trajetória.

À minha mãe, Maria Lúcia, minha inspiração, mulher guerreira de muita fé, ela me ensina diariamente a ser uma pessoa melhor, evoluir espiritualmente e nunca desistir dos meus objetivos. Lembro-me do dia em que ela soube que eu havia sido classificada para o mestrado, quando olhou nos meus olhos e falou que estaria comigo durante todo o período e assim o fez. Ela foi meu alicerce e meu apoio nos cuidados com as minhas filhas. Essa conquista eu dedico a vocês, meus queridos, pai e mãe, sou eternamente grata por tudo o que vocês fizeram por mim e ainda fazem, por seus ensinamentos e por estarem presentes na minha vida. Muito obrigada!

Ao meu esposo, Lívio André, e as minhas filhas, Maria Elisa e Maria Vitória, por toda compreensão nas minhas ausências e nos meus isolamentos, sem o apoio de vocês eu não teria conseguido. Foram muitos momentos difíceis, entre os choros da Vivi por querer brincar comigo; entre as curtas conversas com Elisa, quando o que ela queria era me contar do seu dia e das resenhas na escola; entre as saídas que foram canceladas com Lívio, para que eu pudesse me dedicar à escrita. Eu tenho uma família linda e tudo o que faço é por vocês.

Ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática e aos docentes que foram essenciais para minha formação. Sou grata por compartilhar conhecimentos e experiências que contribuíram para minha evolução profissional e pessoal.

À minha orientadora, Profa. Dra. Viviane Oliveira, por estar presente nos meus retornos à vida acadêmica, uma parceria de longa data que vem se firmando cada vez mais, desde os projetos de extensão. Obrigada por sua disponibilidade em todos os momentos de caminhada, sempre solícita e paciente, você é parte fundamental na minha formação.

À banca examinadora pelo aceite do convite, a disponibilidade em avaliar e colaborar com a pesquisa desenvolvida e pela participação nesse momento excepcional.

Aos meus colegas de mestrado, pela parceria, incentivo e contribuições nos estudos pertinentes ao curso, compartilhando experiências, produzindo trabalhos acadêmicos, construindo conhecimento.

À Escola Estadual Professora Guiomar de Almeida Peixoto, representada por sua atual gestora Karla Lobo. Ela contribuiu, sem medir esforços, para que eu conseguisse implantar a Iniciação Científica e abraçou essa pesquisa como parte das ações da escola. Obrigada, pela parceria.

Por fim, a minha família e aos meus amigos mais próximos, suportando-me nos momentos de inquietação e levantando a minha autoestima diante do meu cansaço; por cada mensagem que recebi quando me isolei, por se mostrarem presente, mesmo na minha ausência; e também aos que me ajudaram, direta e/ou indiretamente com o desenvolvimento da pesquisa, ou com o meu cuidado.

O ensino da Matemática tem por objetivo proporcionar as condições básicas aos educandos para a apreensão consciente dos conceitos matemáticos a fim de poderem assumir atitudes de agentes de transformação do mundo.

(Newton Duarte)

RESUMO

A Modelagem Matemática é considerada um método de ensino com investigação que contempla o desenvolvimento de um modelo que pode ser aplicado a qualquer área do conhecimento, e o ensino e seus métodos devem acompanhar os avanços científicos e tecnológicos, tornando-se fundamental a expansão da Iniciação Científica na Educação Básica. Logo, esta pesquisa teve como objetivo principal analisar como a Modelagem Matemática pode contribuir no desenvolvimento de projetos de Iniciação Científica, propiciando a aplicação de conhecimentos matemáticos na Educação Básica a fim de favorecer a formação do pensamento por conceitos. Como objetivos específicos, pretendeu-se: compreender o desenvolvimento da atividade de estudo para a promoção do pensamento por conceitos no período da adolescência; relacionar a Modelagem Matemática e os conceitos matemáticos envolvidos no desenvolvimento do projeto com o ensino da Matemática para a formação humana em seus aspectos mais avançados; identificar os critérios que os estudantes utilizaram na escolha de um problema na comunidade; investigar as estratégias utilizadas pelos estudantes para solucionar o problema (protótipos, programação, pesquisas); analisar, nas soluções apresentadas, as representações das quais utilizam para os modelos matemáticos e o caminho percorrido para o desenvolvimento das funções psicológicas superiores. É uma pesquisa que perpassa pelas concepções da Pedagogia histórico-crítica e da Psicologia histórico-cultural por considerarmos que é possível a orientação de um trabalho intencional, planejado e sistematizado para a formação humana com a aplicação dos saberes matemáticos apropriados com desdobramentos em outras áreas nos projetos de Iniciação Científica e esse trabalho tem abordagem quanti-qualitativa de natureza aplicada e, de acordo com os objetivos, é uma pesquisa que busca a compreensão dos fenômenos em sua processualidade e totalidade. Para os procedimentos técnicos de análise, enquadra-se na pesquisa-formação com a categoria do pensar/ fazer multirreferencial e foi realizada com 12 estudantes das três turmas da primeira série do Ensino Médio, da Escola Estadual Professora Guiomar de Almeida Peixoto. A coleta de dados foi realizada mediante as narrativas dos praticantes registradas no diário de pesquisa/ formação construído em momentos de desenvolvimento do projeto considerando os meios de comunicação *um-um*, *um-todos* e *todos-todos* nos diversos dispositivos digitais, sendo o *WhatsApp* o mais utilizado; diálogos colaborativos e registros imagéticos também foram considerados, bem como as ideias, inquietações e os sentidos que emergiram. Além disso, para a construção do modelo matemático foram aplicados os conceitos matemáticos necessários e o programa *GeoGebra* para análise e validação do modelo por meio do gráfico da situação identificada nas entrevistas semiestruturadas. As outras etapas específicas da construção do projeto de Iniciação Científica, como o diário de bordo e o relatório foram apreciados para análise. Foi aplicado também um questionário semiestrutural no início da pesquisa e outro no final para comparação, o último questionário tinha perguntas discursivas a respeito da aprendizagem desenvolvida e da participação no projeto. Constatou-se que os praticantes realizaram um trabalho que resultou na objetivação, porque destacou a relevância da consciência e da reflexão na execução das atividades que foram além da prática, pois envolveu valores éticos e simbólicos dos objetivos além de envolver a formação, a produção e a transmissão do saber, pois puderam compreender a natureza sob o olhar dos elementos culturais produzidos. Como produto educacional, foi elaborado um manual didático para professores de Matemática com uma proposta de sequência didática para o desenvolvimento de projetos de Iniciação Científica.

Palavras-chave: Modelagem Matemática. Projetos de Iniciação Científica. Sistematização do saber matemático. Ensino Médio.

ABSTRACT

Mathematical Modeling is considered a teaching method with research that includes the development of a model that can be applied to any area of knowledge, and teaching and its methods must keep up with scientific and technological advances, making it essential to expand Scientific Initiation in Basic Education. Therefore, this research had as its main objective to analyze how Mathematical Modeling can contribute to the development of Scientific Initiation projects, enabling the application of mathematical knowledge in Basic Education in order to favor the formation of conceptual thinking. As specific objectives, we intended to: understand the development of the study activity to promote conceptual thinking in adolescence; relate Mathematical Modeling and the mathematical concepts involved in the development of the project with the teaching of Mathematics for human development in its most advanced aspects; identify the criteria that students used in choosing a problem in the community; investigate the strategies used by students to solve the problem (prototypes, programming, research); to analyze, in the solutions presented, the representations that are used for mathematical models and the path taken for the development of higher psychological functions. This is a research that permeates the concepts of historical-critical Pedagogy and historical-cultural Psychology, as we consider that it is possible to guide an intentional, planned and systematized work for human formation with the application of appropriate mathematical knowledge with developments in other areas in Scientific Initiation projects. This work has a quantitative-qualitative approach of an applied nature and, according to the objectives, it is a research that seeks to understand the phenomena in their processuality and totality. For the technical analysis procedures, it fits into the research-training with the category of multi-referential thinking/doing and was carried out with 12 students from the three classes of the first year of High School, at the Escola Estadual Professora Guiomar de Almeida Peixoto. Data collection was carried out through the narratives of the practitioners recorded in the research/training diary constructed during the development of the project, considering the means of communication one-to-one, one-to-all and all-to-all on the various digital devices, with WhatsApp being the most used; collaborative dialogues and image records were also considered, as well as the ideas, concerns and meanings that emerged. In addition, to construct the mathematical model, the necessary mathematical concepts were applied and the GeoGebra program was used to analyze and validate the model through the graph of the situation identified in the semi-structured interviews. The other specific stages of the construction of the Scientific Initiation project, such as the logbook and the report, were assessed for analysis. A semi-structural questionnaire was also applied at the beginning of the research and another at the end for comparison; the last questionnaire had discursive questions about the learning developed and participation in the project. It was found that the practitioners carried out work that resulted in objectification, because it highlighted the relevance of awareness and reflection in the execution of activities that went beyond practice, as it involved ethical and symbolic values of the objectives, in addition to involving the formation, production and transmission of knowledge, as they were able to understand nature from the perspective of the cultural elements produced. As an educational product, a didactic manual for Mathematics teachers was prepared with a proposed didactic sequence for the development of Scientific Initiation projects.

Keywords: Mathematical modeling. Scientific Initiation Projects. Systematization of mathematical knowledge. Secondary education.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 1: Os cinco principais tipos de pensamento por complexos..... | 39 |
| Figura 2: Relação professor-estudante nos níveis de Modelagem..... | 51 |
| Figura 3: Etapas da sequência didática em atividade de estudo associadas à Modelagem Matemática e ao desenvolvimento do projeto..... | 58 |
| Figura 4: Diagrama de fluxo baseado no Prisma <i>flow diagram</i> | 61 |
| Figura 5: As palavras-chave das pesquisas selecionadas..... | 65 |
| Figura 6: Nossa primeira reunião e os primeiros diálogos..... | 114 |
| Figura 7: Diálogos que nos formam..... | 116 |
| Figura 8: A escolha da área de atuação..... | 118 |
| Figura 9: Entrevista na comunidade..... | 118 |
| Figura 10: Levantamento dos dados..... | 120 |
| Figura 11: Os cálculos que compõem a frequência relativa..... | 121 |
| Figura 12: Análise do tratamento das informações..... | 122 |
| Figura 13: Momentos de formação: orientações para construção do Projeto de Pesquisa.... | 123 |
| Figura 14: Momentos de formação: Pesquisa dos trabalhos acadêmicos sobre a região..... | 124 |
| Figura 15: Momentos de formação: diálogos na rede..... | 124 |
| Figura 16: Narrativas que expressam autonomia dos praticantes..... | 125 |
| Figura 17: Parte da narrativa escrita no relatório do projeto..... | 127 |
| Figura 18: Narrativas e as tomadas de decisão..... | 128 |
| Figura 19: Narrativa e sentido da proposta..... | 129 |
| Figura 20: Momentos de formação: orientações e pesquisa em ambientes ubíquos..... | 130 |

| | |
|--|-----|
| Figura 21: Construção do material orientador 1..... | 132 |
| Figura 22: Construção do material orientador 2..... | 133 |
| Figura 23: Construção do material orientador 3..... | 134 |
| Figura 24: Dados e possibilidades de modelagem..... | 135 |
| Figura 25: Modelagem Matemática dos dados: modelo 1..... | 136 |
| Figura 26: Modelagem Matemática dos dados: gráfico 1..... | 137 |
| Figura 27: Modelagem Matemática dos dados: modelo 2..... | 139 |
| Figura 28: Modelagem Matemática dos dados: gráfico 2..... | 140 |
| Figura 29: Participação na feira e conquista da bolsa ICJ/ CNPq..... | 141 |
| Figura 30: Expectativas dessa imersão..... | 142 |
| Figura 31: Mídias compartilhadas no grupo do dispositivo <i>WhatsApp</i> | 144 |
| Figura 32: Divulgação em outras redes sociais..... | 145 |
| Figura 33: Possibilidades de autoria e diálogo..... | 146 |
| Figura 34: Autorias e diálogos 1..... | 148 |
| Figura 35: Autorias e diálogos 2..... | 149 |
| Figura 36: Autorias e diálogos 3..... | 150 |
| Figura 37: Capa e sumário do produto educacional “MANUAL DIDÁTICO PARA UTILIZAÇÃO DA MODELAGEM MATEMÁTICA EM PROJETOS NA INICIAÇÃO CIENTÍFICA: conhecimentos matemáticos na solução de problemas no Ensino Médio”.... | 154 |
| Figura 38: Modelagem Matemática pensada para o contexto escolar..... | 155 |
| Figura 39: Sequência didática e a estrutura da atividade de estudo..... | 156 |
| Figura 40: Sequência Didática com etapas de um Projeto de Iniciação Científica e a construção de modelos matemáticos para o ensino da Matemática..... | 157 |
| Figura 41: Recorte do detalhamento da primeira etapa que compõe a Sequência Didática.. | 158 |

Figura 42: Materiais digitais para pesquisas complementares.....159

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|-----|
| Quadro 1: Critérios de inclusão e exclusão..... | 60 |
| Quadro 2: Pesquisas sobre Modelagem Matemática nos Projetos de Iniciação Científica na Educação Básica..... | 62 |
| Quadro 3: Informações das pesquisas sobre Modelagem Matemática nos Projetos de Iniciação Científica na Educação Básica..... | 64 |
| Quadro 4: Objetivos gerais e aspectos metodológicos das pesquisas..... | 66 |
| Quadro 5: Resumo geral das pesquisas selecionadas..... | 76 |
| Quadro 6: Resumo dos instrumentos pré-definidos nas etapas..... | 106 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|-----------|---|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| ABP | Aprendizagem Baseada em Projetos |
| BDTD | Biblioteca Digital de Teses e Dissertações |
| BNCC | Base Nacional Comum Curricular |
| Cefet/ AL | Centro Federal de Educação Tecnológica de Alagoas |
| Cesmac | Centro de Estudos Superiores de Maceió |
| CIEP III | Centro Integrado de Educação de Patos III |
| CNPq | Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico |
| FECiAL | Feira de Ciências de Alagoas |
| ICJ | Iniciação Científica Júnior |
| Ifal | Instituto Federal de Alagoas |
| Lego | <i>Leg Godt</i> |
| PCNEM | Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio |
| PPGECIM | Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática |
| PUC | Pontifícia Universidade Católica |
| RSL | Revisão Sistemática da Literatura |
| Seduc/ AL | Secretaria de Estado da Educação de Alagoas |
| STEAM | <i>Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics</i> |
| Tale | Termo de Assentimento Livre e Esclarecido |
| TCLE | Termo de Consentimento Livre e Esclarecido |
| TCT | Temas Contemporâneos Transversais |
| UEPB | Universidade Estadual da Paraíba |
| UEPS | Unidade de Ensino Potencialmente Significativa |
| UERJ | Universidade Estadual do Rio de Janeiro |
| Ufal | Universidade Federal de Alagoas |
| UFPE | Universidade Federal de Pernambuco |

| | |
|---------------|---|
| UFPR | Universidade Federal do Paraná |
| UFRGS | Universidade Federal do Rio Grande do Sul |
| UFU | Universidade Federal de Uberlândia |
| UFSC | Universidade Federal de Santa Catarina |
| UFSCar | Universidade Federal de São Carlos |
| Unesp | Universidade Estadual Paulista |
| Unicentro/ PR | Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná |
| Unioeste | Universidade Estadual do Oeste |
| USP | Universidade de São Paulo |

SUMÁRIO

| | |
|---|------------|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 18 |
| 2. CONTRIBUIÇÕES DA PSICOLOGIA HISTÓRICO-CULTURAL E PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA PARA A FORMAÇÃO HUMANA NO PERÍODO DA ADOLESCÊNCIA..... | 25 |
| 2.1 Contribuições da Psicologia histórico-cultural na formação humana..... | 25 |
| 2.2 Recorte conceitual e filosófico sobre a periodização do desenvolvimento humano da adolescência na concepção do materialismo histórico-dialético..... | 32 |
| 2.3 O período da adolescência, o pensamento por conceitos e a atividade de estudo: caminhos para o pensar de forma dialética..... | 35 |
| 3. CONTEXTO HISTÓRICO DA MODELAGEM MATEMÁTICA E SUA RELAÇÃO COM A FORMAÇÃO HUMANA..... | 44 |
| 3.1 Recorte histórico sobre a Modelagem Matemática na Educação Matemática..... | 44 |
| 3.2 A Modelagem Matemática como uma abordagem para o ensino da Matemática e a formação humana..... | 49 |
| 3.3 Análise de algumas categorias do materialismo histórico-dialético como possibilidades de desenvolvimento da Modelagem Matemática no ensino de Matemática..... | 54 |
| 3.4 Possibilidades de desenvolvimento da Modelagem Matemática nos projetos de Iniciação Científica..... | 58 |
| 4. PROJETOS DE APRENDIZAGEM NAS ATIVIDADES DE ESTUDO E A INICIAÇÃO CIENTÍFICA: POSSIBILIDADES PARA A CONSTRUÇÃO SOCIAL DO DESENVOLVIMENTO HUMANO E O ENSINO DA MATEMÁTICA..... | 81 |
| 4.1 Breve histórico sobre as mudanças na Educação e sua relação com as transformações sociais..... | 82 |
| 4.2 A Educação Básica e o desenvolvimento de projetos por meio da prática social para estudantes do século XXI..... | 88 |
| 4.3 A Iniciação Científica nos projetos desenvolvidos na Educação Básica: os jovens cientistas..... | 98 |
| 5. METODOLOGIA..... | 102 |
| 5.1 Abordagem e tipo da pesquisa..... | 102 |
| 5.2 Lócus da pesquisa..... | 104 |
| 5.3 Praticantes da pesquisa..... | 105 |

| | |
|---|------------|
| 5.4 Dispositivos para coleta de dados..... | 106 |
| 5.5 Análise dos dados gerados..... | 107 |
| 6. DIÁRIO ON-LINE EM CONTEXTO DE PESQUISA-FORMAÇÃO MULTIRREFERENCIAL: NARRATIVAS DOS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM E DA MODELAGEM MATEMÁTICA DESENVOLVIDA NO PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA | 110 |
| 6.1 Primeira etapa: Apresentação da proposta e os primeiros passos para desenvolvimento do projeto..... | 113 |
| 6.2 Segunda etapa: escolha do tema por meio do levantamento de dados..... | 117 |
| 6.3 Terceira etapa: análise dos dados para identificar o problema diante dos resultados..... | 122 |
| 6.4 Quarta etapa: orientações no desenvolvimento da Modelagem Matemática para uma nova concepção de Educação Matemática..... | 131 |
| 6.5 Quinta etapa: validação do modelo desenvolvido..... | 137 |
| 6.6 Sexta etapa: apresentação dos resultados no meio acadêmico, na comunidade escolar e para a sociedade..... | 141 |
| 7. PRODUTO EDUCACIONAL..... | 152 |
| 7.1 Apresentação do produto educacional: Manual didático para utilização da Modelagem Matemática em Projetos de Iniciação Científica na Educação Básica..... | 153 |
| 7.2 Produto educacional: Manual didático para utilização da Modelagem Matemática em Projetos de Iniciação Científica na Educação Básica..... | 159 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 188 |
| REFERÊNCIAS..... | 194 |
| APÊNDICES..... | 204 |
| ANEXOS..... | 219 |

APRESENTAÇÃO

Sou fruto de uma família que traz em suas raízes a área da Educação. Lembro-me do relato de minha mãe dizendo que minha avó e sua irmã passaram nos primeiros lugares no concurso para professora do primário no Estado de Pernambuco, na região do agreste. Minha mãe também seguiu os passos e cursou o Magistério, mas deixou de ensinar para cuidar da casa e das filhas. Ademais, também tenho tias, primos e primas que lecionam. Desde pequena, minha mãe já falava para nós que a única riqueza que ninguém é capaz de nos tirar é o conhecimento e só se tem conhecimento quando se está interessado em aprender. Ela dizia também que é por meio dos estudos que o indivíduo pode ter uma vida digna e promissora. Meu pai, filho de agricultores familiares, trabalhava na enxada com seus irmãos, mas não deixou de estudar e, certo dia, fez um teste para vaga de contínuo em um banco privado e foi mudando de cargo até chegar à gerência. Depois que saiu do banco, abriu seu pequeno negócio. Recordo-me desses exemplos que sempre me motivaram a ter uma vida de dedicação aos estudos.

Comecei estudando nas escolinhas de bairro da rede privada, passando para a rede pública estadual a partir da 4ª série (atual 5º ano) do Ensino Fundamental. Cursei Edificações no Ensino Médio Tecnológico do Centro Federal de Educação Tecnológica de Alagoas (Cefet/AL), atual Instituto Federal de Alagoas (Ifal).

Iniciei minha vida profissional no comércio como operadora de caixa, depois vendedora e desenhista de ambientes. Em seguida, já em 2004, ingressei no curso de Matemática, optando pela licenciatura, na Universidade Federal de Alagoas (Ufal). No primeiro ano do curso, tomei uma das decisões que mudou minha vida, pois deixei meu emprego para ser professora-bolsista na rede pública estadual e comecei a lecionar na escola que estudei. Num primeiro momento, como professora contratada e, atualmente, sou professora efetiva da rede estadual de ensino de Alagoas, além de lecionar na rede privada.

No cotidiano da sala de aula, percebi a necessidade de colaborar para alcançar resultados mais assertivos dos estudantes e foi na formação continuada que busquei aprimorar minha atuação, interessando-me pelo método da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) e dos projetos de Iniciação Científica.

Como professora-orientadora, busco aperfeiçoar meu trabalho a cada novo projeto, percebendo o envolvimento dos estudantes na aplicação dos conhecimentos matemáticos de maneira natural e como modelavam a depender do problema, pois eles sentiam a necessidade

de desenvolver conceitos matemáticos modelando-os. Foi quando observei essa relação entre a Modelagem Matemática e a resolução de problemas voltada ao projeto identificando um viés para iniciar a pesquisa.

Logo, decidi realizar minha proposta de projeto de pesquisa submetendo-a na linha de pesquisa Saberes e Práticas Docentes do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM/Ufal).

1. INTRODUÇÃO

A sociedade está em constante mudança, já que é resultado da produção humana que adapta a natureza transformando-a para sua sobrevivência (Saviani, 2011). Essa mudança é feita por meio do trabalho e é este que diferencia o homem dos outros animais. “E o trabalho se instaura a partir do momento em que seu agente antecipa mentalmente a finalidade da ação. Conseqüentemente, o trabalho não é qualquer tipo de atividade, mas uma ação adequada a finalidades. É, pois, uma ação intencional” (idem, p. 11).

As transformações globais e as mudanças da sociedade capitalista opõem-se à realidade vivida pela classe trabalhadora: enquanto observa-se o progresso tecnológico e ensejos para a classe dominante, tem-se uma classe dominada com processos culturais de alienação. Nesse aspecto, “o homem alienado é atraído pelo estilo de vida da sociedade dominante e não se compromete com o seu mundo real” (Mizukami, 1986, p. 90).

Duarte (2013) menciona que a Pedagogia histórico-crítica só tem fundamento na perspectiva da superação da sociedade capitalista. “E essa pedagogia entende que a educação em geral e a educação escolar, em especial, não têm poder de por si só revolucionar a sociedade, mas podem e devem engajar-se na luta política pelo socialismo” (idem, p. 3) e esta pode colaborar para a luta pelo socialismo por meio da socialização dos conhecimentos científico, artístico e filosófico em seus aspectos mais avançados.

Nesse contexto, Saviani (2011) afirma que a educação é um fenômeno próprio dos seres humanos, que ela é uma condição para o processo do trabalho e uma condição do trabalho, classificando-a como um processo do trabalho.

O autor cita que há duas categorias de trabalho: material – quando há necessidade de antecipação dos objetivos da ação por meio de ideias, “o que significa que ele representa mentalmente os objetivos reais. Essa representação inclui o aspecto de conhecimento das propriedades do mundo real (ciência), de valorização (ética) e de simbolização (arte)” (idem, p. 12).

Quando os aspectos expandem, transformam-se em outra categoria de produção: o trabalho não material – que o autor resume em produção do saber, “seja do saber sobre a natureza, seja do saber sobre a cultura, isto é, o conjunto da produção humana” (idem, p.12) e é nessa categoria, do trabalho não material, que a educação situa-se.

Relacionando o trabalho à educação, Duarte (2013) expõe algumas reflexões sobre a Pedagogia histórico-crítica, esclarecendo que:

[...] em se tratando de uma pedagogia orientada pelo materialismo histórico e dialético, a participação da escola num processo revolucionário precisa ser compreendida a partir da análise das contradições que se fazem presentes neste tipo peculiar de prática social que é o trabalho educativo (idem, 2013, p. 03).

Para entender o homem como ser social, torna-se essencial conhecer o contexto histórico-cultural, teoria desenvolvida por Vygotski¹ (2010). A teoria histórico-cultural parte da hipótese de que, com as situações propícias de vida e de educação, “as crianças desenvolvem intensamente, e desde os primeiros anos de vida, diferentes atividades práticas, intelectuais e artísticas e iniciam a formação de ideias, sentimentos e hábitos morais e traços de personalidade” (Mello, 2004, p. 135).

Dando seguimento à discussão, são as relações sociais que viabilizam o desenvolvimento psicológico do indivíduo como resultado da apropriação de signos culturais. A periodização do desenvolvimento humano traz reflexões relevantes, partindo do materialismo histórico-dialético para compreender que esse desenvolvimento é direcionado “pela atividade que o vincula à natureza, um ser que a princípio não dispõe de propriedades que lhe assegurem, por si mesmas, a conquista daquilo que o caracteriza como ser humano” (Martins, 2016b, p. 14).

A partir dessas concepções, consideramos a Pedagogia histórico-crítica e a Psicologia histórico-cultural como viabilidade para o ensino de Matemática desenvolvendo conceitos que contribuem no desenvolvimento de modelagens para solucionar problemáticas observadas na comunidade por meio de projetos de Iniciação Científica.

Boaler (2018) menciona a importância dos estudantes visualizarem a aplicabilidade da Matemática e do trabalho com situações da vida real em parte do tempo. Para a autora,

O ato de modelar pode ser visto como a simplificação de qualquer problema da vida em uma forma matemática pura que pode ajudar a resolvê-lo. A modelagem acontece em toda a matemática, mas os alunos geralmente não são conscientizados de que estão modelando, tão pouco são solicitados a pensar sobre o processo (idem, 2018, p. 167).

Quando é solicitado aos estudantes que identifiquem um problema do mundo, com base em dados e limitações reais, e solucionem-nos utilizando a Matemática, tem-se uma modelagem da situação. A Modelagem Matemática abordada nessa pesquisa foi vista “enquanto uma prática educativa no contexto da Educação Matemática” (Kübler, 2016, p.41), pois teve a intenção de construir e desenvolver os conceitos e os conhecimentos matemáticos de forma dinâmica e contextualizada entendida como a relação entre os conceitos e temas nos

¹ O nome Vygotski é encontrado na literatura com variações, tais como: Vigotski, Vygotsky, Vigotski. A grafia Vygotski será padronizada nessa dissertação, porém, quando se tratar de referência a uma edição específica, será preservada a grafia usada naquela edição.

diversos contextos, além da “integração com outras áreas do conhecimento – muito próxima a uma atitude interdisciplinar, pois permite o diálogo da Matemática com outros campos” (idem, p. 42); buscou-se a socialização dos praticantes culturais, “processo de interação entre os estudantes, o educador e a sociedade como um todo” (idem, p. 42); interrupção com o currículo de forma linear “que se constitui em umas das características mais importantes da Modelagem, pois com ela, não são os conteúdos que determinam o problema, mas o contrário” (idem, p.42).

Além disso, Burak (1992) sugere etapas para uma atividade de Modelagem Matemática que relacionam-se com as etapas de desenvolvimento de um projeto de Iniciação Científica, são elas: escolha do tema, pesquisa exploratória, levantamento dos problemas, resolução dos problemas – conceitos matemáticos aplicados ao contexto do tema, análise crítica das soluções – para validação da modelagem desenvolvida.

As relações matemáticas vivenciadas no projeto foram observadas na percepção da Pedagogia histórico-crítica, no que se refere aos conceitos matemáticos que se desenvolveram da necessidade na resolução do problema no projeto. Inicialmente, tais conceitos surgiram por meio da relação dos estudantes com o problema identificado no projeto, posteriormente transformaram-se em conceitos formados e apreendidos diante da necessidade apresentada e do significado que tiveram para o desenvolvimento humano.

Na análise metodológica do desenvolvimento da pesquisa foi utilizada a categoria do pensar/fazer multirreferencial² da pesquisa-formação, pois viabiliza possibilidades para a formadora em formação marcadas pela cultura digital tecendo redes de conhecimento e o enfrentamento de expectativas de seus atores por meio dos diálogos e saberes plurais, criações, recriações que são características essenciais na análise. “O uso das diferentes linguagens midiáticas requer dos praticantes culturais imersões significativas em ambiências favoráveis a interlocuções autorais e plurais”. (Ribeiro; Barbosa, 2018, p. 72).

Nesse sentido, serão consideradas todas as maneiras de comunicação entre os praticantes da pesquisa, por meio de registros nas redes sociais e nos diários de pesquisa/formação e de bordo *on-line* e físico. Diante dos dispositivos considerados para análise, o ensino híbrido, que contempla os ambientes digital e presencial, entendido como uma “ideia de educação híbrida, em que não existe uma forma única de aprender e na qual a aprendizagem é um processo contínuo, que ocorre em diferentes formas, em diferentes

² A multirreferencialidade é compreendida como pluralidade que enaltece as diferenças culturais entre os atores.

espaços”. (Bacich; Neto; Trevisani, 2015, p. 74) possibilita os dois modelos de ensino com os encontros presenciais e com a utilização das diversas tecnologias digitais.

Em 2016, sugeri a implementação da Iniciação Científica e desenvolvimento dos projetos na escola da rede pública estadual na qual leciono, porém não houve adesão por parte dos estudantes e quase nenhum apoio da gestão escolar, pois não fazia parte da cultura desenvolvida na escola e tão pouco interesse. Em 2021, a escola desenvolveu com maestria o projeto direcionado pela Secretaria de Estado da Educação de Alagoas - Seduc-AL e, após uma reunião com a nova gestão escolar, ficou perceptível que seria oportuna a implantação da Iniciação Científica a partir do ano letivo de 2022, porém, diante das mudanças no currículo escolar e a implementação do novo Ensino Médio, a Iniciação Científica será efetivada a partir do desenvolvimento dessa pesquisa de mestrado.

Ressalto que a linha dos projetos de Iniciação Científica que orientamos tem uma proposta de desenvolver os estudantes e os conhecimentos apreendidos e desenvolvidos para transformação da sociedade reconhecendo sua essência.

Para essa orientação, utilizamos os dispositivos digitais e não-digitais em que os estudantes, nos espaços formais ou não-formais (Gohn, 2007), são desafiados a resolver situações-problema, partindo das relações entre o mundo real e a produção do saber para aprender por meio da apropriação das objetivações sob a orientação docente com socialização do conhecimento diante das necessidades que vão surgindo, desenvolvendo as funções psicológicas superiores.

Após levantamento de estudos bibliográficos, por meio da Revisão Sistemática da Literatura, percebemos que há várias pesquisas sobre o ensino da Matemática no desenvolvimento de projetos ou sobre o ensino de Matemática por meio da Modelagem Matemática, porém nenhum dos trabalhos observados convergem com a temática proposta considerada nesse estudo, que buscou analisar a aplicação dos conhecimentos matemáticos pelos estudantes ao desenvolverem modelos matemáticos para soluções de problemas nos projetos de Iniciação Científica para a formação do pensamento por conceitos no Ensino Médio.

Ademais, apenas duas das pesquisas analisadas trazem a abordagem da Pedagogia histórico-crítica e da Psicologia histórico-cultural. Dessa forma, a pesquisa desenvolvida pode contribuir para que mais estudos possam ser realizados sobre a utilização da Modelagem Matemática nos projetos de Iniciação Científica na perspectiva histórico-crítica com as contribuições da Psicologia histórico-cultural.

Ressaltando a importância de desenvolver a Modelagem Matemática integrada à elaboração de soluções para projetos de Iniciação Científica na Educação Básica como no desenvolvimento de protótipos ou programação ou levantamento de dados e tratamento da informação de uma pesquisa e experienciando o conhecimento matemático interdisciplinarmente, este trabalho visualizou a possibilidade de estudo voltada para a linha de pesquisa Saberes e Práticas Docentes do Programa de Pós-Graduação e Ensino de Ciências e Matemática - PPGECIM da Universidade Federal de Alagoas - Ufal, no intuito de analisar para responder o seguinte problema: Como a Modelagem Matemática pode contribuir no desenvolvimento de projetos de Iniciação Científica, propiciando a aplicação de conhecimentos matemáticos na Educação Básica a fim de favorecer para a formação do pensamento por conceitos?

Diante das considerações, para responder o problema, foi realizada uma pesquisa que tem como objetivo geral analisar como a Modelagem Matemática pode contribuir no desenvolvimento de projetos de Iniciação Científica, propiciando a aplicação de conhecimentos matemáticos na Educação Básica a fim de favorecer a formação do pensamento por conceitos. Para atender o objetivo geral, alguns objetivos específicos foram traçados: compreender o desenvolvimento da atividade de estudo para a promoção do pensamento por conceitos no período da adolescência, relacionar a Modelagem Matemática e os conceitos matemáticos envolvidos no desenvolvimento do projeto com o ensino da Matemática para a formação humana em seus aspectos mais avançados, identificar os critérios que os estudantes utilizaram na escolha de um problema na comunidade; investigar as estratégias utilizadas pelos estudantes para solucionar o problema (protótipos, programação, pesquisas); analisar, nas soluções apresentadas, as representações das quais utilizam para os modelos matemáticos e o caminho percorrido para o desenvolvimento das funções psicológicas superiores.

Para seu desenvolvimento, a pesquisa fundamentou-se em autores como: Duarte (1984, 2013 e 2020) que traz contribuições para o ensino de Matemática que possibilite realizar nos indivíduos a humanidade que é produzida ao longo da história; Saviani (1999, 2011 e 2015) com as concepções do saber sistematizado e intencional para uma educação sem alienação; Burak (2008 e 2016), Caldeira (2009), Barbosa (2001) com seus estudos sobre a Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática na Educação Básica; Mattos (2010) com a relevância de um Projeto de Aprendizagem; Fernandes Júnior e Santos (2021) que discutem a Iniciação Científica como uma modalidade de ensino; Santos e Leal (2018) que abordam em suas pesquisas a utilização de projetos; entre outros.

O estudo realizado tem abordagem quanti-qualitativa de natureza aplicada e, de acordo com os objetivos, é uma pesquisa que busca a compreensão dos fenômenos em sua processualidade e totalidade encontrando respaldo apenas, segundo Martins (2006) no

fundamento que sustenta uma autêntica e verdadeira aproximação e compreensão da realidade. Em sua expressão singular, o fenômeno revela o que é em sua imediaticidade (sendo o ponto de partida do conhecimento), em sua expressão universal revela suas complexidades, suas conexões internas, as leis de seu movimento e evolução enfim, a sua totalidade histórico-social (idem, p. 11).

Para os procedimentos técnicos de análise enquadra-se na pesquisa-formação com a categoria do pensar/ fazer multirreferencial. Foi realizada inicialmente com 13 alunos das turmas da 1ª série do Ensino Médio do horário vespertino na Escola Estadual Profa. Guiomar de Almeida Peixoto. Os estudantes desenvolveram um projeto de caráter científico intitulado: “COMPLEXO ESTUARINO LAGUNAR MUNDAÚ-MANGUABA: A história da comunidade e os desafios do complexo sob o olhar dos estudantes na perspectiva da Modelagem Matemática” o motivo decorreu da intenção de encontrar soluções para os problemas enfrentados pela comunidade na qual a maioria reside. No decorrer da pesquisa um estudante solicitou sua saída do projeto por motivos pessoais.

Essa dissertação está organizada em seções. Na primeira seção, tem-se a introdução do trabalho, onde expõe o tipo de pesquisa, o problema que a norteia, os objetivos geral e específicos a serem alcançados e a justificativa.

A segunda seção aborda os pressupostos teóricos da Psicologia histórico-cultural e da Pedagogia histórico-crítica com suas contribuições para a formação humana com a periodização do desenvolvimento e melhor detalhamento no período da adolescência, que compreende o período dos praticantes da pesquisa.

A terceira seção alude ao contexto histórico da Modelagem Matemática, sua relação com a pesquisa, bem como a orientação do ensino da Matemática para a formação humana considerando algumas categorias do materialismo histórico-dialético.

A quarta seção aponta as propostas metodológicas sobre o desenvolvimento dos Projetos de Aprendizagem e a Iniciação Científica para a construção de projetos voltados à prática social instigando as capacidades cognitivas superiores, como análise, síntese e criatividade sob a orientação do professor, que por sua vez, realiza um trabalho com intencionalidade e sistematização do saber na qual a experiência seja considerada e os conceitos trabalhados para uma educação emancipatória.

A quinta seção apresenta os procedimentos metodológicos que foram utilizados, descrevendo a abordagem e o tipo da pesquisa, seu lócus, os praticantes, os dispositivos usados para a coleta de dados e como os dados foram analisados.

A sexta seção, por meio da construção do diário *on-line* e análise das narrativas, diálogos, imagens e outros artefactos que identificam o caminho da pesquisa-formação multirreferencial, apresenta os resultados da construção do projeto de Iniciação Científica e as etapas percorridas pelos praticantes que findaram com a elaboração do modelo matemático e a utilização dos conceitos necessários para responder o problema, atingir o objetivo geral, além de possibilitar a socialização dos conhecimentos científico, artístico e filosófico colaborando na luta pelo socialismo.

A sétima seção expõe o produto educacional resultante da pesquisa realizada. Trata-se de um manual didático composto por um material textual, um manual para professores de Matemática com uma proposta de atividade de ensino com etapas de um projeto de Iniciação Científica na Educação Básica com enfoque nas possibilidades de modelagens matemáticas desenvolvidas pelos estudantes na resolução das situações-problema e o conhecimento matemático envolvido.

Por fim, considerações finais da pesquisa, as referências, os apêndices e os anexos.

O desenvolvimento dessa pesquisa deverá contribuir para a formação das funções psicológicas superiores por meio de Modelagem Matemática como solução necessária para o progresso dos projetos de Iniciação Científica, ressignificando o ensino da Matemática no Ensino Médio no intuito de envolver os estudantes com temas que trazem problemas atuais para uma reflexão que vai além dos muros da escola, além de proporcionar aos mesmos o envolvimento com a pesquisa visando possibilitar sua continuidade numa graduação.

2. CONTRIBUIÇÕES DA PSICOLOGIA HISTÓRICO-CULTURAL E PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA PARA A FORMAÇÃO HUMANA NO PERÍODO DA ADOLESCÊNCIA

Os pressupostos teóricos da Psicologia histórico-cultural possuem grande relevância teórico-prática à medida que esclarecem “a questão da sensibilidade de determinados períodos do desenvolvimento a determinados tipos de influência educativa” (Pasqualini, 2009, p. 32), tornando-os, portanto, um dos fundamentos da Pedagogia histórico-crítica. A pesquisadora afirma ainda que a solução exata da periodização do desenvolvimento tem como definição prática fundamental “o (re)planejamento dos sistemas de educação e ensino das novas gerações, desafio que se colocava para a sociedade soviética com o advento da Revolução Socialista de 1917 – e que não deixa de estar posto em nossa sociedade” (idem, 2009, p. 32).

Dessa forma, a Pedagogia histórico-crítica concebe a educação que colabora com a formação humana de maneira abrangente e que compreende, segundo Saviani (2015), a necessidade da socialização do saber sistematizado, do conhecimento elaborado e considera a atividade de estudo como atividade principal na idade escolar.

Portanto, “o aprendizado escolar produz desenvolvimento psicológico na medida em que atua na zona de desenvolvimento próximo e, dessa maneira, produz neoformações psicológicas” (Asbahr, 2016, p. 172). Nesse sentido, argumentaremos inicialmente sobre as contribuições da Psicologia histórico-cultural e a periodização na fase da adolescência para a condução do trabalho educativo, que é o período dos praticantes da pesquisa, e seguiremos com a cultura historicamente desenvolvida das Modelagens Matemáticas na concepção da Pedagogia histórico-crítica.

2.1 Contribuições da Psicologia histórico-cultural na formação humana

O enfoque psicológico aqui abordado tem embasamento no aporte filosófico materialista histórico-dialético, ao qual vislumbra “a natureza social do homem e, conseqüentemente, o desenvolvimento psíquico como resultado da apropriação de signos culturais” (Martins, 2016b, p. 13), tendo como referências a Psicologia histórico-cultural e a Pedagogia histórico-crítica.

Pires (1997) afirma que o método materialista histórico-dialético é descrito pelo movimento do pensamento por meio da materialidade histórica da vivência dos homens em sociedade e tem a contradição como princípio nessa lógica, “indica que para pensar a realidade é possível aceitar a contradição, caminhar por ela e apreender o que dela é essencial” (Pires, 1997, p. 87). Tal método foi desenvolvido por Karl Marx, alemão, filósofo,

economista, jornalista e militante político, que reinterpreto a dialética de Hegel que trata “... no plano do espírito, das ideias, enquanto o mundo dos homens exige sua materialização” (idem, p. 86).

A autora destaca o trabalho como o centro de análise da materialidade histórica por considerar a forma mais simples e objetiva que os homens desenvolveram para se estruturarem em sociedade.

O contexto histórico-cultural compreende o homem como ser social e, segundo Barbosa, Miller e Mello (2016), a evolução da humanização ocorre com a apropriação, pelo homem, do conhecimento sócio-histórico. Bernardes (2016) menciona que os princípios da Psicologia histórico-cultural proporcionam a compreensão da realidade concreta e as expectativas efetivas para a sua transformação por meio da atividade humana organizada objetivando a um fim, o desenvolvimento humano com enfoque social e individual.

Os primeiros estudos realizados por Vygotski (1991) foram sobre a possibilidade de explicar as formas mais complexas da vida consciente do homem analisando as suas condições externas de vida, na sua vida social, no seu trabalho e nas formas histórico-culturais e sociais de existência.

Leontiev (1989) afirma que um dos primeiros princípios abordados por Vygotski (1991) foi a questão da mediação do comportamento por meio de um instrumento³ que modifica a natureza e, ao fazê-lo, resulta por modificar a si mesmo.

A mediação é conceituada, segundo Martins (2016), como sendo condicionante externa que desencadeia transformações e quando é internalizada promove o desenvolvimento e potencializa o ato do trabalho (prático ou teórico).

Em suas pesquisas, Vygotski (2010) alude que o desenvolvimento das funções psicointelectuais superiores na criança é um processo único e formula-o da seguinte maneira:

Todas as funções psicointelectuais superiores aparecem duas vezes no decurso do desenvolvimento da criança: a primeira vez, nas atividades coletivas, nas atividades sociais, ou seja, como funções intersíquicas: a segunda, nas atividades individuais, como propriedades internas do pensamento da criança, ou seja, como funções intrapsíquicas (idem, 2012, p. 114).

Dessa forma, a linguagem inicialmente é um elo de comunicação entre a criança e as pessoas, após sua conversão em linguagem interna há transformação em função mental interna que viabiliza os meios essenciais ao pensamento da criança.

³ Entende-se instrumento como produto da cultura material que, segundo Leontiev (2004), é também objeto social do trabalho.

A relação entre a linguagem e o pensamento foi primordial para seus estudos, pois essa relação, segundo Cerezuela e Mori (2015), reavalia todas as funções psicológicas que passam de primitivas à superiores. Para as autoras:

Não há diferenças entre o homem primitivo, moderno ou cultural em relação aos aspectos biológicos, mas há diferenças psicológicas e comportamentais. No primeiro, as funções psicológicas estão em estado primitivo ou natural; enquanto no segundo, são superiores ou culturais, isto é, controladas por mediadores externos e internos (signos) (idem, 2015, p. 1257).

Pasqualini (2009) evidencia em seus estudos a diferença entre as funções psicológicas elementares das funções psicológicas superiores:

As *funções psicológicas elementares*, comuns a homens e animais (tais como atenção e memória involuntárias) das funções exclusivamente humanas, que denominou *funções psicológicas superiores* (tais como a atenção voluntária, a memória mediada e o pensamento abstrato). As funções superiores têm gênese fundamentalmente cultural – e não biológica. [...] As relações entre as funções elementares e superiores explicam-se, na análise de Vygotski (1995), por meio da categoria de *superação*, uma importante categoria do método dialético (grifo da autora) (PASQUALINI, 2009, p. 33-34).

As funções psicológicas superiores são fortalecidas pelas relações sociais, tais relações fazem parte, segundo Cerezuela e Mori (2015), da primeira função da linguagem por pertencerem à necessidade de comunicação entre os homens iniciando a utilização de signos inteligíveis. As autoras citam que “cada indivíduo se comunica da forma que se possa fazer entender, dessa maneira, a comunicação deve ter um significado entendido coletivamente, mesmo que as vivências de cada um apresentem sentido individual e diferenciado” (idem, 2015, p. 1258).

A segunda função da linguagem é o pensamento difundido e é definida pelo fornecimento que a linguagem proporciona à criança no que diz respeito à estruturação do mundo real que ela vivencia, transformando-o em linguagem interna. “Em síntese, a primeira função da linguagem é social, a segunda função é individual. Esta função é interior, sua aquisição aciona o nível intrapsicológico, isto é, a organização da própria linguagem” (idem, p. 1258).

Foi nas inspirações marxistas que Vygotski (1991) concebeu a noção de que o signo⁴ estaria mediando o pensamento e o próprio processo social humano o que resultou em outras investigações. Dessa forma, o instrumento desempenha a função de regular as ações em

⁴ Instrumento psicológico que, segundo Vygotski (1991), inclui a linguagem, os sistemas de contagem e algébricos, diagramas, mapas, desenhos, entre outros.

relação ao ambiente externo, enquanto o signo desempenha a função de regular as ações em relação ao psiquismo dos indivíduos.

Nessa perspectiva, Cerezuela e Mori (2015) citam que, para a compreensão da relação entre pensamento e linguagem, é necessário considerar o trabalho no desenvolvimento humano. O trabalho só surge pela vivência coletiva diante da necessidade de sobrevivência com a utilização e a fabricação de instrumentos que trazem como consequência, segundo Saviani (2011), a modificação da natureza.

Essa modificação gera o mundo da cultura conceituando-o como o processo de transformação da natureza por meio da extração intencional dos meios do sustento humano. Nesse processo, surge também a formação do pensamento por conceitos que são culturalmente estabelecidos por meio da linguagem simbólica pertencente à vivência em grupo.

Portanto, “o processo de produção da existência humana implica, primeiramente, a garantia da sua subsistência material com a consequente produção, em escalas cada vez mais amplas e complexas, de bens materiais; tal processo nós podemos traduzir na rubrica ‘trabalho material’/(grifo do autor)” (Saviani, 2011, p. 12). Porém, a fim de criar materialmente, o ser humano precisa antecipar mentalmente os propósitos do seu agir, o que implica em representar mentalmente os objetivos reais; tal representação inclui a compreensão das características do mundo real (ciência), da apreciação de seu valor (ética) e de simbolização (arte). Essas singularidades, “na medida em que são objetos de preocupação explícita e direta, abrem a perspectiva de uma outra categoria de produção que pode ser traduzida pela rubrica “trabalho não material” (grifo do autor)” (idem, p. 12).

O referido pesquisador destaca que a educação é a maneira pela qual o homem compreende o mundo para tornar-se humano, o que implica o trabalho educativo, pois o ser humano necessita aprender a ser homem e essa humanização está ligada ao processo dialético entre homem e cultura. Diante das considerações, em relação ao trabalho, da mesma forma, “a linguagem se estabelece por uma essencialidade coletiva. Isto é, pela necessidade de transmissão de informações, possuindo uma ação produtiva sobre os objetos e sobre outros homens” (Cerezuela; Mori, 2015, p. 1257).

Elhammoumi (2016) cita que a referência de pesquisa histórico-cultural de Vygotski (1991) foi engendrada no quadro teórico do materialismo dialético e da concepção materialista da história, assumindo a posição de que a realidade é inerentemente material e dialética. Ou seja, toda a natureza e todos os seres vivos estão em constante movimento, mudança, e estão, portanto, em constante transformação. Deste ponto de vista, cada estágio do

desenvolvimento humano é o produto de contradições que são inerentes ou implícitas em fases anteriores.

Nessa mesma perspectiva, Pasqualini (2009), complementa que essas contradições, também chamadas de crises, compõem a periodização das fases do desenvolvimento psicológico, composta pelos seguintes períodos: período pós-natal; primeiro ano de vida; primeira infância; idade pré-escolar; idade escolar; adolescência inicial e adolescência.

Segundo a autora, o período pós-natal “caracteriza-se pela fusão de sensação e afeto, indistinção de objetos sociais e físicos, passividade e ausência de vivência social” (idem, p. 36). No primeiro ano é possível verificar as primeiras reações sociais, pois a dependência exclusiva dos adultos retrata que sua realidade é socialmente mediada, além das mínimas possibilidades de comunicação. Dessa forma, “é possível identificar três estágios durante o primeiro ano, referentes à relação da criança com o meio social: os períodos de passividade, de interesse receptivo e de interesse ativo. Tais períodos marcam a passagem gradual da passividade à *atividade*” (Grifo da autora) (Pasqualini, 2009, p. 36). O afetivo-emocional é o processo central entre as funções sensoriais e motoras.

A passagem da passividade para a atividade é marcada “com a primeira utilização de instrumentos e o emprego de palavras para expressar desejos, começa um novo período” (Pasqualini, 2009, p. 36): a crise do primeiro ano de vida. Nesse período, Pasqualini (2009) afirma que a comunicação por meio das palavras só é possível com situações concretas, pois “a linguagem autônoma infantil não coincide com a linguagem adulta” (idem, p. 37) havendo a necessidade de associar situações às palavras para compreensão e indicação do objeto. Gama (2022) aborda que a atividade dominante é a atividade objetual manipulatória onde há relação criança-objeto social que constitui o intelectual-cognitivo.

A superação da linguagem autônoma ocorre com o aparecimento da linguagem autêntica, dando início à primeira infância. Nesse período:

Os dois principais fatos novos que aparecem nessa etapa, para Vigotski, são a percepção generalizada dos objetos (ou percepção semântica) e o desenvolvimento da linguagem. A linguagem representa a linha central de desenvolvimento dessa idade, pois graças a ela a criança estabelece com o meio social relações distintas daquelas que estabelecia até então; mas tanto o desenvolvimento da percepção quanto o da linguagem estão estreitamente vinculados entre si nesse período (Pasqualini, 2009, p. 37).

O período seguinte vem com a crise dos três anos, quando vários indícios são manifestados pela criança no qual, de acordo com Pasqualini (2009), há evidências que o afeto não a domina em sua totalidade. A autora afirma que, “de modo geral, ela caracteriza-se por um conjunto de sintomas, quais sejam: a) negativismo; b) teimosia; c) rebeldia e d)

insubordinação” (idem, p. 37). O negativismo refere-se à oposição a tudo que lhe propõem os adultos, isso ocorre apenas pelo fato de ser uma solicitação feita por adultos. A teimosia tem referência à insistência da criança ser atendida em suas exigências, ocorrendo por haver uma tendência voltada para si e não ao outro. A rebeldia é o ato de protesto às normas educativas impostas à criança. Finalmente, a insubordinação, que é compreendida pela situação de querer realizar tudo por si mesma, isto é, ser independente.

Vygotski (1991) traz a idade pré-escolar como o próximo período e seus estudos apontam que “no primeiro estágio (idade pré-escolar), a criança não é capaz de controlar o seu comportamento pela organização de estímulos especiais” (Vygotski, 1991, p. 33), não há função instrumental, apesar de haver estímulo. Gama (2022) cita que a atividade dominante é o jogo dos papéis na relação criança-adulto social constituindo o afetivo-emocional.

No segundo estágio (idade escolar), há presença de um sistema de estímulos externos que auxiliam a criança e aumentam a eficácia de sua atividade. “Nesse estágio predominam os signos externos. O estímulo auxiliar é um instrumento psicológico que age a partir do meio exterior” (idem, p. 33). Nesse momento, surge a crise dos sete anos, havendo a perda da espontaneidade infantil e, a partir desse período, as vivências adquirem sentido. Nesse período, a atividade dominante é a atividade de estudo com relação criança-objeto social na linha intelectual-cognitivo.

Emerge, então, uma nova crise aos dez anos, iniciando um novo período: o da adolescência inicial que segue com outras crises marcando o período da adolescência. Esse período tem como ponto central na compreensão do desenvolvimento psíquico do adolescente a mudança de atração em interesses, e Anjos e Duarte (2016) afirmam que tais interesses resultam da atividade social sendo chamados também de necessidades superiores e serão expostos com mais detalhes na próxima subseção.

No terceiro estágio, que compreende a fase adulta, o desempenho ocorre em bases novas e superiores.

Nesse estágio superior do desenvolvimento, o comportamento permanece mediado. Mas [...] os estímulos auxiliares são emancipados de suas formas externas primárias. Ocorre o que chamamos de internalização; os signos externos, de que as crianças em idade escolar necessitam, transformam-se em signos internos, produzidos pelo adulto como um meio de memorizar (Vygotski, 1991, p. 33).

O autor mencionado segue suas pesquisas afirmando que tais operações com signos surgem como o resultado de uma sequência prolongada e complicada, submetida a todas as leis da evolução psicológica. Isso quer dizer que, a atividade de utilização de signos não é criada e nem ensinada pelos adultos, “ela surge de algo que originalmente não é uma operação

com signos, tornando-se uma operação desse tipo somente após uma série de transformações qualitativas” (idem, p. 34). São essas transformações que criam circunstâncias para o próximo estágio, sendo instruída pelo estágio anterior; dessa forma há transformação, pois

estão ligadas como estágios de um mesmo processo e são, quanto à sua natureza, históricas. Com relação a isso, as funções psicológicas superiores não constituem exceção à regra geral aplicada aos processos elementares; elas também estão sujeitas à lei fundamental do desenvolvimento, que não conhece exceções, e surgem ao longo do curso geral do desenvolvimento psicológico da criança como resultado do mesmo processo dialético, e não como algo que é introduzido de fora ou de dentro (Vygotski, 1991, p. 34).

Elhammoumi (2016) afirma que, no desenvolvimento cultural, as funções mentais superiores humanas têm embasamento nos meios das relações sociais de produção; na mediação semiótica só são compreendidas quando se entende os signos e as ferramentas que as intervêm e, no método genético, entendidas apenas nos meios do seu desenvolvimento e crescimento.

Além disso, o estudioso argumenta que os sujeitos e seu desenvolvimento são resultados da sociedade e tal progresso tem como centro de produção a atividade humana e a atividade de trabalho. Ele menciona também que o trabalho, a sociedade e a natureza são os meios fundamentais que norteiam o trabalho educacional e formativo na escola embasando-se nas concepções de Vygotski (1991) e são as relações sociais de produção que desenvolvem as “potencialidades dos indivíduos humanos, ampliando a consciência, emancipação e libertação superando a alienação e reificação da produção mental humana” (Elhammoumi, 2016, p. 32).

Apesar de Vygotski (1991) alegar que não se deve limitar somente à indicação de níveis de desenvolvimento, pois o que se pretende “é descobrir as relações reais entre o processo de desenvolvimento e a capacidade de aprendizado” (idem, 1991, p. 57).

O autor pontua que é necessário determinar, pelo menos, dois níveis de desenvolvimento: o nível de desenvolvimento real ou efetivo, compreendido como “o nível de desenvolvimento das funções mentais da criança que se estabeleceram como resultado de certos ciclos de desenvolvimento já completados” (idem, p. 57), e o nível de desenvolvimento proximal ou iminente, compreendido “entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes” (idem, p. 57).

Nesse contexto, Molina, Perin e Máximo (2017) afirmam que o progresso não é um processo estático porque os homens partem da realidade e da necessidade para criar e produzir os instrumentos materiais – que correspondem a todos os tipos de instrumentos – e os não

materiais – que correspondem aos intelectuais, os signos – objetivando, assim, atender suas necessidades de forma dialética. Dessa forma:

Os progressos realizados na produção de bens materiais são acompanhados pelo desenvolvimento da cultura dos homens; o seu conhecimento do mundo circundante e deles mesmos enriquece-se, desenvolvem-se a ciência e a arte. [...] no decurso da atividade dos homens, as suas aptidões, os seus conhecimentos e o seu saber-fazer cristalizam-se de certa maneira nos seus produtos (materiais, intelectuais, ideais) (Leontiev, 2004, p. 283).

Segundo o pesquisador, “o movimento da história só é, portanto, possível com a transmissão, às novas gerações, das aquisições da cultura humana, isto é, com educação” (Leontiev, 2004, p. 287). Quanto mais avança a humanidade, mais fecunda é a prática sócio-histórica acumulada por ela, aumentando a função específica da educação tornando sua tarefa mais complicada. Para compreendermos a atuação docente na periodização dos praticantes da pesquisa, abordaremos a seguir o desenvolvimento humano nesse período e, posteriormente, a atividade de estudo e a formação por conceitos.

2.2 Recorte conceitual e filosófico sobre a periodização do desenvolvimento humano da adolescência na concepção do materialismo histórico-dialético

A palavra adolescência origina-se do latim *adulescentia* e é definida como “fase da vida humana entre a infância e a idade adulta, aproximadamente entre os 12 e os 18 anos, que se caracteriza por mudanças físicas e psicológicas que ocorrem desde a puberdade até ao completo desenvolvimento do organismo” (Adolescência, 2023). Para compreender o desenvolvimento psíquico, é necessário entender as leis de transição de um período a outro do desenvolvimento considerando o contexto histórico e dialético da humanidade nessa periodização com alteração do lugar ocupado por esses indivíduos nas sociedades. Os períodos da adolescência inicial e adolescência são períodos desafiadores e cruciais, em que os adolescentes estão em busca de sua identidade, tentando conciliar as expectativas sociais e familiares com suas próprias aspirações e descobrindo quem são e quem desejam ser.

Anjos e Duarte (2016) constataram que a atração (base biológica, instintiva) converte-se em interesses, que são necessidades superiores (produto da atividade social). Essa mudança entre velhos e novos interesses pertencem a um processo extenso, sensível e doloroso, pois

Existem períodos de crise no desenvolvimento humano, e a perda dos interesses que antes orientavam a atividade do indivíduo provoca a necessidade de uma viragem. Não obstante, as crises que o adolescente enfrenta marcam o surgimento de uma nova maneira de pensar, engendrada pela atividade-guia de estudo, qual seja: o pensamento por conceitos e a conseqüente estruturação da personalidade e da concepção de mundo (idem, 2016, p. 197).

Os pesquisadores aludem que na adolescência inicial a atividade dominante é a comunicação íntima pessoal, na qual a relação criança-adulto social é oriunda do afetivo-emocional que é “uma maneira de reproduzir, com os outros adolescentes, as relações existentes entre os adultos” (idem, 2016, p. 198). Logo, essas atividades são encontradas entre os adultos, tornando-os referência. “O adolescente tende em grande parte a imitar os adultos, procurando parecer-se com eles em tudo, reproduzindo sua conduta, suas ações, sua maneira de proceder” (Anjos e Duarte, 2016, p. 198).

Na adolescência a atividade dominante é a atividade profissional/ de estudo. “Porém a identificação da atividade-guia na adolescência apresenta grandes dificuldades, que consistem no fato de a atividade do adolescente continuar sendo o estudo escolar” (Anjos e Duarte, 2016, p. 197). Além disso, o desenvolvimento e a aprendizagem são vistos como unidade contraditória na teoria histórico-cultural que tem como tese que “os determinantes do desenvolvimento psíquico se encontram na cultura historicamente construída” (Gama, 2022, p. 5).

Anjos e Duarte (2016) mencionam que, mesmo havendo influência direta da maturação sexual na construção da personalidade do adolescente, não se deve considerá-la como função principal. Ademais, “A categoria histórica de gênero humano engloba a categoria biológica de espécie humana, mas vai além dela, da mesma forma que a vida social incorpora a vida biológica, mas a supera” (Duarte, 2013, p. 13).

Nessa perspectiva, Elkonin (1987) considera que a maturação sexual exerce influência de maneira mediada pelas relações do indivíduo com o ambiente ao qual faz parte. Os autores seguem as percepções de Elkonin (1987) e citam que:

Segundo Elkonin (idem), o período escolar médio, ou período da adolescência, abarca de 11-12 anos até 15 anos. Esse período de desenvolvimento, para esse autor, consiste no salto da infância à juventude (15 anos até 17-18 anos), por isso essa idade é denominada de trânsito ou de transição. [...] pelo fato de continuar sendo um escolar e sua atividade-guia ser o estudo, as condições pessoais de desenvolvimento do adolescente se diferenciam muito das do escolar primário (Anjos; Duarte, 2016, p. 197).

A comunicação íntima pessoal é vista por esses autores como uma “atividade da qual se formam os pontos de vista gerais sobre a vida, sobre o futuro, bem como sobre as relações entre as pessoas” (idem, p. 198), como uma forma de reproduzir, com seus pares, as relações existentes entre os adultos; há também a formação da autoconsciência como consciência social evoluída e internalizada. As relações sociais nesse período são definidas, segundo

Elkonin (1987), como “código de companheirismo” apresentando relevância para a formação da personalidade do adolescente.

Para o autor, a neoformação psicológica central nesse período é a manifestação do sentimento de maturidade com o aparecimento da autoconsciência que possibilita aos adolescentes fazer comparações e se reconhecer com os adultos e com seus colegas. O adulto é visto como referência e suas relações com outros adultos embasam essa atividade-guia por meio da imitação, em sua grande parte, e construir suas relações com as pessoas. Dessa forma,

pode-se inferir que, nesse momento histórico-social, o adolescente não é mais considerado criança, muito menos adulto. Trata-se de uma fase em desenvolvimento, em transição, e tal asserção pressupõe que exista (ou deveria existir) um ser mais desenvolvido que o adolescente, qual seja: o adulto (Anjos; Duarte, 2016, p. 199).

Os estudiosos refletem sobre a relevância do modelo, o qual o adulto deve se apresentar como um ser humano mais desenvolvido que possa transmitir-lhe a cultura historicamente construída pelo conjunto dos homens, pois “a relação entre objetivação e apropriação, realiza-se, portanto, sempre em condições determinadas pela atividade passada de outros seres humanos (Duarte, 2013, p. 37).

Destaca-se, ainda, que essa relação entre objetivação e apropriação é dialética, a saber: objetivação é compreendida como meio de mediar a transformação da atividade do sujeito em propriedades do objeto e apropriação segue o percurso inverso, na qual transfere-se para o sujeito a atividade que pertence ao objeto, além de ser uma relação dialética é considerada causa principal para o desenvolvimento humano pela teoria histórico-cultural.

As relações sociais são bases que norteiam, segundo o autor, a ideia que o adolescente terá de si e de seu futuro, na busca de modelos ideais (adultos) observando na vida e na ação desses modelos representações reais para imitação. Duarte (2013) enfatiza a ausência de confronto adulto no que se refere às características problemáticas das relações sociais no capitalismo atual.

A adolescência (considerada pelas concepções dominantes, na atualidade, uma fase “semipatológica” da vida humana) não desempenha a função de imagem de um paraíso perdido, mas se mantém a atitude de separação em relação à vida adulta e de naturalização do desenvolvimento. Se no caso da infância, o desenvolvimento deve seguir seu curso natural para que a criança aproveite ao máximo essa fase da vida, na adolescência também o desenvolvimento deve seguir seu curso, mas, nesse caso, o objetivo seria o de se evitarem os conflitos entre adultos e adolescentes (grifo do autor) (idem, p. 200).

O pleno desenvolvimento desse adolescente está vinculado ao adulto que ele tem como referência e se esse adulto possuir uma visão alienada de mundo, sendo pouco desenvolvido, esse adolescente, segundo o autor, não terá o julgamento de que o adulto deva

ser mais evoluído que o adolescente e esse conceito pode interferir na educação escolar como prática voltada apenas às necessidades momentâneas do adolescente.

Anjos e Duarte (2016) mencionam tal situação como problemática, pois o adolescente vive numa sociedade alienada na qual os adultos também apresentam essa visão alienada de mundo, o que pode tornar a formação da concepção de mundo do adolescente questionável, pois chega à fase adulta pouco desenvolvido, e será esse adulto “o ideal de ser humano apresentado às futuras gerações” (idem, p. 201).

Surge, então, a importância do trabalho escolar pensado para o grupo, por considerar que é de acordo com ele que o adolescente vai proceder, e, se o processo for bem organizado pelo educador, terá um grande potencial para a educação promover o desenvolvimento. Sobre esse aspecto, Duarte (2013) menciona:

Diante da primeira atividade-guia na adolescência, a comunicação íntima pessoal, Elkonin (1960) enfatiza que o trabalho pedagógico deve pautar-se no grupo adolescente, e não apenas no indivíduo isoladamente, considerando que a opinião dos adolescentes sobre si e sobre suas qualidades coincide mais com a valoração que seus colegas fazem, e não no que pensam seus pais ou professores. [...] a opinião social da coletividade escolar adquire uma importância significativa para os adolescentes. A princípio ele se vê “com os olhos dos outros” (grifo do autor) (idem, p. 201).

Dando continuidade, Gama (2022) afirma que, se o trabalho pedagógico for bem organizado, dá possibilidade para novas tarefas e motivos da atividade incorporando com superação para uma atividade de estudo voltada para a futura atuação profissional. Em seguida, abordaremos esse tema de maneira mais específica.

2.3 O período da adolescência, o pensamento por conceitos e a atividade de estudo: caminhos para o pensar de forma dialética

No âmbito educacional, o método do materialismo histórico-dialético colabora como instrumento de superação da etapa do conhecimento da realidade empírica da educação, por meio da reflexão teórica, para a etapa da consciência filosófica. Conhecer o método “é instrumentalizar-se para o conhecimento da realidade, no caso, a realidade educacional” (Pires, 1997, p. 87). Tais considerações surgiram em “um movimento de crítica à política educacional e à pedagogia oficial do regime militar, que culminou na busca por alternativas que permitissem compreender de forma crítica os problemas da educação brasileira e a natureza da prática pedagógica” (Pasqualini, 2016, p. 41).

Uma grande contribuição do Método para os educadores, como auxílio na tarefa de compreender o fenômeno educativo, diz respeito à necessidade lógica de descobrir, nos fenômenos, a categoria mais simples (o empírico) para chegar à categoria síntese

de múltiplas determinações (concreto pensado). Isto significa dizer que a análise do fenômeno educacional em estudo pode ser empreendida quando conseguimos descobrir sua mais simples manifestação para que, ao nos debruçarmos sobre ela, elaborando abstrações, possamos compreender plenamente o fenômeno observado (Pires, 1997, p. 88).

Saviani (2011) cita que o termo Pedagogia histórico-crítica é o esforço em entender a demanda educacional sustentada no desenvolvimento histórico objetivo que tem como concepção o materialismo histórico, “ou seja, a compreensão da história a partir do desenvolvimento material, da determinação das condições materiais da existência humana” (Saviani, 2011, p. 76).

No Brasil, tal corrente pedagógica firma-se a partir de 1979 com a primeira turma do doutorado em educação na PUC-SP coordenada e orientada por Saviani (2011) que possuía 11 doutorandos. Segundo o autor, o problema central do grupo era a superação do crítico-reprodutivismo. “A partir de 1979, quando começa a assumir a forma sistematizada, vai desenvolvendo-se e chega, por volta de 1983, a conseguir uma certa hegemonia na discussão pedagógica” (Saviani, 2011, p. 63).

O esforço de achar soluções para o problema pedagógico vai reduzindo o espaço do reprodutivismo; a valorização da escola, como um meio fundamental para as camadas dominadas, começa a generalizar-se com influência direta na prática dos professores na sala de aula. Quando se efetiva a crítica da perspectiva crítico-reprodutivista e se busca apreender a questão educacional por meio dos fatores sociais que a influenciam, está se desenvolvendo uma análise consciente da determinação exercida pela sociedade sobre a educação. Contudo, é importante ressaltar que essa análise é crítico-dialética. O autor segue em sua abordagem que:

Essa formulação envolve a necessidade de se compreender a educação no seu desenvolvimento histórico-objetivo e, por consequência, a possibilidade de se articular uma proposta pedagógica cujo ponto de referência, cujo compromisso, seja a transformação da sociedade e não sua manutenção, a sua perpetuação. Esse é o sentido básico da expressão pedagogia histórico-crítica (idem, 2011, p. 80).

Analisando os fatos históricos, Saviani (2011) reflete sobre as classes dominantes e menciona que a burguesia, enquanto classe revolucionária, posicionava a necessidade da educação de forma geral, portanto, estruturando a sociedade por meio de disposições opostas à classe dominante feudal; porém ao superar o feudalismo tornando-se a classe dominante, a burguesia deixou de ser reacionária e passou a ser conservadora, passando a evitar as intenções de avanço no processo revolucionário para tornar-se uma sociedade socialista. O autor segue sua análise afirmando que a obscuridade que perpassa a questão escolar atualmente tem marcas dessa situação social.

E a clareza disso é que traduz o sentido crítico da pedagogia. Com efeito, a pedagogia crítica implica a clareza dos determinantes sociais da educação, a compreensão do grau em que as contradições da sociedade marcam a educação e, conseqüentemente, como o educador deve posicionar-se diante dessas contradições e desenredar a educação das visões ambíguas, para perceber claramente qual é a direção que cabe imprimir à questão educacional (idem, 2011, p. 86).

Por meio das reflexões e análises do autor, a pretensão é designar uma base histórica e objetiva para entender a questão escolar, bem como defender a singularidade da instituição escolar e ressaltar a importância do trabalho escolar como um elemento fundamental para o desenvolvimento cultural, que contribui para o avanço humano em geral. A escola passa a ser entendida como instrução no desenvolvimento histórico da sociedade com possibilidades de superar a sociedade atual encaminhando-se para uma sociedade socialista.

É dessa forma que se articula a concepção política socialista com a concepção pedagógica histórico-crítica, ambas fundadas no mesmo conceito geral de realidade, que envolve a compreensão da realidade humana como sendo construída pelos próprios homens, a partir do processo de trabalho, ou seja, da produção das condições materiais ao longo do tempo (idem, 2011, p. 88).

De acordo com Libâneo (2004), no que diz respeito à atividade e ao ensino, toda a ação humana está direcionada para um objeto, de maneira que a atividade tem uma característica objetiva e seu produto reside em estabelecer e concretizar seu conteúdo objetivo. Da mesma forma, o ensino está intrinsecamente ligado a esse propósito direcionando-se a esse objeto intencionalmente. A ação pedagógica é desenvolvida por meio de suporte material, realizando-se em um contexto de materialidade, como livros e objetos artísticos em geral. Porém, mesmo sendo produtos materiais, trazem resultados não materiais por possuir ideias e teorias que se manifestam de forma imaterial, apesar de serem difundidas em meio material.

Segundo Asbahr (2016), é imprescindível não confundir as ações cotidianas realizadas na escola pelas crianças com atividades de estudo que efetivamente contribuem para a formação delas. Essas ações cotidianas podem se apresentar apenas como operações que oferecem pouco benefício para o desenvolvimento educacional da criança.

A atividade de estudo deve ser considerada como atividade principal das crianças em idade escolar, pois “o aprendizado escolar produz desenvolvimento psicológico na medida em que atua na zona de desenvolvimento próximo e, dessa maneira, produz neoformações psicológicas” (Asbahr, 2016, p. 172).

Diante do exposto, é possível compreender o trabalho escolar voltado ao período da adolescência na percepção da Pedagogia histórico-crítica. Elkonin (1987) traz contribuições a respeito de certo período de desenvolvimento com certa influência na educação. Para o autor, a periodização coopera para fundamentar os processos de planejamento dos modelos

educacionais e do ensino atual e destaca a relevância do processo histórico nesse desenvolvimento, o que implica que o progresso é vinculado às circunstâncias objetivas da disposição social “sendo fundamental considerar o lugar ocupado pela criança nas relações sociais e as condições históricas concretas em que seu desenvolvimento se desenrola” (Pasqualini, 2009, p. 33).

Durante o período da adolescência, a atividade de estudo assume um enfoque voltado para o futuro, conforme indicado por Anjos e Duarte (2016). Nessa etapa, há um notável confronto no sistema educacional, que busca preparar os jovens para ingressar no mundo do trabalho, sem, contudo, orientar sua formação sendo apenas um meio de adaptação a esse mercado, baseado nos princípios do capitalismo e na filosofia burguesa. Para os autores, “limitar a educação do adolescente a uma mera adaptação ao mercado de trabalho seria abdicar da luta pela superação da sociedade capitalista, da divisão social do trabalho e da alienação” (idem, p. 202). Compete ao professor instigar no adolescente a vontade de se apropriar das criações humanas não naturais, tais como ciência, arte e filosofia, uma vez que esses conhecimentos são resultado do progresso histórico da humanidade, pois quando esses conhecimentos são

transmitidos pelo professor e apropriados pelos alunos, contribuem decisivamente para uma relação cada vez mais consciente com a cotidianidade, mediada por essas produções humanas. Esses fatores são necessários para a estruturação da concepção de mundo do adolescente e para o desenvolvimento de sua personalidade. Tudo isso sob a base do pensamento por conceitos (Anjos; Duarte, 2016, p. 202).

Nesse período, os adolescentes estão em processo de aprendizado para pensar por meio de conceitos, embora ainda não estejam aptos a adotar um pensamento dialético. Nesse contexto, a escola desempenha um papel crucial ao direcionar intencionalmente o desenvolvimento do pensamento dialético, a fim de superar a visão limitada de vida. Logo, por causa do maior grau de dificuldade nos componentes curriculares escolares, “as leis gerais da realidade começaram a ocupar um lugar importante, manifestadas no sistema de conceitos de cada ciência” (idem, p. 204), com a exposição de vários conceitos abstratos que possibilitem saltar dos experimentos imediatos com o objeto para a ideia do objeto (conceito).

Colocadas as observações acima, os autores apontam a significância do desenvolvimento da linguagem para o desenvolvimento psíquico nesse período, pois a apropriação das formas mais complexas de orações permite o embasamento para identificar diversas relações complexas entre objetos e fenômenos, que são estudos de outras ciências. “Ou seja, enquanto os conceitos espontâneos formam-se na prática cotidiana da criança, o

desenvolvimento dos conceitos científicos, do pensamento conceitual, dependerá das operações teóricas que a criança aprende a realizar na escola” (idem, p. 204).

A nova forma de pensamento específico da adolescência é a formação de conceitos e se encontra no centro do desenvolvimento do pensamento. A qualidade na educação escolar é fundamental para a formação do pensamento por conceitos na adolescência, pois:

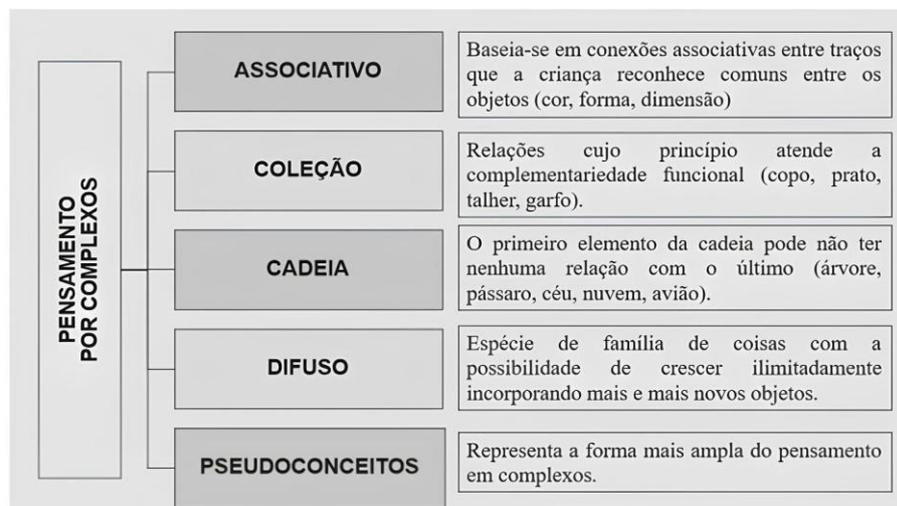
Sem a formação do pensamento por conceitos, sem a capacidade de trabalhar com abstrações, o adolescente não se desenvolve, não tem condições de ampliar a autoconsciência, não avança em direção ao para si de sua personalidade (Duarte, 2013), não forma sua concepção de mundo (idem, p. 205).

Isso torna o adolescente vulnerável a todo tipo de manipulação, porque entra em conflito e procura incessantemente saídas dessa condição de crise duradoura, tal situação reafirma a relevância da educação escolar na formação do pensamento por conceitos. O adolescente,

por meio do pensamento por conceitos, avança na compreensão da realidade em que vive, das pessoas ao seu redor e de si mesmo. O pensamento preso ao imediato começa a dar lugar ao pensamento abstrato, e o conteúdo do pensamento adolescente converte-se em convicção interna, em orientação dos seus interesses, em normas de conduta, em sentido ético, em seus desejos e propósitos (idem, p. 207).

A progressão do pensamento por conceitos ocorre em diferentes estágios, começando pelo sincretismo, do pensamento por complexos até chegar aos conceitos propriamente ditos, permitindo assim o desenvolvimento de “superação por incorporação tanto do legado da natureza quanto da própria cultura” (idem, p. 207). O enfoque dessa sessão é o pensamento por conceitos, porém utilizaremos um quadro que sintetiza o pensamento por complexos por julgarmos relevante para a compreensão, conforme Figura 1.

Figura 1: Os cinco principais tipos de pensamento por complexos



Fonte: Santos (2020, p. 41).

Santos (2020) expõe que a última fase é a do pensamento por conceitos na qual o adolescente só poderá chegar a esse nível intelectual em condições sociais favoráveis ao processo. Anjos e Duarte (2016) expressam que o impulso que orienta o pensamento da criança na direção dos conceitos é a contradição entre o seu pensamento e o pensamento adulto.

Um outro aspecto considerado pelos pesquisadores é a alternância entre o pensamento por complexos e o pensamento conceitual, já que, tanto o pensamento sincrético quanto o conceitual, não são suprimidos na adolescência. Ademais, os autores, além de enfatizarem que a educação escolar “pode e deve posicionar-se como mediação entre o cotidiano e o não cotidiano dos alunos, entre os pseudoconceitos e os verdadeiros conceitos” (idem, p. 212) e é por meio do pensamento conceitual que a imagem subjetiva da realidade objetiva pode chegar em sua maior veracidade, sobre essa visão, “é que a realidade objetiva não é estática e, por isso, somente por conceitos é que ela pode ser compreendida em sua totalidade, historicidade e movimento. Por meio dos conceitos é possível, então, a inteligibilidade do real e o desenvolvimento do psíquico” (idem, p. 213).

No conceito científico, o adolescente pode refletir sobre o que não está ao alcance dos conceitos cotidianos e conhecer a essência do objeto ou fenômeno dado. E a educação escolar tem um papel fundamental nesse processo, ou seja, na mediação entre os conceitos espontâneos e os conceitos científicos (idem, p. 214).

Saviani (2011) define a especificidade da educação escolar como sendo “a transmissão dos instrumentos de acesso ao saber elaborado” (idem, p. 15) portanto, tem a função da “transmissão-assimilação de conhecimentos sistematizados” (idem, p. 15).

Duarte (2013) afirma que a realidade não aparece ao pensamento imediatamente havendo a necessidade das abstrações, pois elas vão além das aparências. “A análise que trabalha com as abstrações faz um movimento de momentâneo afastamento da realidade para depois a ela retornar, já dispondo, então, dos conceitos necessários à compreensão dos processos essenciais” (idem, 2013, p. 18).

Nesse sentido, o trabalho educativo, apontado por Saviani (2011) como o ato de elaborar, diretamente com intencionalidade, em cada indivíduo singular, “a humanidade que é produzida histórica e coletivamente pelo conjunto dos homens” (idem, p.13) torna-se fundamental, pois deve permitir ao indivíduo, segundo Anjos e Duarte (2016), ir além da aparência do fenômeno superando os conceitos cotidianos por incorporação pelos conceitos científicos contribuindo para o desenvolvimento da personalidade e da concepção de mundo do adolescente.

Asbahr (2016) conceitua atividade de estudo como uma atividade de aprendizagem específica que ocorre no ambiente escolar, local que transmite a cultura humana elaborada com a mediação do professor que tem a função de estruturar o ensino que permita ao estudante apropriar-se dessa cultura. Assim, a atividade de estudo:

tem como especificidade a constituição de neoformações psicológicas, tais como a consciência e o pensamento teórico. Entende-se, assim, o estudante como sujeito, como personalidade integral, não como a soma de capacidades isoladas e fragmentadas. Valoriza-se, também, a escola e o professor no processo de humanização de nossos estudantes (Asbahr, 2016, p. 173).

“A teoria e a prática da Teoria da Atividade desenvolveram-se no pensamento psicológico e pedagógico russo ao longo de mais de 40 anos” (Shepel, 2014, p. 71). Segundo a autora, recentemente a maior parte dos fundadores da Teoria da Atividade começou a indagar e sistematizar de maneira mais minuciosa os significados chave dessa influente abordagem que delineou a pesquisa psicológica inovadora e a reforma educacional em várias partes da União Soviética.

Nesse aspecto, Moura (1996) explica que só se tem uma atividade de estudo quando a tentativa de solucionar um problema coincidir com a razão do estudante o solucionar visando a busca de conhecimento. Portanto, deve existir a necessidade própria do estudante em compreender o problema.

Shepel (2014) menciona alguns autores que realizaram pesquisas mais avançadas a respeito do levantamento de questões relacionadas à atividade de estudo, Vladimir Repkin é um desses autores que contribuem para a compreensão de temas como: estrutura, unidade de análise, agente da atividade de estudo e a conquista de ser sujeito livre, autodeterminado da atividade de estudo.

Na história da Educação Desenvolvente⁵, frequentemente se acreditava que o desenvolvimento do pensamento teórico que se manifesta em suas quatro principais funções psíquicas superiores - reflexão, análise, modelagem e planejamento - era o conteúdo da atividade de estudo (cf. DAVYDOV, 1990). Essas quatro habilidades foram consideradas *fundamentais para o desenvolvimento do sujeito da atividade de estudo*. Seguindo os passos de El'konin, o autor formula *o conteúdo exclusivo da atividade de estudo como uma transformação - a mudança que o sujeito realiza sobre si mesmo* (grifo nosso) (idem, p. 72).

Zajarova e Botsmanova (2023) mostram que, analisando psicologicamente, a reflexão “constitui um fenômeno pluridimensional e específico segundo a estrutura e as condições de sua formação” (idem, p. 195) que possui uma série de funções, entre elas: controla o

⁵ Shepel (2014) menciona que a Educação Desenvolvente é uma educação que tem como foco o desenvolvimento da personalidade no processo da atividade de estudo.

procedimento de busca da solução do problema, incentiva a formulação e reformulação das hipóteses, assegura a correção de sua avaliação. As autoras supõem que a reflexão é “um dos mecanismos psicológicos fundamentais que garantem o funcionamento do pensamento como sistema autorregulador” (Zajarova; Botsmanova, 2023, p. 196).

Nesse contexto, Asbahr (2016) conclui que o conteúdo essencial da atividade de estudo são os conhecimentos teóricos e que a assimilação desses conhecimentos surge por meio da apropriação no decorrer do exercício das tarefas de estudo. “A necessidade da atividade de estudo concretiza-se na diversidade de motivos exigidos na realização, pelas crianças, das ações de estudo. São essas ações que impulsionam os estudantes a assimilarem os procedimentos de reprodução dos conhecimentos teóricos” (idem, p. 179) e sua estrutura se equipara à exposição do conhecimento científico, no processo de ascensão do abstrato ao concreto.

A responsabilidade e a consciência - que se iniciam no período da adolescência - não se separam da liberdade a ser apropriada no processo da atividade de estudo. “Portanto, tornar-se um sujeito da atividade de estudo tem um poder libertador [...] começa com os alunos internalizando a tarefa de estudo e termina com a sua solução” (Shepel, 2014, p. 72).

Nesse viés, Saviani (2011) menciona que só é possível libertar-se quando os aspectos mecânicos de certo processo são apropriados, dominados e internalizados, resultando no agir interiormente de nossa estrutura orgânica. É possível dizer que “o que ocorre, nesse caso, é uma superação no sentido dialético da palavra. Os aspectos mecânicos foram negados por incorporação e não por exclusão. Foram superados porque negados enquanto elementos externos e afirmados como elementos internos” (Saviani, 2011, p. 18).

A atividade de estudo nessa periodização deve ser elaborada de modo a produzir, segundo Anjos e Duarte (2016), necessidades de conhecimento sistematizado nos estudantes, pois há uma tendência de interesses por atividades de significado prático por possuírem caráter ativo e essa tendência conduz, algumas vezes, à falta de disposição em relação aos conhecimentos científicos e técnicos.

Asbahr (2016) cita as duas dimensões do conhecimento humano que se destacam: “como produto, resultado das ações mentais de investigação, isto é, como reflexo da realidade; e como o processo de obtenção desse resultado, ou seja, as ações mentais” (idem, p. 179). Na atividade de estudo, os estudantes não criam os conceitos teóricos, eles os assimilam. A apropriação dos conhecimentos teóricos não ocorre de uma forma passiva, ela resulta de uma pesquisa autônoma por meio de uma tarefa de estudo. A autora expõe que os

elementos da estrutura da atividade de estudo são: 1) compreensão dos estudantes da tarefa de estudo; 2) a realização de ações de estudo; 3) a realização das ações de controle e avaliação.

Ademais, Gama (2022) cita algumas ações, como: leitura de textos, exercícios de fixação e avaliações, ela expõe que “tais ações podem compor a atividade de estudo se seus fins forem condizentes com os motivos dessa atividade no intuito da formação do pensamento teórico” (idem, p. 10), mas se forem vistas como simples operações, não vão contribuir para a formação da criança.

A autora relata que a atividade de estudo propicia o desenvolvimento humano e corrobora para a formação do pensamento teórico - neoformação psicológica fundamental ao processo de humanização e que o avanço na escolaridade ocorre quando há superação do pensamento prático - experiência imediata do sujeito - pelo pensamento teórico e consciência - não imediato, abstrato. Dessa forma, “fica claro que o professor ocupa papel relevante na escolha das atividades, pois é este que faz a mediação entre o objeto de conhecimento e os sujeitos que participam do processo de aprendizagem através das ações educativas” (Moura, 1996, p. 40).

No que se refere ao estudo, Gama (2022) alude a importância de adotar uma postura não espontânea, marcada pela disciplina, compostura e concentração psíquica, como requisitos primordiais para o indivíduo. A autora conceitua como sendo “o desenvolvimento intelectual da criança, que decorre da aprendizagem sistematizada de conteúdos, que elevam o grau de pensamento abstrato e complexifica às operações mentais” (idem, p. 12) trazendo como ponto de partida da atividade de estudo uma situação problema, de caráter teórico, que irá exigir certas ações de estudo para a sua solução.

Shepel (2014) conclui suas reflexões acerca da teoria e da prática da atividade de estudo como um empenho significativo na conjuntura sociocultural de uma sociedade totalitária para produzir situações nas escolas que proporcionem a formação de uma pessoa livre por meio do estar ativo na atividade de estudo.

Portanto, temos a essência na relação dialética entre a atividade de estudo e a formação do pensamento por conceitos na adolescência. “O pensamento por conceitos é o produto da internalização da produção cultural e, ao mesmo tempo, condição para tal internalização” (Anjos; Duarte, 2016, p. 217).

A seção seguinte traz a relação da Modelagem Matemática com a formação humana, seus aspectos históricos e culturais, suas aplicações e suas fases.

3. CONTEXTO HISTÓRICO DA MODELAGEM MATEMÁTICA E SUA RELAÇÃO COM A FORMAÇÃO HUMANA

A Modelagem Matemática é um “conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e a tomar decisões” (Burak, 1992, p. 62), portanto torna-se essencial para o processo de ensino e aprendizagem e pode ser aplicada no desenvolvimento dos projetos de Iniciação Científica, porque essa categoria permite ir além do desenvolvimento do projeto, pois a formação é direcionada para a criação de objetos científicos específicos e o pensamento sobre a realidade mediante esses objetos. Ademais, possibilita o envolvimento dos estudantes “na situação de pesquisadores em relação aos fatos, propriedades e fenômenos do mundo circundante que são observados, e toda a sua atividade de estudo assume caráter criativo” (Fridman, 2023, p. 152).

Barbosa (2004) traz em suas pesquisas que, no contexto escolar, há necessidade de refletir a Modelagem sob uma perspectiva que difere dos modeladores profissionais, isto é, da Matemática Aplicada. Para o autor, “os esquemas explicativos, trazidos da Matemática Aplicada, soam como passos prescritivos sobre a atividade dos alunos, os quais são avaliados em termos do que falta para chegarem o uso ‘adequado’ deles” (grifo do autor) (idem, p. 2).

Dessa forma, investigamos, nos aportes históricos, o resgate dos conhecimentos matemáticos já apropriados para a construção de novos conhecimentos – superação por incorporação – e a avaliação dos modelos matemáticos fundamentais na resolução de situações-problema diante da proposta.

Abordaremos a seguir o contexto histórico da Modelagem Matemática e os caminhos para o trabalho educativo que vislumbra a formação humana e o ensino de Matemática sob essa perspectiva.

3.1 Recorte histórico sobre a Modelagem Matemática na Educação Matemática

Nas palavras de D’Ambrosio (2002), a Modelagem Matemática é Matemática por excelência. Analisando historicamente, ele afirma que as gêneses das ideias basilares da Matemática são a consequência de um processo para compreender e explicar fatos e fenômenos notados na realidade. “O desenvolvimento dessas ideias e sua organização intelectual se dão a partir de elaborações sobre representações do real” (D’Ambrosio, 2002, p. 11).

A linguagem, desde a natural até uma mais específica e formal, permite compartilhar socialmente essas ideias, estruturando-as como teorias. [...]. A partir das teorias pode-se trabalhar outros fatos e fenômenos propostos pela realidade, elaborando modelos do mundo real. Mais ou menos precisos, esses modelos, devidamente calibrados e convalidados, permitem entender e explicar, com diferentes graus de precisão e detalhamento, esses fatos e fenômenos. Modelagem é, portanto, matemática por excelência (idem, p.11).

A Matemática emergiu das necessidades do homem e em algum momento, foi preciso transformar a natureza para adaptá-la a essas necessidades.

Historicamente, Bassanezi (2002) explica que o progresso científico - oriundo no século XVII com Francis Bacon como um de seus representantes - pode ocorrer em superfície, ampliando por acumulação, generalização e sistematização, conhecido como processo baconiano; ou então em profundidade com a inserção de novas concepções que representam as informações dispostas, conhecido como processo newtoniano.

O autor conceitua Matemática Aplicada como sendo “A aplicação correta da matemática nas ciências factuais deve aliar de maneira equilibrada a abstração e a formalização, não perdendo de vista a fonte que originou tal processo” (idem, p. 18). Esse processo teve início nas ciências não-físicas no começo do século XX, firmando-se após a segunda guerra mundial com a intencionalidade de aprofundar as pesquisas “na busca da teorização em campos mais diversos” (idem, p. 18).

O método científico passou a ser constituído da mistura de audácia especulativa com a exigente comparação empírica, e as teorias obtidas passaram a constituir sistemas de informações com os quais se pode inferir outras afirmações, quase sempre com ajuda da matemática ou da lógica (idem, p. 18).

A unificação e elucidação de todo o conhecimento científico foi advogada por meio do método da razão, concebido no sonho de Descartes e transmitido em seu célebre trabalho "Discurso sobre o método de conduzir corretamente a razão na busca da verdade", publicado em 1637 (idem, p. 18). Posteriormente, a *characteristica universalis* referenciada por Leibniz como o sonho de um método universal no qual todos os problemas humanos pudessem ser tratados racionalmente de forma sistemática por meio de uma computação lógica, afirma Bassanezi (2002). Logo, o reconhecimento científico em diversas áreas estava condicionado a ser expresso em uma linguagem matemática.

No percurso histórico, observamos esses feitos matemáticos também no âmbito educacional. “No contexto da educação escolar, não se pode pensar a matemática apartada de sua função social nem conceber o seu ensino como algo separado das experiências da criança” (Herrera, 2016, p. 207). Sua transmissão deve orientar-se pela relação entre o conhecimento e

as práticas sociais. Em relação ao conhecimento matemático, temos que ele vem se construindo “a partir das necessidades de superação de certos problemas surgidos nos diversos estágios de organização social pelos quais a humanidade vem passando. Como tal, esse conhecimento é um dos instrumentos de compreensão e transformação da realidade” (Duarte, 1984, p. 5).

Biembengut (2009) alude que há evidências que, em meados do século XX, o termo Modelagem Matemática passou a ser mencionado na obra da Educação Matemática no cenário mundial e foi a partir de 1960 que o debate sobre modelagem e seu emprego tornou-se mais amplo “com um movimento chamado ‘utilitarista’, definido como aplicação prática dos conhecimentos matemáticos para a ciência e a sociedade que impulsionou a formação de grupos de pesquisadores sobre o tema” (grifo da autora) (idem, p. 8).

Uma sucessão de eventos foi acontecendo com temas direcionados à Modelagem Matemática. “Esses movimentos educacionais pela modelagem matemática na educação influenciaram o Brasil praticamente ao mesmo tempo, com a colaboração dos professores, representantes brasileiros na comunidade internacional de Educação Matemática” (idem, p. 08).

Dentre os precursores do movimento da Modelagem Matemática no Brasil, podemos citar Ubiratan D’Ambrosio, Rodney Carlos Bassanezi e Aristides Camargos Barreto com a divulgação dos primeiros trabalhos datando 1970/80. Huf *et al* (2022) abordam que, apesar desses autores apresentarem pontos de vistas diferentes, eles esperam que seu uso em sala de aula seja significativo para o ensino e a aprendizagem.

Os autores afirmam que, com o intuito de promover a discussão e a expansão dos estudos sobre Modelagem Matemática na área da Educação Matemática, foram realizados eventos dedicados ao tema que propiciaram a formação de eixos temáticos e permitiram abordar a Modelagem de forma mais aprofundada e abrangente. “Esses eventos buscam aproximar professores de diferentes níveis de ensino, pesquisadores e estudantes de graduação e pós-graduação de vários estados do Brasil” (Huf *et al*, 2022, p. 79).

Barbosa (2001a) menciona que, no Brasil, a Modelagem Matemática está ligada à ideia de trabalho de projeto onde se elege temas de interesse dos estudantes para serem sondados por meio da Matemática com a orientação do professor; mas o autor ressalta que há outras maneiras de trabalhar com a Modelagem; tais como: situação-problema direcionada para sistematizar conceitos de cálculo Diferencial e Integral; abordagem de conceitos da Estatística extraídos de uma situação real. Klüber (2009) refere-se a essas diferentes formas

de trabalho como linhas distintas da Modelagem em Educação Matemática e suas investigações apontaram duas linhas distintas:

uma das linhas permanece sem um diálogo mais aberto na busca de responder aos problemas surgidos no interior da própria Modelagem como método da Matemática, aplicado à Educação. A outra permite e favorece o diálogo e se relaciona com diferentes áreas do conhecimento de maneira mais efetiva, como, por exemplo, com a Psicologia, a Sociologia, a Epistemologia e, principalmente, com a Educação; pois percebe que a Matemática não “dá conta” sozinha da construção de seus objetos de estudo na Modelagem (grifo do autor) (idem, p. 225).

No que se refere aos trabalhos brasileiros “possuem um forte viés antropológico, político e sociocultural, já que têm procurado partir do contexto sócio-cultural dos alunos e de seus interesses” (Barbosa, 2001, p. 01) com práticas escolares de Modelagem fortemente influenciadas por princípios da Matemática Aplicada.

Na década de 1980, no Brasil, novas perspectivas surgiram para o ensino da Matemática, segundo Burak (2016), o autor menciona que:

O III Congresso Internacional de Educação Matemática, em Karlsruhe, Alemanha Federal, em 1976, que contou com a participação de dois mil educadores de vários países, trazia entre os muitos temas tratados a Modelagem Matemática. Essa, enquanto Matemática Aplicada, ganhou espaço e notoriedade principalmente a partir da segunda guerra mundial, possivelmente por motivos militares e econômicos. Entretanto, compreendemos que ocorreram mudanças nessa maneira de conceber a Modelagem, notadamente no que diz respeito ao ensino e à aprendizagem da Matemática (idem, p. 17).

Nesse momento, a pretensão era de apresentar a Modelagem Matemática de uma forma diferente daquela proveniente da Matemática Aplicada, “entendendo-a como uma metodologia de ensino da Matemática e, mais particularmente, para a Educação Básica” (Burak, 2016, p. 17). Caldeira (2009), analisa a diferença fazendo menção às características em cada maneira de apresentar:

Isso, de uma certa maneira, remete-nos a uma discussão epistemológica e pedagógica ancorada na diferença, como por exemplo, da matemática vista como “pronta e acabada” e uma outra forma de entendimento denominada aqui de “em construção”.Essas duas visões, epistemologicamente contraditórias, mostram-nos que, enquanto a primeira vê a matemática como a-histórica e não tendo nenhuma ligação com a sociedade e a cultura, a segunda, ao contrário, vê a matemática como dependente da cultura, histórica e socialmente construída (Caldeira, 2009, p. 36).

Burak (2016) menciona que em 1983, no Paraná, iniciou-se a proposta de ensino por meio da Modelagem Matemática nos cursos de especialização, o autor explica que:

Os cursos de especialização ofertados consistiam em três fases, conforme segue: Fase I – Metodologia do Ensino de Matemática e Modelagem no 1º grau e Modelagem Matemática no 2º grau; Fase II – Modelagem no 2º grau e História da Matemática; e Fase III – algumas disciplinas: Cálculo Diferencial e Integral, Probabilidade e Estatística e Álgebra Linear. As Fases I e II trabalhavam mais especificamente o Ensino de 1º e 2º graus, atualmente Ensino Fundamental e Médio. A Fase III era destinada à formulação e resolução de problemas envolvendo

conteúdos matemáticos em nível superior. Na Fase I acontecia a visita de grupos de professores-estudantes aos locais onde se desenvolviam as principais atividades econômicas do município de Guarapuava, tais como: madeireiras, fábrica de papel, agricultura, plantação de maçãs, suinocultura, criação de peixes, apicultura, entre outras. As visitas consistiam na coleta de dados para os trabalhos das Fases II e III (idem, p. 18-19).

Logo, no final da década de 1980, iniciou-se a formação de um grupo crítico sobre a Modelagem Matemática e suas concepções. A referência foi a dissertação de mestrado que Dionísio Burak defendeu em 1987 na pós-graduação *stricto sensu*, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Unesp, Campus de Rio Claro, São Paulo. O objetivo era desenvolver um trabalho que fosse possível o ensino mais significativo da Matemática, logo:

A intenção não era apenas tratar da Matemática como uma ciência, mas desenvolvê-la como um processo capaz de ajudar os educandos a construírem o conhecimento matemático, valendo-se do interesse que o assunto poderia despertar, tornando-os autônomos, capazes de pensar e construir estratégias próprias para resolverem as situações (Burak, 2016, p. 20).

Em seus estudos, o pesquisador inferiu que o início dessa nova maneira de trabalhar a Matemática foi com diálogos e discussões nas quais surgiam os diversos temas de interesse do grupo, e em seguida, a obtenção de informações e os dados sobre o tema, logo surgiram as contribuições que reforçaram a eficiência da Modelagem para o ensino. Outras observações surgiram com suas pesquisas: professores mais reflexivos, superação nas conduções da prática pedagógica, os estudantes manifestaram entusiasmo com o trabalho diferenciado, o contato com a realidade e de um ensino mais dinâmico.

Diante desse percurso histórico, reafirmamos que a intencionalidade do trabalho desenvolvido com a Modelagem Matemática nessa pesquisa é de um “conhecimento matemático para ser interpretado, entendido, compreendido, produzido e reproduzido” (Caldeira, 2009, p. 36).

Mais do que esquemas explicativos, a Modelagem Matemática pensada para o contexto escolar traz referências específicas, como os objetivos, a condução do trabalho e a natureza das discussões matemáticas, esclarece Barbosa (2004). Além disso, entender o conhecimento matemático como um processo em construção, “como dependente da cultura, histórica e socialmente construída” (Caldeira, 2009, p. 36).

O pesquisador menciona que, discutir essas questões, nos direciona a três implicações: “a democratização do saber matemático; uma formação crítica de cidadania; uma solidariedade de classe social” (Caldeira, 2009, p. 36-37).

Destarte, essa pesquisa foi pensada e desenvolvida com base em tais considerações, que permitissem aos praticantes trabalhar os fatos e fenômenos identificados por eles e pelas

orientadoras que pudessem ser entendidos e explicados por meio da Modelagem Matemática. Adiante, abordaremos considerações sobre o ensino da Matemática por meio da Modelagem Matemática sob a perspectiva da Pedagogia histórico-crítica.

3.2 A Modelagem Matemática como uma abordagem para o ensino da Matemática e a formação humana

D'Ambrosio (2002) menciona que muitas teorias e técnicas são expostas e elaboradas, por muitas vezes, sem relação com fatos reais. Ele justifica esse fenômeno afirmando que a realidade é muito complexa e para se trabalhar com ela é fundamental que se tenha versatilidade e diversos conhecimentos e, portanto, resumindo às menções de exemplos artificiais, manipulados e descontextualizados, o que se torna comum tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior. A aquisição do conhecimento matemático é acessível independente de sua escolarização, pois:

é obrigado no confronto com suas necessidades cotidianas, a adquirir um certo saber que lhe possibilite a superação dessas necessidades, principalmente aquelas geradas pelo tipo de trabalho que ele realiza. Mas, se sua situação nas relações sociais de produção lhe exige a aquisição desse saber, essa mesma situação, impedindo-lhe a escolarização, lhe impede o acesso às formas elaboradas de conhecimento matemático (cuja transmissão em nossa sociedade, salvo exceções, se dá, ou deveria se dar, através da escola) (Duarte, 1984, p. 6).

Torna-se, então, um desafio para o professor relacionar os fatos do cotidiano com a elaboração de modelos que contribuam para o acesso ao conhecimento matemático e possibilite a formação humana por tratar-se de um processo dinâmico usado para obter e validar modelos matemáticos. “É uma forma de abstração e generalização com a finalidade de generalização de tendências” (idem, p. 24). Barbosa (2001) entende a Modelagem “como um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da matemática, situações oriundas de outras áreas da realidade” (idem, p. 2).

Caldeira (2009) discute a Modelagem Matemática “como uma concepção de educação matemática que seja possível incorporá-la nas práticas dos professores e professoras, além do aspecto metodológico, também possíveis proposições matemáticas produzidas por meio dos vínculos sociais” (idem, p. 33). O autor propõe relações dos conhecimentos matemáticos com uma sociedade mais participativa e democrática e afirma que, atualmente,

o que se pretende, dentro ou fora da escola, é uma racionalidade sustentada por uma forma não mais sobre os pilares do determinismo e das verdades imutáveis, mas aquela baseada em pressupostos do pensamento sistêmico e da complexidade. Isso tudo, de uma maneira geral, muda muito a questão da formação de professores e a

formação de professores de matemática, principalmente, quando se pretende buscar elos entre a cultura da matemática escolar e seus vínculos com a sociedade. Pensar a Modelagem Matemática como uma nova concepção de educação matemática é nos deslocarmos do determinismo e das verdades imutáveis para uma racionalidade que dê conta dos pressupostos do pensamento sistêmico e da complexidade. Para isso será preciso discutir os fundamentos epistemológicos que sustentam tais concepções, e a partir daí, fazer as nossas próprias escolhas (Caldeira, 2009, p. 34).

Barbosa (2001a) diz que a Matemática Aplicada exerce fortes influências teóricas nas práticas escolares de Modelagem. Diante disso, Caldeira (2009) defende que a Matemática pode ser um conhecimento do mundo real, na sociedade e que, se conseguirmos identificá-la dessa maneira, “teremos dado um grande passo para romper o determinismo e a imutabilidade tão presente na matemática escolar” (idem, p. 35).

Saviani (2011) traz suas contribuições ao tratar da relação entre prática e teoria, o autor aborda que:

Quando entendemos que a prática será tanto mais coerente e consistente, será tanto mais qualitativa, será tanto mais desenvolvida quanto mais consistente e desenvolvida for a teoria que a embasa, e que uma prática será transformada à medida que exista uma elaboração teórica que justifique a necessidade da sua transformação e que proponha as formas da transformação, estamos pensando a prática a partir da teoria. Mas é preciso também fazer o movimento inverso, ou seja, pensar a teoria a partir da prática, porque se a prática é o fundamento da teoria, seu critério de verdade e sua finalidade, isso significa que o desenvolvimento da teoria depende da prática (idem, 2011, p. 91).

D’Ambrosio (2009), afirma que o elo entre teoria e prática deve ocorrer no presente, na ação, na própria prática, o autor conceitua pesquisa como o elo entre teoria e prática:

Sendo a pesquisa o elo entre teoria e prática, parte-se para a prática, e portanto se fará pesquisa, fundamentando-se em uma teoria que, naturalmente, inclui princípios metodológicos que contemplam uma prática. Mas um princípio básico das teorias de conhecimento nos diz que as teorias são resultado das práticas. Portanto, a prática resultante da pesquisa modificará ou aprimorará a teoria de partida (idem, p. 81).

Para o pesquisador, quando há modificação ou aprimoramento, essa teoria produzirá necessidade e dará espaço para pesquisas mais detalhadas e profundas, o que refletirá na teoria e na prática. Essa dinâmica caracteriza a criação e a organização do conhecimento: teoria=> prática=> teoria...

Para Saviani (2019), a oposição entre a teoria e a prática na educação aparece como contraposição entre professor e estudante, visto que a prioridade daquele é a transmissão do saber sistematizado e desse a satisfação das necessidades imediatas. O autor propõe, então, a articulação da prática com o conhecimento teórico e menciona que “os fundamentos de diversificadas técnicas de produção, pode-se compreender como a ciência é aplicada ao processo produtivo.

Barbosa (2001) menciona que o ambiente de aprendizagem da Modelagem Matemática pode se formar por meio de três níveis e afirma que tais níveis significam uma teorização crítica da prática desenvolvida. São eles:

Nível 1. Trata-se da “problematização” de algum episódio “real”. A uma dada situação, associam-se problemas. A partir das informações qualitativas e quantitativas apresentadas no texto da situação, o aluno desenvolve a investigação do problema proposto. Ilustrações deste tipo de atividade encontram-se em Franchi (1993) e Kitchen e Williams (1993).

Nível 2. O professor apresenta um problema aplicado, mas os dados são coletados pelos próprios alunos durante o processo de investigação. Encontram-se tarefas deste nível em Biembengut (1999) e Galbraith e Clatworthy (1990).

Nível 3. A partir de um tema gerador, os alunos coletam informações qualitativas e quantitativas, formulam e solucionam problemas. Bassanezi (1994a, 1994b), Biembengut (1990), Borba, Meneghetti e Hermini (1997, 1999) desenvolveram este tipo de atividade (grifos do autor) (idem, p. 02).

O autor faz menção que, conforme se avança do nível 1 para o nível 3, é promovida uma ampliação progressiva de sua utilização e é esperado que os estudantes assumam gradualmente a liderança das atividades. O nível 3 é via do trabalho de projetos.

A relação professor-estudante é percebida nos três níveis, segundo Barbosa (2001a), mas essa relação, na qual a interação com um par mais experiente ocorre em sua totalidade, só se apresenta no nível 3. Para o autor, em todos os níveis os professores desempenham um papel estratégico por serem os responsáveis na organização, decisão e direcionamento das atividades, portanto para a implementação de atividades de estudo que trazem propostas de Modelagem Matemática é imprescindível que o mesmo possua conhecimentos que assegurem o bom desenvolvimento da proposta. O esquema da Figura 2 demonstra a relação entre professor e estudante nos níveis mencionados por Barbosa (2001).

Figura 2: Relação professor-estudante nos níveis de Modelagem



Fonte: Elaboração da autora baseada em Barbosa (2001a).

Dessa forma, é possível propor, de acordo com Barbosa (2004), a busca por situações do cotidiano dos estudantes que possibilitem a necessidade dos mesmos formularem suas questões, buscarem os dados, organizá-los, realizarem o tratamento da informação com abordagem da Matemática, avaliar os resultados, traçar novas estratégias ou validar.

A aprendizagem efetiva da Matemática vislumbrada na tendência histórico-crítica ocorre quando o estudante “é capaz de pensar, estabelecer relações, justificar, analisar, discutir e criar, concedendo sentido e significado às ideias matemáticas. Portanto não é um saber pronto e acabado, mas é um processo que vem sendo produzido ao longo do tempo pelas relações sociais” (Silva, 2010, p. 15). Ao construir um modelo matemático, o estudante consegue atribuir sentido e significado aos conceitos matemáticos e tem habilidade para raciocinar, estabelecer relações, fundamentar, analisar, debater e produzir.

Dessa forma, o trabalho é vislumbrado para além do modelo, pois abrange para incorporar também aspectos da cultura, histórica e socialmente construída.

O conhecimento matemático adotado pela cultura escolar incorporado pelos pressupostos da Modelagem Matemática, não mais simplesmente como um método de ensino-aprendizagem, mas como uma concepção de educação matemática que incorpore proposições matemáticas advindas das interações sociais, levando em consideração, também, aspectos da cultura matemática não escolar, deverá fazer com que o estudante perceba a necessidade do enfrentamento da sua realidade, lutar contra ela se necessário for; romper com determinadas amarras e com as adaptações a que comumente estão acostumados a lidar (Caldeira, 2009, p. 38).

Essas passagens têm relação com as concepções da Pedagogia histórico-crítica e materialismo histórico-dialético com o ensino direcionado à formação humana, pois, Martins (2016a) menciona a necessidade lógica de descobrir, por meio dos fenômenos, a categoria mais simples (o empírico) para alcançar a categoria síntese de múltiplas determinações (concreto pensado); isto é, diante da mais simples manifestação podemos nos dedicar para elaborar abstrações chegando à compreensão plena do fenômeno observado.

Além disso, Anjos e Duarte (2016) afirmam que a educação escolar pode e deve assumir a posição de mediadora entre o cotidiano e o não cotidiano dos estudantes, porque é por meio do pensamento conceitual que a imagem subjetiva da realidade objetiva pode atingir maior veracidade, é no conceito científico que os estudantes podem raciocinar sobre o que não se pode alcançar nos conceitos cotidianos, conhecendo, assim, a essência do objeto ou fenômeno.

Dessa forma, a Modelagem desenvolvida pode ser vista como atividade de estudo, que promove o desenvolvimento humano e favorece a formação do pensamento teórico –

fundamental na formação humana – na qual a situação-problema é o ponto de partida (estando associada à realidade) exigindo certas ações de estudo para chegar à solução e à aplicação.

De acordo com Fridman (2023), o problema da Modelagem na atividade de estudo tem duas perspectivas: a utilidade em modelar o conteúdo que os estudantes devem apreender como resultado da atividade; a Modelagem pode ser um meio fundamental de aprendizagem, “com o qual só é possível a formação da atividade de estudo plena” (Fridman, 2023, p. 151).

Embora haja a ciência de que “as concepções diverjam em alguns aspectos, na Modelagem Matemática, o ponto de partida é, normalmente, um tema externo à Matemática, de modo geral associado à realidade, que após recortado e problematizado, passa a ser investigado e estudado (Horn, 2018, p. 17).

Para Barbosa (2001a), a investigação é o meio pelo qual a indagação é exploradora, é uma busca ativa que seleciona, organiza e manipula informações e pode ser vista como atividade que não se limita a procedimentos pré definidos, possibilitando a inclusão da intuição e estratégias informais. Para o autor, a Modelagem é uma investigação matemática que difere das investigações matemáticas que tratam da Matemática pura e que pode ser aplicada sem referência a outras áreas do conhecimento. A concepção de Modelagem que Barbosa (2001a) apresenta

privilegia situações com circunstâncias que as sustente. O crescimento de uma planta, o fluxo escolar na escola, a construção de uma quadra de esportes, o custo com propaganda de uma empresa, a criação comercial de perus, o sistema de distribuição de água num prédio, etc. são alguns exemplos possíveis (idem, p. 07).

O processo de assimilação – entendido como resultado da atividade do sujeito pela abordagem da Teoria histórico-cultural – do conhecimento teórico deve ser estimulado pela atividade para desenvolver a problematização passando para a investigação que é realizada, segundo Asbahr (2016), pelo estudo da “diversidade sensorial concreta dos tipos particulares de movimento do objeto e pela revelação de sua base interna universal” (idem, p. 179).

Ademais, torna-se necessário ascender do abstrato para o concreto – procedimento de exposição que possui “como mediações as abstrações e generalizações substanciais e os conceitos teóricos” (idem, p. 179), portanto é essencial considerar a estrutura da atividade para a promoção da apropriação que ocorre por meio das necessidades apresentadas pelos estudantes convertendo-as em motivos que impulsionam essa atividade para a aprendizagem.

Saviani (1991) menciona que para alcançar o concreto é necessário superar o empírico por meio do abstrato, pelas múltiplas relações.

Vale salientar que a Modelagem Matemática é desenvolvida pela assimilação dos conceitos teóricos para a solução do(s) problema(s) e representa “um novo olhar matemático que consiste na arte de converter problemas reais em problemas matemáticos e tentar resolvê-los explicando o sentido e suas soluções na linguagem do mundo que existe de fato” (Silva, 2010, p. 20). Dessa maneira,

A modelagem matemática propicia ao estudante estudar um tema de seu interesse, por meio de cálculos e observações, estabelecer o modelo, inferir, fazer previsões ou manipular a realidade em questão. Assim, o estudante interage com o modelo, podendo usar os seus conhecimentos matemáticos prévios, para interpretar a situação-problema, não só buscando uma resposta imediata, mas podendo fazer previsões futuras com interesse e criatividade (Machado, 2012, p. 43).

A prática pedagógica em que se utiliza um modelo matemático deve buscar formas de intervenção que sejam adequadas ao conhecimento do estudante e do grupo ao qual ele está inserido, levando em consideração as situações da realidade social e cultural. O objetivo é proporcionar novas maneiras de aprender e contribuir para uma formação humanizadora com o desenvolvimento de sua capacidade crítica “é possibilitar que este desenvolva a capacidade de lidar com informações, o que, em última análise, é a capacidade de resolver problemas não só do ponto de vista matemático, mas também do ponto de vista da construção social do conhecimento humano” (Moura, 1996, p. 34).

A seguir, analisamos algumas categorias do materialismo histórico-dialético como proposta para o desenvolvimento da Modelagem Matemática no ensino de Matemática.

3.3 Análise de algumas categorias do materialismo histórico-dialético como possibilidades de desenvolvimento da Modelagem Matemática no ensino de Matemática

Estruturar um trabalho na perspectiva da Pedagogia histórico-crítica compreende na elaboração de um planejamento pedagógico para o ensino de Matemática, com intencionalidade, utilizando as categorias do materialismo histórico-dialético. Estudos de Giardinetto (2020) ancoram o ensino de Matemática de forma dialética, isto é, por meio do desenvolvimento de sequências de ensino que gerem possibilidades do aluno de se apropriar da lógica das relações.

Para o pesquisador, a lógica dialética é a lógica do movimento, pois da mesma maneira que a realidade é dinâmica, a representação dessa realidade no pensamento que orienta a ação humana também precisa ser dinâmica, orientada por categorias que sejam

capazes de capturar essa dinamicidade e possibilita pensar, bem como compreender as contradições.

Logo, prepara o indivíduo a pensar por contradição, o autor aponta que este é o grande desafio da Pedagogia histórico-crítica, porque “consiste em elaborar sequências de ensino e de aprendizagem que criem as condições para que o aluno se aproprie dessa ‘lógica das relações’ no decorrer do processo de apropriação dos conteúdos escolares ou, dizendo de forma mais precisa, apreenda os conceitos enquanto relações” (grifo do autor) (Giardinetto, 2020, p. 212).

Encontramos algumas categorias do materialismo histórico-dialético como auxílio no ensino da Matemática nos estudos de Giardinetto (2020), são elas: do lógico e do histórico; do abstrato e do concreto e das categorias do singular, particular e universal. Mesmo a Matemática, que tem seu sustento no campo do conhecimento metafísico limitado às suas definições, é um conhecimento que surge das relações provenientes da realidade objetiva e favorece o ensino do pensamento por meio de relações. “O constructo teórico que aparece de forma imediata como abstrações matemáticas estéreis é, na verdade, criado em função da necessária correspondência com os fatos da realidade objetiva” (idem, p. 214).

Na categoria do lógico ao histórico, tem-se uma relação dialética importante na elaboração e na aplicação de estratégias de ensino, mas é preciso clareza de que “o ‘saber objetivo enquanto resultado’ é a lógica do produto, a forma mais desenvolvida do saber, mas um ensino que privilegia apenas a lógica do produto é um ensino reduzido a enfatizar fórmulas matemáticas; é um ensino tradicional ou tecnicista” (idem, p. 215). Existe a necessidade que os estudantes se apropriem do procedimento de sua produção, como também das tendências de sua transformação que significa o desenvolvimento histórico com suas características essenciais. O autor explica essa relação entre desenvolvimento histórico e a lógica do produto que revela e esconde a lógica do processo:

A investigação histórica inicia-se pelo estudo do desenvolvimento histórico dos aspectos iniciais que compõem a lógica do produto, em outras palavras, os aspectos essenciais que estão no corpo teórico que define o produto conceitual matemático a ser apropriado pelo aluno no processo de ensino. No decorrer da investigação histórica, revelam-se aspectos fundamentais para se entender a lógica constituída no produto, aspectos que podem estar sendo negligenciados e que, recuperados, permitem a compreensão efetiva de sua lógica final (idem, p. 215).

Na categoria do abstrato ao concreto, Giardinetto (2020) retrata que “a captação da realidade no pensamento se dá através de um movimento de afastamento e retorno à realidade objetiva, por meio da relação entre o abstrato e o concreto” (idem, p. 218). O concreto aparece como o início e o fim do processo de construção do conhecimento e “a superação da relativa

imediatividade do concreto, composto pelo conhecimento sensorial, se dá no pensamento através das abstrações” (idem, p. 218).

O referido pesquisador conceitua o abstrato como “uma mediação entre o dado empírico e a compreensão real do todo; o concreto sensível relativamente imediato para um concreto pensado compreendido” (idem, p. 218) sendo o abstrato “a negação do concreto inicial, o concreto sensório-perceptivo é o meio de se atingir o concreto real pensado” (idem, p. 218); além disso, aborda que

O imediato inicial, isto é, o conhecimento sensorial é negado pelo conhecimento mediato das primeiras abstrações. Estas superadas constituem-se em imediato, um imediato superior do imediato das sensações, pois, são conseqüências de abstrações mais ricas que as primeiras (idem, p. 218).

Logo, quando analisada a lógica das operações abstratas elas se tornam concretas e passam a ser entendidas, “a concreticidade esperada se faz possível por procedimentos metodológicos que demonstrem a lógica do processo a partir da lógica do produto” (idem, 219). O autor corrobora que o conhecimento matemático torna-se mais complexo à medida que os anos escolares se passam e isso contribui para evidenciar a essência dos aspectos da realidade objetiva superando a aparência destes.

A categoria do singular, do particular e do universal, “aborda a dialética da relação ‘indivíduo e sociedade’ com a relação ‘indivíduo e genericidade’ (o gênero humano)” (grifo do autor) (idem, p. 220). O gênero humano é entendido como “as características humanas determinadas pelo código genético e aqueles produzidos e reproduzidos culturalmente”. Representa “o grau de universalidade atingido no tempo histórico objetivamente presente” (idem, p. 220).

O indivíduo é resultado da relação entre o indivíduo (singular) e o gênero humano (universal) se concretizando na relação indivíduo e sociedade (particular). “A relação indivíduo-sociedade só pode ser entendida como uma relação submetida a uma outra mais ampla, a saber, a relação do homem com o gênero humano, o que inclui, necessariamente, a relação de cada indivíduo singular com as objetivações humanas” (idem, p. 220).

No que se refere à Educação Matemática, Giardinetto (2020) explica que “o conhecimento matemático que um indivíduo domina, é a particularidade como a universalidade se apresenta diante de circunstâncias próprias das desigualdades sociais” (idem, p. 221) e menciona que algumas particularidades nos procedimentos matemáticos de uma determinada comunidade devem ser resgatadas na escola, pois leva na história práticas matemáticas de suas origens.

Para apreensão dos conceitos enquanto relações, o professor deve pensar em sequências de ensino que possibilitem, intencionalmente, a lógica das relações.

Considerando algumas categorias do materialismo histórico-dialético, é concebível pensar a Modelagem Matemática no ensino por meio da elaboração de um planejamento com intencionalidade. Nas categorias:

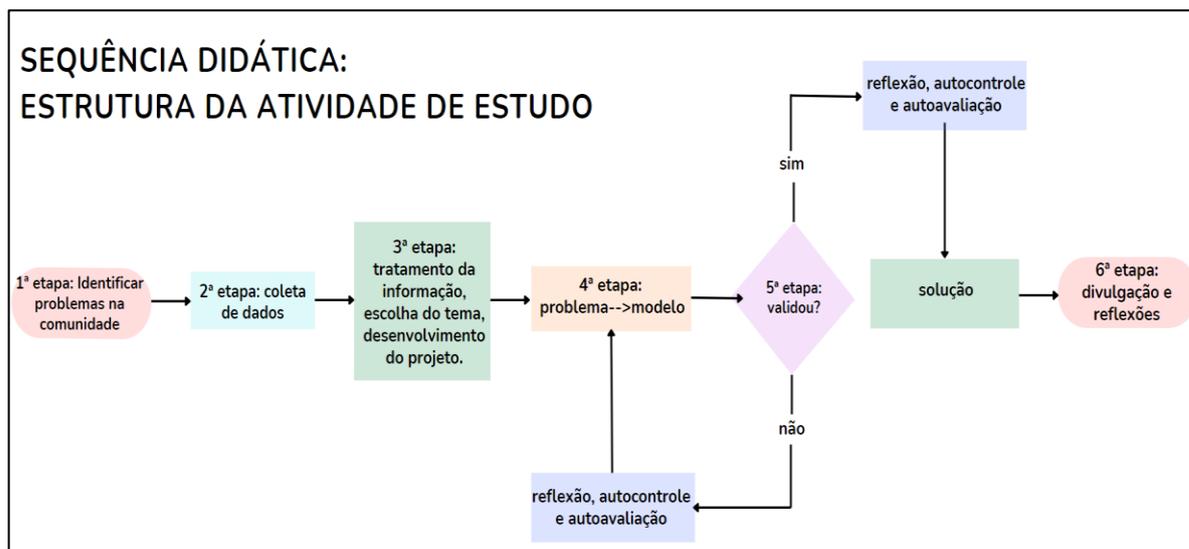
- do lógico ao histórico, como mencionado anteriormente, deve-se considerar o processo de sua produção e possibilitar que os estudantes se apropriem desse processo para chegar à lógica do produto;
- do abstrato ao concreto, mediando os dados empíricos e a compreensão real em sua totalidade, superando o imediato inicial desses dados por meio das abstrações e chegando ao concreto pensado, apropriando, segundo Giardinetto (2020), os aspectos da prática social explicados matematicamente;
- do singular, do particular e do universal, com as relações entre o indivíduo e a sociedade por meio da relação indivíduo e o universal, que são definidas pelo código genético e pelas produções e reproduções culturais.

Dessa forma, é provável compreender a abordagem dialética na elaboração da sequência didática pensada como Modelagem Matemática que encaminhe para o processo de incorporação por superação no princípio dos tópicos matemáticos, assim como os tópicos que desenvolvem outra forma de investigar a Matemática sobre a parcela da realidade em análise.

A sequência didática foi pensada e elaborada na concepção da atividade de estudo de Vasily V. Davidov e Daniil B. Elkonin. Logo, sua estrutura possui, de acordo com Márkova (2023), os seguintes componentes: compreensão da tarefa de estudo, cumprimento das ações de estudo e de autocontrole e avaliação (pelo estudante). Segundo a autora, essas são as características que compõem a atividade de estudo que, durante a aprendizagem, se concretiza a formação da atividade e a conceitua: “a formação da atividade de estudo é a direção (orientada pelo psicólogo experiente ou pelo professor) do processo de formação da atividade de estudo dos alunos” (Márkova, 2023, p. 110).

A estrutura da atividade consiste em etapas que direcionam a tarefa de estudo em cada etapa, a evolução das etapas ocorre de acordo com as ações de estudo dos estudantes considerando o autocontrole e a autoavaliação dos mesmos. Para melhor compreensão, foi realizada a construção de um fluxograma que direciona a sequência didática, conforme mostra a Figura 3.

Figura 3: Etapas da sequência didática em atividade de estudo associadas à Modelagem Matemática e ao desenvolvimento do projeto



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

As etapas podem contribuir para familiarizar os estudantes com a característica de modelo que apresentem os conceitos científicos das atividades de ensino, operacionalizando o indivíduo na intenção de sanar formas de alienação que expressam o não entendimento do caráter ativo e revolucionário da realidade na construção do gênero humano.

Torna-se, portanto, fundamental que o professor compreenda a essência da educação escolar como instituição socializadora do saber sistematizado e entenda como ocorre o desenvolvimento e a aprendizagem do homem enquanto ser social, pois “o ensino da Matemática tem por objetivo proporcionar as condições básicas aos educandos para a apreensão consciente dos conceitos matemáticos a fim de poderem assumir atitudes de agentes de transformação do mundo” (Duarte, 1984, p. 03).

Caldeira (2009) menciona que se faz necessário outras formas de conhecimento e destaca os valores – entendidos como produtos ideais da cultura – como imprescindíveis para que as etapas sejam desenvolvidas pelos estudantes.

No intuito de identificar pesquisas já realizadas sobre a utilização da Modelagem Matemática como parte da solução de problemas em projetos de Iniciação Científica foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) e será analisada a seguir.

3.4 Possibilidades de desenvolvimento da Modelagem Matemática nos projetos de Iniciação Científica

Com o propósito de investigar como as pesquisas acadêmicas sobre a utilização de Projetos de Iniciação Científica na Educação Básica relacionam, direta ou indiretamente, a Modelagem Matemática nas soluções desses projetos - já que é um tema ainda pouco explorado - foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL).

A RSL realizada se refere a: “Modelagem Matemática”, “Projetos de Iniciação Científica”, “Conhecimento Matemático”, “Metodologias colaborativas”, “Projetos Integradores”, “Iniciação Científica Júnior”, “Educação Matemática”, “Aprendizagem Baseada em Projetos”.

Algumas terminologias foram consideradas para a busca avançada realizando-se o mapeamento de alguns potenciais sinônimos: “Pensamento”, “Desenvolvimento”, “Progresso”, “Construção”, “Elaboração”, “Resolução”, “Ensino”.

Para a definição da base de dados, executou-se uma busca na *web*. Inicialmente no buscador Google Acadêmico por ser mais extenso e servir de norte para a busca em alguns repositórios; em seguida visita à Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD)⁶ por reunir teses e dissertações das mais diversas instituições brasileiras de ensino e pesquisa.

Os repositórios visitados para maior detalhamento, após o buscador Google Acadêmico, foram: da Universidade de São Paulo, da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul e da Universidade Federal de Alagoas. Apenas foram mencionados os repositórios onde se encontrou, pelo menos, uma dissertação ou tese.

Uma estratégia incorporada foi rastrear as referências bibliográficas nos estudos encontrados para buscar outros trabalhos que não foram identificados nas buscas efetuadas, possibilitando o acréscimo de trabalhos a serem analisados.

Uma vez realizado o mapeamento terminológico, foram usados os operadores booleanos para combinar os termos de busca: Conhecimento Matemático AND Projetos AND Iniciação Científica, tendo como resultado, pela Universidade de São Paulo apenas uma pesquisa. Por isso, continuou-se as buscas com as seguintes combinações: Conhecimento Matemático OR Projetos, Projetos OR Metodologias Colaborativas, Modelagem Matemática AND Projetos de Iniciação Científica, Aprendizagem Baseada em Projetos AND Modelagem Matemática, Projetos Integradores AND Modelagem Matemática OR Educação Matemática.

A busca decorreu até 20 de julho de 2023 e a pergunta que direcionou a pesquisa desses trabalhos foi: **“De que modo as pesquisas acadêmicas sobre Projetos de Iniciação**

⁶ Disponível em <http://www.bdttd.ibict.br/>

Científica na Educação Básica utilizam a Modelagem Matemática como solução ou parte de uma solução no desenvolvimento dos projetos?”, na qual a Educação Básica é a população, desenvolvimento dos Projetos de Iniciação Científica é a intervenção, e a Modelagem Matemática como solução ou parte de uma solução é o desfecho. A partir desta pergunta científica, elaborou-se algumas fragmentações para ser possível analisar aspectos mais específicos nas pesquisas acadêmicas: a) Quais pesquisas, envolvendo a Modelagem Matemática na Aprendizagem Baseada em Projetos ou em Projetos de Aprendizagem, foram desenvolvidas? b) Existem pesquisas que utilizam a Modelagem Matemática no desenvolvimento dos Projetos de Iniciação Científica na Educação Básica? c) De que modo essas pesquisas relacionam as competências e habilidades gerais e específicas na área de Matemática e suas Tecnologias com os projetos e o desenvolvimento da Modelagem Matemática? d) Há relação entre o contexto histórico-cultural dos envolvidos e os projetos desenvolvidos?

Para selecionar as pesquisas se fez necessário passar por algumas fases, iniciando com os critérios de inclusão e exclusão, para definir quais tópicos seriam considerados e quais não seriam valorizados nos trabalhos. Esses tópicos formaram a base, são eles:

Quadro 1.

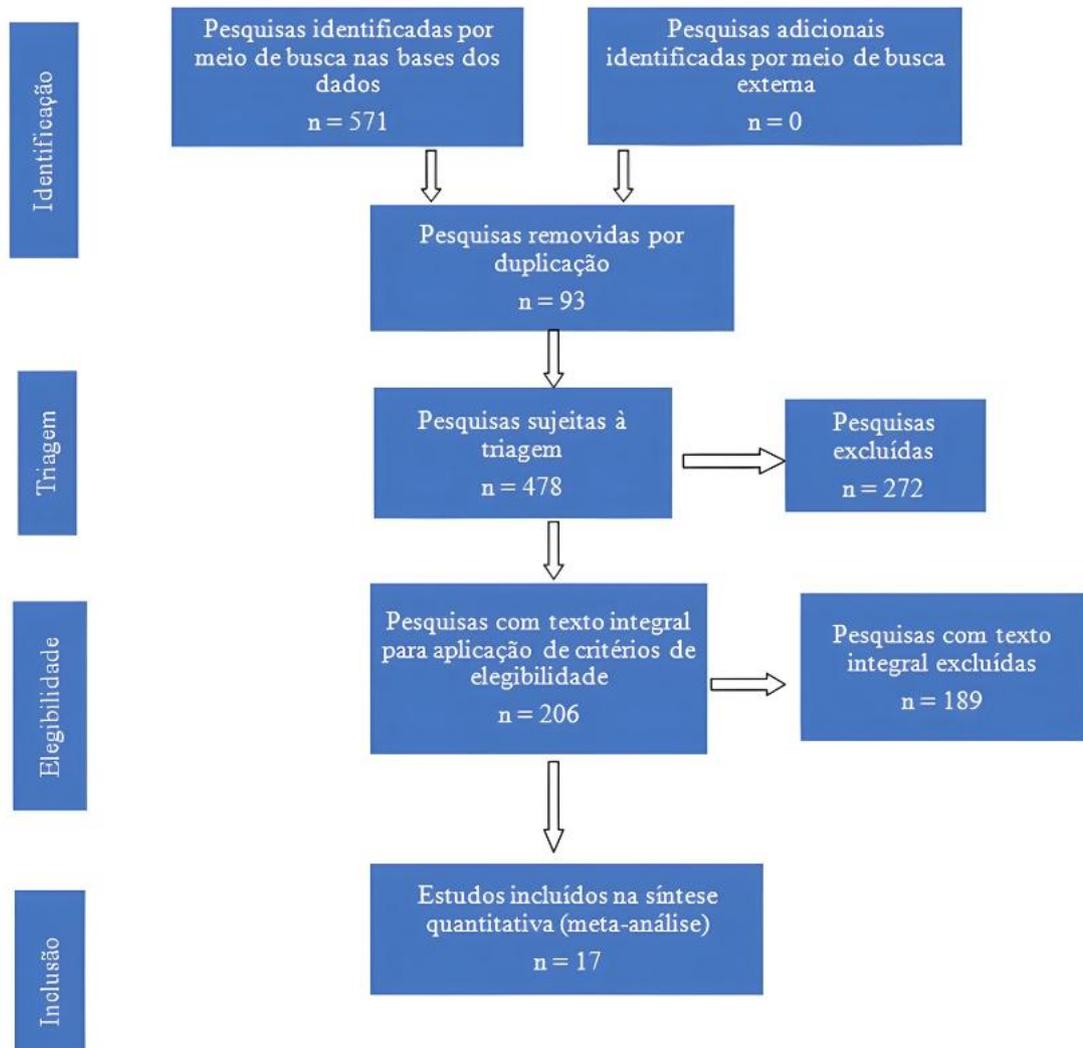
Critérios de inclusão e exclusão (realizados pela autora, 2023)

| Critérios de inclusão | Critérios de exclusão |
|---|--|
| a) Pesquisas em nível de mestrado e doutorado; | a) Pesquisas em nível de conclusão de cursos de graduação e de especialização; |
| b) Dissertações e Teses escritas em Língua Portuguesa-BR; | b) Dissertações e Teses disponíveis em outros idiomas que não sejam os escritos em Língua Portuguesa-BR; |
| c) Dissertações e Teses disponíveis em base de dados da <i>web</i> ; | c) Modelagem Matemática aplicada em outras áreas que não sejam voltadas à educação. |
| d) Estudos empíricos na Educação Básica e na formação de professores; | |
| e) Pesquisas realizadas a partir de 2015. | |

Partindo desses critérios, passou-se para a segunda fase considerando apenas a leitura dos títulos; em seguida leitura dos resumos, finalizando com um levantamento integral dos documentos, “onde serão observados a coerência do estudo, qualidade metodológica, resultados alcançados, conclusão, financiamento do estudo etc. Todo o processo de seleção deve ser explicitado na forma de fluxo, conforme as diretrizes do PRISMA *flow diagram*”⁷ (Galvão; Ricarte, 2020, p. 68).

O diagrama de fluxo elaborado é uma versão traduzida do Prisma *flow diagram* encontrado no Guia da Monografia⁸, como mostra a Figura 4.

Figura 4: Diagrama de fluxo baseado no Prisma *flow diagram*



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

⁷ PRISMA *flow diagram* - PRISMA quer dizer Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises e *flow diagram* quer dizer diagrama de fluxo sugerido por PRISMA.

⁸ Disponível em <https://guiadamonografia.com.br/etapas-revisao-de-literatura/diagrama-prisma/>.

Para aplicação dos critérios, na identificação dos 571 estudos, 93 foram removidos por duplicação, restando 478 estudos. Na triagem verificou-se 272 pesquisas realizadas com período anterior ao ano de 2015, portanto foram excluídas. Passando para a elegibilidade 206 pesquisas, das quais 189 foram excluídas ao se analisar título, resumo ou leitura de capítulos orientados pelo sumário. Sendo assim, foram incluídas 17 pesquisas.

Diante do refinamento, dezessete pesquisas foram selecionadas como resposta à pergunta: a) Quais pesquisas, envolvendo a Modelagem Matemática na Aprendizagem Baseada em Projetos ou em Projetos de Aprendizagem, foram desenvolvidas?, são elas:

Quadro 2.

Pesquisas sobre Modelagem Matemática nos Projetos de Iniciação Científica na Educação Básica (Elaborado pela autora, 2023)

| Código | Referência | Título |
|--------|-----------------|--|
| P1 | Martinez (2015) | A escrita nos anos finais do Ensino Fundamental: Domínios de sentido na linguagem científica. |
| P2 | Cândido (2016) | Áreas e distâncias na agrimensura: Uma proposta didática de Modelagem Matemática para o Ensino Fundamental e Médio. |
| P3 | Komar (2017) | Modelagem Matemática no processo de ensino e aprendizagem da Matemática no Ensino Fundamental: ações e interações. |
| P4 | Abreu (2018) | Desenvolvimentos de projetos educacionais por meio de planos de aula em Geometria Métrica com viés ecológico. |
| P5 | Carvalho (2018) | Introdução à programação de computadores por meio de uma tarefa de Modelagem Matemática na Educação Matemática. |
| P6 | Ferreira (2018) | Análise Etnomatemática para atividades de Pedreiros: Uma proposta de adequação do ensino de Matemática para o Novo Ensino Médio. |
| P7 | Horn (2018) | A aprendizagem de Matemática em atividades de Modelagem. |

| | | |
|-----|-------------------|---|
| P8 | Santos (2018) | Aprendizagem baseada em projetos aplicada no ensino de Matemática do Ensino Médio. |
| P9 | Santos (2018) | Abordagem por projetos de trabalho no ensino de Química em escola pública de Caruaru - Pernambuco. |
| P10 | Silva (2018) | Estudo da formação de professores referente ao ensino por projetos. |
| P11 | Araújo (2020) | Cultura Maker e Robótica Educacional no ensino de Física: desenvolvendo um semáforo automatizado no Ensino Médio. |
| P12 | Castro (2020) | Educação Matemática crítica e resolução de problemas: Um projeto com unidades de medida na merenda escolar. |
| P13 | Montenegro (2020) | Projetos de Modelagem e Performance Matemática digital no Ensino Fundamental: alunos em um sistema de atividade. |
| P14 | Pereira (2020) | O projeto de Lego Robótica da rede municipal de educação e o ensino de Matemática à luz da teoria histórico-cultural. |
| P15 | Filho (2021) | Metodologias Ativas no Programa de Residência Pedagógica: uma abordagem da Aprendizagem Baseada em Projetos para o Ensino de Matemática |
| P16 | Novello (2021) | Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) em diferentes contextos na Educação Matemática Contemporânea. |
| P17 | Silva (2021) | Iniciação Científica Júnior: Uma proposta de atividade de aprendizagem. |

Adiante, no Quadro 3, apresenta-se a categoria (tese ou dissertação), o programa de pós-graduação, a instituição e o(a) professor(a) orientador(a) das pesquisas selecionadas.

Quadro 3.

Informações das pesquisas sobre Modelagem Matemática nos Projetos de Iniciação Científica na Educação Básica (Elaborado pela autora, 2023)

| Código | Categoria | Instituição, Programa de Pós-Graduação | Orientador (a) |
|--------|-------------|--|---|
| P1 | Dissertação | UFSC, Educação | Profa. Dra. Nelita Bortolotto |
| P2 | Dissertação | Ufal, ProfMat | Prof. Dr. Gregório Manoel da Silva Neto |
| P3 | Dissertação | Unicentro-PR, Ensino de Ciências Naturais e Matemática | Prof. Dr. Dionísio Burak |
| P4 | Dissertação | UFSCar, Ensino de Ciências Exatas | Prof. Dr. Antonio Luís Venezuela |
| P5 | Dissertação | Unioeste, Ensino | Prof. Dr. Tiago Emanuel Klüber |
| P6 | Dissertação | Ufal, ProfMat | Profa. Dra. Viviane de Oliveira Santos |
| P7 | Dissertação | UFFS, ProfMat | Prof. Dr. Pedro Augusto Pereira Borges |
| P8 | Dissertação | USP, Projetos Educacionais de Ciências | Prof. Dr. Carlos Alberto Moreira Santos |
| P9 | Dissertação | UFPE, Educação em Ciências e Matemática. | Prof. Dr. Roberto Araújo Sá |
| P10 | Dissertação | Unesp, Ensino e Processos Formativos | Profa. Dra. Zulind Luzmarina Freitas |
| P11 | Dissertação | Ufal, Ensino de Ciências e Matemática | Prof. Dr. Kleber Cavalcanti Serra |

o gráfico, percebe-se que as palavras-chave mais referenciadas foram: Modelagem, Matemática, Aprendizagem Baseada em Projetos, Teoria da Atividade, Educação Básica.

No Quadro 4, apresenta-se o objetivo geral e os aspectos metodológicos das pesquisas.

Quadro 4.

Objetivos gerais e aspectos metodológicos das pesquisas (Elaborado pela autora, 2022)

| |
|---|
| P1 |
| <p>Objetivo geral: Investigar, no âmbito de uma turma de segundo ano do ensino fundamental do Colégio de Aplicação da UFSC, como se constituem os processos de aquisição da escrita quando se trabalha, pedagogicamente, enunciados do discurso da ciência na esfera escolar (sistemas ideológicos).</p> <p>Aspectos metodológicos: Uma investigação de cunho qualitativo, com abordagem de pesquisa de campo. Os dados da pesquisa concentraram-se nos seguintes procedimentos: Observação participante e intervenção direta, registrada via filmagem, gravação de áudios e fotografias do campo de coleta. O lócus da pesquisa foi no Colégio de Aplicação da UFSC.</p> |
| P2 |
| <p>Objetivo geral: Viabilizar a inserção do cálculo de áreas e distâncias.</p> <p>Aspectos metodológicos: Pesquisa qualitativa. O lócus da pesquisa foi em um colégio da rede privada situado em Maceió-AL e uma escola da rede pública em Rio Largo-AL. Os dados da investigação constituíram-se a partir das produções dos estudantes durante a realização das atividades.</p> |
| P3 |
| <p>Objetivo geral: Estabelecer a Modelagem como uma metodologia de ensino e aprendizagem da Matemática, a partir da análise dos elementos proporcionados pelo desenvolvimento de atividades em sala de aula.</p> <p>Aspectos metodológicos: Pesquisa qualitativa/interpretativa. O lócus da pesquisa foi um Colégio Estadual, no município de Prudentópolis-PR. Os dados da investigação foram constituídos pelas produções dos estudantes durante a realização das atividades, as entrevistas com estudantes e professor, os depoimentos espontâneos e as filmagens. Também constituiu parte dos dados o Diário de Campo.</p> |
| P4 |

Objetivo geral: Criar um plano de ensino em geometria métrica utilizando uma cisterna como objeto de estudo para desenvolver um projeto viável e ecologicamente correto visando a conscientização dos discentes e docentes quanto à utilização de água potável na Unidade Escolar, do seu desperdício e da possibilidade de se captar água pluvial, para uso não potável, minimizando, assim o consumo de água tratada.

Aspectos metodológicos: Não foi possível identificar no corpo do texto. O lócus da pesquisa também não se encontra de forma clara, apenas fala de estudantes do Ensino Médio. Os dados da investigação não se apresentam explicitamente, contém somente a descrição de projetos realizados e planos de aula.

P5

Objetivo geral: Compreender o que se mostra quando desenvolvemos uma tarefa de Modelagem Matemática aliada à programação de computadores, quais são as possibilidades e os desafios que emergem dessa associação.

Aspectos metodológicos: Pesquisa qualitativa sob uma visão fenomenológica. Os dados da investigação foram coletados através da gravação de vídeo da movimentação ocorrida no interior da sala de 30 aula, além da gravação, também em vídeo, das ações dos estudantes no computador, utilizando o recurso de ScreenCast. O lócus da pesquisa foi em uma escola pública do interior de Minas Gerais.

P6

Objetivo geral: Apresentar aos alunos algumas ligações entre a Matemática “formal x informal”, valorizar ambas e orientar um trabalho de disseminação de saberes entre os profissionais da comunidade.

Aspectos metodológicos: Não foi possível identificar no corpo do texto. O lócus foi em um canteiro de obras e uma escola de Paranatama-PE. Identificou-se entrevistas estruturadas com os profissionais do canteiro de obras.

P7

Objetivo geral: Analisar o uso de Modelagem Matemática como estratégia de ensino de matemática nas escolas de Educação Básica.

Aspectos metodológicos: A pesquisa consiste em um experimento pedagógico. Lócus da pesquisa: escola de Educação Básica no município de Palma Sola-SC. Os dados foram coletados através da observação.

P8

Objetivo geral: Aplicar a metodologia ativa Aprendizagem Baseada em Projetos na disciplina de Matemática em turmas do Ensino Médio.

Aspectos metodológicos: Pesquisa qualitativa de natureza aplicada, possui objetivo descritivo com método escolhido pesquisa-ação. Lócus da pesquisa: escola privada de Ensino Fundamental e Médio situada na cidade de Lorena-SP. A coleta de dados se deu por meio de observações, entrevistas, evidências e discussões.

P9

Objetivo geral: Investigar de que maneira os professores da educação básica desenvolvem projetos de trabalho e sua relação com o ensino e aprendizagem de Química em uma Escola Pública da rede Estadual de Ensino na cidade de Caruaru/PE.

Aspectos metodológicos: Pesquisa-ação e também se caracteriza como pesquisa descritiva. O lócus da pesquisa foi em uma escola pública da Rede Estadual da cidade de Caruaru – PE. Foram utilizados para a coleta de dados entrevistas, oficina, observação e aplicação de questionário.

P10

Objetivo geral: Compreender de que maneira os professores de Matemática dão sustentação à sua prática ao trabalhar com Projetos e relacionam os conteúdos matemáticos a temas aparentemente distantes do campo de Matemática.

Aspectos metodológicos: Pesquisa de caráter qualitativo (com vivência de campo) a partir de um estudo de caso. O lócus da pesquisa ocorreu em duas escolas municipais da cidade São José do Rio Preto-SP. Os dados para coleta compõe-se por questionários, entrevistas (realizadas com professores, coordenadores e diretores) e vídeos de trabalhos com Projetos.

P11

Objetivo geral: Explorar a robótica educacional para o ensino de Física e matemática, com as especificidades de desenvolver um projeto que utilizasse a robótica educacional que ensinasse conceitos de Física e de matemática, e analisar esse projeto que foi desenvolvido, bem como seus limites e possibilidades.

Aspectos metodológicos: Análise qualitativa com pesquisa participante. O lócus da pesquisa foi na cidade de Coité do Nóia-AL. Os dados referentes ao estudo realizado ficaram preservados em parte, a partir do relato da experiência das aulas de robótica.

P12

Objetivo geral: Analisar e descrever os resultados da ação educativa promovida por um projeto de trabalho que objetiva fomentar a construção de ferramentas matemáticas para melhor leitura de mundo em relação a um Direito Social, a merenda escolar.

Aspectos metodológicos: Pesquisa-ação de análise qualitativa. Lócus da pesquisa foi em uma escola municipal situada em Jacarepaguá-RJ. Os dados serão analisados a partir dos diálogos, descrições e reflexões das etapas do projeto.

P13

Objetivo geral: Como a atividade dos alunos se constitui quando desenvolvem projetos de Modelagem e Performance Matemática Digital no Ensino Fundamental?

Aspectos metodológicos: Pesquisa qualitativa que envolve procedimentos como: observação em campo, entrevistas, filmagens, anotações em caderno de campo, entre outros, os quais, em conjunto com a visão de conhecimento do pesquisador, compõem a metodologia de pesquisa. O lócus foi em uma escola da rede pública de Porto Alegre, RS.

P14

Objetivo geral: Investigar, à luz do referencial teórico adotado, como se revelam as ações de um professor de matemática em um projeto de LEGO robótica, da Rede Municipal de Educação de Curitiba e, em que medida, pode contribuir para a aprendizagem da matemática e o desenvolvimento dos sujeitos.

Aspectos metodológicos: Método do materialismo histórico-dialético. O lócus da pesquisa foi em uma escola municipal da cidade de Curitiba-PR. Os instrumentos adotados para captação de dados se deram por meio de observações. Para o registro das observações, foram realizadas gravações de áudio, registro de fotografias de ações com o robô durante as situações do projeto, amostras do portfólio construído pelos estudantes, diário de bordo registrado pela pesquisadora, sessões reflexivas com o docente durante a pesquisa e com todos os participantes no último encontro.

P15

Objetivo geral: Analisar as contribuições da utilização da Metodologia Ativa de Aprendizagem Baseada em Projetos no componente curricular Matemática, por meio das atividades do subprojeto de Matemática do Programa de Residência Pedagógica na formação inicial dos docentes licenciandos.

Aspectos metodológicos: Pesquisa qualitativa, no que se refere à forma de abordagem. Quanto à natureza da pesquisa, é do tipo aplicada. Com base nos objetivos ou fins da pesquisa, é do tipo explicativa. E, por fim, quanto ao método, pesquisa-ação. A pesquisa possui dois (02) lócus de pesquisa: a Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e o Centro

Integrado de Educação de Patos III o (CIEP III). A análise dos dados foi baseada em quatro (04) processos inter-relacionados entre si, sendo: classificação, descrição, comparação e interpretação. Os resultados foram sintetizados a partir das informações coletadas com a pesquisa bibliográfica, os questionários respondidos por alunos devidamente matriculados na turma e os residentes vinculados à turma, as entrevistas com os residentes e o professor titular da turma, além dos dados capturados através da observação participante.

P16

Objetivo geral: Planejar, aplicar e analisar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), de modo a compreender como se dá, ou não, o processo de aprendizagem significativa com o uso de situações problemas contextualizados.

Aspectos metodológicos: Pesquisa mista (quantitativa e qualitativa) onde o estudo é caracterizado como pesquisa de campo. O lócus da pesquisa foi em uma escola da rede municipal de educação do município de Sarandi, no Rio Grande do Sul. Para coleta de dados foram utilizados os seguintes instrumentos: questionário, mapa conceitual, situações-problema inseridas durante os passos da UEPS e avaliações constantes, mediante anotações em diário.

P17

Objetivo geral: Compreender e analisar princípios necessários para se organizar a iniciação científica júnior com estudantes dos anos finais do ensino fundamental II (8º e 9º anos) e do ensino médio para que se torne uma atividade de aprendizagem.

Aspectos metodológicos: Método de investigação histórico-dialético, razão pela qual se configura como uma abordagem teórica e metodológica. O lócus da pesquisa foi em uma escola da rede pública estadual de Uberlândia. Os dados foram coletados através de entrevistas, registros por meio de diários de bordo de pesquisa, registros no diário de campo do professor pesquisador; áudio e vídeo dos encontros entre estudantes e professores orientadores; questionário socioeconômico preenchido pelos participantes; diálogos dos grupos em aplicativos de mensagens instantâneas com a participação dos professores orientadores; registro visual (fotos).

Apesar de P6 não apresentar de forma explícita o objetivo geral, foi possível identificar após uma leitura mais detalhada no corpo do texto. Também não foi possível identificar o tipo e a abordagem da pesquisa com a informação apenas de um instrumento, tanto em P6 quanto em P4. Portanto, essas duas pesquisas foram excluídas, o trabalho que será desenvolvido constará apenas as pesquisas P1, P2, P3, P5, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16 e P17.

Em relação à pergunta: b) Existem pesquisas que utilizam a Modelagem Matemática no desenvolvimento dos Projetos de Iniciação Científica na Educação Básica?, destacam-se as pesquisas P8, P14 e P15.

Em P8, segundo a autora, as atividades foram desenvolvidas seguindo as etapas da Aprendizagem Baseada em Projetos, objetivando a solução do problema proposto e estudando os conteúdos contemplados no guia elaborado. O tema proposto foi a Geometria nas construções.

Em P14, conforme a autora, a pesquisa procurou evidenciar algumas ações do professor na organização do ensino que podem favorecer a atividade, bem como os elementos que estão implícitos nos encontros do projeto extracurricular de robótica dando ênfase àquelas que podem contribuir para a Educação Matemática sob o método materialismo histórico-dialético.

Em P15, de acordo com o autor, durante as discussões nas aulas que ele lecionava na Universidade Estadual da Paraíba identificou nos alunos participantes do Programa de Residência Pedagógica a inquietação por realizar atividades contemplando o contexto social dos alunos da Educação Básica, ao mesmo tempo que se discutia sobre a dificuldade de apresentar uma Matemática mais concreta. O autor relata que a elaboração de projetos seguindo as etapas da Aprendizagem Baseada em Projetos possibilitou a criação de um ambiente mais propício ao aprendizado, implantando cada característica essencial de Aprendizagem Baseada em Projetos e articulando teoria e prática, mundo mental e mundo real e a Matemática concreta e abstrata.

Em relação à pergunta: c) De que modo essas pesquisas relacionam as competências e habilidades gerais e específicas na área de Matemática e suas Tecnologias com os projetos e o desenvolvimento da Modelagem Matemática?, destacam-se as pesquisas P1, P5, P7, P9, P11, P12, P13, P14, P15 e P17.

Em P1, a autora menciona as habilidades socioemocionais e das habilidades relacionadas à escrita e à leitura.

Em P5, o autor menciona que trabalhar com a programação de computadores permite desenvolver as habilidades gerais de exploração e compreensão do papel sociocultural da Matemática.

Em P7, o autor cita o texto da Base Nacional Comum Curricular (2018) referente ao letramento matemático, ao desenvolvimento das habilidades de modelar, de linguagem ou de aplicações, além das específicas à área de Matemática.

Em P9, a autora destaca que a aprendizagem matemática deve comprometer-se em desenvolver habilidades e competências de modo a contribuir para o desenvolvimento de postura criativa e investigativa por meio de atividades desafiadoras. Menciona e desenvolve a pesquisa focando nas habilidades adquiridas quando se trabalha a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) que tem o objetivo de envolver os estudantes para obter conhecimentos, habilidades e competências através da investigação partindo de uma atividade real e bem elaborada.

Em P11, o autor cita as habilidades gerais que os projetos e as atividades diversificadas podem proporcionar, menciona a robótica educacional como possibilidade de embasamento para o aprendizado de Ciências, Matemática, Tecnologia, Computação, entre outros.

Em P12, a autora transcreve o texto da Base Nacional Comum Curricular no que se refere às habilidades e competências específicas da área de Matemática e suas Tecnologias e de resoluções de problemas mencionando os modelos de resolução adequados ao tipo de problema proposto, atrelando-os às diretrizes educacionais.

Em P13, a autora cita as diversas habilidades na perspectiva das Performances Matemáticas Digitais e relata sobre os saberes docentes para indicar as habilidades que os professores utilizam nas propostas diferenciadas que são projetadas em sala de aula.

Em P14, a autora relata que as habilidades são desenvolvidas a partir da interação com os modelos robóticos através da mediação do professor. A elaboração do projeto de robótica proporciona situações de aprendizagem nas quais é possível desenvolver diferentes habilidades, sejam cognitivas ou socioemocionais. Cita que as habilidades matemáticas podem ser facilitadoras para os desafios desenvolvidos com o robô. Logo existe uma interação entre as habilidades desenvolvidas nos projetos de robótica, nos modelos e nos desafios que envolvem a Matemática.

Em P15, o autor resgata as mudanças e evoluções nos processos sociais e menciona que tanto o conhecimento quanto as habilidades são necessários aos estudantes. Aborda que a Metodologia Ativa da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) permite a aquisição de conhecimentos e habilidades com competências a serem trabalhadas partindo de questões mais profundas e originais. Expõe os conhecimentos e habilidades para o século XXI e do trabalho colaborativo e interpessoal que ABP pode proporcionar e de como é mencionada na Base Nacional Comum Curricular.

Em P17, o autor relata que para as habilidades e competências, tanto a Base Nacional Comum Curricular, quanto os Parâmetros Curriculares Nacionais já havia a constatação dos conhecimentos matemáticos como ferramentas para compreensão do mundo.

No tocante à pergunta: d) Há relação entre o contexto histórico-cultural dos envolvidos e os projetos desenvolvidos?, destacam-se as pesquisas P1, P3, P5, P7, P8, P9, P10, P12, P13, P14, P15, P16 e P17.

Em P1, a autora relata que os gêneros discursivos da ciência foram inserindo-se no cotidiano escolar nas atividades de aquisição da escrita de forma a compreender um determinado tema que interessava à professora e às crianças.

Em P3, o autor relata, embasando-se em teóricos da Educação Matemática e da Modelagem Matemática, que as atividades foram realizadas no intuito de suprir os interesses dos estudantes, considerando-se o contexto onde ocorre.

Em P5, o autor menciona que a Matemática tem grande potencial exploratório na resolução de problemas e que é preciso levar em conta o contexto social e histórico, o envolvimento com as pessoas, seus propósitos. Cita que a Matemática pode ser vista como uma produção cultural e construção social.

Em P7, o autor utiliza situações da região para desenvolver a Modelagem Matemática na resolução dos problemas, contextualizando-os.

Em P8, a autora aborda que os assuntos podem ser explorados diante de percepções históricas em uma cultura matemática imprescindível para potencializar o tempo do educador. Afirma que é preciso refletir sobre uma metodologia que desenvolva a capacidade de utilizar a Matemática em situações reais.

Em P9, a autora cita a aprendizagem através da experiência do aluno, seus interesses, contextos e problemas vivenciados no cotidiano. Acredita que, ao desenvolver projetos, os professores procuram inserir práticas inovadoras que estejam em concordância com o contexto dos estudantes.

Em P10, a autora reflete sobre a visão que os estudantes têm em relação à Matemática, de algo difícil, chato e sem utilidade prática e enfatiza que essa visão vem, geralmente, das aulas tradicionais. Aborda que os projetos interdisciplinares são voltados para inúmeros contextos, de formas diversificadas. A autora afirma que é preciso haver mudanças na Educação Matemática para que se torne mais atrativa e interessante para os estudantes, levando em consideração a sua utilidade prática.

Em P12, a autora menciona que o tema escolhido para desenvolver o projeto surgiu do contexto pelo qual os estudantes estão inseridos facilitando a construção de ferramentas

matemáticas para a compreensão da realidade ao qual estão expostos, o que os torna mais críticos em relação às suas vivências.

Em P13, a autora cita em suas pesquisas que os projetos de Modelagem nem sempre explicitam a Matemática. E menciona a necessidade de se escolher o tema de interesse dos envolvidos, delimitar o foco, buscar informações e só depois relacionar com os conteúdos matemáticos.

Em P14, a autora menciona projetos com enfoque STEAM que é a abreviatura das cinco áreas do conhecimento em inglês *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*. Os modelos de projeto abordados nesta pesquisa são robóticos que permitam aos envolvidos resolverem um problema que desperte interesse e possibilite a conscientização do indivíduo, do seu papel e de sua responsabilidade durante a atividade de ensino, principalmente ao solucionarem os desafios nas elaborações de modelos robóticos e na busca de soluções inovadoras para problemas reais.

Em P15, o autor retrata que as metodologias ativas expandem os ambientes educacionais e as dimensões físicas da instituição e torna próximo o contexto social para as ações desenvolvidas pela escola, pois apresenta, na prática, a utilização do conteúdo escolar na vivência do mundo real. Cita a Aprendizagem Baseada em Projetos como método de ensino-aprendizagem e objeto de estudo de sua pesquisa e afirma que esse método parte de uma situação-problema que instiga e engaja o estudante a sugerir soluções e/ou desenvolver produtos/protótipos promove a interação entre os participantes e o mediador e uso de diferentes práticas educativas. Enfatiza que a multidisciplinaridade e interdisciplinaridade são fundamentos essenciais para a construção do conhecimento matemático que permite compreender e aplicar os conceitos, instrumentos e práticas matemáticas em diferentes contextos.

Em P16, a autora desenvolve sua pesquisa sobre a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa desenvolvida em sala de aula aliando-a a contextos e espaços permitindo aos envolvidos desenvolverem, através do conhecimento, relações entre ambiente, escola e sociedade associando a prática ao saber científico. Afirma que a Educação Matemática a ser desenvolvida com essa proposta deve priorizar a resolução de problemas contemporâneos, como prognóstica da aprendizagem significativa, ao despertar o interesse do estudante, valorizar seus conhecimentos prévios e apresentar situações reais de aplicabilidade dos conceitos desenvolvidos em aula.

Em P17, o autor destaca, em sua pesquisa, princípios para a organização da Iniciação Científica Júnior, são eles: a busca pelo conhecimento como motivo principal na atividade de

pesquisa, a escolha de uma temática de pesquisa que se aproxime das vivências e realidade da comunidade de cada estudante, e o fortalecimento do trabalho colaborativo entre estudantes pesquisadores e orientadores. As áreas de interesse dos estudantes definem a temática escolhida e reconhecendo a historicidade de cada um, eles já traziam consigo questionamentos e problemáticas do seu cotidiano com a proposta de desenvolver projetos que procurassem solucionar as problemáticas.

Sobre a atualização da revisão, seguimos o sétimo passo para preparar e manter revisões sistemáticas do Instituto Cochrane que consiste no aprimoramento e atualização da revisão onde “levam-se em conta as questões norteadoras estabelecidas no primeiro passo supracitado para responder o problema de pesquisa, oferecendo uma revisão atualizada para o surgimento de novas pesquisas sobre o tema” (Correia; Santos, 2021, p. 675).

Foram encontradas duas revisões, ambas realizadas em 2022, uma intitulada: “Uma Revisão Sistemática sobre a Modelagem Matemática no Ensino Médio” de autoria Santos *et al.*, cujo objetivo foi analisar os resultados das produções nacionais sobre o estado do conhecimento em pesquisas acadêmicas produzidas sobre a Modelagem Matemática no Ensino Médio, porém trata-se da utilização da Modelagem Matemática para mudanças nas práticas escolares.

A outra revisão encontrada, sob o tema: “A Pesquisa como Princípio Educativo em Intervenções com a Modelagem Matemática na Educação Básica: Análise de Teses e Dissertações por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura” de autoria Oliveira e Lara, cujo objetivo foi compreender de que modo a Pesquisa como princípio educativo é abordada em intervenções com a Modelagem Matemática na Educação Básica, tratando-se do processo de produção de argumentos e a pesquisa em sala de aula, distanciando-se do tema da revisão realizada.

Apesar de cada pesquisa ter seu próprio caminho metodológico, suas percepções e relevância, essa RSL dedicou-se em reconhecer e explicar informações que corroboram para a compreensão das pesquisas acadêmicas nacionais que apresentam a Modelagem Matemática como solução ou parte de uma solução no desenvolvimento dos projetos de Iniciação Científica na Educação Básica.

Dessa forma, evidenciando o problema de pesquisa: De que modo as pesquisas acadêmicas sobre Projetos de Iniciação Científica na Educação Básica utilizam a Modelagem Matemática como solução ou parte de uma solução no desenvolvimento dos projetos?, as respostas das quatro perguntas concebidas no passo inicial da RSL permitem concluir que há pesquisas acadêmicas que discorrem da Modelagem Matemática desenvolvida na

Aprendizagem Baseada em Projetos, com limitadas pesquisas quando se trata de projetos de Iniciação Científica no período de 2015 a 2023 defendidas no Brasil.

Nas pesquisas que abordam a Modelagem Matemática como solução ou parte de uma solução nos projetos desenvolvidos, observou-se a análise dos conhecimentos matemáticos desenvolvidos para solucionar problemáticas encontradas nos projetos produzidos pelos estudantes sob a mediação de professores-orientadores. A seguir, no Quadro 5, tem-se um resumo geral das pesquisas selecionadas, no que se refere aos dados divulgados nessa RSL.

Quadro 5.

Resumo geral das pesquisas selecionadas (elaborado pela autora, 2023)

| | Aborda a Modelagem Matemática no desenvolvimento dos Projetos de Iniciação Científica | Aborda a Modelagem Matemática no desenvolvimento de atividades inovadoras | Aborda as competências e habilidades gerais e específicas na área de Matemática | Aborda as competências e habilidades gerais e específicas voltadas aos projetos | Aborda o contexto histórico-cultural e a Pedagogia histórico-crítica |
|-----|---|---|---|---|--|
| P1 | | | | X | |
| P2 | | X | | | |
| P3 | | X | | | |
| P5 | | X | X | X | |
| P7 | | X | X | | |
| P8 | X | X | | | |
| P9 | | X | X | X | |
| P10 | | X | X | | |
| P11 | | X | X | X | |
| P12 | | X | X | | |

| | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|
| P13 | | X | X | X | |
| P14 | X | X | X | X | X |
| P15 | X | X | X | X | |
| P16 | | X | | | |
| P17 | | | X | X | X |

Sobre as convergências entre as pesquisas, percebe-se que P5, P9, P11 e P13 possuem aspectos semelhantes, pois apresentam em seus estudos detalhamento das habilidades e competências gerais e as específicas voltadas para a área de Matemática e suas Tecnologias e para a elaboração de projetos, além de enfatizar a relevância de desenvolver as propostas considerando o contexto histórico-cultural dos envolvidos.

P7 e P10 têm aspectos de proximidade entre os dados, por dissertar a Modelagem Matemática no desenvolvimento de atividades inovadoras abordando as competências e habilidades gerais e específicas voltadas aos projetos e dá relevância ao o contexto histórico-cultural dos envolvidos nos projetos.

P14 e P17 aproximam-se por apresentar todos os dados abordados nessa RSL e tratar da Modelagem Matemática no desenvolvimento de projetos de Iniciação Científica considerando o contexto histórico-cultural dos participantes, embasando as pesquisas com as concepções da Pedagogia histórico-crítica, além de utilizar o método de investigação do materialismo histórico-dialético, considerando as competências e habilidades gerais e específicas acima citadas.

Em P1, segundo a autora, foi possível concluir, com base na perspectiva sócio-histórica, que o ato de escrever das crianças passa pelas relações dialógicas que nos constituem como sujeitos e pelas possibilidades de interlocução desempenhadas nas práticas sociais.

Em P2, a autora afirma que a experiência foi eficiente no processo de aprendizagem e também se mostrou apto na transformação das práticas da pesquisadora. Relata também que estabeleceu diálogos modeladores entre a realidade vivenciada e a realidade construída na escola.

Em P3, segundo o autor, a abordagem apontou que a modelagem como uma metodologia de ensino e aprendizagem da Matemática, na perspectiva assumida, oportunizam o desenvolvimento da autonomia decorrentes da ação de pensar, refletir, buscar dados, levantar e encontrar solução para os problemas proporcionados pela coleta de dados, em relação ao tema escolhido dentro do contexto ao qual os estudantes estão inseridos.

Em P5, o autor relata que diante da interrogação sobre as concepções que poderiam emergir diante da abordagem, muitas unidades de significado revelaram-se e delas, quatro destacaram-se: discussões e interações entre alunos e professores e também entre alunos; diversas ações dos alunos no contexto da programação de computadores; a Matemática envolvida no processo de resolução da tarefa de Modelagem; os modos como os alunos viram a tarefa. Ressalta que a pesquisa resultou o vislumbre de um cenário de programação de computadores dialógico, nutrido e potencializado pela problemática trazida pela tarefa de Modelagem Matemática. Sob outro ponto de vista, destaca um cenário investigativo de uma tarefa de Modelagem Matemática potencializado pela construção de um artefato tecnológico por meio da programação de computadores.

Em P7, segundo o autor, a pesquisa demonstrou, em consonância com os relatos e a análise realizada que a modelagem apresentou um grande potencial de interação, visto que, durante o processo de investigação da situação-problema, os alunos sentiram-se livres para dialogar, e, ao mesmo tempo, mostraram muito empenho e responsabilidade na resolução do problema. No que se refere ao ensino da Matemática, o autor enfatiza que houve predomínio individual de aprendizagem, oportunizando ao aluno interiorizar conceitos e propriedades, com aperfeiçoamento da linguagem matemática, oral e escrita (muitas vezes originadas no diálogo da modelagem), a partir de uma reflexão mais pessoal.

Em P8, a autora afirma, diante de sua pesquisa, que a Aprendizagem Baseada em Projetos possibilitou aos estudantes enfrentar e solucionar situações-problema da realidade, além de vivenciar eventos de aprendizagem significativos que favoreceram de forma relevante para a formação pessoal. E ressalta que pela confirmação dos resultados quanto ao desempenho dos estudantes do Ensino Médio na disciplina de Matemática, a autora conclui que a metodologia ativa Aprendizagem Baseada em Projetos promoveu o desenvolvimento das competências técnicas e transversais quando comparado aos métodos tradicionais de ensino.

Em P9, a autora afirma ser necessário que ocorra uma discussão desta abordagem tanto nos cursos de formação inicial, quanto na formação continuada para que o professor compreenda e saiba trabalhar da melhor maneira os projetos e que os mesmos sejam

significativos para aprendizagem dos estudantes. Verificou-se que o trabalho em grupo foi a habilidade que predominou dentro da abordagem vivenciada e que proporcionou a formação de valores sociais que contribuem para uma melhor relação em sala de aula.

Em P10, a autora concluiu, no processo de análise realizado, que muitos dos processos criativos ocorrem pelo desenvolvimento de projetos. Essas iniciativas têm acontecido tanto por incentivo dos órgãos governamentais, como pela escola que procuram maneiras para que o estudante se deslumbrar com o conteúdo que está sendo abordado, ou, de outra maneira, envolvê-los nos problemas sociais existentes. Evidenciou a concepção dos professores a respeito do trabalho com projetos que a apreensão dos mesmos resultou em projetos mais voltados a exercícios e outros voltados aos cenários investigativos. No que se refere ao produto final, procuraram buscar questões de autoria, crítica e emancipação.

Em P11, o autor, através da experiência, relata a participação dos envolvidos e o aprimoramento na construção dos modelos, criando tecnologia inovadora à existente. Afirma também que na programação foi possível identificar de forma integrada a Física e Matemática e conclui que a contextualização das aulas por meio de projetos de robótica, tornam-as motivadoras e aproximam os sujeitos de um fazer científico com trabalho colaborativo.

Em P12, a autora afirma ter conseguido confirmar que o método de Aprendizagem Baseada em Projetos é pertinente para a abordagem de conceitos matemáticos, políticos, sociais e produtivos utilizados em situações cotidianas interligadas à burocracia do Estado e ao exercício econômico e social.

Em P13, segundo a autora, é preciso maior investigação em abordagens pedagógicas envolvendo a elaboração das Performances Matemáticas Digitais. A pesquisa oportunizou que os estudantes refletissem na maneira de comunicar as ideias trabalhadas na etapa de desenvolvimento do projeto de Modelagem.

Em P14, a autora conseguiu sintetizar as ações e concluir que a pesquisa pode contribuir para conscientizar sobre as práticas docentes durante a realização do projeto; que é preciso estabelecer critérios para a formação das equipes que irão trabalhar nos projetos, considerando os diferentes perfis dos estudantes; promover o trabalho colaborativo; expor, sempre que possível, os conteúdos matemáticos durante a busca por soluções para relacionar os saberes da escola com os dos projetos de robótica e destacar a relevância da criatividade, do raciocínio lógico e da proatividade nas situações de aprendizagem.

Em P15, o autor afirma que a pesquisa contribuiu para solucionar o distanciamento entre a teoria e a prática dos licenciandos de Matemática. As vivências foram importantes para a formação dos residentes e ocasionou mudanças consideráveis nas ações pedagógicas

para ajudar os professores a tomar posse e reconhecer as potencialidades da Metodologia Ativa de Aprendizagem Baseada em Projetos para o Ensino de Matemática.

Em P16, segundo a autora, os diversos ambientes educacionais podem promover nos estudantes uma visão diferenciada sobre o ensino da Matemática, principalmente no que se refere à reflexão entre o real e o abstrato. Logo, o estudante deve ser estimulado a desenvolver situações que vão além da sala de aula e cabe ao professor possibilitar ocorrências de interação do científico à prática cotidiana, dando significados ao saber matemático.

Em P17, o autor reflete o desejo de complementar os estudos em relação ao grupo de Iniciação Científica Júnior em Ciências e Matemática, abordando questões relativas à coletividade, atividade de ensino, atividade de aprendizagem e atividade pedagógica proporcionadas no desenvolvimento de projetos.

Por meio desta RSL, em relação às pesquisas realizadas em âmbito nacional que abordam a Modelagem Matemática desenvolvida em projetos de Iniciação Científica, pode-se comprovar que considerando a relevância da utilização de modelos matemáticos que auxiliem na resolução de situações-problema voltada ao contexto dos estudantes, bem como para a contribuição no ensino de Matemática, se faz necessário a geração de mais pesquisas acadêmicas nessa perspectiva, de forma a propagar pesquisas sobre Modelagem Matemática e sua utilização em projetos de Iniciação Científica, considerando o contexto histórico-cultural dos envolvidos e da escola com as contribuições da Pedagogia histórico-crítica.

Apesar de encontrar pesquisas que abordam a Modelagem Matemática na solução ou parte da solução de problemas em projetos de Iniciação Científica ou em Aprendizagem Baseada em Projetos e até em atividades inovadoras, ressalta-se que a quantidade de pesquisas com essa temática é insuficiente.

Ademais, apenas P14 e P17 utilizaram como referencial teórico a Pedagogia histórico-crítica e a Psicologia histórico-cultural para desenvolvimento da Modelagem Matemática em projetos.

Dessa forma, é imprescindível a produção de mais pesquisas embasadas na Pedagogia histórico-crítica e na Psicologia histórico-cultural para o trabalho sobre a Modelagem Matemática na perspectiva de ir além das resoluções, pois pode relacionar o concreto ao abstrato por meio de signos, dando significado às ações desenvolvidas nos projetos entre outros. Assim, fica a recomendação para que novas pesquisas nessa área também procurem a Modelagem Matemática voltada para a Educação Matemática e aplicação nos projetos de Iniciação Científica.

4. PROJETOS DE APRENDIZAGEM NAS ATIVIDADES DE ESTUDO E A INICIAÇÃO CIENTÍFICA: POSSIBILIDADES PARA A CONSTRUÇÃO SOCIAL DO DESENVOLVIMENTO HUMANO E O ENSINO DA MATEMÁTICA

As necessidades impostas na sociedade em um mundo globalizado e capitalista têm motivado as abordagens educacionais com o objetivo de formar estudantes por competências e habilidades para resolver problemas e atender o neoliberalismo. Por outro lado, avanços científicos e tecnológicos têm ocasionado mudanças na sociedade, e por isso o ensino e seus métodos tendem a acompanhar os interesses da classe privilegiada com a concepção produtivista da educação.

A Reforma do Ensino Médio com a aprovação da BNCC e a urgência de implementá-la é um exemplo do direcionamento que a educação recebe com a tendência de uma educação empresarial que, por consequência, limita o futuro das crianças, jovens e adultos das camadas populares impossibilitando, de acordo com Gama (2022), o acesso aos conhecimentos que permitem o pleno desenvolvimento das funções psíquicas superiores.

Nesse sentido, o desenvolvimento dessa pesquisa buscou atender a apropriação das objetivações por meio da socialização do conhecimento no direcionamento docente. Para melhor compreender os conhecimentos científicos que, segundo Costa e Zompero (2017), são cada vez mais numerosos, é fundamental a disseminação da Iniciação Científica na Educação Básica para esses estudantes nativos digitais e isso se torna um desafio, pois são inseridos na visão capitalista, da utilização do conhecimento para desenvolver competências ligas à inovação, ao consumo.

A proposta nesse trabalho é de disseminar a Iniciação Científica de modo a proporcionar a utilização de “recentes descobertas durante o processo científico, que possam ser aproveitadas em benefício da sociedade, com soluções de qualidade aplicáveis ao contexto social” (idem, p. 15) e para o desenvolvimento das funções psicológicas superiores, isto é, o pensamento teórico conceitual.

Considerando esse contexto, Zompero e Holpert (2019) afirmam que, além da aprendizagem conceitual, é preciso que os estudantes compreendam conhecimentos de natureza procedimental e epistemológica. D’Ambrosio (2009) define que o elo entre a teoria e a prática é a pesquisa e menciona que “praticamente tudo o que se nota na realidade dá oportunidade de ser tratado criticamente como um instrumental matemático”. (D’Ambrosio, 2009, p. 98).

A utilização de projetos reais baseados em uma questão, tarefa ou problema é motivador, pois ensina conteúdos acadêmicos no ambiente de trabalho cooperativo para

resolução de problemas, afirma Bender (2014), e não se limita na observação do processo e do produto, pois “diz muito a respeito da motivação individual em protagonizar as etapas de criação que incluem percalços e superações” (Onisaki, 2021, p. 19).

Portanto, trataremos de um breve histórico sobre as mudanças na Educação impulsionadas pelas transformações sociais; sobre os Projetos de Aprendizagem e a Iniciação Científica no Brasil, bem como incursões nos documentos normativos que abordam essa perspectiva.

4.1 Breve histórico sobre as mudanças na Educação e sua relação com as transformações sociais

Em termos históricos, Saviani (2005) menciona que as diversas modalidades das concepções tradicionais foram tendências dominantes até o final do século XIX, elas sistematizavam-se na centralidade da instrução, nas teorias do ensino, que trazia o questionamento como ensinar, na qual a escola era uma agência concentrada no professor “cuja tarefa é transmitir os conhecimentos acumulados pela humanidade segundo uma gradação lógica, cabendo aos alunos assimilar os conteúdos que lhes são transmitidos” (idem, p. 02); no que diz respeito às relações entre educação e sociedade, Saviani (1999) afirma que essas concepções compreendem a educação como autônoma em face à sociedade, pois seria um instrumento de correção da marginalidade.

Porém, a universalização não foi conquistada, pois nem todos adentravam na escola e os que adentravam nem sempre eram exitosos; além do mais, os que eram exitosos nem sempre se ajustavam na sociedade. “Começaram, então, a se avolumar as críticas a essa teoria da educação e a essa escola que passa a ser chamada de escola tradicional” (Saviani, 1999, p. 18). Tais críticas foram, aos poucos, originando uma outra teoria da educação, pois,

Se a escola não vinha cumprindo essa função, tal fato se devia ao tipo de escola implantado - a escola tradicional - se revelara inadequado. Toma corpo, então, um amplo movimento de reforma cuja expressão mais típica ficou conhecida sob o nome de ‘escolanovismo’. Tal movimento tem como ponto de partida a escola tradicional já implantada segundo as diretrizes consubstanciadas na teoria da educação que ficou conhecida como pedagogia tradicional (idem, p. 19).

Em meio às críticas, a Pedagogia Nova foi emergindo e suas diferentes modalidades prevaleceram durante o século XX, mas não excluíram “a concepção tradicional que se contrapõe às novas correntes, disputando com elas a influência sobre a atividade educativa no interior das escolas” (Saviani, 2005, p. 02). O marco de sua ascendência ocorreu em 1932

com o lançamento do manifesto dos pioneiros e esse movimento atingiu seu máximo por volta de 1960.

Sua proposta centraliza-se nas teorias de aprendizagem concentrando-se no educando, a escola é constituída “como um espaço aberto à iniciativa dos alunos que, interagindo entre si e com o professor, realizam a própria aprendizagem, construindo seus conhecimentos. Ao professor cabe o papel de acompanhar os alunos auxiliando-os em seu próprio processo de aprendizagem” (idem, p. 02) e sua principal questão é como aprender. Segundo o autor,

O eixo do trabalho pedagógico desloca-se, portanto, da compreensão intelectual para a atividade prática, do aspecto lógico para o psicológico, dos conteúdos cognitivos para os métodos ou processos de aprendizagem, do professor para o aluno, do esforço para o interesse, da disciplina para a espontaneidade, da quantidade para a qualidade. Tais pedagogias configuram-se como uma teoria da educação que estabelece o primado da prática sobre a teoria (idem, p. 02).

Dessa maneira, a prática define a teoria e rejeita qualquer investida de norteá-la, “isto é, de prescrever regras e diretrizes a serem seguidas pela prática e resumindo-se aos enunciados que vierem a emergir da própria atividade prática desenvolvida pelos alunos com o acompanhamento do professor” (idem, p. 02).

Até o início da segunda metade do século XX torna-se decisiva sob o aspecto de movimento da Escola Nova, que tem a Pedagogia Nova como eixo do trabalho pedagógico, mas acaba assumindo novas perspectivas que, segundo o autor, o construtivismo torna-se o mais difundido atualmente. A relação entre educação e sociedade é baseada na concepção de que a escola é o reflexo da sociedade a que serve,

parte-se das transformações sociais para postular a exigência da transformação escolar. Dado que a natureza da civilização moderna se define pelo conhecimento lastreado na experimentação tendo, pois, a ciência como base do progresso, sua primeira grande tendência é a mentalidade de mudança contínua [...] a segunda grande diretriz é dada pelo industrialismo, culminando com a [...] democracia (Saviani, 2005, p. 10).

Nesse sentido, Teixeira (1968) menciona que a escola progressiva é a escola onde as atividades se organizam maximizando as oportunidades para evoluir e tem, como principal representante, John Dewey. O autor salienta que o termo Escola Nova foi utilizado no início substituindo-o pelo termo Escola Progressiva por acreditar que a escola se remete a uma sociedade em constante mudança.

Branco (2010) expõe que o conceito de experiência⁹, nessa concepção, não deve ser tratada como recurso à experiência e sim na qualidade das experiências vivenciadas trazendo o princípio da aprendizagem por meio da experiência individual, tal qualidade provém da

⁹ Dewey (1979) aborda a experiência como capacidade de aprender de forma concreta e crescer.

diversidade das atividades propostas no ambiente escolar com a intenção de aumentar essa experiência.

Dewey (1979) menciona que se uma experiência promove curiosidade, reforça a iniciativa e provoca desejos e pretensões tão profundas para guiar o indivíduo nas necessidades futuras, essa experiência é educativa e promove o crescimento. A continuidade dessas experiências funciona de modo bem diverso. Ele também salienta que o educador pode guiar a experiência do jovem sem praticar injunção. Além disso, o autor enfatiza que:

A responsabilidade primária do educador não é apenas a de estar atento ao princípio geral de que as condições do meio modelam a experiência presente do aluno, mas também a de reconhecer nas situações concretas que circunstâncias ambientes conduzem a experiências que levam a crescimento. Acima de tudo, deve saber como utilizar as condições físicas e sociais do ambiente para delas extrair tudo que possa contribuir para um corpo de experiências saudáveis e válidas. (idem, p. 32)

Segundo o pesquisador, afirmar que os indivíduos vivem em um mundo significa viver em uma série de situações e tais situações promovem interações entre o indivíduo, o objeto e outros indivíduos e que os conceitos de situação e interação são indissociáveis.

Dewey (1979) alude que para se formar hábitos que sejam reflexivos é necessário determinar condições que estimulem e direcionem a curiosidade; descobrir relações nas situações experienciadas que contribuam para a sua aplicação e elaborar problemas e propósitos que conduzam o estudante a considerar novas questões e perspectivas. A percepção educativa e pedagógica do autor é caracterizada, segundo Branco (2009), por uma visão bastante democrática, decorrendo igualmente a relação estabelecida entre democracia e educação da análise da definição de experiência.

Desse modo, os alicerces da democracia radicam na fé, na inteligência humana e nas possibilidades abertas pela experiência cooperativa no aprofundar da democracia. Esta surge como um experimento, que radica no exercício de uma inteligência social, não constituindo um fim em si mesma mas um meio que possibilita o aprofundar da natureza humana (idem, p. 607).

Considerando esse contexto, Saviani (2005) evidencia que a Escola Nova desempenhava “a função de recompor os mecanismos de hegemonia da classe dominante” (idem, p. 62). O autor segue sua análise afirmando que,

Em verdade, o significado político, basicamente, é o seguinte: é que quando a burguesia acenava com a escola para todos (é por isso que era instrumento de hegemonia), ela estava num período capaz de expressar os seus interesses abarcando também os interesses das demais classes. Nesse sentido advogar escola para todos correspondia ao interesse da burguesia, porque era importante uma ordem democrática consolidada e correspondia também ao interesse do operariado, do proletariado, porque para ele era importante participar do processo político, participar das decisões (idem, p. 63).

No entanto, ocorria, a contradição de interesses, pois, “o proletariado, o operariado, as camadas dominadas, na medida em que participavam das eleições, não votavam bem, segundo a perspectiva das camadas dominantes” (idem, p. 63). Essas camadas instruídas não votavam nos melhores sob a perspectiva da classe dominante, porque os melhores destes não correspondiam aos melhores daqueles. O que permitiu a conclusão de que a escola não estava cumprindo seu papel, logo é preciso reformar a escola e, a partir da década de 30, a Educação Progressista passa a ser Escolanovista.

A década de 1960 foi, segundo Saviani (2005), um período de forte experimentação educativa, demonstrando a hegemonia da concepção pedagógica renovadora. As reivindicações de reforma universitária, composta por professores e estudantes que organizaram cursos que:

Valorizavam os interesses, a iniciativa e as atividades dos alunos; desenvolviam o método de projetos, o ensino centrado em núcleos temáticos extraídos das preocupações político-existenciais dos estudantes, o método de solução de problemas, a valorização das atividades grupais (trabalho em equipe) a cooperação etc. Ora, todas essas características são constitutivas da concepção pedagógica renovadora de matriz escolanovista (idem, p. 18).

O autor menciona que nessa mesma década ocorreu o esgotamento do modelo renovador e no final dos anos 60 fecharam-se centros de referência desse modelo. “No interior dessa crise articula-se a tendência tecnicista, de base produtivista, que se tornará dominante na década seguinte, assumida como orientação oficial do grupo de militares e tecnocratas que passou a constituir o núcleo do poder a partir do golpe de 1964” (idem, p. 18).

Saviani (2011) explica que em maio de 1968 ocorreu a denominada tentativa de revolução cultural dos jovens e foi na França que essa revolução se tornou mais intensa, se espalhou por vários países, dentre eles o Brasil.

Esse movimento pretendia realizar a revolução social pela revolução cultural. Se a bandeira dos nossos Pioneiros da Educação Nova era fazer a revolução social pela revolução educacional, isto é, através da escola, o movimento de 1968 foi mais ambicioso, pois pretendia efetuar a revolução social, mudar as bases da sociedade pela revolução cultural (abrangia, portanto, não apenas a escola, mas todo o âmbito da cultura) (idem, p. 56).

Quando o movimento ficou mais radical a organização político-institucional abalou-se. “De fato, foi possível contornar a crise, e a consequência disso foi uma exacerbação do autoritarismo tecnocrático (idem, p. 58) e essa perspectiva predominou sobre os diferentes interesses da sociedade. No Brasil,

com a crise estudantil evidenciada na tomada das escolas como expressão da tentativa de revolucionar a sociedade pela via da reforma cultural. Também aqui

prevaleceu o autoritarismo tecnocrático, só que com uma especificidade: o componente militar, que não apareceu na França (idem, p. 58).

Tal autoritarismo tecnocrático conduziu a crítica ao regime autoritário e à pedagogia tecnicista pertencente a esse regime.

Saviani (2005) compreende “que a tendência educacional atualmente dominante no Brasil, desde o final da década de 1960 é aquela que nós poderíamos chamar de concepção produtivista de educação” (idem, p. 19).

Na década de 1960 a “teoria do capital humano” (SCHULTZ, 1973) foi desenvolvida e divulgada positivamente, sendo saudada como a cabal demonstração do “valor econômico da educação” (SCHULTZ, 1967). Em consequência, a educação passou a ser entendida como algo não meramente ornamental, um mero bem de consumo, mas como algo decisivo do ponto de vista do desenvolvimento econômico, um bem de produção, portanto (idem, p.19)..

Na década de 1970, emerge a investida, sob a tendência crítico-reprodutivista, a crítica à teoria do capital humano, buscou-se divulgar que a submissão da educação ao desenvolvimento econômico a tornava útil ao capitalismo, “isto é, colocá-la a serviço dos interesses da classe dominante: ao qualificar a força de trabalho, o processo educativo concorria para o incremento da produção da mais-valia, reforçando, em consequência, as relações de exploração”. (idem, p. 19). Em 1971, a concepção produtivista procurou delinear o ensino brasileiro, em sua totalidade, por meio da pedagogia tecnicista.

Diante desse contexto, evidenciam-se as limitações da teoria crítico-reprodutivista e emergem questionamentos decisivos: como atuar de modo crítico no campo pedagógico? Como ser um professor que, ao agir, desenvolve uma prática de caráter crítico? A teoria vigente não oferecia respostas a essas questões, “porque, segundo ela, é impossível que o professor desenvolva uma prática crítica; a prática pedagógica situa-se sempre no âmbito da violência simbólica, da inculcação ideológica, da reprodução das relações de produção” (idem, p. 59). Foi então que surgiu a necessidade de superar a visão crítico-reprodutivista.

Na década seguinte, em 1980, o autor cita a inconsistência de relacionar a educação com o desenvolvimento capitalista dissociando-os; dessa maneira, a essência da escola seria associada à formação da cidadania.

Saviani (2005) ressalta que “a concepção produtivista de educação resistiu a todos os embates de que foi alvo por parte das tendências críticas ao longo da década de 1980; e recobrou um novo vigor no contexto do denominado neoliberalismo” (idem, p. 20) sendo conectada e ajustada às necessidades do mercado e à economia globalizada na sociedade do conhecimento. “Após a crise da década de 1970, que encerrou a ‘era de ouro’ do desenvolvimento capitalista no século XX, mantém-se a crença na contribuição da educação

para o processo econômico-produtivo, mas seu significado foi substantivamente alterado” (grifo do autor) (idem, p. 21). Nesse período, a educação passa a contribuir enfatizando as capacidades e competências que cada indivíduo deve conquistar no âmbito educacional para chegar a uma melhor posição no mundo do trabalho.

Na mesma década (1980), emerge como proposta contra a hegemonia a concepção pedagógica histórico-crítica:

Uma pedagogia articulada com os interesses populares valorizará, pois, a escola; não será indiferente ao que ocorre em seu interior; estará empenhada em que a escola funcione bem; portanto, estará interessada em métodos de ensino eficazes. Tais métodos se situarão para além dos métodos tradicionais e novos, superando por incorporação as contribuições de uns e de outros. Portanto, serão métodos que estimularão a atividade e iniciativa dos alunos sem abrir mão, porém, da iniciativa do professor; favorecerão o diálogo dos alunos entre si e com o professor mas sem deixar de valorizar o diálogo com a cultura acumulada historicamente; levarão em conta os interesses dos alunos, os ritmos de aprendizagem e o desenvolvimento psicológico mas sem perder de vista a sistematização lógica dos conhecimentos, sua ordenação e gradação para efeitos do processo de transmissão-assimilação dos conteúdos cognitivos (Saviani, 2011, p. 79).

Nos métodos tradicionais e novos há, segundo o autor, autonomia da pedagogia em relação à sociedade.

Assim, se fosse possível traduzir os métodos de ensino que estou propondo na forma de passos à semelhança dos esquemas de Herbart e de Dewey, eu diria que o ponto de partida do ensino não é a preparação dos alunos cuja iniciativa é do professor (pedagogia tradicional) nem a atividade que é de iniciativa dos alunos (pedagogia nova) (Saviani, 2011, p. 79).

O método pedagógico na concepção da Pedagogia histórico-crítica parte da prática social na qual professor e estudante são inseridos de maneira igualitária com posições diferentes, condição para que vivenciem

uma relação fecunda na compreensão e encaminhamento da solução dos problemas postos pela prática social, cabendo aos momentos intermediários do método identificar as questões suscitadas pela prática social (problematização), dispor os instrumentos teóricos e práticos para a sua compreensão e solução (instrumentação) e viabilizar sua incorporação como elementos integrantes da própria vida dos alunos (catarse) (Saviani, 2005, p. 26).

Nessa perspectiva, foi pretendido nesse trabalho superar e incorporar o método novo de ensino desenvolvido na Educação Progressiva e a aprendizagem por meio de projetos, que foi além dos métodos novos, para que sejam capazes de transformar as relações de produção pelas práticas sociais de modo que possibilite a construção de uma sociedade igualitária.

Portanto, desenvolver as etapas de um projeto de Iniciação Científica e construir modelagens e protótipos para solucionar as problemáticas do projeto podem permitir aos

estudantes experienciar, na teoria e na prática, a construção do conhecimento em todas as áreas alterando qualitativamente a prática dos estudantes enquanto agentes sociais.

4.2 A Educação Básica e o desenvolvimento de projetos por meio da prática social para estudantes do século XXI

Percebe-se a necessidade de analisar novas propostas pedagógicas com o intuito de possibilitar aos estudantes um ambiente que os motive à aprendizagem escolar, em específico, a Matemática; porém esse componente curricular não deve estar dissociado dos outros componentes curriculares nem da realidade de vida dos estudantes. Mattos *et al.* (2016) expressam que essa necessidade surge, entre outros motivos, por: conteúdos matemáticos desconexos, a falta de interação entre a realidade dos estudantes e a ação em sala de aula, as limitações das práticas dos estudantes no contexto escolar.

Oliveira, Siqueira e Romão (2020), relatam a relevância de promover atitudes ativas e participativas dos estudantes no processo de aprendizagem e afirmam que “o sistema educacional necessita se adequar a um novo paradigma que privilegie o desenvolvimento de capacidades cognitivas superiores tais como, por exemplo, análise, síntese e criatividade” (idem, p. 765). Nesse sentido, Carbonell (2002) expõe que:

Um dos desafios prioritários da mudança educativa é o de conseguir uma confluência e integração das diferentes tradições e manifestações culturais: da chamada alta cultura, a tradição acumulada e herdada de geração em geração, e das culturas e conhecimentos produzidos pelos diversos agentes e grupos em seus respectivos contextos socioculturais; do patrimônio universal comum e das identidades locais e vozes excluídas; da cultura oral e escrita; ou do método e do conteúdo na linha dos diálogos platônicos nos quais se especula sobre a ciência, a filosofia e o ensino da virtude mediante a dialética e a retórica (idem, p. 52).

O estudioso afirma que fragmentar o conhecimento não atende historicamente a razões científicas, e que o ser humano constrói e representa o conhecimento de maneira global e por meio das relações.

Nesse aspecto, tanto as concepções inovadoras quanto as concepções mais conservadoras compartilham da mesma opinião. “Além disso, a fragmentação do conhecimento contribui para a redução e simplificação de seu caráter complexo, ao distanciamento do mundo experimental dos alunos e à sua descontextualização” (Carbonell, 2002, p. 53).

Saviani (1999) menciona que sua proposta consiste em superar por incorporação as contribuições dos métodos novos e tradicionais, pois a escola deve funcionar bem e apresentar interesse em métodos de ensino eficazes e tanto a experiência quanto os conceitos devem ser

desenvolvidos para uma educação emancipatória a serviço da transformação social. O pesquisador afirma que:

A pedagogia histórico-crítica está empenhada em produzir conhecimentos cientificamente fundamentados e capazes, em consequência, de orientar eficazmente a prática educativa, constituindo-se, pois, numa orientação pedagógica crítica contraposta à orientação pedagógica de matriz pós-moderna, relativista e eclética que, sendo hegemônica na contemporaneidade, vem dificultando a solução efetiva dos graves problemas educacionais que enfrentamos em nosso país (Saviani, 2019, p. 58)

Nesse contexto, o autor afirma o enfrentamento de dois desafios provenientes da relação entre ciência e educação na sociedade contemporânea: “a constituição da pedagogia como ciência da educação e o ensino de ciências nas escolas” (idem, p. 58).

Nos fundamentos da Pedagogia histórico-crítica, a relação entre educação e trabalho, entre conhecimento e a atividade prática, deve ser abordada, segundo Saviani (2019), de forma direta para o Ensino Médio. “O papel fundamental da escola de nível médio será, então, o de recuperar essa relação entre o conhecimento e a prática do trabalho” (idem, p. 262). Logo,

No ensino médio já não basta dominar os elementos básicos e gerais do conhecimento que resultam e ao mesmo tempo contribuem para o processo de trabalho na sociedade. Trata-se, agora, de explicitar como o conhecimento (objeto específico do processo de ensino), isto é, como a ciência, potência espiritual, se converte em potência material no processo de produção (Saviani, 2019, p. 262)

Essa explanação deve compreender tanto o domínio teórico quanto o prático sobre o modo como o saber se relaciona com o processo produtivo. Na concepção aqui abordada, tem-se a defesa do recurso às oficinas que possibilitem o manejo dos processos práticos básicos da produção, porém é preciso ter clareza que tais processos devem ir além da reprodução que ocorre no processo produtivo, pois se faz necessário propiciar aos estudantes o controle das variadas técnicas utilizadas na produção, superando, assim repetição das técnicas produtivas.

Compreendendo historicamente o surgimento de métodos de ensino por projetos início por Behrens (2014), o autor aborda que no início do século XXI:

A educação apresenta novas perspectivas que impulsionam professor e alunos a vivenciarem processos que gerem autonomia para aprender, com criatividade e inovação e, assim, buscar a superação da reprodução no exercício da produção do conhecimento; para tanto, os docentes precisam se tornar críticos para superar o ensino conservador e repetitivo que se tornou inadequado (idem, p. 96).

Bender (2014) menciona que a ABP não é nova, surgiu nas primeiras décadas do século XX com Dewey (1979) e foi aplicada inicialmente no ensino de Medicina. Atualmente, “as aplicações do conceito de ABP parecem ser muito diferentes daquelas iniciais” (idem, p. 10); o autor afirma que difere devido aos avanços tecnológicos no ensino que desempenham papel decisivo nesse processo e define ABP como:

uma das mais eficazes formas disponíveis de envolver os alunos com o conteúdo de aprendizagem [...] é um formato de ensino empolgante e inovador, no qual os alunos selecionam muitos aspectos de sua tarefa e são motivados por problemas do mundo real que podem, e em muitos casos irão, contribuir para sua comunidade” (idem, p. 15).

Mattos (2010) afirma que com a utilização dos projetos procura-se sair do foco unicamente da disciplina, pois há possibilidade de integração das áreas de conhecimento levando em consideração a curiosidade do estudante esperando sua ação e interação com os objetos de estudo que possam permitir novos conhecimentos.

Carbonell (2002) reflete sobre a importância da interdisciplinaridade em propostas alternativas para envolver os estudantes e a define como “a interação entre duas ou mais disciplinas ou o reconhecimento de outras identidades disciplinares, com graus distintos de inter-relação, transferência e integração. É o que ocorre quando várias disciplinas convergem para uma nova área de conhecimento” (idem, p. 65).

Para abordar a interdisciplinaridade é necessário falar sobre o ensino integrado definido por Araújo e Frigotto (2015) como:

Um projeto que traz um conteúdo político-pedagógico engajado, comprometido com o desenvolvimento de ações formativas integradoras (em oposição às práticas fragmentadoras do saber), capazes de promover a autonomia e ampliar os horizontes (a liberdade) dos sujeitos das práticas pedagógicas, professores e alunos, principalmente. (idem, 2015, p. 63).

Nesta perspectiva, os autores explicam que a finalidade dos conteúdos deixa de ser para atender a urgência do mercado para ser útil socialmente, ou seja, para promover o ser humano e reconhecer a essência da sociedade e a sua transformação.

Os autores citam alguns princípios que podem ser orientadores para a organização de um currículo integrado: (a) a contextualização - articula os conteúdos formativos com a realidade social; (b) a interdisciplinaridade - princípio da máxima exploração das potencialidades de cada ciência, da compreensão dos seus limites, mas, acima de tudo, como o princípio da diversidade e da criatividade; (c) o compromisso com a transformação social - indica a teleologia do projeto de ensino integrado.

Contextualização é “o ato ou efeito de atribuir ou inserir em contexto” (Contextualização, 2022). Dessa forma, a contextualização do ensino cria um vínculo entre a origem e a aplicação do conhecimento.

É compreensível que o pensamento científico seja a base para o desenvolvimento mental do estudante, assim como é o início da conquista de novas percepções. Projetos que envolvem Iniciação Científica podem proporcionar a habilidade de pesquisa e defrontar com situações-problema que exigem conhecimentos teóricos para sua solução.

Santos *et.al* (2021) afirmam que proporcionar atividades de Matemática bem contextualizadas aos estudantes possibilitam “despertar o olhar deles para a presença da matemática em toda parte, desmistificando a ideia de uma matemática que só é vista na sala de aula e que não faz parte do seu cotidiano” (Santos *et.al*, 202, p. 74). Além disso, os pesquisadores constataram que estudantes vislumbram uma nova forma de olhar o mundo, comprovando que o mundo físico é preenchido e modelado pela Matemática.

Spinelli (2011) expõe que as especificidades da contextualização do ensino, no caso particular da Matemática, estão relacionadas às perspectivas de como o indivíduo desenvolve seu conhecimento e ressalta que a ideia da contextualização no ensino da Matemática é associada, geralmente, à aplicação dos conceitos em situações cotidianas.

Reis e Nehring (2017) compreendem que a contextualização exige um movimento maior em que o professor precisa, além de partir de uma realidade e retornar à realidade com um conhecimento novo, enfrentar a realidade a partir de um novo patamar intelectual. As pesquisadoras mencionam que apenas contextualizar sem retornar à realidade não é suficiente, uma vez que fica restrita ao desenvolvimento de procedimentos, ou seja, às situações internas da Matemática.

O movimento inverso também corrobora para o desenvolvimento de processos matemáticos com a finalidade em si mesmo. As autoras ressaltam que apenas alterar o contexto das resoluções de problemas durante a aula não é solução, pois muitas vezes a falta de interpretação é o argumento utilizado para justificar as dificuldades do estudante. Mobilizar conceitos entre contextos exige compreensão conceitual, processos de abstração a partir de sentidos e significados.

A contextualização do ensino da Matemática pode estar associada à aplicação dos princípios em situações do cotidiano, mas não deve ser vista como a única forma de incentivar a atribuição de conceitos aos objetos de estudo, porque nem sempre é a mais importante.

Um dos principais desafios nos estudos realizados por Spinelli (2011) foi de compreender que o conhecimento demanda ser produzido com base nas relações incitadas

pelos múltiplos contextos e não apenas por um único; que o estudante deve superar os conceitos para além de apenas um contexto e que poderemos abordá-los em contextos interdisciplinares e de aplicações rotineiras para que o mesmo perceba que o conhecimento construído não se aplica unicamente aos limites do contexto estabelecido construindo novos limites numa mobilidade constante de abstração e concretização.

Outro aspecto considerado nas pesquisas de Spinelli (2011) na contextualização do ensino de Matemática é a relação do estudo da língua materna com a Matemática e relata que “o foco do aprendizado da língua voltou-se para o significado, mas não apenas ao significado restrito à estrutura do texto, e sim para aqueles que se constroem em outros domínios, outros contextos” (Spinelli, 2011, p. 134). O ensino da Matemática não acompanhou as modificações ocorridas no ensino da língua materna e que:

Boa parte dos cursos de formação geral ainda organiza a grade de conteúdos matemáticos a partir de um critério que prioriza o grau de dificuldade e, além disso, apresenta estes conteúdos a partir de metodologias nas quais o conhecimento da estrutura interna à disciplina é critério único. (idem, p. 134).

Portanto, cabe ao professor considerar a contextualização em sua prática provocando sentido aos conceitos matemáticos e às situações que possibilitem realmente processos de significação em outros contextos tornando possível, de fato, a elaboração dos conceitos matemáticos.

Silva (2010) afirma que outras áreas de conhecimento têm relações com a Educação Matemática, tais como: a Filosofia, a Matemática, a Psicologia, a Sociologia, a História, a Antropologia, a Semiótica e a Economia. Santos e Leal (2018) entendem a premência de uma Educação mais interativa, que considere o estudante em sua totalidade.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), de 2018, é um documento normativo que determina um conjunto inerente e evolutivo de aprendizagens essenciais que todos os estudantes devem desenvolver ao longo da Educação Básica de modo a garantir seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento. A BNCC (Brasil, 2018) traz a proposta de um currículo integrado com foco nas competências e nas habilidades a serem produzidas pelos estudantes. Porém, pensar na educação reduza à aprendizagem por competências e habilidades é, por um lado, satisfazer:

os imperativos de maior acumulação por parte do capital e, de outro, mantêm a classe trabalhadora fragmentada, servilizada, oprimida, alienada aos ditames, condição para promover todas as aberrações que lhes convêm e que lhes são próprias. A Reforma do Ensino Médio (REM) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), caracterizadas pelo ataque aos conhecimentos e à ciência, pelo rebaixamento da teoria, são expressões dessa necessidade de acumulação a qualquer custo (Malanchen; Matos; Orso, 2020, p. 2).

A análise da proposta do documento para a educação escolar de adolescentes, na concepção de Anjos (2020) a partir dos pressupostos teóricos da Pedagogia histórico-crítica, traz a naturalização das mudanças físicas e psicológicas do adolescente mencionando que a sociedade que contribui ou dificulta o desenvolvimento. Para o pesquisador, essa visão não é histórica, logo:

Favorece o surgimento de uma dicotomia entre o indivíduo e sociedade no que diz respeito ao projeto de vida. Nossas pesquisas demonstraram que, ao mesmo tempo em que afirmam que o esforço pessoal do adolescente, a vontade de vencer e as tendências inatas são condições necessárias para a realização de seus projetos, acreditam também que a sociedade é um fator impeditivo de suas realizações pessoais e profissionais (Anjos, 2020, p. 180).

No Ensino Médio, a BNCC (Brasil, 2018) aborda que os estudantes devem afirmar os conhecimentos desenvolvidos anteriormente e integrar aos novos. Também devem construir uma visão integrada da Matemática com as outras áreas do conhecimento e a aplicação da Matemática à realidade. Nesse sentido, o documento propõe para o ensino com foco no desenvolvimento da autonomia e do pensamento crítico do adolescente “ao mesmo tempo em que propõe a descentralização do conteúdo sistematizado e o foco no cotidiano do aluno” (Anjos, 2020, p. 183).

Porém, nas concepções da Pedagogia histórico-crítica, entende-se que essas capacidades psíquicas só serão desenvolvidas com base na plena apropriação dos conteúdos sistematizados. O pesquisador complementa mencionando:

Assim, não esperemos uma nova forma e mais complexa de ação, sentimento e pensamento do adolescente, caso não haja apropriação, por este, de conteúdos sistematizados que engendrem tais capacidades humanas. A nova estrutura da consciência e a intelectualização das funções psíquicas na adolescência não surgem espontaneamente. Não é um processo natural e inerente à idade. Trata-se, portanto, de um processo dialético entre atividade e desenvolvimento das funções psíquicas (Anjos, 2020, p. 183).

Ao desenvolver projetos de Iniciação Científica, o professor, como orientador, deve direcionar seu trabalho de forma crítica à lógica do capital para que os estudantes possam sentir a necessidade de aprender os conteúdos que não estão em seu cotidiano, como também não deve limitar à proposta direcionada ao mundo do trabalho. Desse modo, contribui para que os estudantes se reconheçam como sujeitos que atuam na sociedade por meio de uma relação consciente mediada pelas objetivações genéricas para si.

São definidas na BNCC (2018), competências e habilidades, nas diferentes áreas, que permitem aos estudantes, entre outras:

Elaborar e explorar diversos registros de representação matemática; utilizar, propor e/ou implementar soluções (processos e produtos) envolvendo diferentes tecnologias, para identificar, analisar, modelar e solucionar problemas complexos em diversas áreas da vida cotidiana, explorando de forma efetiva o raciocínio lógico, o pensamento computacional, o espírito de investigação e a criatividade (Brasil, 2018, p. 475).

Nessa passagem, o documento reforça a limitação do trabalho por competências e habilidades, como também à redução das necessidades empíricas dos estudantes, como já mencionado acima por Anjos (2020).

Em seu texto, a BNCC (Brasil, 2018) apresenta eixos estruturantes, que relacionam-se com a utilização de projetos, Modelagem e a interdisciplinaridade, entre eles:

I – investigação científica: supõe o aprofundamento de conceitos fundantes das ciências para a interpretação de ideias, fenômenos e processos para serem utilizados em procedimentos de investigação voltados ao enfrentamento de situações cotidianas e demandas locais e coletivas, e a proposição de intervenções que considerem o desenvolvimento local e a melhoria da qualidade de vida da comunidade;

II – processos criativos: supõem o uso e o aprofundamento do conhecimento científico na construção e criação de experimentos, modelos, protótipos para a criação de processos ou produtos que atendam a demandas para a resolução de problemas identificados na sociedade;

III – mediação e intervenção sociocultural: supõem a mobilização de conhecimentos de uma ou mais áreas para mediar conflitos, promover entendimento e implementar soluções para questões e problemas identificados na comunidade (idem, pp. 478-479).

Apesar da citação do ‘aprofundamento de conceitos fundantes’, ‘aprofundamento do conhecimento científico’ e ‘mobilização de conhecimentos’ esses trechos antecedem a proposta de enfrentamento de situações cotidianas, atendimento das demandas/ problemas identificados na sociedade/ comunidade. A intencionalidade é de, segundo Anjos (2020), atender os interesses imediatos do adolescente (aluno empírico). O autor infere que:

O maior desafio da educação escolar de adolescentes é o de conseguir, ao mesmo tempo, preparar para a atuação no mundo do trabalho e não limitar a formação do indivíduo a um processo de adaptação a esse mercado, à lógica do capital e à ideologia burguesa. Limitar a educação do adolescente a uma mera adaptação ao mercado de trabalho seria abdicar da luta pela superação da sociedade capitalista, da divisão social do trabalho e da alienação. (Anjos, 2020, p. 191).

Nessa perspectiva, Saviani (2019) propõe para o Ensino Médio a superação da educação tecnicista, da Pedagogia das competências, do “aprender a aprender”, por meio da concepção politécnica. De acordo com o pesquisador, “politecnia significa, aqui, especialização como domínio dos fundamentos científicos das diferentes técnicas utilizadas na produção moderna” (Saviani, 2019, p. 262) e descreve que a educação de nível médio deve portar-se de modo a:

Concentrar nas modalidades fundamentais que dão base à multiplicidade de processos e técnicas de produção existentes. Esta é uma concepção radicalmente diferente da que propõe um ensino médio profissionalizante, caso em que a profissionalização é entendida como um adestramento em uma determinada habilidade, sem o conhecimento dos fundamentos dessa habilidade e, menos ainda, da articulação dessa habilidade com o conjunto do processo produtivo. A concepção politécnica implica a progressiva generalização do ensino médio como formação necessária para todos, independentemente do tipo de ocupação que cada um venha a exercer na sociedade. (idem, p. 263).

Sobre a formação, o autor menciona que nessa estrutura tem-se uma relação explícita entre trabalho e educação desenvolvendo, assim, uma escola média de formação geral comum e universal direcionada a toda a população.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM, 2000), nesta etapa escolar os estudantes devem ter direito a “[...] compreender conceitos, procedimentos e estratégias matemáticas, e aplicá-las a situações diversas no contexto das ciências, da tecnologia e das atividades cotidianas.” (Brasil, 2000, p. 96). O Referencial Curricular de Alagoas (ReCAL) de 2021, para o Ensino Médio, traz em seu texto que o ensino deve ser articulado de modo a proporcionar aos estudantes

Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos, bem como a articulação de um conjunto de saberes específicos, como reconhecer no fato ocorrido as noções e os conceitos matemáticos relevantes, usar os conhecimentos matemáticos associados a seu favor e analisar, entre as estratégias, aquela mais adequada ao contexto (Alagoas, 2021, p. 193).

Dessa maneira, no que se refere à aprendizagem da Matemática e utilização da Modelagem nos projetos, se faz necessário que os estudantes se apropriem de diversos saberes matemáticos, a fim de promover a formação do desenvolvimento pessoal, da cidadania e da vida em sociedade destes indivíduos e dos conteúdos em suas formas mais desenvolvidas para que possam priorizar, de forma consciente, as atividades de sua vida cotidiana.

O significado de projeto foi incorporando outros significados, na educação “recebeu denominações variadas, ou seja, uma série de termos que foram e estão sendo usados para designar projetos, que são: pedagogia do projeto, trabalho por projetos, aprendizagem por projetos, ensino por projeto, projeto educativo, metodologia de projetos, entre outros” (Behrens, 2014, p. 98). Apesar dessa variação que ocorreu em contextos históricos diferentes, o foco é sempre na aprendizagem.

Atualmente, o trabalho docente por projetos tem se apresentado em aprendizagens no componente curricular direcionando o seu desenvolvimento com a investigação, sob esse aspecto,

a proposta de trabalho por projetos sofre hoje um processo de ressignificação, pois orienta o professor a utilizá-lo em aprendizagens na disciplina em sala de aula, ou seja, incluindo a investigação que leva a buscar os conteúdos, as informações e os conhecimentos. Nesse sentido, pode ser realizado em uma ou mais disciplinas, com a proposta metodológica integrada, e precisa garantir os conteúdos propostos para cada uma delas de maneira conectada (idem, p. 99).

Segundo Mattos (2010), todo Projeto de Aprendizagem “inicia com a formulação, pelos alunos, de questões de investigação, as quais passam a constituir e compor a base curricular da escola e - em especial - dos alunos envolvidos com os referidos projetos e suas consequentes pesquisas e aprendizagens” (idem, p. 41).

Com origem na pergunta, o projeto deve exprimir uma curiosidade do estudante, que é visto como autor, na pretensão de estimular seu interesse, pois, “a curiosidade faz parte da natureza humana e o conhecimento é construído ao longo do tempo como respostas às necessidades encontradas nos diferentes momentos” (Pereira, 2020, p. 67).

Nesse sentido, “o sujeito está em atividade se o processo de interação com o mundo satisfaz uma necessidade especial e as ações incentivam o sujeito a cumprir a atividade, satisfazendo os motivos das necessidades iniciais” (idem, p. 67). A autora afirma que é nesse momento que podemos observar o professor em atividade de ensino e ressalta a importância de ter ciência do ambiente escolar como um lugar para a investigação de situações, bem como “um espaço propício para a perpetuação do conhecimento e compreendendo o coletivo como um facilitador de aprendizagem e faz-se necessário conhecer o sujeito que estará envolvido, assim como qual é a intencionalidade do professor ao propor uma atividade de ensino” (idem, p. 67).

Moran (2013) afirma que a aprendizagem tem significado quando instigamos os estudantes profundamente, quando eles acham sentido nas atividades que propomos, quando os engajamos em projetos que trazem contribuições com diálogos existentes sobre as atividades e a forma de realizá-las.

Essas atividades são práticas ativas e colaborativas que possuem elementos desafiadores e motivadores. Permitem que estudantes e professores possam desenvolver experimentos baseados em pesquisas ampliando seus conhecimentos por meio de resoluções e registro de modelos, na qual uma atividade engendra outra partindo das necessidades de estudar para preparar-se para o futuro considerando “para além das esferas da cotidianidade” (Anjos, 2020, p. 199).

Dessa forma, o professor é responsável pelo processo e pelas ações a serem elaboradas para que o estudante se encontre em atividade e satisfaça a sua necessidade de aprender, porque “a atividade de ensino, como materialização dos objetivos e conteúdos, define uma

estrutura interativa em que os objetivos determinam conteúdos, e estes por sua vez, concretizam esses mesmos objetivos na planificação e desenvolvimento de atividades educativas” (Moura, 1996, p. 30).

Logo, nessa perspectiva, a questão de um Projeto de Aprendizagem passa a ser o objetivo determinando os objetos de conhecimento que serão essenciais para o desenvolvimento de suas prováveis soluções oriundas das relações sociais que passam a fazer parte do cotidiano dos estudantes envolvidos e é por isso que:

A atividade de ensino deve conter em si a formação do professor que toma o ato de educar como uma situação-problema, já que esta possui o elemento humanizador do professor: a capacidade de avaliar as suas ações e poder decidir por novas ferramentas e novas estratégias na concretização de seus objetivos. (idem, p. 36).

O autor destaca que considerar o ensino como uma situação-problema é assumir a educação como significativa, isto é, os objetivos serão importantes para os estudantes no processo educativo.

A atividade de estudo passa a ser orientadora quando possui os elementos que a definem e, segundo Moura (1996), são eles: situação-problema com capacidade de colocar o pensamento do estudante em ação e que atende a característica essencial de atividade principal quando propõe a presença de um objeto de conhecimento capaz de desafiar sem deixar de ser criativo. O estudioso também destaca que a ação individual do professor faz parte de um projeto no qual a “realização implica ações coletivas que deverão atentar para o conjunto de fatores que permitirão a realização da aprendizagem: os aspectos sociais, psicológicos, afetivos e cognitivos envolvidos na aula a partir da atividade orientadora de ensino” (idem, p. 42).

Pereira (2020) em suas pesquisas compreendeu que “o desenvolvimento psíquico acontece do social para o individual, a atividade coletiva, portanto, faz-se necessária para que a atividade individual aconteça” (idem, p. 76) o que justifica a utilização de projetos como ambientes favoráveis ao aprendizado e ao desenvolvimento do sujeito. Ao mesmo tempo,

permite concluir que o papel do professor é fundamental na organização do ensino de maneira organizada e exitosa, possibilitando que os envolvidos resolvam um problema que desperte interesse e oportunize a conscientização do sujeito do seu papel e de sua responsabilidade durante a atividade de ensino (idem, p. 76).

Na intenção de aproximar o projeto de Iniciação Científica os pressupostos teóricos da Pedagogia histórico-crítica e da Psicologia histórico-cultural, foram inevitáveis o distanciamento de outras perspectivas educacionais ou teorias, como o construtivismo, aprendizagem criativa, aprendizagem significativa, entre outras.

A teoria histórico-cultural defende que a aprendizagem caracteriza-se quando há mudança de comportamento por meio das relações sociais, é perceptível que os estudantes que participam de projetos desenvolvem-se na relação entre os pares e com as investigações que norteiam as pesquisas necessárias para a construção de soluções que atendam ao problema.

Baseando-se na teoria, as ações de aprender e ensinar são intencionais e dizem respeito a uma atividade a ser desenvolvida partindo de um motivo onde os estudantes agem partindo de uma necessidade.

A necessidade de solucionar o problema que impulsiona o desenvolvimento do projeto é imposta na circunstância dos praticantes do projeto de Iniciação Científica, porém os motivos que colocam cada praticante a desenvolver a solução são singulares, mesmo assim novos motivos podem ser engendrados e trabalhados por motivos sociais por meio da vivência no projeto.

Ou seja, o estudante traz consigo uma necessidade e – considerando que ele a reconhece no projeto – existe um motivo que liga essa necessidade ao objeto, porém o que o falta é o aprimoramento do conhecimento específico, no caso em estudo, a Matemática. Nesse sentido, “o desafio da pesquisa perpassa em compreender qual ou quais ações do professor podem trazer os elementos da matemática para que os sujeitos se desenvolvam, saindo da zona de desenvolvimento proximal para alcançar o desenvolvimento real” (Pereira, 2020, p. 78).

Dessa forma, o projeto pode proporcionar a melhoria do ensino e da aprendizagem com uma abordagem mais aprofundada dos objetos de conhecimento por meio da relação entre o estudante (ser singular) e a realidade social.

4.3 A Iniciação Científica nos projetos desenvolvidos na Educação Básica: os jovens cientistas

Em 1951, o Presidente Dutra sancionou a Lei nº 1.310 de criação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)¹⁰. A Lei estabelecia como seus propósitos

promover e estimular o desenvolvimento da investigação científica e tecnológica, mediante a concessão de recursos para pesquisa, formação de pesquisadores e técnicos, cooperação com as universidades brasileiras e intercâmbio com instituições estrangeiras. A missão do CNPq era ampla, uma espécie de “estado-maior da

¹⁰ Disponível em: <https://www.gov.br/cnpq/pt-br/acesso-a-informacao/institucional/historico> . Resgatado em: 10 set. 2023.

ciência, da técnica e da indústria, capaz de traçar rumos seguros aos trabalhos de pesquisas” científicas e tecnológicas do país, desenvolvendo-os e coordenando-os de modo sistemático (Brasil, 2020, n.p.).

Oliveira e Bianchetti (2006) apontaram que o processo de inserção do Brasil na economia mundial possibilitou que a educação e o desenvolvimento científico-tecnológico fossem vistos como meios de possibilitar maior concorrência à economia. Os autores afirmam que “uma política de maior investimento no fomento à pesquisa (custeio e capital) pode ser percebida a partir de 1996, embora de forma mais perceptível, de 1999 em diante” (idem, p. 164). Desde então foi perceptível o privilégio à pesquisa.

Do nosso ponto de vista, as razões dessa tendência devem-se principalmente ao fato de que a maioria dos recursos dos fundos setoriais vem sendo direcionada à implementação de centros de pesquisa e desenvolvimento em empresas, universidades e unidades de pesquisa; custeio e capital de pesquisas nesses *loci* e para o desenvolvimento de ciência básica em áreas consideradas estratégicas e/ou para ciência aplicada voltada à inovação tecnológica (idem, p. 165).

Dessa forma, iniciou-se o financiamento e fomento à pesquisa científica na graduação, constituindo-se historicamente como uma atividade ligada ao Ensino Superior, de acordo com Fernandes Júnior e Santos (2021). Güllich (2007) conceitua Ciência como sendo “um conjunto de conhecimentos sistematizados através da lógica da pesquisa tendo como princípio o método científico” (idem, p. 13).

Segundo Massi e Queiroz (2010), o conceito de Iniciação Científica foi desenvolvido dentro das universidades brasileiras como uma ação realizada durante a graduação, no qual o estudante é imerso na ciência e vive experiências associadas a um projeto de pesquisa com a orientação de um professor com a intenção de encontrar soluções para um problema.

Fernandes Júnior e Santos (2021) afirmam que o projeto pode ou não ser contemplado com uma bolsa “instrumento de fomento à formação de recursos humanos, que consiste no financiamento seletivo aos estudantes vinculados a projetos desenvolvidos pelo professor” (idem, p. 13). Essas bolsas são disponibilizadas por agências – instituições financeiras públicas ou privadas que financiam as pesquisas em âmbito regional, nacional ou internacional – de fomento à pesquisa.

A partir de 2003, o CNPq “instituiu o Programa Nacional de Bolsas de Iniciação Científica Júnior (ICJ), voltado para estudantes da Educação Básica com o objetivo de despertar a vocação científica e incentivar talentos potenciais no Ensino Fundamental, Médio e Profissionalizante da Rede Pública” (idem, p. 14). Em parceria com as Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa, o CNPq iniciou a concessão de bolsas pelo programa aos estudantes

da Educação Básica cujo objetivo é possibilitar maneiras de desenvolver a educação científica e tecnológica desde a Educação Básica.

Güllich (2007) menciona que a educação pela pesquisa é um princípio básico do ensino. Para o autor:

Educar pela pesquisa pressupõe um trabalho que supera a lógica tradicional de pesquisa em casa, põe fim à cópia, superando os antigos paradigmas de trabalhos escolares e abrindo a possibilidade de, através da educação/trabalho do professor e disciplina(s), mostrar que o caminho da pesquisa, uma vez aprendido, pode ser adaptado a qualquer situação de aprendizagem, necessário à formação acadêmica e à vida profissional das diferentes áreas do conhecimento (idem, p. 12).

A atividade com pesquisa mostra ao professor e aos estudantes oportunidades novas de pensar e repensar seus questionamentos em constante reorganização de “ideias, problemas, sínteses e conclusões, além de configurar-se em um processo de docência com pesquisa, em que prática e teoria estão imbricadas na Práxis do ensino e da aprendizagem” (idem, p. 12). O autor aborda a articulação entre a teoria histórico-cultural e o educar pela pesquisa justificando por meio da produção conceitual e sua mediação pela linguagem, de uma maneira que articula o pensamento.

Assim, tanto o uso da linguagem na produção de sentidos e significados das palavras como o uso para socialização/comunicação destes conceitos, perpassam a intersubjetividade dos sujeitos históricos que se apropriam e produzem conhecimento, validando e reconstruindo os conhecimentos. Assim, teoria e prática se aliam num processo reflexivo e dialógico: o ensino e a aprendizagem (Güllich, 2007, p. 14).

Para o pesquisador, utilizar-se do método científico possibilita a interação entre as áreas do conhecimento e a sociedade originando conceitos. Além do ensino experimental realizado em aulas práticas, é possível levar ao estudo e à observação de vários fenômenos.

Segundo Fridman (2023), são três as características dos conceitos científicos específicos:

em primeiro lugar, eles constituem formações artificiais construídas no desenvolvimento histórico da ciência; em segundo lugar, eles não são objetos reais, mas ideias que existem na imaginação e no pensamento de seus criadores e daqueles que os percebem; em terceiro lugar, esses objetos ideais substituem os objetos, fenômenos e processos reais que a eles correspondem, de cujos objetos científicos específicos em questão foram criados estudos; por último, em quarto lugar, o estudo desses objetos, especialmente construídos, constitui um método científico fundamental para conhecer a realidade objetiva dos fenômenos e processos correspondentes (idem, p. 152)

Os professores, ao assumir-se como pesquisadores, evidenciam a autoria, a identidade e a elaboração própria. “Não se carece de uma grande descoberta para sermos cientistas, mas precisa-se educar e fazer pesquisa para contribuir com nossa Ciência” (Güllich, 2007, p. 15).

A maneira com que o professor leva e sensibiliza seus estudantes a avistar o mundo com sua visão de ciência pode cooperar com a diminuição da inocência social e com o aumento da alfabetização científica, além de possibilitar a aproximação entre Ciência e Sociedade.

O projeto, segundo Fernandes Júnior e Santos (2021), caracteriza toda a estrutura e organização de um trabalho de pesquisa a ser desenvolvido para resolução de um determinado problema, seguindo o tempo de desenvolvimento e os recursos financeiros disponíveis. Como não há um esquema fixo para elaboração de projetos devido às particularidades de cada pesquisa, logo, “é desejável que uma pesquisa científica preencha os seguintes requisitos: a existência de uma pergunta a que desejamos responder, a elaboração de um conjunto de passos que permitam chegar à resposta e a indicação do grau de confiabilidade na resposta obtida” (idem, p. 41).

Gil (2002) menciona os itens considerados essenciais para a construção do projeto de pesquisa considerando que o mesmo deve seguir as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT); são eles: título, introdução, fundamentação teórica, justificativa, definição e delimitação do problema de pesquisa, hipóteses, objetivos (geral e específicos), metodologia, resultados esperados, cronograma, orçamento, referências, apêndices e anexos.

Após o desenvolvimento do projeto, os praticantes da pesquisa elaboram o relatório de pesquisa que, de acordo com Fernandes Júnior e Santos (2021), é um documento que relata as “experiências vivenciadas, ações desenvolvidas, resultados alcançados, análise comparativa da teoria com a prática, sugestões de melhoria e outras informações exigidas” (idem, p. 59), conforme a instituição.

Além de está relacionado a um projeto de iniciação científica, de pesquisa ou estágio, o Relatório de Pesquisa visa, pura e simplesmente, documentar o desenvolvimento do projeto, no sentido de apresentar metodologias utilizadas, descrever procedimentos técnicos, atividades específicas e apreciar resultados (parciais ou finais) obtidos dentro do prazo estabelecido (idem, p. 59).

Os autores mencionam que os principais elementos de um relatório de pesquisa são: apresentação, introdução, metodologia, embasamento teórico, apresentação dos dados, interpretação dos dados, conclusão, recomendações e sugestões, apêndice, anexos e referências.

Na Seção 5, são descritos os procedimentos metodológicos aplicados nessa pesquisa, o locus, seus participantes, os instrumentos aplicados para a produção dos dados, o método escolhido para analisar os dados produzidos, bem como são descritas as justificativas para escolha destes procedimentos metodológicos.

5. METODOLOGIA

A metodologia é o estudo sistemático dos processos realizados para o andamento da pesquisa, com definição dos procedimentos, dos instrumentos usados no decorrer das etapas da pesquisa e dos princípios teóricos, no intuito de validar o método de investigação. Marconi e Lakatos (2003, p. 17) definem metodologia científica como “mundo dos procedimentos sistemáticos e racionais, base da formação tanto do estudioso quanto do profissional, pois ambos atuam, além da prática, no mundo das ideias”.

Para as autoras, o método da abordagem e o método de procedimento são componentes da metodologia. O método da abordagem refere-se às inspirações filosóficas com “uma abordagem mais ampla, em nível de abstração mais elevado, dos fenômenos da natureza e da sociedade” (2023, p. 221). Já os métodos de procedimento concebem “etapas mais concretas da investigação, com finalidade mais restrita em termos de explicação geral dos fenômenos menos abstratos. Pressupõem uma atitude concreta em relação ao fenômeno e estão limitadas a um domínio particular” (Marconi; Lakatos, 2023, p. 221).

Dessa forma, esse capítulo terá a descrição dos procedimentos metodológicos aplicados nessa pesquisa, o lócus, seus praticantes, os instrumentos para formação e análise dos dados com as justificativas de cada decisão.

5.1 Abordagem e tipo da pesquisa

A pesquisa realizada é quanti-qualitativa/quali-quantitativa, pois, de acordo com Martins (2006), o método do materialismo histórico-dialético incorpora por superação a lógica formal, tornando possível o reconhecimento da metodologia dos opostos “como interiores um ao outro, no que reside um dos mais importantes preceitos da lógica dialética denominado *identidade dos contrários*” (grifo da autora) (idem, p. 9). Em consonância com esse princípio, a autora menciona a “unidade indissolúvel dos opostos, o que determina saber *o objetivo como subjetivo, o externo como interno, o individual como social, o qualitativo como quantitativo etc*” (idem, p. 9). Nesse sentido, Gramsci (1995) argumenta que “não pode existir quantidade sem qualidade (economia sem cultura, atividade prática sem inteligência e vice-versa), toda contraposição entre os dois termos é, racionalmente, um contra-senso” (p. 50).

Afirmar, portanto, que se quer trabalhar sobre a quantidade, que se quer desenvolver o aspecto “corpóreo” do real, não significa que se pretenda esquecer a “qualidade”, mas, ao contrário, que se deseja colocar o problema qualitativo da maneira mais concreta e realista, isto é, deseja-se desenvolver a qualidade pelo único modo no qual tal desenvolvimento é controlável e mensurável (idem, p. 50).

De fato, a intencionalidade do estudo realizado é compreender como os estudantes utilizam conhecimentos matemáticos e elaboram Modelagens Matemáticas nas etapas de desenvolvimento dos projetos de Iniciação Científica no contexto social dos mesmos (qualitativo). Para essa compreensão, foi realizado um levantamento dos dados coletados nas entrevistas com análise do tratamento estatístico (quantitativo).

Nesta perspectiva, a pesquisa é de natureza aplicada, porque tem a intenção de gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas característicos; o enfoque está na pesquisa-formação, pois embasa-se na formação humana e também na prática de nossa orientação, enquanto docentes e pesquisadoras, possibilitando formar os sujeitos e nos formar; seu objetivo vai:

além de diagnósticos exploratórios que apenas descrevem as realidades docentes e escolares. Parte do princípio de que não podemos separar pesquisa de ensino, os sujeitos de suas ações, a universidade da escola e da cidade e estas do ciberespaço. Portanto, devemos desenvolver ações de pesquisa sustentadas na troca, no diálogo e nas vivências formativas dos sujeitos envolvidos (Santos, 2012, p. 199).

A proposta dessa pesquisa traz um processo de formação contínuo que se inicia com a escolha do problema observado na comunidade e, a partir do problema, dá seguimento por meio das pesquisas e registros das ações. Com base nos objetivos, é classificada como descritiva, pois, segundo Gil (2002), pode contribuir para uma nova visão do problema.

Na pesquisa-formação é possível constatar o que sucede no processo de construção do conhecimento que gera a formação e interferir como sujeito das interferências, pois, de acordo com Santos (2012), a pesquisa-formação atende a possibilidade da mudança dos procedimentos em sua ação docente, bem como dos sujeitos sem formação. Também considera, além dos espaços destinados à edificação dos saberes, outros espaços de aprendizagem, os chamados espaços multirreferenciais. A autora destaca que:

A epistemologia da multirreferencialidade parte do princípio de que os saberes precisam ser articulados e vivenciados na pluralidade de suas construções e instituições. O saber científico não é o centro do processo. É mais um importante saber. Este, na cena formativa, deve articular-se com os saberes do cotidiano, das artes, da filosofia (Santos, 2012, p. 197).

Tal flexibilidade na mudança dos procedimentos justifica a utilização da pesquisa-formação, porém se fez necessário revisitar o referencial teórico aqui abordado – as concepções da Pedagogia histórico-crítica – para desenvolver indivíduos que se manifestem em suas múltiplas determinações, superando os interesses de sua condição imediata e empírica, pois:

A escola enriquecerá o aluno à medida que produza nele necessidades formativas que não surgem espontaneamente na vida cotidiana. A função da escola não é, portanto, adaptar o aluno às necessidades da vida cotidiana, mas de produzir nele necessidades referentes a esferas mais elevadas de objetivação do gênero humano (Duarte, 2013, p. 213).

Diante dessas considerações, Santos (2012, p. 198) ressalta que é preciso “desenvolver ações formativas no contexto concreto das unidades escolares. Assim, vivenciamos sua complexidade podendo atuar dentro dela com a colaboração dos docentes, do estudante e da comunidade escolar como um todo”. Logo, ao desenvolver os projetos, os processos de aprendizagem investigados surgem da transferência e compartilhamento de sentidos de todos os envolvidos.

5.2 Lócus da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida na Escola Estadual Professora Guiomar de Almeida Peixoto, localizada no bairro da Ponta Grossa, em Maceió-AL, com estudantes do Ensino Médio, no turno vespertino. A escolha da escola e dos estudantes se deu porque leciono na unidade nas turmas da 1ª série do Ensino Médio e, durante o ano letivo de 2021, desenvolvemos o projeto direcionado pela Secretaria de Estado da Educação de Alagoas com o tema norteador de 2021: Centenário de Paulo Freire.

Algumas propostas foram lançadas, entre elas o desenvolvimento de um produto que contribuísse para os aspectos financeiros da comunidade local. O envolvimento dos estudantes despertou o desejo que eu já tinha em desenvolver projetos de Iniciação Científica na referida escola, proporcionando aos mesmos, o envolvimento com a pesquisa visando possibilitar sua continuidade no Ensino Superior.

A unidade funciona nos três turnos atualmente com três modalidades de ensino: Ensino Fundamental, Ensino Médio e Educação de Jovens e Adultos. Contém 08 salas de aula em funcionamento, 01 biblioteca, 01 sala de vídeo, 01 almoxarifado, 01 laboratório de Informática (está sem funcionamento atualmente e passa por manutenção dos computadores), 01 secretaria, 01 sala da coordenação pedagógica, 01 sala da gestão escolar, 01 pátio coberto, 01 pátio descoberto, 01 quadra de esportes, 01 sala dos professores, 02 banheiros femininos para estudantes e professoras e 02 banheiros masculinos para estudantes e professores. Os estudantes das primeiras séries possuem características de jovens com faixa etária entre 15 e 17 anos, sendo a maioria na faixa para este ano do Ensino Médio.

5.3 Praticantes da pesquisa

Os praticantes desta pesquisa foram, inicialmente, 13 (treze) estudantes do turno vespertino das 03 (três) turmas da 1ª série do Ensino Médio da Escola Estadual Professora Guiomar de Almeida Peixoto, a qual a professora desta dissertação leciona. Todos os estudantes foram convidados por meio de um questionário semiestruturado, um roteiro de entrevista para formar o grupo de estudo e desenvolvimento do projeto. Do total de 88 estudantes, apliquei 40 roteiros – devido às ausências frequentes e 15 estudantes que apenas realizaram a matrícula – e desses 40, recebi 15 roteiros respondidos, dos quais 2 estudantes optaram por não participar da pesquisa.

Dos treze estudantes que responderam positivamente na participação, cinco são do sexo feminino e oito do sexo masculino, com faixa etária entre 15 e 18 anos; porém, durante o desenvolvimento do projeto, um estudante saiu do grupo por motivos pessoais.

A escolha em desenvolver a pesquisa por meio de um projeto de Iniciação Científica se justifica pela intencionalidade de superar o conhecimento que faz parte do cotidiano dos estudantes, pois, de acordo com os resultados do questionário aplicado na 1ª etapa mencionado no quadro 3 da subseção 5.4, os estudantes que participaram da pesquisa nunca desenvolveram atividades relacionadas a projetos de Iniciação Científica.

Nesse sentido, buscou-se desenvolver um trabalho pedagógico com possibilidades de superar a contradição entre o indivíduo e a sociedade e, assegurar sua formação de modo que, oportunize sua participação ativa na sociedade.

Ademais, pode promover o desenvolvimento de habilidades por meio da atividade de comunicação íntima pessoal e do trabalho coletivo que não foram intensificadas em seu processo de aprendizagem, tais como: levantar e analisar dados e de comunicar e divulgar seus resultados no desenvolvimento das relações estabelecidas entre seus pares.

Além dos estudantes, alguns colaboradores da escola e indivíduos da comunidade, bem como uma médica pediatra e uma enfermeira colaboraram com a pesquisa. Diante dessas considerações, os selecionados para essa pesquisa foram os estudantes que participaram da entrevista – Apêndice A – e que obtivemos a redação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) – Apêndice E – devidamente assinada pelo responsável legal dos mesmos e do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (Tale) – Apêndice F – devidamente assinada pelos estudantes e pelos participantes. No que se refere aos cuidados éticos, essa pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Ufal, com o número do parecer 5.818.907, conforme o Anexo 1.

Os dilemas e possíveis riscos à saúde física e/ou mental do menor na pesquisa poderiam ocorrer durante o desenvolvimento do projeto e análise da pesquisadora, porém, nenhum dos procedimentos utilizados durante o processo ameaçou a dignidade dos praticantes ou os deixou constrangidos. As orientações quanto ao desenvolvimento do projeto foram conduzidas com cautela para garantir a dignidade dos participantes.

5.4 Dispositivos para coleta de dados

Os dados foram coletados inicialmente pela realização de uma sequência didática com o intuito de nortear os primeiros encontros que foram essenciais para a apresentação da proposta da pesquisa, aplicação do questionário semiestruturado e as orientações iniciais do projeto. Posteriormente, foram marcadas as reuniões para progressão do projeto seguindo os diários de formação e de bordo e os registros na rede *WhatsApp*. O Quadro 6 traz um resumo do desenvolvimento das atividades realizadas de acordo com as etapas pré-definidas.

Quadro 6: Resumo dos instrumentos pré-definidos nas etapas

| ETAPAS | PERÍODO | INSTRUMENTOS/ DISPOSITIVOS | PROCEDIMENTOS |
|----------|--|---------------------------------------|---|
| 1ª etapa | 20 de março de 2023. | Questionário | Divulgação do projeto de pesquisa e aplicação do questionário. |
| 2ª etapa | 21 a 24 de março de 2023. | TCLE e Tale | Solicitação da assinatura. |
| 3ª etapa | De 04 de maio de 2023 até 19 de outubro de 2023. | Reuniões presenciais e <i>on-line</i> | Início do desenvolvimento do projeto. |
| 4ª etapa | 10 de novembro de 2023. | Ação | Exposição dos resultados. |
| 5ª etapa | 12 de dezembro de 2023. | Questionário | Aplicação do questionário para avaliar a participação dos praticantes no projeto. |

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Foi possível ir mais longe na coleta de dados; pois, conforme menciona Santos (2019), a pesquisa-formação vai além da coleta de dados, pois aciona dispositivos para a geração dos dados com os praticantes culturais em suas práticas do cotidiano. Dessa forma, entende o sujeito como ser humano que tem voz. A autora complementa que a linguagem é reconhecida como matéria-prima e traz em suas concepções que:

Experiências de pesquisa-formação costumam criar ambiências e dispositivos de pesquisa que fazem emergir o registro e a expressão de narrativas e imagens. Os sujeitos são incentivados a expressar suas itinerâncias formativas, promovendo, muitas vezes, a troca e o compartilhamento com outros sujeitos envolvidos no processo (Santos, 2019, p. 108).

Logo, para a geração de dados dos projetos foram registrados, em um diário de formação e um de bordo virtual, todas as ações e observações focadas nas construções realizadas pelos envolvidos, considerando também os diálogos por meio “dos modelos de comunicação *um-um, um-todos e todos-todos*” (idem, p. 108). Vale ressaltar que tais diálogos foram realizados nas redes sociais (*WhatsApp, Instagram*, entre outros) gerando novas autorias e vários gêneros textuais, pois:

A cultura contemporânea tem proporcionado diferentes usos das tecnologias móveis no âmbito da educação, tais como a utilização de celulares, *smartphones* e *tablets* na pesquisa e na formação de professores. Os aplicativos têm possibilitado situações de aprendizagem nas quais os sujeitos interagem e aprendem em mobilidade e ubiquidade, possibilitando, assim, novos modos de produção de saberes (Barbosa; Santos; Ribeiro, 2017, p. 235).

Lüdke e André (2018) relatam que o observador necessita instruir-se para realizar registros descritivos, saber distinguir os detalhes relevantes dos triviais, aprender a gerar anotações organizadas e utilizar métodos rigorosos para validar suas observações. Portanto, seguindo estes preceitos, foram coletados dados não revelados por meio dos instrumentos documentais, pois esses dados vão surgindo de acordo com o desenvolvimento dos projetos e das necessidades de comunicação e registro dos estudantes e dos professores que mediarão o desenvolvimento do projeto.

5.5 Análise dos dados gerados

A interpretação dos dados, neste contexto, deu-se por meio do campo de pesquisa das Modelagens Matemáticas que foram se desenvolvendo para possíveis soluções no decorrer do projeto de Iniciação Científica que, segundo Santos (2019), é compreendido como essencial e produtivo, pois dele surgiu as narrativas consentidas pelos praticantes culturais que, unido ao

referencial teórico, projetaram a autoria do professor-pesquisador na elaboração do processo-produto de sua pesquisa-formação.

Para a autora,

A autoria do pesquisador se constitui no diálogo sistematizado no formato dissertativo/narrativo, produto de final aberto, entre a prática/teoria/prática. A realidade da pesquisa, bem como seu processo e resultado, é um retrato da subjetividade do pesquisador e a interpretação objetiva do diálogo deste pesquisador com a teoria e a empiria (idem, p. 123).

Portanto, foi considerado para análise, os seguintes dispositivos: interfaces digitais, o diário de pesquisa/ formação e o diário de bordo virtual dos praticantes culturais foi sendo construído pelos registros do grupo de *WhatsApp* com os vários gêneros textuais, e outros que permitiram a construção do conhecimento e a necessidade de desenvolvimento do projeto e das tomadas de decisão dos praticantes em todo o processo da pesquisa.

Mapeamentos partiram da observação participante e dos dados adquiridos por meio do diálogo na comunicação das redes sociais utilizadas pelos estudantes e pela pesquisadora, pois os ambientes escolares e o grupo de *WhatsApp* são “os espaços de aprender/ensinar [...] plurais, heterogêneos e interativos, sendo a pluralidade a matéria prima para/na formação para a alteridade e alteração de sujeitos que buscam a desalienação de si em prol de uma postura autoral e autônoma no contexto da cibercultura” (Barbosa; Ribeiro, 2019, p. 41). Realizar a formação nas concepções da abordagem multirreferencial implica:

um olhar plural sobre/com os sujeitos, do ponto de vista teórico, das vivências, dos princípios filosóficos, crenças, desejos e angústias. Essa compreensão de aprendizagem amplia a noção de sala de aula, de educação e de relação pedagógica, uma vez que a “sala de aula” se configura para nós como todo e qualquer espaço onde se estabelece relações entre pessoas, onde, de fato, a aprendizagem e a formação ocorrem (idem, p. 54).

Esses processos de análise compõem a nossa pesquisa-formação por meio da mobilização de uma pluralidade de registros. Dominicé (2012, p. 21) menciona que “o que é vivido por aqueles que se beneficiam de aportes educativos, ou pelos que refletem sobre o que acontece de formativo em suas vidas, constitui uma via de acesso ao conhecimento da formação”.

Os saberes sistematizados que foram apreendidos e expressados pelos estudantes no processo de suas produções por meio da atividade de estudo foram analisados sob a perspectiva socialista da educação, onde de acordo com Saviani (2011), o saber elaborado é um meio de produção social.

Na próxima seção serão apresentados os resultados da pesquisa, por meio da análise dos dados produzidos, bem como das observações realizadas pela pesquisadora durante os encontros e o progresso das etapas percorridas no projeto. Os praticantes da pesquisa serão mencionados por códigos P1, P2,..., P12 os quais serão expostos nos resultados representando-os.

6. DIÁRIO *ON-LINE* EM CONTEXTO DE PESQUISA-FORMAÇÃO MULTIRREFERENCIAL: NARRATIVAS DOS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM E DA MODELAGEM MATEMÁTICA DESENVOLVIDA NO PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PARA A FORMAÇÃO DO PENSAMENTO POR CONCEITOS

“A atividade é fruto das ações coletivas. Estas, vistas isoladamente, podem parecer sem sentido, mas as várias competências individuais tornam possível a realização de um objetivo pedagógico” (Moura, 1996, p. 42). É com essa afirmação que inicio a seção da análise dos resultados das ações realizadas pelos praticantes dessa pesquisa.

A avaliação contínua e processual tornou-se explícita no desenvolvimento do projeto e nas narrativas produzidas pelos praticantes que possibilitaram experiências para identificar a formação. A condução do projeto contou com o embasamento em teoria pedagógica e psicológica que permitem compreender a relação ensino, aprendizagem e desenvolvimento.

Dominicé (2012) aborda que a formação possui múltiplos significados e não a limita a um diploma ou programa, pois além de ser necessária na vida profissional, ela também está presente na evolução da vida pessoal. Segundo a autora, sob a perspectiva metodológica, a formação evidencia a interpretação dos textos ou narrativas do material de pesquisa. Os pesquisadores buscam a compreensão das mudanças individuais e coletivas ou empenham-se para atribuir significado aos momentos formativos apresentados no percurso vivido. Dessa forma,

A definição da formação decorre [...] da maneira pela qual ela é abordada por aqueles, que dela falam como aprendizes adultos que aprendem ou como é nomeada pelos pesquisadores centrados no exame dos processos individuais ou coletivos de transformação. Refletindo sobre seu percurso de vida, os beneficiários de aportes educativos fornecem um material de análise para os quais os pesquisadores dão consistência, graças a um trabalho de elaboração teórica efetuada em colaboração com eles (Dominicé, 2012, p. 22).

Como formadora em formação, ou seja, enquanto observei um determinado ambiente empírico, também experienciei a formação porque fiz parte do processo. Em seguida, fundamentei-me nos conceitos essenciais para desenvolvimento da formação. Para esse processo, fui considerando a história de vida dos estudantes praticantes da pesquisa, identificando o caminho da formação individual e coletiva, os saberes que trouxeram e trazem consigo, bem como os sentidos que deram para cada etapa e o nível de relevância atribuídos aos aportes educacionais que receberam e continuam recebendo na vida escolar. Logo, essa formação corroborou para a ampliar a minha formação permitindo a captação do real.

O foco foi o diário de pesquisa com os diálogos que foram se formando durante a construção e tomada de decisões, pois “o diário de formação ou diário de pesquisa auxilia os sujeitos em três e imbricadas perspectivas: a formação para/na pesquisa; para a escrita e para/na formação de si” (Barbosa; Ribeiro, 2019, p. 50), bem como,

O diálogo de perspectivas plurais se apresenta em uma tessitura do conhecimento que é ao mesmo tempo teoria-prática-reflexão de si na relação com os outros objetos de estudo, ou seja, professores e alunos dispostos a pensar/fazer uma nova relação pedagógica, que não separe formação acadêmica das práticas cotidianas (idem, p. 51).

As etapas inicial e final foram realizadas por meio do questionário semiestrutural - Apêndices A e D, respectivamente - foi em forma de entrevista direcionada aos estudantes para analisar seu entendimento (inicialmente) e sua compreensão (na finalização) a respeito do projeto de Iniciação Científica e outros aspectos de sua aprendizagem escolar.

Tivemos 13 estudantes que aceitaram participar da pesquisa respondendo positivamente o item III do questionário avançando nas questões do item IV. Em relação à pergunta 1 do item IV, “o que você gostaria de aprender na escola?” as respostas obtidas foram diversas, 7 estudantes, ou seja, 53,8% afirmaram que gostariam de aprender coisas novas, tais como: aprender programação de computadores, fórmula de resolução das equações do 2º grau (que chamou de fórmula de Bhaskara); outros 23,1%, o que equivale a 3 estudantes, informaram que queriam aprender tudo, aproximadamente 15,4%, totalizando 2 estudantes, não conseguiram responder a questão de forma coerente, respondendo apenas “sim” e 7,7%, o que equivale a um estudante, essa pergunta estava sem resposta.

No que se refere à pergunta 2 do item IV “o que você acha das aulas de Matemática?”, foi unânime a afirmação, isto é, 100% responderam: boas e legais, bem como maravilhosas; porém é necessário considerar que é possível ter apenas respostas positivas porque ser a professora de Matemática desses estudantes.

Outra análise que fiz, independente do questionário, condiz com o perfil desses estudantes, pois são empenhados e participam das propostas de atividades que a escola oferta.

Já na pergunta 3 do item IV (no questionário consta 4. por um erro de digitação) “que tipo de relação você percebe da aplicação da Matemática no seu cotidiano?” 10 estudantes, aproximadamente 77%, responderam: no trabalho, nas compras; 2 estudantes, ou seja, aproximadamente 15,4%, apresentaram respostas incoerentes com a questão; e um estudante, 7,6%, que aprendeu pouca coisa. Portanto, chega-se à conclusão que não percebeu ainda essa relação.

Para a pergunta 5 do item IV “você possui alguma dificuldade em utilizar a Matemática no dia a dia? Justifique.” 6 estudantes, aproximadamente 46%, afirmaram que possui dificuldade e há especificação dos assuntos que mais precisavam rever para aprender; 3 estudantes, em torno de 23,1% não responderam a pergunta e 4 estudantes, em torno de 30,8%, informaram que não apresentavam dificuldades e conseguiam compreender os assuntos.

Na pergunta 6 do item IV “na sua comunidade já conseguiu resolver algum problema que surgiu utilizando algum conceito da Matemática? Explique.” Apenas 2 estudantes, aproximadamente 15% apontaram que já resolveram e um estudante, 7% explicou que foi na realização de um trabalho; os demais nunca resolveram.

Referente à pergunta 7 do item IV “que tipo de problema você gostaria de resolver na sua comunidade atualmente?” 2 estudantes, ou seja, 15% questionaram que queriam arrumar as ruas que são repletas de buracos, os demais não souberam opinar.

Na pergunta 8 do item IV “sabe o que é um projeto de Iniciação Científica? Já participou de algum? Explique.” um estudante, em torno de 7% registrou a resposta positivamente, mas sua explicação mencionava aspectos de um projeto escolar, tais como: apresentar com cartazes um assunto, participar de feira de ciências. Os demais não souberam responder o que é e nunca participaram de um projeto de Iniciação Científica.

Nessa análise, busquei evidenciar as percepções dos estudantes que aceitaram participar da pesquisa por meio de um questionário semiestruturado e, diante do levantamento, concluí que há dificuldades em expor as suas explicações e justificativas com respostas simplificadas.

Porém, algumas decorrências foram identificadas: os estudantes praticantes da pesquisa nunca vivenciaram um projeto de Iniciação Científica e desconheciam essa categoria de projetos; não conseguiam relacionar os conceitos matemáticos com o seu dia a dia e apresentavam dificuldades ao estudar a Matemática. Dessa forma, a pesquisa poderia contribuir para um entendimento dos conceitos matemáticos no decorrer do desenvolvimento do projeto com possibilidades de modelar matematicamente em situações cotidianas.

Nesse mesmo período cronológico, foi realizada uma avaliação diagnóstica com os conceitos básicos da Matemática, tais como: operações básicas (adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação) aplicadas à resolução de problemas contextualizados. Uma atividade composta por questões de múltipla escolha, elaboradas com temas que são relevantes e de interesse dos estudantes, como: futebol, profissões, música, entre outros; com a intenção de vislumbrar a lógica do processo nas etapas que compõem a resolução e a

justificativa para a escolha na intenção de identificar se houve apreensão desses conceitos básicos nas abstrações desenvolvidas. A pretensão não foi de considerar quais conteúdos sistematizados seriam abordados no projeto por meio da identificação da apreensão dos fundamentos matemáticos. Pretendeu-se, pois, identificar quais aspectos históricos essenciais esses estudantes aprenderam em sua educação escolar.

Como a proposta não é analisar quais os saberes escolares apreendidos, farei um breve relato sobre a compreensão dos resultados. Nos fundamentos aritméticos, percebeu-se que, dos 40 estudantes que realizaram a atividade de estudo, 45%, o equivalente a 18 estudantes, apresentaram dificuldades no processo da divisão. Já nos conceitos geométricos, a construção dos processos foi perceptível em 75% das atividades, ou seja, 30 estudantes executaram as questões sobre Geometria e seus conceitos básicos. Logo, identificamos que as formas geométricas, principalmente voltadas às figuras planas e sua utilização no cotidiano são as apreensões mais evidenciadas porque seus conceitos têm aspectos culturais que dão sentido às suas ações.

6.1 Primeira etapa: Apresentação da proposta e os primeiros passos para desenvolvimento do projeto

Após esse primeiro momento, combinamos que o diário de bordo do projeto poderia ser construído no ambiente digital de acordo com o tempo cronológico dos diálogos desenvolvidos no dispositivo via *WhatsApp* e nas reuniões presenciais. Amaral, Santos R. e Santos E. (2022) afirmam que esse dispositivo:

Além de possibilitar momentos de análise dos dados produzidos ao longo de uma pesquisa, o diário é, ele próprio, um produtor de dados, na medida em que esses não surgem espontaneamente na realidade vivenciada, mas são produzidos pela ação dos pesquisadores e por sua aceitação, mais ou menos ampla, pelos praticantes culturais (idem, p. 08).

Portanto, representa um registro da escrita dos acontecimentos, leituras, pensamentos, estudos baseados nas experiências vivenciadas em diversos ambientes que podem ser expressados em tempo real. Nele, “cada indivíduo faz anotações sobre tudo o que sente, reflete e poemiza e, também, sobre o que retém de uma teoria ou de uma conversação; ou seja, aquilo que constrói para dar significado à vida, conferindo-lhe um sentido instrumental a serviço da pesquisa” (idem, p. 08).

Combinamos que as reuniões aconteceriam após a finalização das aulas diárias, porém só seriam marcadas de acordo com a necessidade e o desenvolvimento do projeto. A cada encontro fomos apropriando-nos da construção das relações vivenciadas na comunidade e na

escola transgredindo os padrões por meio das narrativas e imagens, conforme menciona Barbosa e Ribeiro (2019).

Os primeiros passos para o envolvimento dos praticantes foram construídos e a cada nova informação uma descoberta. Nessa etapa o anseio em compreender como desenvolver o projeto era perceptível, logo as perguntas foram surgindo. Os diversos ambientes escolares foram explorados para superar a ideia do modelo convencional e expositivo.

Um percurso foi se formando por meio das relações sociais nas quais os praticantes da pesquisa iam se apropriando dos conhecimentos em seus aspectos mais avançados, podendo colaborar, de acordo com Gama (2022), para a luta pela socialização da riqueza historicamente produzida, o que inclui a socialização dos conhecimentos sistematizados e atrela-se à luta pelo socialismo.

Tais relações sociais promoveu uma interação maior entre os praticantes, pois se apresentavam mais desenvoltos nas ações à medida que identificavam as necessidades de construção das etapas. Dominicé (2012) menciona a leitura das experiências educativas e as narrativas desenvolvidas oralmente e por escrito como meios para a formação, pois afirma que:

A leitura das experiências educativas, tal como ela é proposta pela abordagem biográfica, dá conta da maneira como o aprendiz construiu sua formação. A narrativa elaborada oralmente e por escrito coloca em cena os elementos de socialização, decorrendo, principalmente, das condições materiais de existência, da cultura familiar de origem e do meio geográfico de socialização (idem, p. 23) .

Na Figura 6, do lado esquerdo está nosso primeiro registro imagético e do lado direito estão os diálogos iniciais.

Figura 6: Nossa primeira reunião e os primeiros diálogos



Fonte: Arquivos da pesquisadora (2023).

O diário de pesquisa/formação começou a ser construído com esses diálogos iniciais, na medida em que conseguiam produzir sentidos. Enquanto formadora, percebi que “O indivíduo narra a si próprio, tanto na sua exterioridade, bem como nos seus impulsos e suas dúvidas interiores” (Dominicé, 2012, p. 23), pois a influência dos elementos culturais, das situações social e econômica e a história de cada indivíduo foi evidente desde os primeiros diálogos, tanto na escolha do projeto, quanto no problema, já o diário de bordo do projeto veio posteriormente.

Os praticantes em seus registros, usaram o internetês, que tem como definição “...forma grafolinguística que se difundiu em textos como *chats*, *blogs* e demais redes sociais. Seria uma prática de escrita caracterizada pelo registro divergente da norma culta padrão da linguagem” (Komesu; Tenani, 2009, p. 624). As autoras citam algumas características dessa escrita, tais como: “a prática de abreviação, o banimento da acentuação gráfica, o acréscimo ou a repetição de vogais, as modificações do registro gráfico padrão, com troca ou com omissão de letras, são alguns dos traços que podem ser observados na ortografia desse texto” (idem, p. 624). Essa fuga da norma padrão ocorre devido à apropriação dessa linguagem coloquial no cotidiano dos estudantes, mesmo que haja uma escolaridade.

Pressupondo que a aprendizagem ocorre durante toda a nossa existência, as diversas maneiras como atuamos, bem como a pluralidade das realizações do cotidiano são variadas, eficazes e momentâneas, o diário é um dispositivo ideal, pois contribui para “saber lidar com as questões de ordem do social, que nos é externo, em relação ao que nos é mais íntimo, no plano do interno” (Barbosa; Ribeiro, 2019, p. 56).

Dessa forma,

caracterizam-se não apenas pela diferenciação, sob a influência de fatores diversos – em muitas ocasiões, aleatórios –, mas também pela complexidade, conferida pelo emaranhado de ações, interações e reações que se estabelecem em todas as áreas das atividades humanas (Amaral; Santos R.; Santos E., 2022, p. 02).

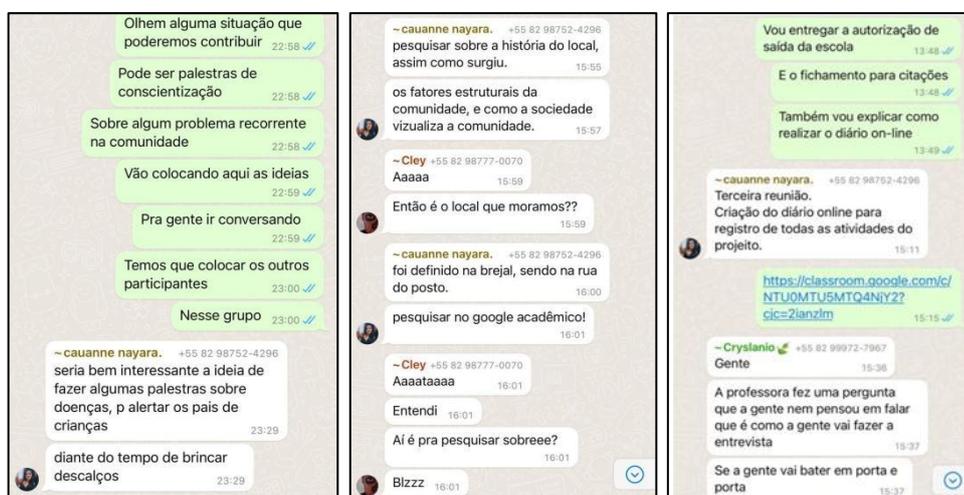
As autoras relacionam essas considerações com a construção de uma pesquisa e afirmam que seu desenvolvimento “exige que se extrapolem os padrões de investigação e análise herdados da ciência moderna, pois, na atualidade, nenhuma teoria é capaz de restabelecer uma unidade de pensamento para dar conta dos problemas cotidianos e sua complexidade” (idem, p. 02). Portanto, a intervenção no mundo requer a miscigenação dos elementos da natureza, da política e do discurso e as redes, como ambientes virtuais.

Analisando pelo aporte teórico que embasa essa pesquisa, a construção do diário de bordo foi vislumbrado como uma possibilidade da atividade de estudo, visto sua funcionalidade não apenas operacional, mas também motivacional. Segundo Márkova (2023.

p. 222), “os motivos mais adequados para a atividade de estudo são motivos cognitivos de estudo”. O diário de bordo foi considerado um modo de atividade de estudo, pois nele todas as percepções iniciais (concreto inicial) foram registradas pelos estudantes e, partindo de tais percepções, surgiram as orientações intencionais para a sistematização da construção do saber. A autora menciona que “no nível médio, o domínio dos modos de estudo deve estar relacionado aos problemas da orientação profissional, com a assimilação dos modos de autoestudo” (idem, p. 228).

Portanto, a intervenção no mundo requer a miscigenação dos elementos da natureza, da política e do discurso e as redes, como ambientes virtuais. Tais elementos são tangíveis e possuem narrativas visando a coletividade, pois, segundo Amaral; Santos R.; Santos E. (2022), os padrões científicos modernos restringem cada vez mais a pluralidade do mundo. A Figura 7 expõe esse processo de possibilidades na formação dos praticantes com diálogos espontâneos que permitem a construção do conhecimento, pois nesses diálogos o indivíduo expõe o lugar de sua atenção, de seu interesse.

Figura 7: Diálogos que nos formam



Fonte: Arquivos da pesquisadora (2023).

Nesses diálogos, assumi a postura de problematizadora, levando em consideração o interesse do grupo, segundo Klüber (2016), para obter informações do ambiente, lugar no qual o grupo apresenta atenção. Dessa forma, a intenção é possibilitar, de acordo com Pasqualini (2016), a transformação consciente da realidade de sua existência na sociedade de classes, no seu ambiente.

Partindo dessa perspectiva, os diálogos facilitaram a construção do diário, o produto do trabalho desenvolvido pelos estudantes, já que expressam um pouco do que são. Nas

concepções da Pedagogia histórico-crítica: “o produto do trabalho humano configura uma objetivação. Na medida em que o homem produz um objeto, ‘deposita’ nele um pouco de si: suas ideias, conhecimentos, capacidades e habilidades” (grifo da autora) (Pasqualini, 2016, p. 45).

Segundo Barbosa e Ribeiro (2019), o diário de pesquisa/formação é um dispositivo que permite a sistematização do registro objetivando ampliar sua formação; os autores mencionam que é um equívoco refletir a formação como um processo externo ao indivíduo que completa-o, bem como reajusta e retifica existências, ou até mesmo que desempenha um papel burocrático; pois a produção de sentidos abrange

[...] sensibilidade, intenção, orientação e significação, condição para uma formação em que a compreensão seja ato de aprender em conjunto, criando relações, englobando, integrando, combinando e, por meio desses sentidos, qualificando a atitude atenta e de discernimento do que está em nossa volta e de nós mesmos (idem, p. 55).

Nesse sentido, é essencial compreender a vivência da comunidade, bem como o conhecimento de suas necessidades, pois segundo Santos (2007), é preciso explorar a diversidade interna da ciência com práticas científicas na pretensão “de promover a interação e a interdependência entre os saberes científicos e outros saberes, não-científicos” (idem, p. 88); logo o próximo passo foi a realização da entrevista conforme o Apêndice B - Roteiro de Entrevista coletiva/comunidade.

6.2 Segunda etapa: escolha do tema por meio do levantamento de dados

Apesar da ideia de trabalhar a problemática das doenças recorrentes nas crianças da comunidade, eles realizaram a entrevista para compreender a real necessidade das pessoas que residem no entorno da localidade, seus aspectos históricos e culturais que servirão de base para a identificação do problema partindo do pressuposto que “existem em todo o mundo não só diversas formas de conhecimento da matéria, da sociedade, da vida e do espírito, mas também muitos e diversos conceitos e critérios sobre o que conta como conhecimento” (Santos, 2007, p. 86). A Figura 8 traz um recorte do relatório da pesquisa que retrata a escolha.

Figura 8: A escolha da área de atuação

Após uma análise das necessidades locais, identificamos que a área da saúde apresentava déficits significativos, com falta de estrutura e médicos nos postos de saúde. Com esse objetivo em mente, empreendemos a busca por profissionais especializados na área da saúde e realizamos entrevistas com os próprios moradores da comunidade. Para obtermos um panorama mais completo, decidimos sair às ruas e conversar com os moradores, a fim de compreender como eles enfrentavam essa situação. Durante nossas entrevistas, coletamos relatos que nos ajudaram a entender as condições individuais de cada morador.

Fonte: Arquivos dos praticantes da pesquisa (2023).

A Figura 9 mostra a escolha das questões para elaboração do questionário, a aplicação na comunidade e os registros da entrevista.

Figura 9: Entrevista na comunidade

Em junho saímos às ruas para entrevistar os moradores, e os próprios pacientes do posto que se encontram na comunidade, com isso para o início da pesquisa e a definição das perguntas. Diante da proposta, realizamos a aplicação de um questionário semiestruturado com membros da comunidade para identificar inicialmente qual o maior problema identificado na região. Elaboramos três perguntas para mapear a problemática: 1) Quais as dificuldades observadas na comunidade atualmente? 2) Diante das dificuldades levantadas, qual a que mais necessita de resolução neste momento? 3) O que poderia ser feito para desenvolver uma possível solução?



Fonte: Arquivos dos praticantes da pesquisa (2023).

Os estudantes realizaram a pesquisa com questionário impresso e foram preenchendo manualmente as respostas dos entrevistados, em sua maioria, mães e avós das crianças que se encontravam no posto e na rua.

Após a entrevista, os praticantes sentiram a necessidade de analisar os resultados, tratando a informação. Essa foi a primeira aplicação da Matemática ao projeto desenvolvido e

os conceitos que eles precisaram lembrar foram: dados estatísticos, como frequências absoluta e relativa, regra de três simples e porcentagem para realizar a análise dos dados que ajudam na tomada de decisões.

Baerle, Figueiredo e Alves Filho (2022) abordam que, ao possibilitar atividades aplicadas, o professor pode compreender alguns processos cognitivos únicos de cada estudante e reconhecer entraves matemáticos - psicológicos e cognitivos - relacionados à aprendizagem. Nesse encontro houve uma certa apreensão por estarem recorrendo aos conhecimentos matemáticos e, dos 12 estudantes-praticantes, 5 envolveram-se no levantamento e nos cálculos.

Os diálogos construídos não foram registrados no dispositivo porque todos acordaram de realizar o levantamento de forma presencial. Essa foi uma etapa importante tanto para mim, enquanto pesquisadora e formadora em formação, quanto para os estudantes praticantes em formação, pois foi possível direcionar e demonstrar a aplicação dos conhecimentos a uma situação real escolhida e desenvolvida por eles. Carbonell (2002) afirmou que a intencionalidade dessa relação traz percepções positivas a respeito do papel do professor e da escola para a formação dos estudantes, pois torna-se:

Um conhecimento que procura incorporar e transformar a realidade ao mesmo tempo que se vão modificando as relações do sujeito com o entorno. Os professores encontram no meio um campo semeado de oportunidades inovadoras, de conexões entre o conhecimento escolar e a experiência, o desenvolvimento de projetos globalizados e de experimentação e concretização dos diversos eixos ou temas transversais (Carbonell, 2002, p. 63).

Durante o levantamento emergiu formação entre os praticantes por meio de ações práticas, refletidas e narradas, nas quais o compartilhamento no modo de comunicação *um-um*, *um-todos* e *todos-todos* permitiu dividir experiências das histórias vividas por todos os praticantes culturais.

Uma das técnicas que utilizei foi a provocação entre a empiria e a teoria, mencionada por Teixeira Neto (2012) como um campo tensionado entre “os saberes sistematizados e ‘dados’ de realidade” (grifo do autor, *idem*, p. 214).

Como retorno, iniciou-se alguns questionamentos durante a atividade: “*É possível, por meio da planilha, tomar uma decisão de como podemos ajudar a comunidade? Não vejo como isso seria possível...*” (praticante 6). Nesse momento, outro praticante dialogou: “*Veja bem, se conseguirmos identificar as maiores dificuldades escolhidas pelos entrevistados, então a gente pode ajudar no que eles mais precisam e a gente só consegue ver se separarmos as respostas fazendo uma tabela.*” (praticante 1).

Foi possível observar a presença da escuta e da compreensão, pois os diálogos fluíram à medida que os questionamentos surgiam promovendo interação entre os pares e intensificando os modos de comunicação; Barbosa e Ribeiro (2019) mencionam a relevância da escuta e da compreensão nos modos de comunicação do grupo e afirmam que àquela tem suas implicações na historicidade e na temporalidade e esta corresponde à necessidade da presença do outro com pluralidade nas percepções.

A orientação quanto à organização dos modos da ação foi outro aspecto relevante na atividade, pois o sentido foi se formando à medida que os resultados iam surgindo, pois,

Nas condições da formação dirigida da atividade de estudo, a tarefa da análise é facilitada porque o pesquisador, dominando as características do conteúdo da atividade como particularidades de um objeto socialmente importante, pode direcionar uma série de parâmetros do ‘sentido do objeto’: 1) os meios e modos de ação com ele; 2) a avaliação e o controle da ação; 3) a avaliação e o controle da atitude em relação à ação (grifo da autora) (Abramova, 2023, p. 211).

No que se refere aos meios e modos de ação com o objeto (1), os dados levantados que não faziam, inicialmente, sentido e passaram a ser organizados, por meio da orientação, para iniciar o processo de análise. Nesse aspecto, tanto a formadora (adulto experiente) quanto os formadores (estudantes em formação) passaram a avaliar os resultados e o início do controle da ação (2) foi se concretizando sendo possível verificar atitudes em relação à ação (3) quando os estudantes identificaram de que maneira esse levantamento de dados passou a fazer sentido para o andamento da pesquisa. Nessa atividade, foi possível vislumbrar que “os três parâmetros influem substancialmente na formação da capacidade do sujeito sobre o ‘sentido do objeto’ e, nesse plano, sobre as particularidades individuais da atividade” (grifo da autora) (Abramova, 2023, p. 213).

A Figura 10 traz o registro dessa etapa que envolve os modos de comunicação com a presença da escuta e da compreensão.

Figura 10: Levantamento dos dados



Fonte: Arquivos da pesquisadora (2023).

Levando em consideração que toda ciência é empírica e teórica simultaneamente, esses momentos de atividades específicas proporcionam parte da resolução do problema além de validar a tomada de decisões. Caldeira (2009) conceitua o conhecimento matemático como sendo um produto cultural e afirma que tal produto cultural é imprescindível para a nossa existência.

Até essa etapa não ocorreu a modelagem em si, mas foi possível dar sentido ao objeto, pois o tratamento das informações puderam contribuir para a tomada de decisões.

A tabulação dos dados foi realizada de forma manual, conforme os registros da figura 10. Quando realizaram o quantitativo de respostas semelhantes à orientação transmitida, referiu-se ao levantamento dos conceitos de frequência absoluta e frequência relativa com o envolvimento dos cálculos.

Os parâmetros observados nessa atividade de estudo “desempenharam a função de registrar as transformações objetivas a fim de comparar a ação real com seu modelo ideal” (Abramova, 2023, p. 213) contribuindo na realização da avaliação em etapas.

Na Figura 11 tem-se o registro dos cálculos envolvendo regra de três e porcentagem. Durante o processo surgiram algumas inconsistências que foram contornadas mediante orientações da professora também praticante da pesquisa.

Figura 11: Os cálculos que compõem a frequência relativa

The image shows a piece of paper with handwritten calculations for relative frequency. The calculations are as follows:

$$1) \frac{35}{38} \times 100 = 92,10\%$$

$$2) \frac{12}{38} \times 100 = 31,58\%$$

$$3) \frac{2}{38} \times 100 = 5,26\%$$

$$4) \frac{25}{38} \times 100 = 65,79\%$$

$$5) \frac{13}{38} \times 100 = 34,21\%$$

$$6) \frac{3}{38} \times 100 = 7,89\%$$

$$7) \frac{8}{38} \times 100 = 21,05\%$$

$$8) \frac{9}{38} \times 100 = 23,68\%$$

Fonte: Arquivos dos praticantes da pesquisa (2023).

Após a finalização do levantamento de dados obtidos, seguimos para a terceira etapa.

6.3 Terceira etapa: análise dos dados para identificar o problema diante dos resultados

Ao executar o tratamento das informações, os estudantes realizaram a análise dos resultados. Tal produto cultural “por se constituir de entendimento, averiguação e interpretação quantitativa, apresenta-se como um dos instrumentos que nos subsidia como ferramenta para intervir na sociedade” (Caldeira, 2009, p. 36). A Figura 12 retrata parte do relatório com a análise.

Figura 12: Análise do tratamento das informações

Participaram da entrevista 38 membros da comunidade e depois de coletar todas as informações relatadas pelos moradores nós realizamos o levantamento das informações. Entre os problemas mais citados, temos como resposta para a primeira pergunta: Quais as dificuldades observadas na comunidade atualmente? Alagamentos com 35 citações o que equivale a mais de 92% das respostas; saneamento os entrevistados afirmaram que a conscientização da comunidade é o primeiro passo para melhorar o ambiente em que vivem.

Fonte: Arquivos dos praticantes da pesquisa (2023).

Algumas definições iniciais do projeto foram organizadas pelos praticantes e a elaboração do mesmo foi construída paralelamente às ações e as reuniões presenciais foram essenciais para apresentação dos itens que compõem o texto de um projeto já mencionado nessa pesquisa (p. 98). Além dos itens essenciais, iniciamos também a busca pelos trabalhos científicos desenvolvidos sobre o processo histórico da região escolhida, bem como seus aspectos culturais e como realizar os fichamentos.

Essa etapa se constitui em diferentes tipos de análise e controle diante das ações. Abramova (2023) supõe que “o caráter da avaliação e das ações de controle determinam as mudanças na consciência dos alunos, ou seja, que justamente essas ações são aquelas que contribuem para a reorganização da consciência” (idem, p. 216). Ao vivenciar a construção dessa etapa, um novo processo ocorre considerando além dos conceitos concretos (um dos meios da atividade), a inter-relação da formação desses conceitos com outros meios e com outros tipos de atividade.

Além disso, “o controle e a avaliação podem ocorrer não apenas no nível conceitual, mas também no nível emocional, e podem ser realizados por um sistema de meios qualitativamente novo que muitas vezes implica a generalização de um tipo diferente do

sistema de conceitos científicos” (Abramova, 2023, p. 216). Dessa forma, a construção do projeto de pesquisa propôs uma atividade que relacionou motivação, execução, controle e avaliação; engendrou novos conhecimentos, incorporando os conceitos desenvolvidos na etapa anterior para a definição do tema que norteou o projeto desenvolvido pelos estudantes-praticantes da pesquisa.

As orientações para a construção do projeto foram direcionadas pelo Guia de Metodologia da Pesquisa para Jovens Cientistas de Fernandes Júnior e Santos (2021). Os estudantes-praticantes se apropriaram do material que aborda as definições das etapas de um projeto e como desenvolvê-las, bem como o relatório de pesquisa. O tema escolhido resultou no título do projeto, a saber: “COMPLEXO ESTUARINO LAGUNAR MUNDAÚ-MANGUABA: A história da comunidade e os desafios do complexo sob o olhar dos estudantes na perspectiva da Modelagem Matemática”.

A cada novo encontro, fomos identificando novas possibilidades e os espaços para a escuta e a compreensão de acordo com os sentidos em relação ao outro foi se expandindo, resultando no aprimoramento das ações e formação dos sujeitos. Na abordagem multirreferencial, esses encontros, segundo Barbosa e Ribeiro (2019), possibilitam uma leitura sob a visão de diversos pontos de vista, com referências diferenciadas tecendo o conhecimento ora com a escuta, ora com a fala, considerando os sentidos e as aspirações. Nesse sentido, os autores retratam que:

Há um tempo que não é métrico, cronológico e rotineiro, que se mede pela quantidade de aulas dadas e pelo cumprimento explicativo dos conteúdos. Mas a uma temporalidade e historicidade que envolve o alterar-se junto com o outro. Nesse sentido, o tempo vivido/sentido pertence ao sujeito em sua singularidade, não podendo ser definido, cronometrado e manipulado de fora, a partir da ótica e da alteração pertencente a outrem (idem, p. 59).

As Figuras 13 e 14 retratam essa etapa da formação onde compreendemos os sentimentos, os sentidos, identificamos as necessidades e favorecemos a colaboração para a construção do conhecimento e formação.

Figura 13: Momentos de formação: orientações para construção do Projeto de Pesquisa



Fonte: Arquivos da pesquisadora (2023).

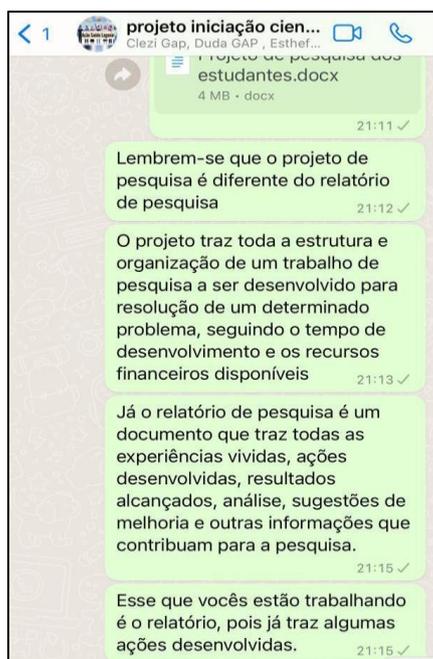
Figura 14: Momentos de formação: Pesquisa dos trabalhos acadêmicos sobre a região



Fonte: Arquivos da pesquisadora (2023).

Depois da conclusão do Projeto de Pesquisa – Anexo 2 – iniciou-se o relatório da pesquisa com a seção da fundamentação teórica. Durante a construção dessa seção realizei a avaliação e controle da ação, bem como a atitude e perante a ação, o que possibilitou, segundo Abramova (2023), “outra condição da formação das particularidades individuais da atividade de estudo: a avaliação da habilidade do sujeito em geral” (idem, p. 214). Nesse aspecto, três praticantes se identificaram mais nessa etapa e desenvolveram habilidades referentes à escrita e formatação do relatório. Algumas orientações foram rememoradas, como mostra o diálogo na Figura 15.

Figura 15: Momentos de formação: diálogos na rede



Fonte: Arquivos dos praticantes da pesquisa (2023).

Nesse processo, foi possível perceber que os próprios estudantes-praticantes apresentaram um processo de formação deles próprios, como sujeitos da atividade e como individualidade, afirma Abramova (2023). Definiram sua função nas etapas do projeto sem a intervenção da professora-orientadora e demonstraram mais desenvoltura com a construção das etapas. Esse processo é chamado de objetivação, entendido como “domínio de novos modos de ação pelo indivíduo, de formação de uma atitude ativa para com eles, de formação do próprio aluno como sujeito da atividade e como individualidade” (idem, p. 212).

Enquanto realizavam a seção da fundamentação, houve uma reunião para a definição da próxima etapa, pois eles identificaram a importância de validar a pesquisa com profissionais da saúde, já que a análise do tratamento das informações direcionou para diálogos com a comunidade para conscientização.

A seguir, na Figura 16, alguns recortes das narrativas que demonstram o processo da autonomia adquirida diante da necessidade dos praticantes intervirem e refletirem suas práticas.

Figura 16: Narrativas que expressam autonomia dos praticantes

Com esse pensar, realizamos uma segunda reunião para nos coordenarmos e preparamos as perguntas a serem feitas aos profissionais da saúde, como mostra a figura 23.

Figura 23: Levantamento e análise dos dados



Fonte: Autores (2023)



Fonte: Arquivos dos praticantes da pesquisa (2023).

A análise das narrativas dos praticantes tem a intenção de compreender a evolução da formação por meio dos discursos e das práticas, ocasionando a reflexão da pesquisadora de “como estes refletem, reconstroem, recriam e reinventam seus entendimentos e práticas, via a constituição significativa inscrita nos códigos da linguagem escrita” (Anjos; Santana, 2012, p. 149). Segundo as autoras, essa análise permite a observação do desenvolvimento dos praticantes não apenas sob a ótica da pesquisadora, mas também sob a perspectiva dos mesmos, pois exige “impregnação, implicação e reflexão daqueles sujeitos rumo a suas aprendizagens, rumo às suas transformações” (idem, p. 150). Anjos e Santana (2012) citam também a relevância da relação entre a formação e o saber, elas ressaltam que

...o saber encontra-se de várias formas encarnado na existência social do ser. A relação com o saber é essencialmente formativa. É dela que advém a teia de significados que se torna base da realidade sobre a qual nos construímos. É ela que influencia, condiciona e enviesa o nosso olhar no momento em que interpretamos a realidade. No final das contas, a realidade é experienciada a partir do olhar que foi por sua vez construído em torno de um determinado saber. Nesse sentido, o saber seria nada mais do que os sistemas abstratos de sentidos que se constituem no contexto social (idem, p. 151, 152).

Portanto, a conexão com o conhecimento transforma-se em um instrumento por meio do qual conquistamos poder e autonomia perante nossa própria existência e suas implicações; as influências, os desvios no mundo são, a todo instante, submetidos a tensões, incitados, pensados.

Dando continuidade à metodologia do projeto – diante da análise do levantamento dos dados – fomos à Unidade de Saúde da comunidade escolhida para entrevistar profissionais que atuam na problemática do projeto, são eles: médico pediatra e enfermeiro. A médica que participou da entrevista semiestruturada e assinou o TCLE - Apêndice F - não trabalha na Unidade de Saúde, pois na mesma não há essa especialidade, então os praticantes da pesquisa optaram por entrevistar essa especialista que não pertence à comunidade.

Antes de iniciar a entrevista, os estudantes explicaram a questão que norteava o projeto e mencionaram sobre os desafios da comunidade escolhida, a comunidade da Vila Brejal. Eles relataram também o resultado da análise do tratamento das informações dos dados no qual a maioria dos entrevistados afirmaram que a conscientização da comunidade seria o primeiro passo para melhorar o ambiente em que vivem.

A Figura 17 retrata parte da narrativa e o sentido dessa ação para os praticantes.

Figura 17: Parte da narrativa escrita no relatório do projeto

Com o resultado da segunda reunião conseguimos agendar uma entrevista com uma especialista em pediatria no intuito de validar nosso projeto de pesquisa. A Figura 24 traz o registro da entrevista.

Figura 24: Dia da entrevista com a pediatra.



Fonte: Autores (2023)

A pediatra destacou que a falta de saneamento básico é um problema significativo, pois muitas mães não possuem orientações sobre os cuidados necessários com suas crianças. Isso resulta em contato das crianças com terra contaminada durante brincadeiras. Embora a terra seja benéfica para o desenvolvimento da imunidade infantil, se estiver contaminada por fezes de animais como cachorros e gatos, bem como por diversas bactérias e lixos tóxicos, pode ocasionar infestações por parasitas.

Fonte: Arquivos dos praticantes da pesquisa (2023).

Nessa etapa eles conseguiram traçar estratégias de como desenvolver um material orientador que ajude a comunidade para atingir o objetivo geral do projeto: contribuir com a comunidade para minimizar as doenças nas crianças que vivem na região da Brejal em tempos de alagamentos – anexo 3.

A pretensão, ao inserir os praticantes no processo de pesquisa-formação, era permitir suas transformações ao transformarem o mundo; pois, seguindo as considerações de Ribeiro e Barbosa (2018), que entendem “a capacidade que os sujeitos têm, de, quando submetidos a certos determinismos, seja de ordem econômica, cultural, política, social etc., de não ser indiferente e reagir interferindo com estratégias próprias capazes de perturbar seu funcionamento” (idem, p. 74) pude apreender esse progresso na formação por meio da autotransformação.

Dando continuidade, a equipe iniciou a organização da proposta para entrevistar uma enfermeira que trabalha há muito tempo na Unidade de Saúde da região, a intenção inicial era de apenas quantificar os atendimentos, contudo, em virtude da carência de um profissional médico especializado (pediatra) na Unidade de Saúde, optaram por buscar a perspectiva de um profissional que vivencia a situação, acrescentando sentidos à proposta, a profissional da saúde concordou em participar assinando o TCLE - Apêndice F - e participou da entrevista semiestruturada. Os diálogos foram registrados por meio de mensagem escrita e áudios via

WhatsApp. Após as sugestões de P1, P2 expôs seu ponto de vista: “... a gente poderia fazer as mesmas perguntas que fez pra pediatra porque a gente teria as mesmas perguntas só que com diferentes respostas, entendeu?... opiniões diferentes entre a enfermeira e a pediatra...” como mostra a Figura 18, mesmo compartilhando das mesmas opiniões, indagaram os outros praticantes para que também pudessem expressar seus posicionamentos.

Figura 18: Narrativas e as tomadas de decisão



Fonte: Arquivos dos praticantes da pesquisa (2023).

Toda a organização foi construída por meio do aplicativo oportunizando “situações de aprendizagem nas quais os sujeitos interagem e aprendem em mobilidade e ubiquidade, possibilitando, assim, novos modos de produção de saberes” (Barbosa; Santos; Ribeiro, 2017, p. 235). As autoras citam que

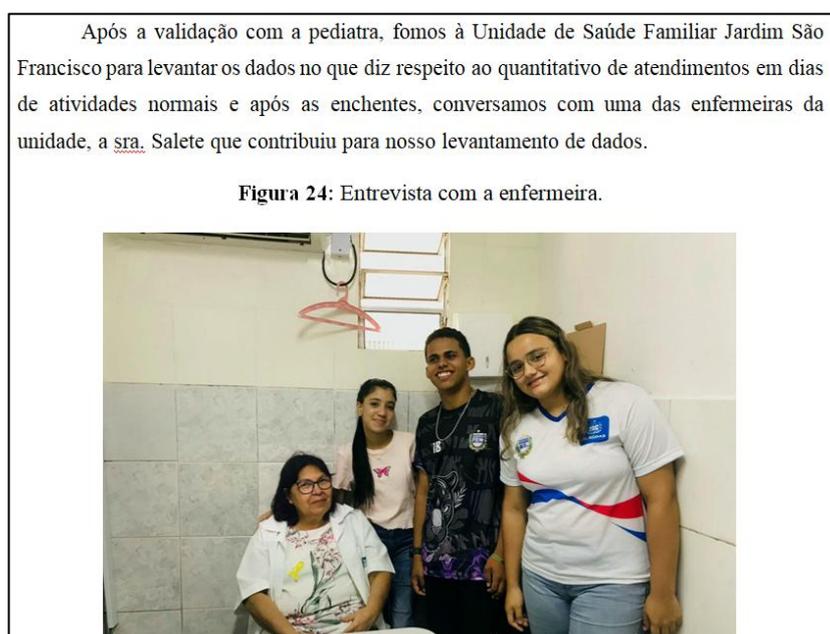
Neste cenário, ao articularmos essas tecnologias com a pesquisa-formação na cibercultura, o *App-Learning*, modo como chamamos os *saberes-fazeres* provenientes do uso de aplicativos nos processos de *aprendizagem ensino*, também pode ser utilizado nas pesquisas como dispositivos que registram por meio da escrita, da fotografia, de áudios e de vídeos o que é vivenciado na pesquisa (grifo das autoras, idem, p. 235).

Essa análise foi possível após a revisitação dos registros no grupo, o que possibilitou a recuperação de mensagens nesse momento da minha formação.

...o diário online se constitui em um dispositivo potencializador do dizer da formação e da pesquisa em processo de sua tessitura, possibilitando o registro de narrativas digitais possíveis de serem revisitados, ressignificados e publicizadas a partir da bricolagem com a pluralidade de vozes que habitam o espaço na relação com as inspirações epistemológicas e metodológicas de opção do pesquisador (idem, p. 236).

Além das narrativas digitais, o registro no relatório do projeto reafirma os progressos, como mostra o registro imagético da Figura 19.

Figura 19: Narrativa e sentido da proposta



Fonte: Arquivos dos praticantes da pesquisa (2023).

Após a entrevista com a enfermeira, novas reuniões foram realizadas para a construção do material orientador embasado em pesquisas bibliográficas e na entrevista com a pediatra, bem como a análise das contribuições e dos dados coletados com a enfermeira. A figura 22 expõe alguns momentos das reuniões em ambientes multirreferenciais.

Aqui retrato a relevância de compartilhar desses momentos juntos, pois ficou evidente algumas dificuldades de manuseio com alguns dispositivos digitais, principalmente nas montagens dos folhetos explicativos e P4 compartilhou no grupo a falta de domínio para elaborar materiais com textos e imagens.

Nesse momento, atuei como mediadora para desenvolver um ambiente colaborativo voltado para a transformação, baseando-se nas contribuições de Barbosa, Santos e Ribeiro (2017) quando afirmam que “mediação, problematização, colaboração, reflexão, interação, autoria, alteração e (trans)formação são algumas das noções que atribuímos sentido, quando

produzimos dados da pesquisa-formação junto com outros praticantes culturais nas redes digitais” (idem, p. 236). Passou a ter sentido para P4 saber usar as tecnologias e em minhas reflexões questionei-me sobre essa percepção da falta de interação em alguns ambientes digitais: “Será que ela já se importou em algum momento por não ter domínio sobre esses ambientes, ou a partir desse instante esse domínio passa a ter sentido para P4?”. Essa foi minha impressão imediata para compreender o que foi experienciado e P4 compartilhou que sempre teve vontade de aprender, mas não teve oportunidade. Com o desenvolvimento do projeto ela vislumbra que é seu momento de apreender a utilização dos dispositivos digitais. A Figura 20 reflete essas percepções.

Figura 20: Momentos de formação: orientações e pesquisa em ambientes ubíquos



Fonte: Arquivos dos praticantes da pesquisa (2023).

Foi na análise dos dados coletados com a pediatra e a enfermeira que vislumbramos a construção dos folhetos explicativos e a possibilidade de modelar matematicamente a situação.

6.4 Quarta etapa: orientações no desenvolvimento da Modelagem Matemática para uma nova concepção de Educação Matemática

Mesmo construindo uma atividade de ensino com intencionalidade, ainda não estava explícito o instante no qual a Modelagem Matemática fosse desenvolvida no projeto. Nosso intuito foi promover sua aplicação nos passos dessa atividade, pois Aguiar e Malheiros (2020) destacam que a Modelagem Matemática ainda não ocorre efetivamente nas salas de aula e citam alguns motivos, como: “a imprevisibilidade do que ocorrerá durante as aulas, a insegurança diante do novo, as cobranças tanto da parte dos pais quanto da gestão escolar ou ainda a falta de tempo para o cumprimento do currículo” (idem, p. 95).

Diante da possibilidade de realizar a modelagem, fui indagando-os sobre os dados fornecidos e de como poderíamos representá-los em linguagem matemática, essa é uma atividade que apresenta dificuldade, pois, segundo Burak (1992), o processo inicia quando há uma situação-problema em que se busca uma solução, porém, em situações reais, dificilmente o problema aparece bem definido.

Já foi mencionado na seção 3 da pesquisa algumas definições de estudiosos sobre a Modelagem Matemática; aqui farei menção apenas à concepção de Burak (1992, p. 62) que compreende a Modelagem Matemática como “um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer predições e a tomar decisões”, é a compreensão da realidade matematicamente.

A identificação de um “problema” acessível ao tratamento matemático é frequentemente longa e envolve muitas habilidades que não estão relacionados com a Matemática, como por exemplo, falar com pessoas não matemáticas na área do problema e procurar escrever qualquer literatura relevante são [...] aspectos importantes desta parte de Modelagem (grifo do autor) (idem, p. 64-65).

Com essas considerações, os praticantes mencionaram as informações e as contribuições para a análise e em seguida eles realizaram a montagem dos panfletos. Com base nas informações coletadas nas duas entrevistas com as profissionais da saúde, os estudantes elaboraram o trabalho produtivo por meio da instrução intelectual que, sob a perspectiva da Pedagogia histórico-crítica, é uma concepção socialista de educação – por ter envolvido o produto aos valores éticos e simbólicos.

As imagens foram escolhidas na internet e a justificativa para a construção veio por meio da entrevista com a comunidade para atender o objetivo geral da pesquisa.

Além de contribuir com o trabalho produtivo, as entrevistas também colaboraram com a construção da modelagem, conteúdos escolares (produção social), como mostra as Figuras 21, 22, 23 e 24.

Figura 21: Construção do material orientador 1

LEMBRENTES DOS PROBLEMAS RESPIRATÓRIOS, COM GRANDE PORCENTAGEM DOS CASOS NA COMUNIDADE VILA BREJAL.

1 SINTOMAS DA INALAÇÃO DO MOFO:

- Congestão nasal.
- Coriza.
- Espirros.
- Olhos irritados e lacrimejantes.
- Tosse.
- Chiado no peito.
- Coceira em olhos, nariz e garganta.
- Pele ressecada e com descamação.

2 O PRINCIPAL SEGREDO PARA PREVENIR MOFO É EVITAR A UMIDADE. MAS COMO FAZER ISSO:

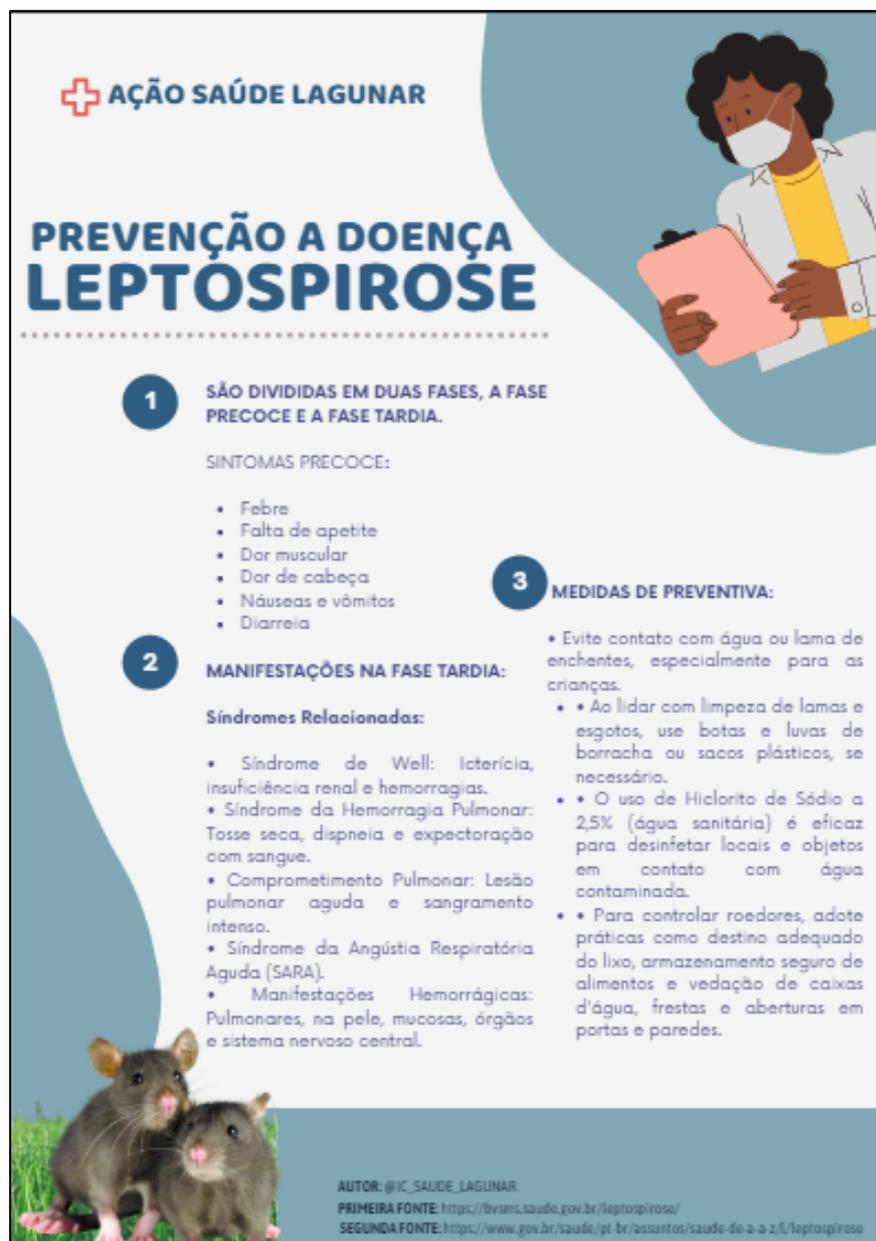
- Sempre abra as janelas e deixe o ar circular pela casa por pelo menos 30 minutos.
- Use saquinhos com sal grosso ou bicarbonato de sódio nos armários e outros móveis. Esses produtos ajudam a absorver a umidade.
- Não estenda roupas em casa. Se você mora em apartamento ou é dia de chuva, prefira lavar menos peças e entender na área de serviço. Pendure as roupas no varal com um cabide e deixe um espaço entre elas, para a secagem ser acelerada. O uso de ventiladores ou secadores facilita o processo.

ARTISA DE 2022 JULIANA
Fundo: https://bit.ly/3wz0v8m

AÇÃO SAÚDE LAGUNAR

Fonte: Arquivos dos praticantes da pesquisa (2023).

Figura 23: Construção do material orientador 3



AÇÃO SAÚDE LAGUNAR

PREVENÇÃO A DOENÇA LEPTOSPIROSE

1 SÃO DIVIDIDAS EM DUAS FASES, A FASE PRECOCE E A FASE TARDIA.

SINTOMAS PRECOCE:

- Febre
- Falta de apetite
- Dor muscular
- Dor de cabeça
- Náuseas e vômitos
- Diarreia

2 MANIFESTAÇÕES NA FASE TARDIA:

Síndromes Relacionadas:

- Síndrome de Well: Icterícia, insuficiência renal e hemorragias.
- Síndrome da Hemorragia Pulmonar: Tosse seca, dispneia e expectoração com sangue.
- Comprometimento Pulmonar: Lesão pulmonar aguda e sangramento intenso.
- Síndrome da Angústia Respiratória Aguda (SARA).
- Manifestações Hemorrágicas: Pulmonares, na pele, mucosas, órgãos e sistema nervoso central.

3 MEDIDAS DE PREVENTIVA:

- Evite contato com água ou lama de enchentes, especialmente para as crianças.
- Ao lidar com limpeza de lamas e esgotos, use botas e luvas de borracha ou sacos plásticos, se necessário.
- O uso de Hipoclorito de Sódio a 2,5% (água sanitária) é eficaz para desinfetar locais e objetos em contato com água contaminada.
- Para controlar roedores, adote práticas como destino adequado do lixo, armazenamento seguro de alimentos e vedação de caixas d'água, frestas e aberturas em portas e paredes.

AUTOR: @IC_SAUDE_LAGUNAR
 PRIMEIRA FONTE: <https://bvms.saude.gov.br/leptospirose/>
 SEGUNDA FONTE: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/l/leptospirose>

Fonte: Arquivos dos praticantes da pesquisa (2023).

Figura 24: Dados e possibilidades de modelagem

controle da umidade nas residências. Durante as enchentes, os profissionais de saúde atenderam a comunidade em escolas que serviram como abrigo temporário. Essa medida permitiu um atendimento ágil e apoio à comunidade.

Após as enchentes, o número de casos de escabiose e problemas respiratórios aumentou significativamente, passando de 1 a 2 casos por dia para mais de 30 a 40 em menos de uma semana. Isso é um indicador alarmante da gravidade da situação. Diante dos levantamentos nas entrevistas com a comunidade, com uma especialista, a pediatra, e com a servidora, enfermeira; conseguimos identificar dados que contribuem para nossa análise.

Fonte: Arquivos dos praticantes da pesquisa (2023).

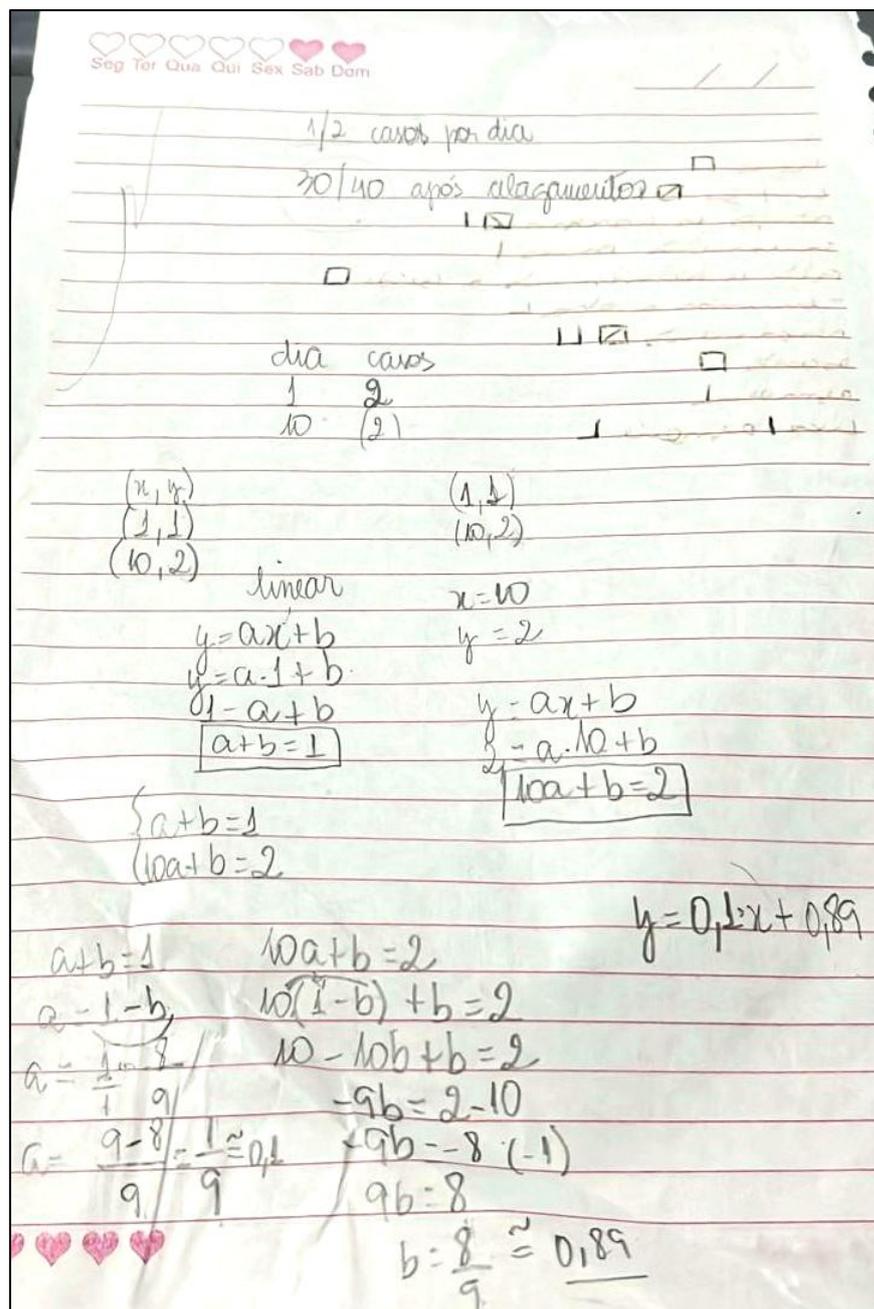
Ao identificar o problema que decorreu da narrativa da enfermeira, os praticantes começaram a desenvolver o trabalho de modelagem que, de acordo com Leontiev (2004), envolve: a formação humana e a produção; indicando quais objetos de conhecimento poderiam contribuir para a solução. Essa é a proposta mencionada por Anjos (2020) com base na concepção socialista sugerida por Dermeval Saviane: superação da contradição entre homem e trabalho, teoria e prática.

Logo, surgiu o questionamento de P2: *“Poderíamos utilizar funções do 1º grau para ver com os olhos da Matemática o nosso projeto?”*. Burak (1992) chama esse momento de separação dos aspectos essenciais, que tem por objetivo *“(...) simplificar o problema que, em geral, é complexo, por envolver muitos aspectos, alguns relevantes, outros, porém, insignificantes”* (idem, p. 65). Ao reconhecer esses aspectos, o autor afirma que é preciso transpor *“em entidades matemáticas e estabelecer relações entre essas entidades”* (idem, p. 65) e essas relações estabelecidas formam o modelo.

Nas aulas de Matemática, estávamos desenvolvendo funções e foi unânime que tentássemos trabalhar esse objeto de conhecimento, por estarem acessando esse conhecimento algébrico. Aplicando o que foi visto nas atividades de estudo, eles utilizaram o tempo como domínio e os casos como imagem e em seguida determinaram uma função afim que possuem as coordenadas em um dia, um caso, ou seja, (1, 1) e em 10 dias consideraram 2 casos, ou seja, (10,2).

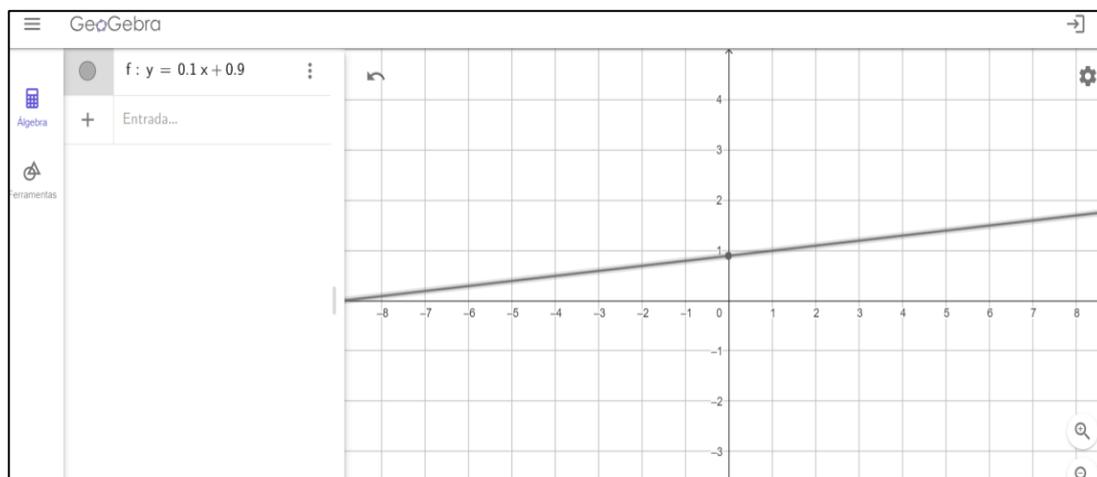
Em seguida, determinaram os coeficientes por meio de um sistema de equações do 1º grau. A Figura 25 mostra o primeiro modelo formulado pelos praticantes e o gráfico que corresponde a essa função.

Figura 25: Modelagem Matemática dos dados: modelo 1



Fonte: Arquivos dos praticantes da pesquisa (2023).

Utilizando a ferramenta digital GeoGebra, os alunos representaram graficamente a situação e vivenciaram a relação dos conceitos matemáticos com os dados obtidos. Porém, ao analisar o gráfico, perceberam que seu crescimento não estava em concordância com os dados fornecidos, pois o crescimento era muito rápido, o que não ocorreu com o gráfico do modelo inicial, conforme Figura 26.

Figura 26: Modelagem Matemática dos dados: gráfico 1

Fonte: Arquivos dos praticantes da pesquisa (2023).

Ao analisar a Modelagem com o gráfico, P1, P2 e P3 logo indagaram: “*Não é essa função, professora!*” Imediatamente os provoquei perguntando o porquê e P2 respondeu: “*Porque passando-se os dias o crescimento de atendimentos foi muito devagar, o eixo de x, né professora?*”, P3 complementou: “*O que não corresponde com o que a enfermeira disse*” e P1 contribuiu afirmando: “*Precisamos de uma situação que o crescimento seja mais rápido, pois, considerando o primeiro dia sem enchente e no segundo dia com enchente, ao se passar 7 dias o número de casos não subiu rápido*”.

Para investigar essa etapa, apropriei-me dos estudos de Zajarova e Botsmanova (2023) no que se refere às particularidades da reflexão na atividade de estudo, pois segundo as pesquisadoras, a reflexão é vista como “*habilidade do sujeito para distinguir, analisar e relacionar objetal a seus próprios modos de atividade*” (idem, p. 195).

Dessa forma, foi possível inferir que, do ponto de vista da especificidade da atividade de estudo, houve mudanças nos estudantes como sujeitos da atividade, por meio da função reguladora da reflexão diante das etapas da solução do modelo. As transformações nas etapas da solução surgiram da apropriação do saber objetivo produzido historicamente na sala de aula e as relações entre os dados do problema no projeto e as descobertas que fizeram mediados pela minha orientação. Logo, a análise da solução foi concluída e eles buscaram a regularidade nos passos.

6.5 Quinta etapa: Validação do modelo desenvolvido

Nesse instante, os estudantes superaram o concreto inicial (percepção) por meio da abstração (cálculos e gráfico) e passaram para o concreto real pensado quando foram capazes

de relacionar os saberes escolares a uma necessidade prática do projeto e que não havia relação desse modelo com a situação identificada no levantamento e análise dos dados. Burak (1992) chama esse processo de validação, pois “consiste em checar a formulação, as equações ou outras relações matemáticas com a situação inicial” (idem, p. 65) no caso, a validação viria pelo gráfico e eles logo descartaram esse primeiro modelo. Analisando esse processo sob a perspectiva da Modelagem Matemática como uma concepção de Educação Matemática exige:

dos professores e dos estudantes a sensibilidade de perceber o diferente. Perceber o diferente na Modelagem Matemática é a capacidade de dar voz a todos, compartilhando saberes e entender que, nessa concepção, não se trata de “erros” (Cortella, 2001; Cury, 1995; Pinto, 2000), mas da multiplicidade de significados que possa existir nas mais variadas “formas de vida” (Glock, 1998).

Mas, os conhecimentos matemáticos, tanto aqueles adotados pela cultura escolar, quanto aqueles convencionados e padronizados pelas diferentes culturas, e os valores associados a eles, não possuem autonomia própria, dependem de que alguém os produza e reproduza sob o ponto de vista de cada cultura, portanto são históricos e sociais, atribuindo a eles, em cada cultura, um significado simbólico (Caldeira, 2009, p. 39).

Foi então que questionei sobre que tipo de operação resultava em um crescimento de forma rápida e eles responderam que era a potenciação, logo os estudantes sentiram a necessidade de pesquisar sobre a função exponencial. Tal questionamento surgiu da dificuldade em solucionar o problema, então, introduzi o questionamento sugestivo, cujo objetivo, de acordo com Zajarova e Botsmanova (2023), era orientá-los na análise.

Nessa etapa, os estudantes aplicaram os conhecimentos já adquiridos nas aulas de Matemática e identificaram motivos para investigar novos conhecimentos durante o desenvolvimento dos trabalhos de Modelagem, como explica Barbosa (2004). Durante a pesquisa sobre a função exponencial surgiram alguns questionamentos, tais como: P3: “*Será que conseguiremos entender como esse cálculo pode nos ajudar?*” e P1 respondeu: “*Se no primeiro a gente viu que não deu certo, então a gente consegue ver novamente*”. Apesar de ser um conceito ainda não vivenciado por eles, havia a expectativa de entender e desenvolver com a finalidade de validar os dados. “Nesse sentido, tentar enxergar o ‘outro’ ou o ‘novo’ conhecimento matemático não deve implicar aceitá-lo passivamente, mas fazer com que tais conhecimentos possam conduzir o estudante a um lugar diferente de onde ele está” (grifo do autor) (Caldeira, 2009, p. 39).

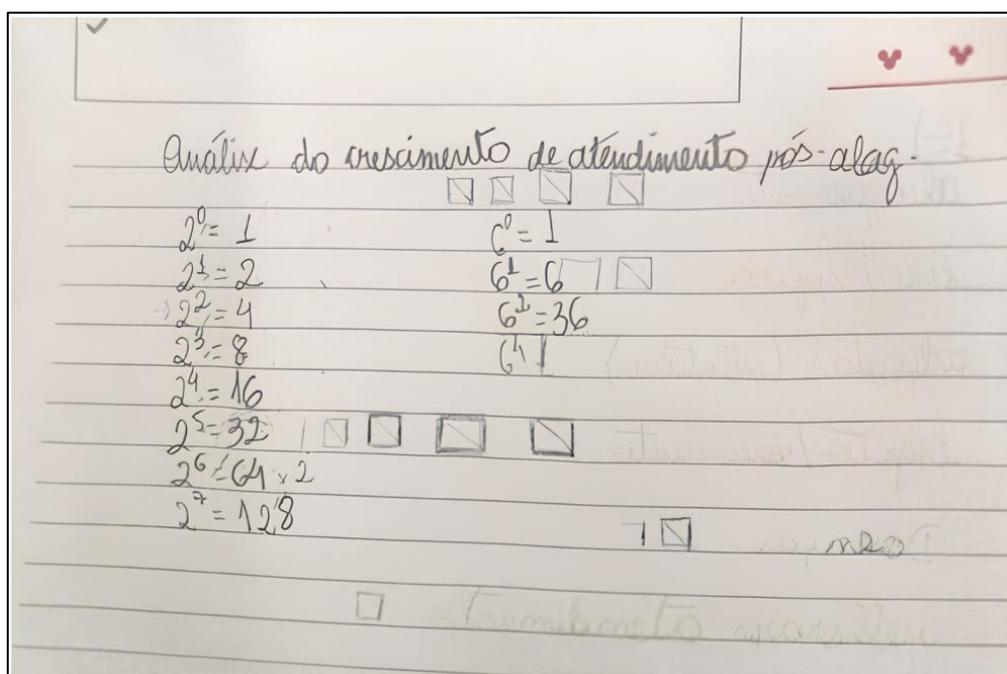
Em seguida, conforme minhas orientações, os estudantes começaram a desenvolver a função exponencial e resolveram testar o crescimento da função com base 2 e com base 6, sendo o número de dias representado pelo expoente. Quando realizaram os cálculos perceberam que se tratava de uma função exponencial de base 2, com o momento atual representado por 2^0 e 2^5 após 5 dias da enchente.

Essa etapa possibilitou o resgate histórico dos elementos que constituem os conceitos matemáticos abordados e a necessidade de pesquisar elementos que não haviam sido apresentados nas aulas de Matemática.

No que se refere ao tratamento da informação, a pesquisa sobre os conceitos estatísticos possibilitou uma nova visão da utilização dos seus procedimentos, visto que houve um motivo que os fizessem entrar em atividade para retomar e se apropriar de tais conhecimentos sistematizados em sua forma mais desenvolvida superando o concreto inicial para chegar às operações abstratas atingindo o concreto real pensado. Logo, vivenciaram o desenvolvimento de procedimentos estatísticos, de forma consciente, selecionando os que foram aplicados para a definição da problemática do projeto.

Foi possível também analisar a preservação das etapas de resolução por meio das funções, superando a repetição de procedimentos vistos em sala para incorporar modos de ação que os transformaram em sujeitos da atividade, gerando a produção do modelo e a formação do pensamento por conceitos. Anjos (2020) cita uma passagem de Newton Duarte sobre esse processo, que ao se apropriar da matéria transformada pelo próprio homem, “o processo de objetivação pode ser caracterizado como produção e reprodução da cultura da humanidade” (p. 181). A Figura 27 apresenta os modos de ação.

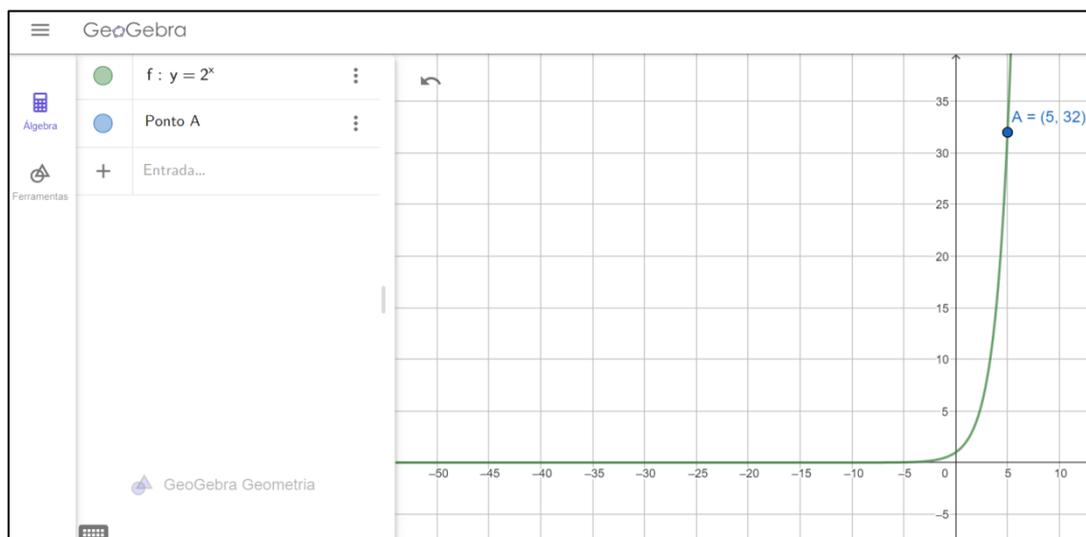
Figura 27: Modelagem Matemática dos dados: modelo 2



Fonte: Arquivos dos praticantes da pesquisa (2023).

Ao representar graficamente a função, os estudantes perceberam que seu crescimento estava em concordância com os dados fornecidos. A Figura 28 traz a representação gráfica do modelo 2.

Figura 28: Modelagem Matemática dos dados: gráfico 2



Fonte: Arquivos dos praticantes da pesquisa (2023).

O gráfico do modelo 2 conseguiu representar a situação descrita pela enfermeira - validação do modelo – que após as enchentes, a Unidade de Saúde passa de 1 a 2 atendimentos diários para 30 a 40 em menos de uma semana. Sobre a validação do modelo, Burak (1992) acrescenta que “(...) se um modelo é validado, tal validação é extensiva a uma grande escala de situações análogas. A validação pode, ainda, tomar outras formas, como a de um julgamento, com o objetivo de verificar se o modelo é ou não adequado para o propósito do problema em questão” (idem, p. 65).

Logo, o problema pode apresentar soluções diferentes, em outros momentos, “dependendo dos critérios estabelecidos pelo modelador ou solucionador e dos aspectos considerados da situação inicial” (idem, p. 65).

Vislumbrando as concepções da Pedagogia histórico-crítica, observamos os estudantes participando do processo, considerando os aspectos culturais e os valores que estão nesses conhecimentos. Isso ocorre porque “na perspectiva da Modelagem Matemática, como método, o estudante vê tais regras e convenções serem ‘aplicadas’ a contextos da sua realidade, favorecendo uma maior participação aos estudantes no processo educacional” (grifo do autor) (Caldeira, 2009, p. 45).

A Modelagem Matemática foi desenvolvida como ação de estudo resultando em um produto social, o que “permitiu transformar o aspecto operacional na solução, no objeto particular de assimilação, e realizar a transição necessária da visualização concreta para o estudo das relações substanciais dos objetos técnicos e dos modos de orientação neles” (Faraponova, 2023, p. 181). Dessa forma, identificamos indícios de superação do pensamento por complexos alcançando o pensamento conceitual, Anjos e Duarte (2016) afirmam ser alternância entre os pensamentos sincrético e conceitual.

Com a Modelagem Matemática (produto social) realizada para o caso específico do Projeto de Pesquisa e o trabalho produtivo que tem a intenção de contribuir para atingir o seu objetivo geral, identificamos que seria viável divulgar o que conseguimos desenvolver.

6.6 Sexta etapa: apresentação dos resultados no meio acadêmico, na comunidade escolar e para a sociedade

Durante o processo, surgiu a oportunidade de participar da IV Feira de Ciências de Alagoas - FECiAL 2023: Ações para o fortalecimento da educação ambiental nas escolas. Em consenso, decidimos nos inscrever para concorrer na sessão de seleção para bolsas de Iniciação Científica Júnior ICJ/CNPq do Programa Faça Ciência na Escola; essa feira foi promovida pelo Centro de Estudos Superiores de Maceió – Cescmac, na qual as vinte melhores propostas de projetos de pesquisa e/ou extensão seriam premiadas com bolsa para os estudantes.

Foram 34 projetos aprovados para participação e o projeto desenvolvido pelos estudantes foi aprovado para participação e a nossa proposta foi a oitava melhor da Feira o que resultou na conquista da bolsa ICJ/CNPq. A Figura 29 retrata a apresentação na FECiAL 2023, no lado esquerdo e a conquista da bolsa, no lado direito.

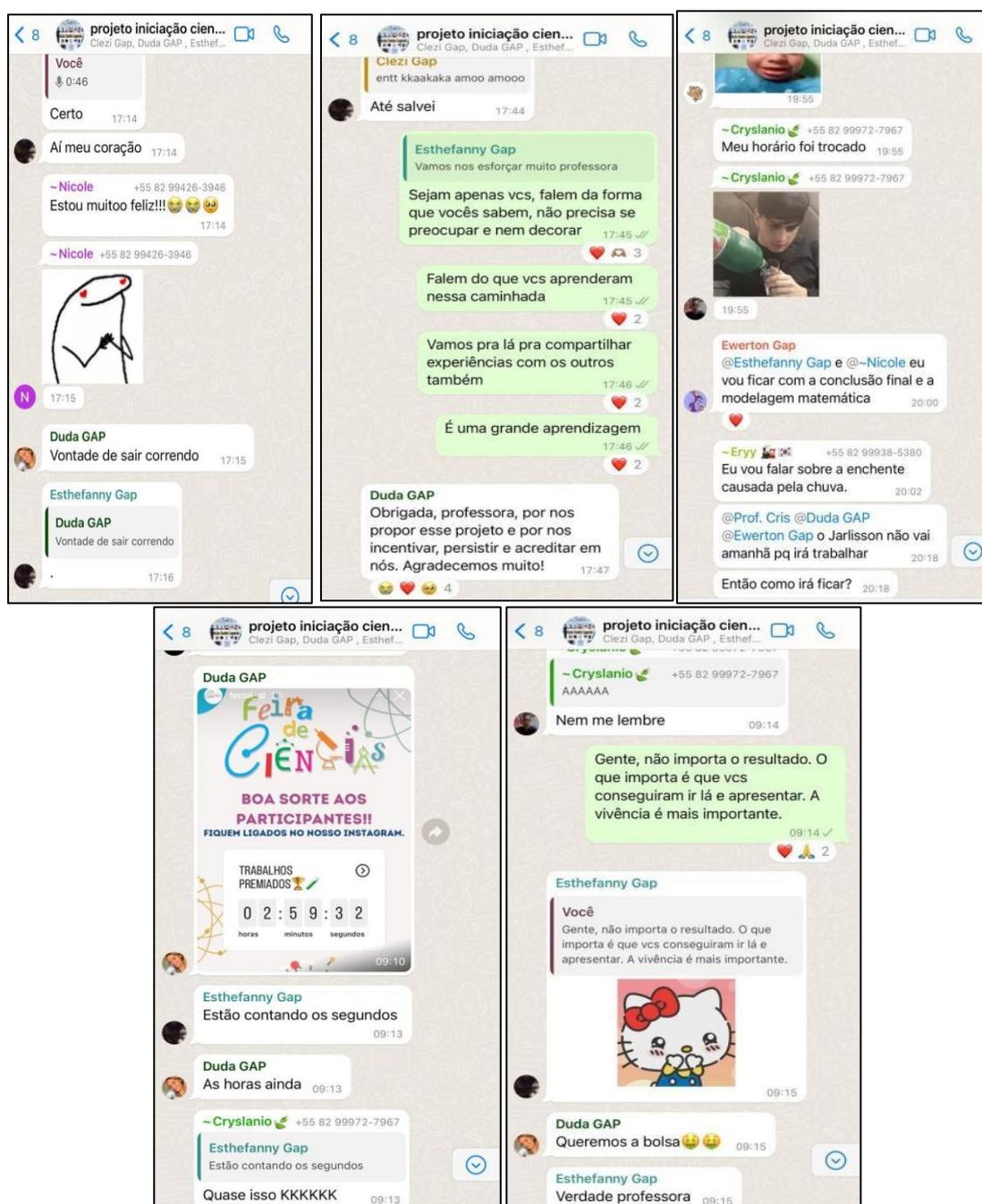
Figura 29: Participação na feira e conquista da bolsa ICJ/CNPq



Fonte: Arquivos dos praticantes da pesquisa (2023).

Da apresentação até sair o resultado, houve muita expectativa nas narrativas registradas no grupo, onde é possível perceber o quanto as expectativas e o sentido desse projeto mudaram a vida deles; a ansiedade ficou tão explícita que acredito ser importante expor alguns registros, conforme Figura 30, desse momento porque esse universo da ciência era, até então, desconhecido para eles e, com a conclusão de cada etapa, foi notório o progresso deles e o amadurecimento em relação ao fazer ciência.

Figura 30: Expectativas dessa imersão



Fonte: Arquivos dos praticantes da pesquisa (2023).

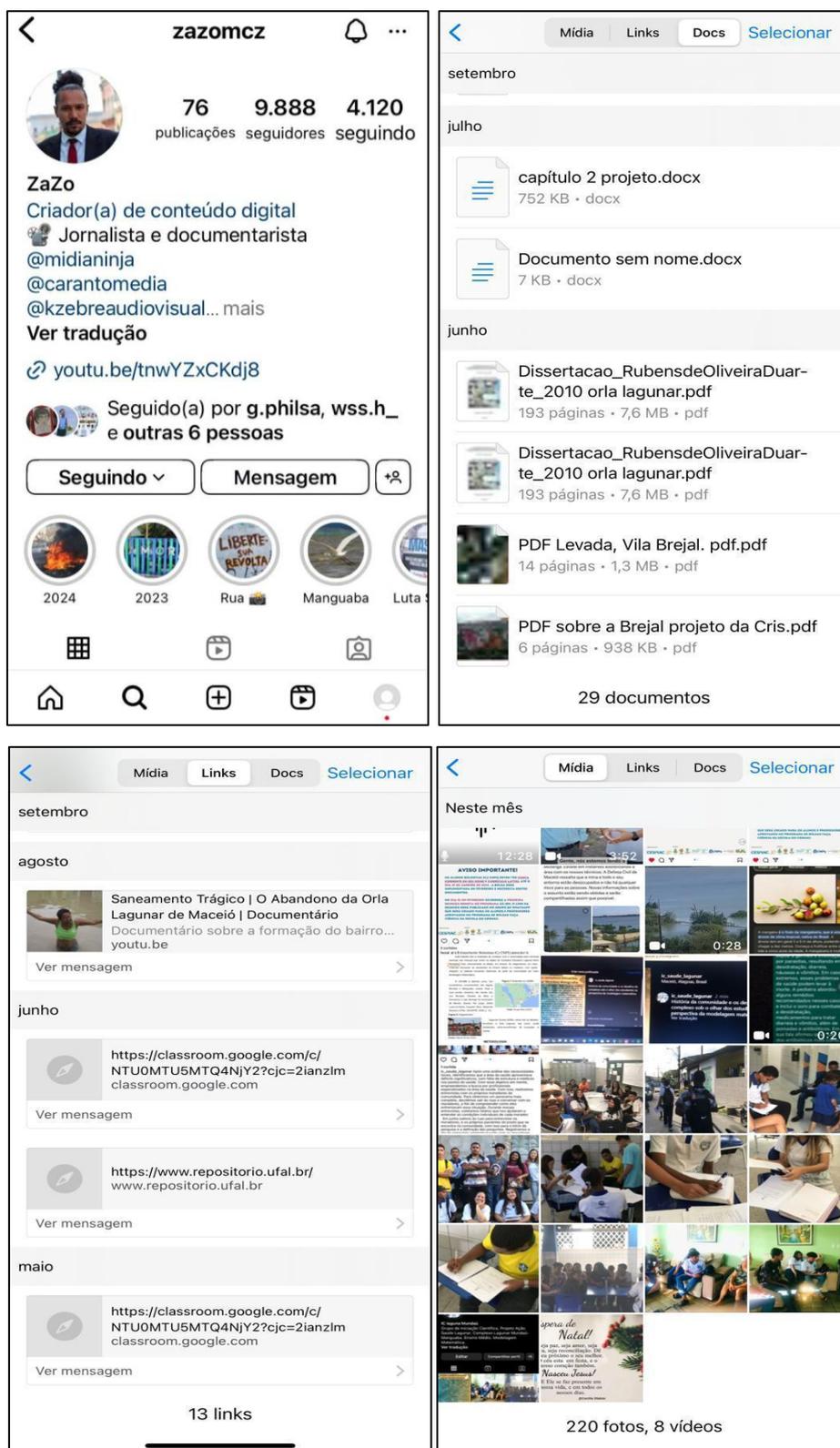
Apesar de conseguirem responder o problema do projeto e alcançar o objetivo geral, os estudantes decidiram dar continuidade ao projeto, adicionando novos motivos e buscando desenvolver outras ações, logo as reuniões continuam com as ações que serão desenvolvidas na comunidade. Ressalto que, para o propósito que motivou essa pesquisa foi encerrado. Atualmente eles pretendem realizar palestras sobre o conteúdo abordado nos folhetos explicativos e seguem aperfeiçoando o relatório; também vislumbram novas possibilidades para as ações e até em formar parcerias em prol da comunidade.

Diante da decisão do grupo em dar continuidade e ir além do trabalho pedagógico identificamos as neoformações, pois houve uma reestruturação realizada dentro do processo que promoveu o desenvolvimento das funções psíquicas superiores, como menciona Anjos (2020) embasado nas pesquisas de Leontiev (2004), “a apropriação da cultura e a objetivação a partir do que foi apropriado provocam a formação de novos órgãos funcionais ou neoformações” (p. 183).

Dessa forma, o trabalho pedagógico possibilitou, de acordo com o Anjos (2020), o desenvolvimento de relações que se constituíram em princípios de uma sociabilidade oposta ao mundo neoliberal, pois não houve individualismo nas decisões, nem competições. Percebeu-se, então, a relação entre os pares, a comunicação íntima pessoal mediada pelo ser mais experiente: a professora-orientadora. A transmissão dos conteúdos sistematizados e das orientações no desenvolvimento do projeto foram bases para a apropriação permanente do conhecimento, conforme os pressupostos teóricos da Pedagogia histórico-crítica.

Em relação aos ambientes de desenvolvimentos das atividades, ao utilizar o aplicativo *WhatsApp* compartilhamos diversos tipos de mídias em modo cronológico; abaixo tem-se o agrupamento dessas mídias às quais recorreremos para desenvolver as etapas do projeto de pesquisa e do relatório, bem como os diários de pesquisa/formação e de bordo. Foram 29 documentos entre reportagens escritas, artigos, dissertações para a construção do projeto de pesquisa e do relatório; 13 links entre acessos no *Instagram*, repositórios, documentários e formulários; 220 imagens do desenvolvimento das etapas do projeto e alguns vídeos sobre o tema; a Figura 31 expõe essas informações.

Figura 31: Mídias compartilhadas no grupo do dispositivo *WhatsApp*



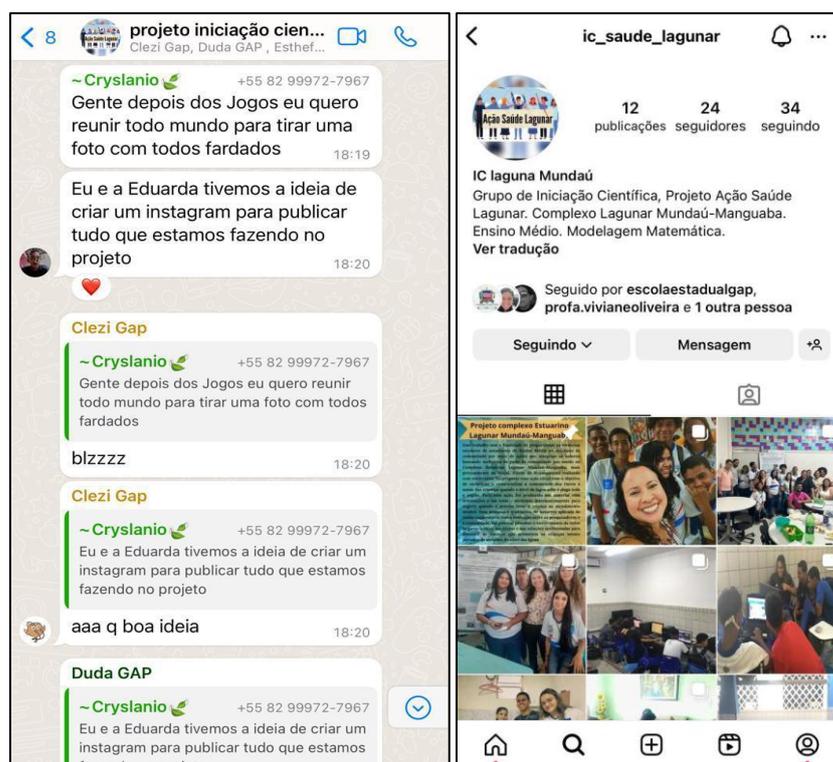
Fonte: Arquivos dos praticantes da pesquisa (2023).

O aplicativo *WhatsApp* foi essencial para servir de repositório de fontes de pesquisas

que os praticantes da pesquisa foram selecionando para a construção dos materiais necessários à nossa pesquisa.

Também foi possível vivenciar o compartilhamento em rede das mídias e narrativas construídas no Instagram com a criação de uma conta do projeto que está em desenvolvimento pelo grupo, a intenção é de tornar pública cada ação desenvolvida até o momento e os próximos passos, como mostra a Figura 32.

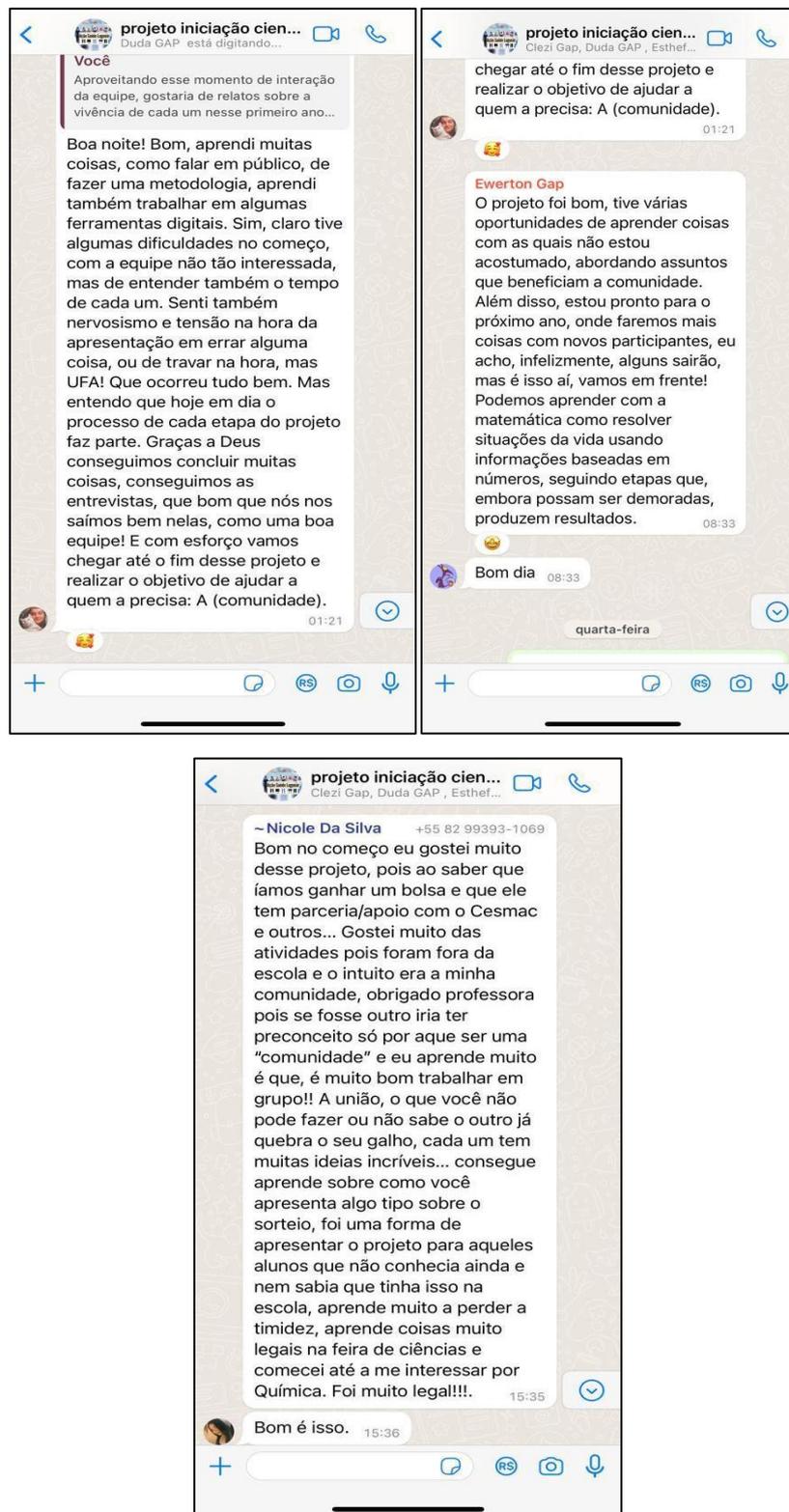
Figura 32: Divulgação em outras redes sociais



Fonte: Arquivos dos praticantes da pesquisa (2023).

Antes da aplicação do questionário para avaliar a participação dos praticantes no projeto, solicitei que eles realizassem um relato da vivência de cada um durante esse primeiro ano do projeto, pois “Navegar pelos diálogos pesquisados propõe uma leitura plural do objeto de interesse. Conseguimos encontrar e estabelecer relações entre conversas em grupo ou individuais sobre o assunto, possibilitando, desta forma, coautoria e diálogo” (Barbosa; Santos; Ribeiro, 2017, p. 248); logo, busquei no relato de cada um dos praticantes a sua própria autoria e sua participação, o sentido de desenvolver o projeto e como foi participar desse grupo de pesquisa. A Figura 33 traz alguns desses registros.

Figura 33: Possibilidades de autoria e diálogo



Fonte: Arquivos dos praticantes da pesquisa (2023).

Na última etapa proposta na pesquisa, os praticantes foram convidados a responder um questionário para análise, partindo da observação participante e do processo evolutivo na

participação das propostas e nos diálogos ou narrativas produzidos durante a comunicação ubíqua.

Dos 12 participantes, 02 não devolveram o questionário, 06 utilizaram o dispositivo de comunicação *WhatsApp* para enviar suas respostas e 04 preferiram o material impresso com respostas escritas manualmente. O questionário semiestrutural foi realizado em forma de entrevista direcionada aos participantes para analisar seu desenvolvimento durante o projeto de Iniciação Científica e outros aspectos de sua aprendizagem.

Os itens I e II referem-se aos dados da Pesquisa e do entrevistado, respectivamente, o item III refere-se às perguntas. Em relação à pergunta 1. Quais atividades desenvolvidas no Projeto de Iniciação Científica para solucionar o problema escolhido na comunidade? A resposta foi unânime: todos descreveram as etapas desenvolvidas, desde as entrevistas até a produção dos panfletos, logo, 100% dos praticantes conseguiram compreender as etapas que eram atividades que chegariam à solução do problema.

Em relação à pergunta 2. O que você identificou da aplicação da Matemática na realização da solução do Projeto de Iniciação Científica desenvolvida pela equipe? 50% realizaram a descrição do levantamento dos dados e da construção das tabelas nas entrevistas realizadas na comunidade para identificar o produto que precisariam desenvolver.

Em relação à pergunta 3. Que tipo de Modelagem Matemática você aplicou nas etapas do Projeto? Apenas 33% conseguiram descrever o processo de construção da Modelagem Matemática, os que descreveram são os mesmos que desenvolveram os cálculos e a análise do gráfico; ou seja, no que se refere às perguntas 2 e 3, eles apreenderam da Matemática as etapas que vivenciaram.

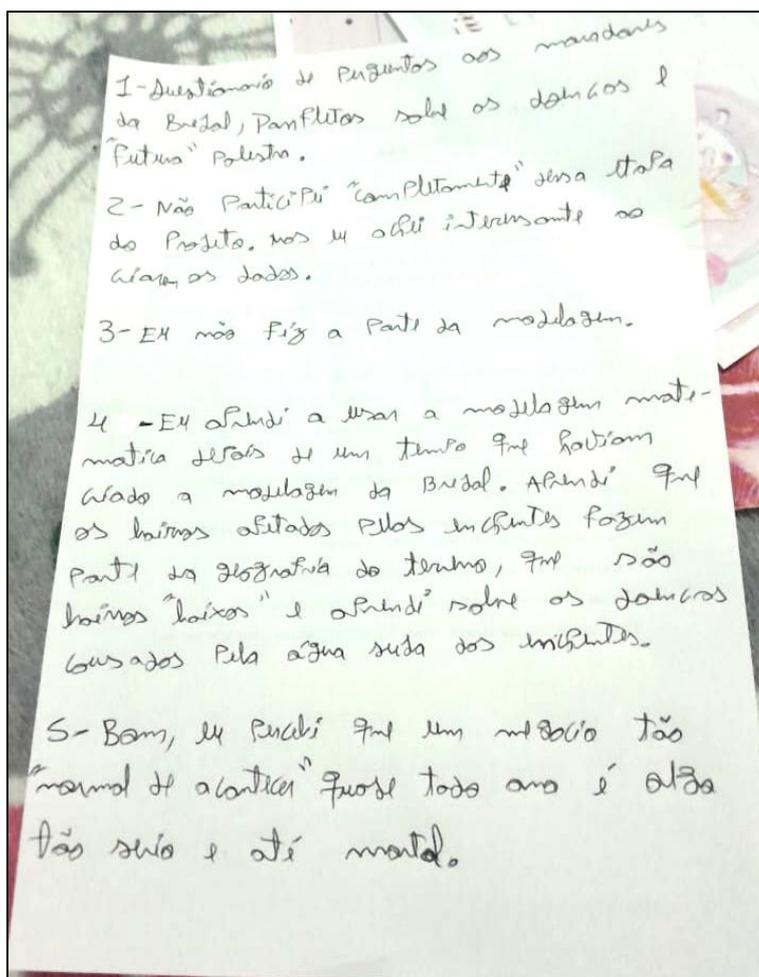
Em relação à pergunta 4. O que você aprendeu ao realizar um Projeto de Iniciação Científica? 100% narraram sobre a valorização do seu lugar, de pertencimento da cultura e da história de sua comunidade, de como contribuir para a sua melhoria embasando-se nos estudos das necessidades e no embasamento teórico e de como é difícil o trabalho em grupo, mas que conseguiram compreender o tempo de cada um; 40% associou os conhecimentos escolares aplicados às melhorias na comunidade; 50% abordou o desenvolvimento da fala em público, referindo-se à apresentação na feira; 20% da experiência que vão levar para sua vida pessoal e profissional.

Em relação à pergunta 5. De que maneira a realização do Projeto de Iniciação Científica contribui na sua vida? 100% mencionaram estarem mais responsáveis com os estudos e com as atividades pessoais e escolares, também retrataram estarem mais conscientes

das dificuldades enfrentadas na comunidade, no olhar para o próximo; 20% vislumbrou a possibilidade de continuar seus estudos ingressando em um curso de nível superior.

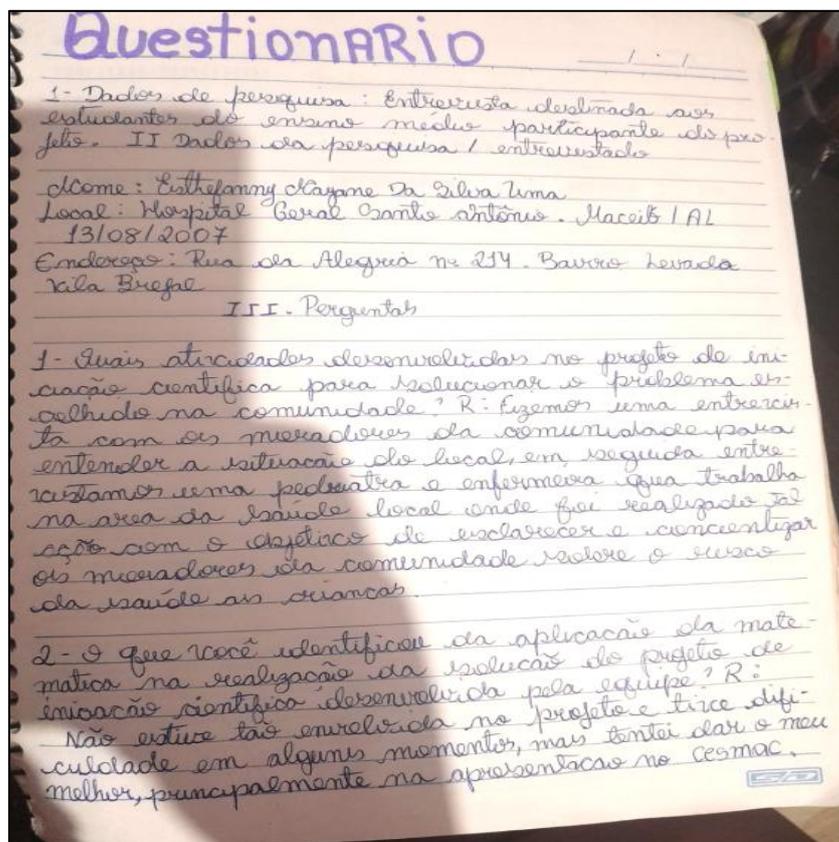
A observação diante dos resultados desse questionário semiestrutural traz evidências de que os praticantes evoluíram durante o desenvolvimento do projeto. No primeiro questionário aplicado, as respostas foram simplificadas, como mencionado no começo desta seção. As respostas que obtive com a aplicação do questionário para a finalização foram melhor narradas, com inferências detalhadas dos processos do projeto desenvolvido por eles, bem como da relevância dos conceitos da Matemática na tomada de decisões para a elaboração do produto e o estudo do problema para a solução que contribui para atingir o objetivo geral. Nas Figuras 34, 35 e 36 destaco algumas narrativas contidas nos questionários.

Figura 34: Autorias e diálogos 1



Fonte: Arquivos dos praticantes da pesquisa (2023).

Figura 35: Autorias e diálogos 2



2. O que você identificou da aplicação da Matemática na realização da solução do Projeto de Iniciação Científica desenvolvida pela equipe? Que tínhamos um fator X que proporcionar mais casos em determinada época do ano.

3. Que tipo de Modelagem Matemática você aplicou nas etapas do Projeto? Que era uma função de base 2, que crescia rapidamente como os casos ocorridos.

4. O que você aprendeu ao realizar um Projeto de Iniciação Científica? Que dar pra resolver situações do dia a dia com a matemática de forma simples e com processos um pouco demorado.

5. De que maneira a realização do Projeto de Iniciação Científica contribui na sua vida? Me ajudou bastante a entender matemática de forma física do que só teórica

Fonte: Arquivos dos praticantes da pesquisa (2023).

Figura 36: Autorias e diálogos 3

| |
|---|
| <p>III. Perguntas</p> <p>1. Quais atividades desenvolvidas no Projeto de Iniciação Científica para solucionar o problema escolhido na comunidade? Nossa primeira iniciativa foi abordar os moradores para coletar seus depoimentos. Assim, realizamos nossa primeira atividade em grupo, indo às ruas para recolher os depoimentos dos moradores e analisar suas preocupações em relação à saúde e à vida diária na comunidade. Com base nisso, elaboramos um questionário para os profissionais de saúde, a fim de obter orientações para desenvolver nosso produto final. Com todas as informações em mãos, criamos três panfletos voltados especialmente para os moradores e pacientes, incluindo figuras explicativas, já que muitas pessoas na comunidade não sabem ler nem escrever. Fizemos isso com muita dedicação e carinho!</p> |
| <p>4. O que você aprendeu ao realizar um Projeto de Iniciação Científica? Trabalhar em grupo, matemática, desigualdade social.</p> <p>5. De que maneira a realização do Projeto de Iniciação Científica contribui na sua vida? Sim, me fez me interessar Nos estudos, e conhece outros projetos no Cesmac Aonde me interessei por Química.</p> |
| <p>2. O que você identificou da aplicação da Matemática na realização da solução do Projeto de Iniciação Científica desenvolvida pela equipe? De primeira, notei algumas dificuldades minhas e da equipe, pois tudo era muito novo e feito com empenho por cada um, com todos fazendo sua parte, mas trabalhando em equipe. Sempre buscávamos o melhor para a comunidade, querendo mostrar clareza em tudo que explicávamos para as pessoas que não tinham ideia do nosso projeto e objetivo final.</p> |
| <p>3. Que tipo de Modelagem Matemática você aplicou nas etapas do Projeto? Na primeira etapa participaram da entrevista 38 membros da comunidade e depois de coletar todas as informações relatadas pelos moradores nós realizamos o levantamento das informações. Entre os problemas mais citados, temos como resposta para a primeira pergunta: Quais as dificuldades observadas na comunidade atualmente? Alagamentos com 35 citações o que equivale a mais de 92% das respostas; saneamento os entrevistados afirmaram que a conscientização da comunidade é o primeiro passo para melhorar o ambiente em que vivem. A Figura 22 retrata a realização do levantamento dos dados. Já na última etapa foi realizada a análise qualitativa dos dados que os praticantes realizaram o levantamento das informações relevantes para construção dos folhetos explicativos. Usando a regra de 3.</p> |

Fonte: Arquivos dos praticantes da pesquisa (2023).

Logo, diante da análise das narrativas e das respostas apresentadas no questionário, é possível concluir que os praticantes da pesquisa envolveram-se em uma proposta que buscou o comprometimento do grupo em uma atividade cuja finalidade era de reconhecer os aspectos históricos e culturais de sua comunidade para compreender as suas necessidades diante dos aspectos naturais decorrentes da produção humana. Iniciou-se, então, um trabalho de desalienação, conforme menciona Mizukami (1986), pois é preciso ajudar a explicar as desigualdades econômicas que se desdobram na desigualdade de acesso à cidade (ao espaço geográfico) e aos serviços públicos (de moradia, saneamento, saúde, educação), diante do problema das enchentes na região lagunar e as doenças advindas das condições de vida.

Os praticantes, sob a perspectiva da Pedagogia histórico-crítica, realizaram um trabalho produtivo unido à instrução intelectual – por destacar a relevância da consciência e da reflexão na execução das atividades que foram além da prática, pois envolveu valores éticos e simbólicos dos objetivos – e – por envolver a formação, a produção e transmissão do saber, pois puderam compreender a natureza sob o olhar dos elementos culturais produzidos – ou seja, houve o estudo local, a escuta dos moradores identificando as necessidades, a compreensão dos eventos naturais e sua relação com a modificação do ambiente pela produção humana, a aplicação do saber sistematizado (fundamentos algébricos – funções) na ação identificada para chegar ao objetivo.

Posteriormente, foi possível perceber a ampliação dessa relação: compreensão da natureza e produção dos elementos culturais pela humanidade, com a apreensão do saber escolar, para a formação e transmissão do saber. Esse entendimento ficou explícito quando a Modelagem Matemática foi um instrumento facilitador da relação entre os praticantes culturais e a Matemática que, segundo Caldeira (2009), se apresentou como uma necessidade e se fez uso dela para compreender melhor a situação da realidade.

Tal processo de formação foi construído em ambientes multirreferenciais, por meio da utilização de dispositivos digitais que registraram suas práticas cotidianas sendo incentivados em todo o processo, e assim, contribuindo para as narrativas dos praticantes e a análise dos dados da pesquisa.

Os próximos passos do projeto estão voltados às ações na comunidade.

7. PRODUTO EDUCACIONAL

Na seção 6, foi apresentado o desenvolvimento do Projeto de Iniciação Científica, resultado dessa pesquisa, chamado: “COMPLEXO ESTUARINO LAGUNAR MUNDAÚ-MANGUABA: A história da comunidade e os desafios do complexo sob o olhar dos estudantes na perspectiva da Modelagem Matemática”. Nesta mesma seção, encontram-se também os resultados desse projeto elaborado pelos estudantes-praticantes da pesquisa.

Analisando todo o processo, foi possível identificar o que Giardinetto (2020) conceitua como a lógica das relações, processo pelo qual os estudantes-praticantes foram se apropriando das etapas à medida que o projeto se desenvolvia e, paralelamente, os conceitos matemáticos emergiam para superar as necessidades de cada etapa, o que proporcionou a apreensão dos conceitos enquanto relações.

Ao identificar os conceitos matemáticos que fariam parte da resolução do problema planejamos, intencionalmente, os possíveis modelos matemáticos a serem utilizados e reflexões do processo que possibilitaram a construção do modelo. A Modelagem Matemática não enfoca todos os objetos de conhecimentos para a aprendizagem escolar. Portanto, o professor-orientador deve planejar, de forma sistematizada, para alcançar a contribuição do modelo matemático na aprendizagem de modo que auxilie na compreensão dos saberes escolares.

Nessa perspectiva, o projeto propiciou aos praticantes aplicarem as particularidades nos procedimentos matemáticos, por meio de seu resgate no ambiente escolar o que levou, segundo Giardinetto (2020), a história dessas práticas matemáticas, ou seja, de suas origens em seus aspectos essenciais.

A reflexão sobre esses resultados e as inúmeras possibilidades que poderão resultar em outras Modelagens Matemáticas nos levou a organizar uma sequência de ensino que pode possibilitar a lógica das relações com atividades/etapas direcionadas, que indiquem as ações dos estudantes de modo a promover o progresso dos conceitos.

Ademais, a sequência de ensino foi idealizada como um instrumento que colabore para que os estudantes-praticantes adquiram autonomia, criatividade e criticidade, além de serem capazes, de acordo com as concepções da Pedagogia histórico-crítica, de manifestar em suas múltiplas determinações, para além de seus interesses imediatos. Ou seja, tornem-se estudantes concretos. “O aluno concreto é aquele indivíduo inserido na realidade histórico-social concreta” (Anjos, 2020, p. 189). O autor afirma que nem sempre o adolescente expressa

interesses concretos e cabe à educação escolar produzir nele a necessidade de apropriação das objetivações genéricas para si.

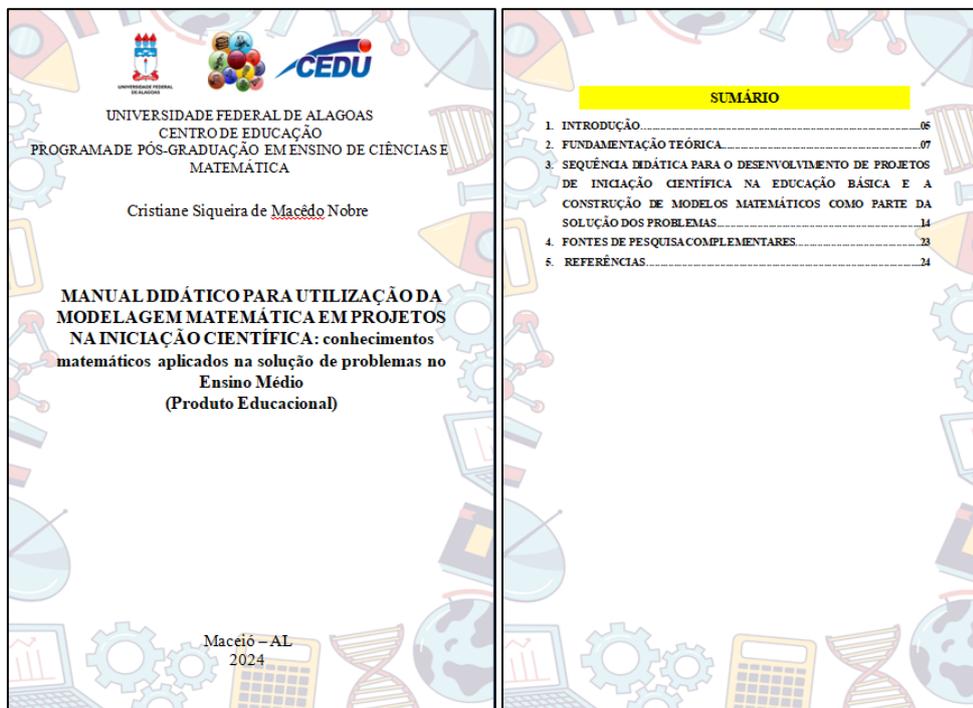
O produto educacional utilizado pertence à categoria de Material Didático e Instrucional (sequências didáticas, manuais, guias e outros) (APCN 46, 2019).

Essa sequência de ensino foi disponibilizada em um manual didático, a ser disponibilizado *on-line* no acervo do PPGEICIM da Ufal, sendo este produto educacional resultado da pesquisa. De acordo com Aguiar, Junger e Schimiguel (2024), os produtos educacionais possuem elementos que oportunizam a pesquisa na formação docente e são “caracterizados como ferramentas pedagógicas, elaboradas pelos próprios profissionais em formação que comportam conhecimentos organizados objetivando viabilizar a prática pedagógica” (Aguiar; Junger; Schimiguel, 2024, p. 75).

7.1 Apresentação do produto educacional: Manual didático para utilização da Modelagem Matemática em Projetos de Iniciação Científica na Educação Básica

O produto educacional intitulado “Manual didático para utilização da Modelagem Matemática em Projetos de Iniciação Científica na Educação Básica”, resultado dessa pesquisa está estruturado em quatro seções: “Introdução”; “Fundamentação Teórica”; “Sequência didática para o desenvolvimento de Projetos de Iniciação Científica na Educação Básica e a construção de modelos matemáticos como parte da solução do problemas”; “Fontes de pesquisa complementares”; além das “Referências”; como mostra a Figura 37.

Figura 37: Capa e sumário do produto educacional “MANUAL DIDÁTICO PARA UTILIZAÇÃO DA MODELAGEM MATEMÁTICA EM PROJETOS NA INICIAÇÃO CIENTÍFICA: conhecimentos matemáticos na solução de problemas no Ensino Médio”



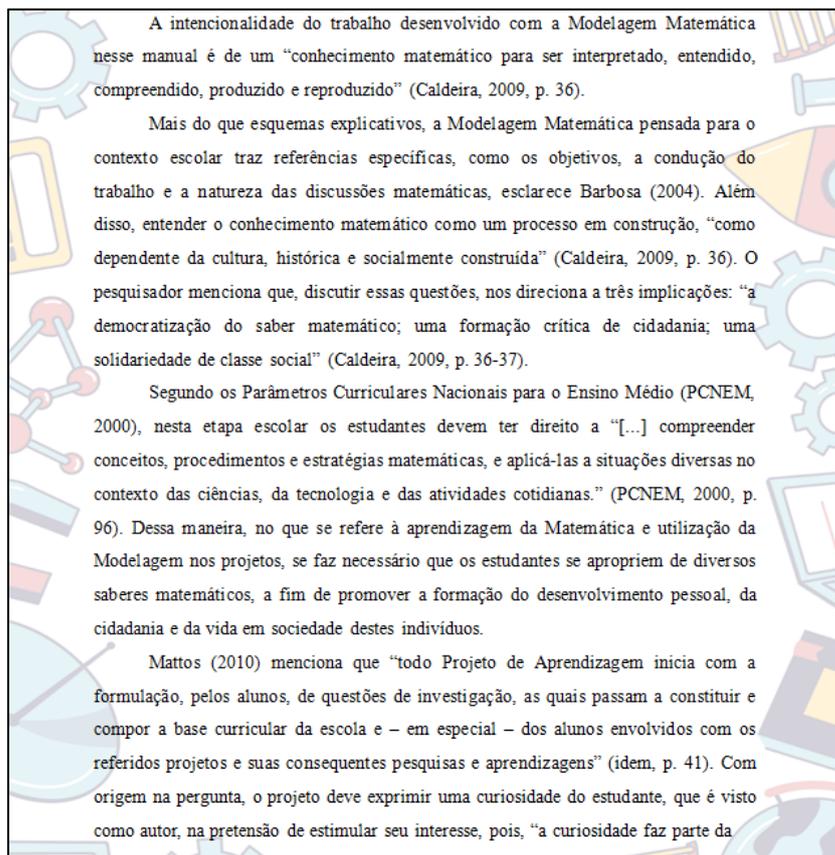
Fonte: Elaborados pela autora (2024).

Na seção “Introdução” consta o problema que norteou a pesquisa e resultou nesse produto educacional, além de algumas considerações sobre como a Modelagem Matemática integra a Matemática às outras áreas do conhecimento no processo de ensino e aprendizagem, aborda a importância de desenvolver o pensamento científico e o desenvolvimento de projetos de Iniciação Científica. Esses temas podem relacionar-se para a superação da dicotomia entre a teoria e a prática e são refletidos com embasamento na Psicologia histórico-cultural e na Pedagogia histórico-crítica, ambas defendem “que a educação escolar deve superar as concepções naturalizantes sobre a adolescência e valorizar a transmissão dos conteúdos científicos, filosóficos e artísticos, conteúdos não cotidianos, a fim de possibilitar o desenvolvimento dos alunos” (Anjos, 2020, p. 202).

A seção “Fundamentação teórica” aborda a relevância da Modelagem Matemática no ensino da Matemática com seu conceito sob as considerações de autores que trazem pesquisas basilares para esclarecer e transmitir a Matemática considerando a relação entre o conhecimento e as práticas sociais que, segundo Duarte (1984), é um dos instrumentos para compreensão e transformação da sociedade.

Ainda nessa seção menciona-se a Modelagem Matemática pensada para o contexto escolar, sob a visão do referencial teórico já mencionado e uma passagem pelo texto dos PCNEM (2000), conforme Figura 38.

Figura 38: Modelagem Matemática pensada para o contexto escolar



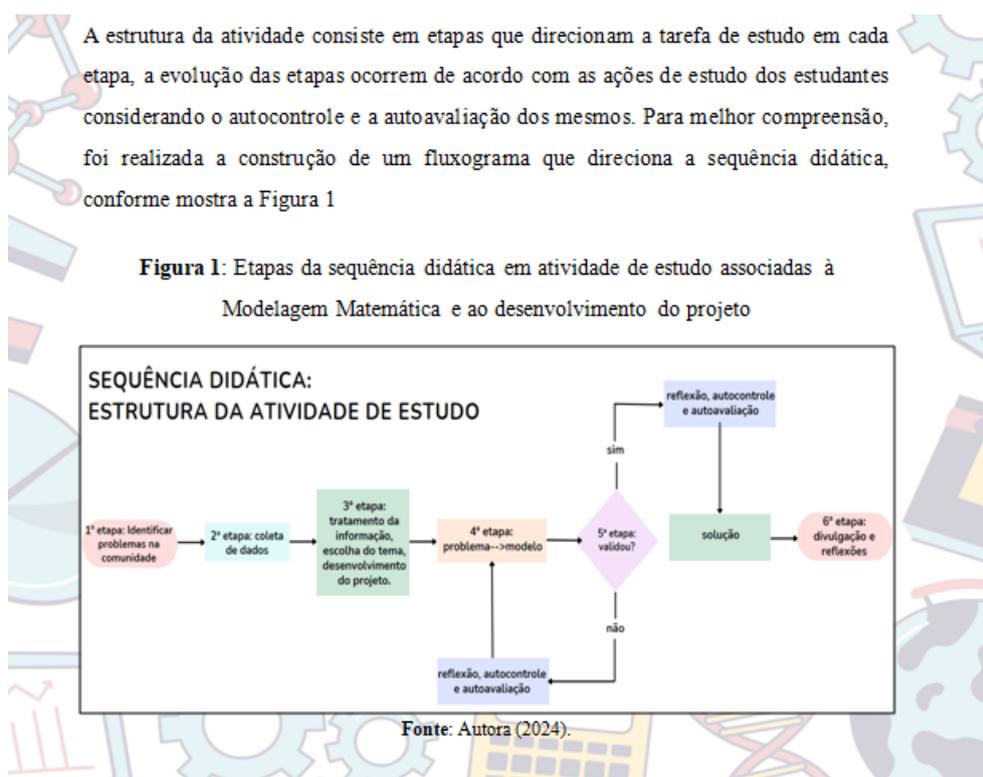
Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Dando seguimento, a seção traz também a relação do desenvolvimento dos projetos sob a perspectiva de um ensino intencional e sistematizado que exija do professor o conhecimento dos aspectos sociais e culturais dos estudantes, bem como identificar as necessidades que os motivem a relacioná-las ao objeto, pois “a atividade de ensino, como materialização dos objetivos e conteúdos, define uma estrutura interativa em que os objetivos determinam conteúdos, e estes por sua vez, concretizam esses mesmos objetivos na planificação e desenvolvimento de atividades educativas” (Moura, 1996, p. 30).

Essa seção finaliza com as contribuições da teoria histórico-cultural e o educar pela pesquisa que é um princípio básico do ensino, segundo Güllich (2007). O pesquisador aborda que utilizar-se do método científico possibilita a interação entre as áreas do conhecimento e a sociedade originando conceitos.

A seção “Sequência Didática para o desenvolvimento de Projetos de Iniciação Científica na Educação Básica e a construção de modelos matemáticos como parte da solução dos problemas” foi elaborada conforme a concepção da atividade de estudo e traz sua estrutura, bem como seu conceito. A Figura 39 traz essa sequência didática em atividade de estudo.

Figura 39: Sequência didática e a estrutura da atividade de estudo



Fonte: Elaborada pela autora (2024).

Logo, a sequência didática foi elaborada e embasada na teoria da atividade de estudo com as etapas que conduzem um projeto de Iniciação Científica, tal proposta não limita o professor podendo ser adaptada às necessidades de seus estudantes. A Figura 40 traz a sequência didática sugerida.

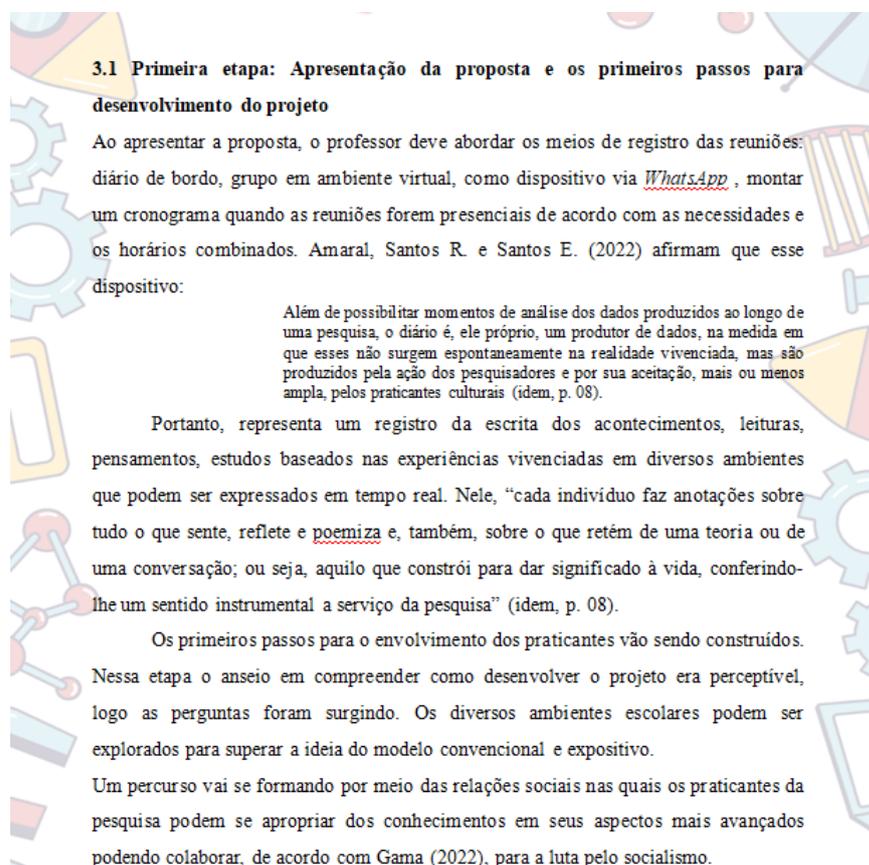
Figura 40: Sequência Didática com etapas de um Projeto de Iniciação Científica e a construção de modelos matemáticos para o ensino da Matemática

| SEQUÊNCIA DIDÁTICA – Etapas de um Projeto de Iniciação Científica e a construção de modelos matemáticos | |
|---|---|
| Etapa: Ensino Médio | Carga-horária: a depender da proposta |
| Autora: Cristiane Siqueira de Macêdo Nobre | |
| Instituição de ensino: | |
| Cidade | Estado |
| Objetivos | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Estimular o desenvolvimento do pensamento científico; • Incentivar a experiência, na teoria e na prática, e a construção do conhecimento em todas as áreas por meio da pesquisa; • Possibilitar um ambiente que motive os estudantes à aprendizagem escolar; • Propor a utilização de conceitos matemáticos para desenvolver modelos matemáticos na solução da problemática do projeto; • Possibilitar ao estudantes o desenvolvimento do pensamento crítico; • Desenvolver projetos que abordem soluções para os problemas sociais; • Contribuir para a formação humana e o ensino sistematizado. | |
| Desenvolvimento: | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Realizar as etapas com reuniões presenciais e também com diálogos nas redes sociais; criar um grupo no <i>WhatsApp</i> e abrir uma conta do projeto no <i>Instagram</i> facilita o acompanhamento do desenvolvimento do projeto e da formação dos estudantes; • Vale ressaltar que os itens essenciais de um projeto de pesquisa, seguindo as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT); são: título, introdução, fundamentação teórica, justificativa, definição e delimitação do problema de pesquisa, hipóteses, objetivos (geral e específicos), metodologia, resultados esperados, cronograma, orçamento, referências, apêndices e anexos; • O diário de bordo é o registro das ações durante todo o projeto e, após o desenvolvimento, é realizado o relatório de pesquisa. | <p>1ª etapa: Apresentar a proposta de desenvolvimento de um projeto de Iniciação Científica e solicitar aos estudantes a coleta de dados que ajude a identificar um problema na comunidade; Sugestão da coleta: questionário semiestruturado.</p> <p>2ª etapa: Escolha do tema de acordo com o levantamento da coleta de dados; Sugestão: Realizar o tratamento da informação com a utilização dos conceitos matemáticos, tais como: estatística, regra de três e tabulação dos resultados.</p> <p>3ª etapa: Identificar e discutir o problema diante do resultado da coleta de dados; Sugestão: Elaborar com os estudantes atividades que tragam reflexões sobre o tema escolhido e relacionar os saberes cotidianos dos não cotidianos. Nessa etapa é relevante dialogar com profissionais que possam contribuir para a investigação e validação dessas possíveis soluções.</p> <p>4ª etapa: Analisar os conceitos matemáticos apreendidos para transpor a situação real em linguagem matemática com a formulação de um modelo matemático; Sugestão: Orientar os estudantes a retomar os conceitos matemáticos que forem necessários para essa transposição.</p> <p>5ª etapa: Validar o modelo. Sugestão: Checar a formulação, que podem ser equações, funções ou outras relações matemáticas com a situação inicial. Uma boa dica é utilizar gráficos, se o modelo for uma função.</p> <p>6ª etapa: Identificar a solução, desenvolver situações didáticas para o produto e apresentar os resultados a comunidade escolar e a sociedade.</p> |
| Avaliação: | |
| Avaliar todo o processo de desenvolvimento do projeto, o engajamento dos estudantes e as ações do trabalho em equipe e colaborativo. | |

Fonte: Elaborada pela autora (2024).

Em seguida, o detalhamento das etapas como possibilidade de orientar os professores no processo que as compõem com a fundamentação que justifica cada uma dessas etapas, a Figura 41 é um recorte do detalhamento da primeira etapa.

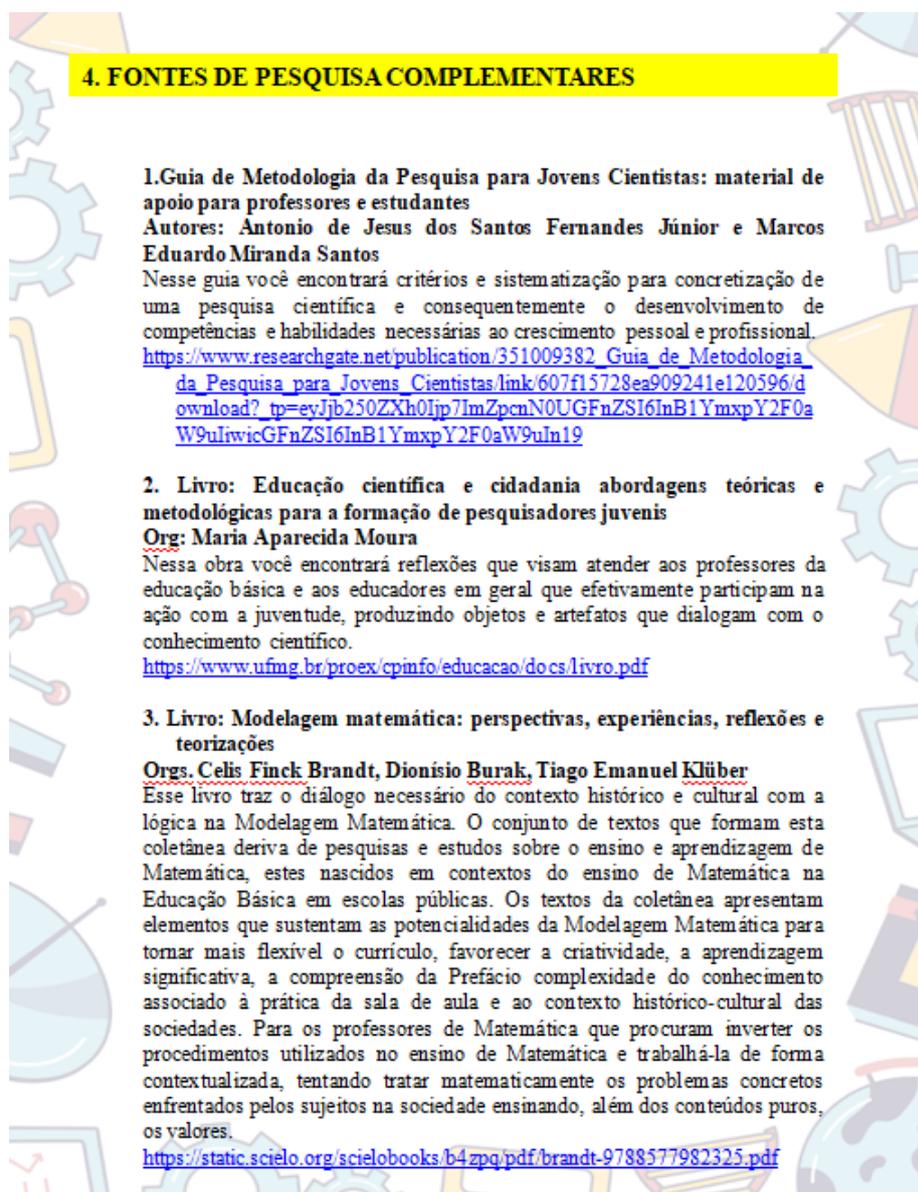
Figura 41: Recorte do detalhamento da primeira etapa que compõe a Sequência Didática



Fonte: Elaborada pela autora (2024).

Na seção “Fontes de pesquisa complementares” o professor é convidado a visitar alguns materiais digitais: um Guia com as orientações e esclarecimentos sobre as etapas de uma pesquisa científica; um livro que relaciona a Educação científica e cidadania com embasamentos teóricos e metodológicos para a formação de jovens pesquisadores e um livro que traz o diálogo necessário do contexto histórico e cultural com a lógica na Modelagem Matemática, conforme Figura 42.

Figura 42: Materiais digitais para pesquisas complementares



4. FONTES DE PESQUISA COMPLEMENTARES

1. Guia de Metodologia da Pesquisa para Jovens Cientistas: material de apoio para professores e estudantes
Autores: Antonio de Jesus dos Santos Fernandes Júnior e Marcos Eduardo Miranda Santos
 Nesse guia você encontrará critérios e sistematização para concretização de uma pesquisa científica e consequentemente o desenvolvimento de competências e habilidades necessárias ao crescimento pessoal e profissional.
https://www.researchgate.net/publication/351009382_Guia_de_Metodologia_da_Pesquisa_para_Jovens_Cientistas/lmk/607f15728ea909241e120596/download?tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn9

2. Livro: Educação científica e cidadania abordagens teóricas e metodológicas para a formação de pesquisadores juvenis
Org: Maria Aparecida Moura
 Nessa obra você encontrará reflexões que visam atender aos professores da educação básica e aos educadores em geral que efetivamente participam na ação com a juventude, produzindo objetos e artefatos que dialogam com o conhecimento científico.
<https://www.ufmg.br/proex/cpinfo/educacao/docs/livro.pdf>

3. Livro: Modelagem matemática: perspectivas, experiências, reflexões e teorizações
Orgs. Celis Finck Brandt, Dionísio Burak, Tiago Emanuel Klüber
 Esse livro traz o diálogo necessário do contexto histórico e cultural com a lógica na Modelagem Matemática. O conjunto de textos que formam esta coletânea deriva de pesquisas e estudos sobre o ensino e aprendizagem de Matemática, estes nascidos em contextos do ensino de Matemática na Educação Básica em escolas públicas. Os textos da coletânea apresentam elementos que sustentam as potencialidades da Modelagem Matemática para tornar mais flexível o currículo, favorecer a criatividade, a aprendizagem significativa, a compreensão da complexidade do conhecimento associado à prática da sala de aula e ao contexto histórico-cultural das sociedades. Para os professores de Matemática que procuram inverter os procedimentos utilizados no ensino de Matemática e trabalhá-la de forma contextualizada, tentando tratar matematicamente os problemas concretos enfrentados pelos sujeitos na sociedade ensinando, além dos conteúdos puros, os valores.
<https://static.scielo.org/scielobooks/b4zpq/pdf/brandt-9788577982325.pdf>

Fonte: Elaborada pela autora (2024).

No tópico a seguir, apresentamos na íntegra o produto educacional “Manual didático para utilização da Modelagem Matemática em Projetos de Iniciação Científica na Educação Básica”, conforme as exigências e orientações do PPGECIM da Ufal e da Capes.

7.2 Produto educacional: Manual didático para utilização da Modelagem Matemática em Projetos de Iniciação Científica na Educação Básica

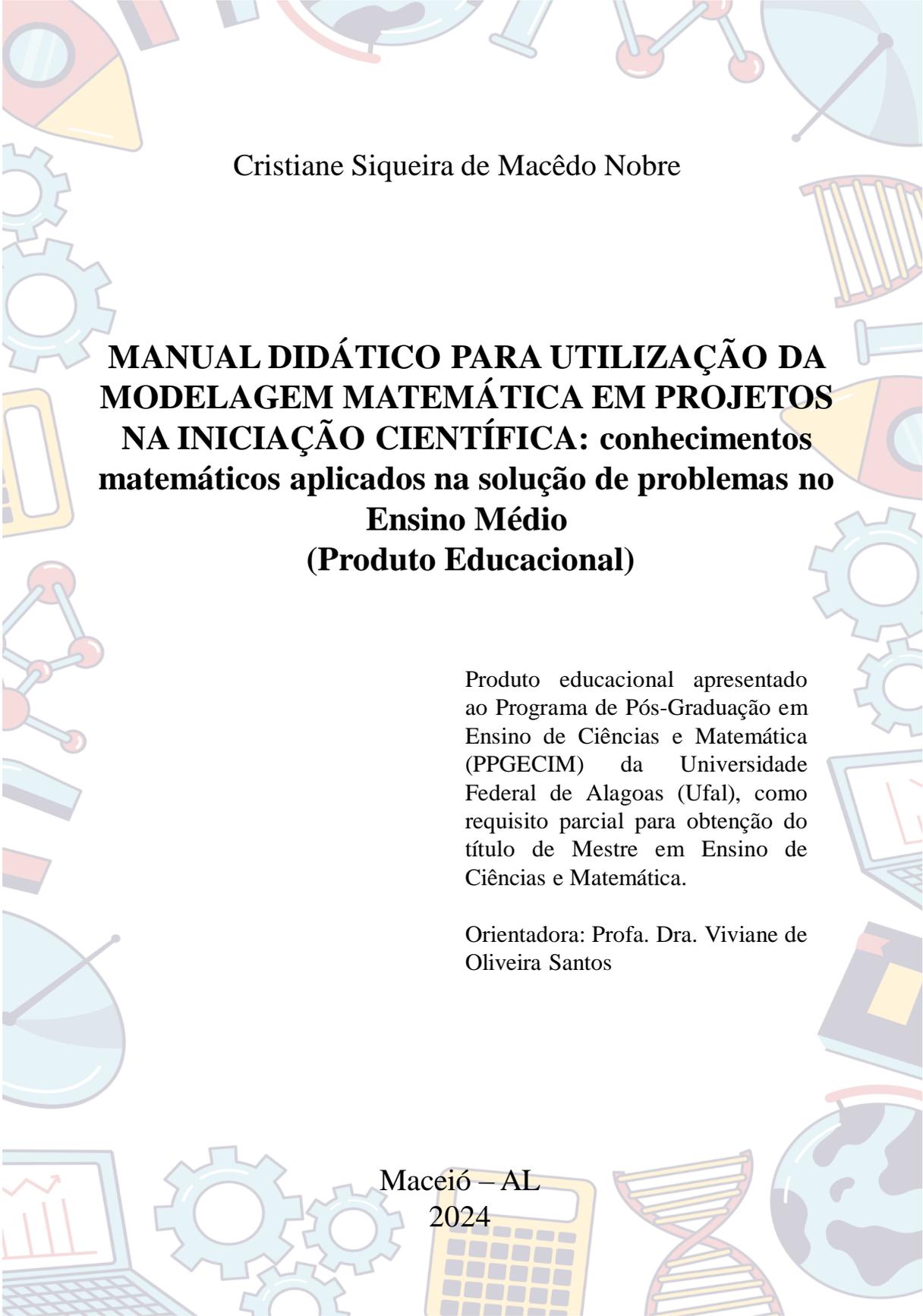


UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

Cristiane Siqueira de Macêdo Nobre

**MANUAL DIDÁTICO PARA UTILIZAÇÃO DA
MODELAGEM MATEMÁTICA EM PROJETOS
NA INICIAÇÃO CIENTÍFICA: conhecimentos
matemáticos aplicados na solução de problemas no
Ensino Médio
(Produto Educacional)**

Maceió – AL
2024



Cristiane Siqueira de Macêdo Nobre

**MANUAL DIDÁTICO PARA UTILIZAÇÃO DA
MODELAGEM MATEMÁTICA EM PROJETOS
NA INICIAÇÃO CIENTÍFICA: conhecimentos
matemáticos aplicados na solução de problemas no
Ensino Médio
(Produto Educacional)**

Produto educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) da Universidade Federal de Alagoas (Ufal), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Viviane de Oliveira Santos

Maceió – AL
2024

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária: Helena Cristina Pimentel do Vale CRB4 – 661

N754m Nobre, Cristiane Siqueira de Macêdo.
Modelagem matemática e projetos na iniciação científica : conhecimentos matemáticos aplicados na solução de problemas no Ensino Médio / Cristiane Siqueira de Macêdo Nobre. – 2024.
292 f. : il.

Orientadora: Viviane de Oliveira Santos.
Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Educação. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Maceió, 2024.

Inclui bibliografia, apêndices e anexos.
Produto educacional: “Manual didático para utilização da modelagem matemática em projetos na iniciação científica: conhecimentos matemáticos na solução de problemas no Ensino Médio”.

1. Modelagem Matemática. 2. Saber matemático (Sistematização). 3. Iniciação científica. 4. Ensino médio. I. Título.

CDU: 37.046.14:51

CRISTIANE SIQUEIRA DE MACÊDO NOBRE

Manual didático para utilização da Modelagem Matemática em projetos na iniciação científica: conhecimentos matemáticos aplicados na solução de problemas no Ensino Médio

Produto Educacional apresentado à banca examinadora como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Centro de Educação da Universidade Federal de Alagoas, aprovado em 04 de outubro de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
gov.br VIVIANE DE OLIVEIRA SANTOS
Data: 30/10/2024 18:07:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

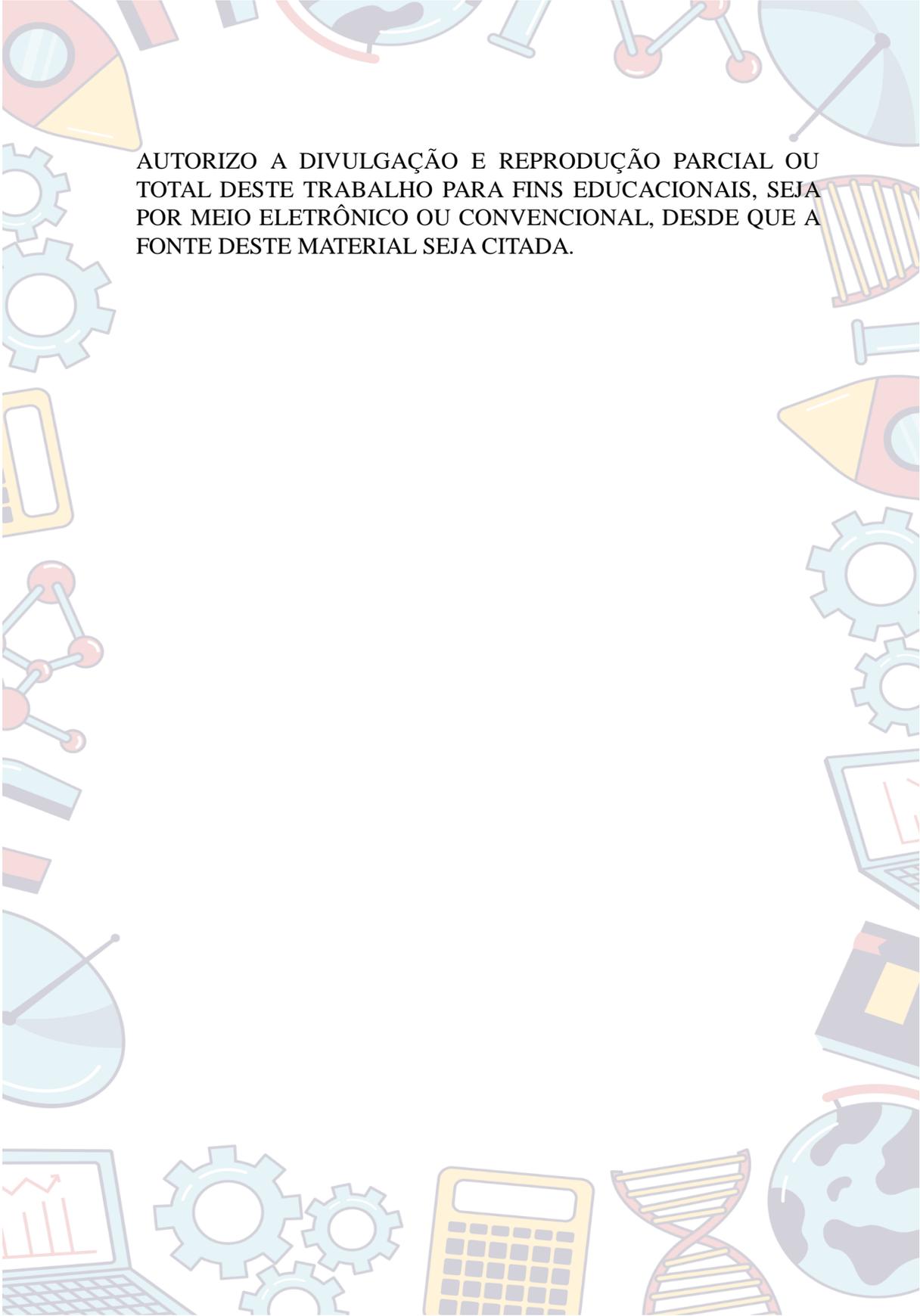
Profa. Dra. Viviane de Oliveira Santos
Orientadora
(IM/Ufal)

Documento assinado digitalmente
gov.br NILCEIA APARECIDA MACIEL PINHEIRO
Data: 09/10/2024 13:58:41-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

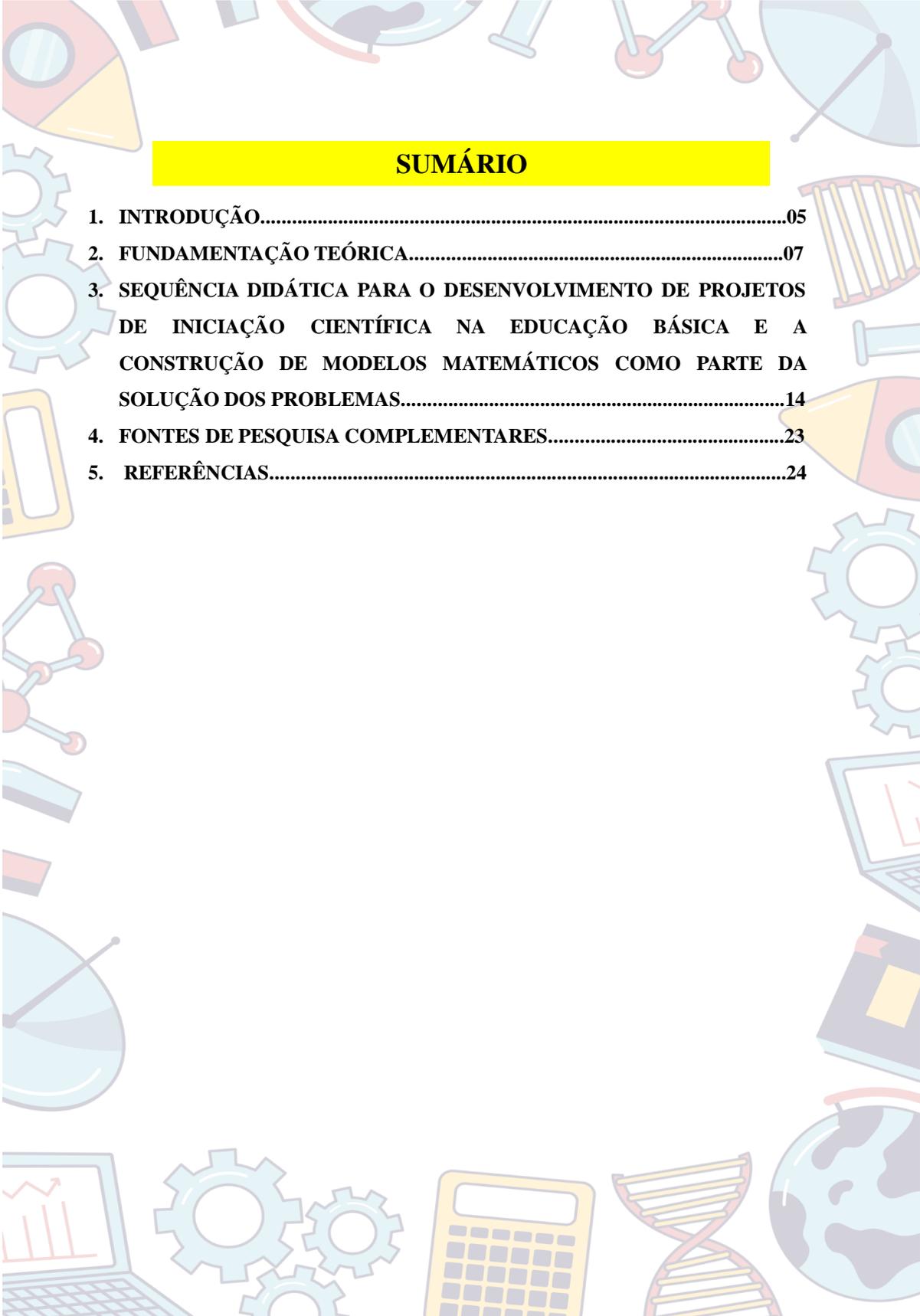
Profa. Dra. Nilcéia Aparecida Maciel Pinheiro
(UTFPR)

Documento assinado digitalmente
gov.br CAROLINA NOZELLA GAMA
Data: 15/10/2024 06:31:26-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Carolina Nozella Gama
(Cedu/Ufal)



AUTORIZO A DIVULGAÇÃO E REPRODUÇÃO PARCIAL OU TOTAL DESTES TRABALHOS PARA FINS EDUCACIONAIS, SEJA POR MEIO ELETRÔNICO OU CONVENCIONAL, DESDE QUE A FONTE DESTES MATERIAIS SEJA CITADA.



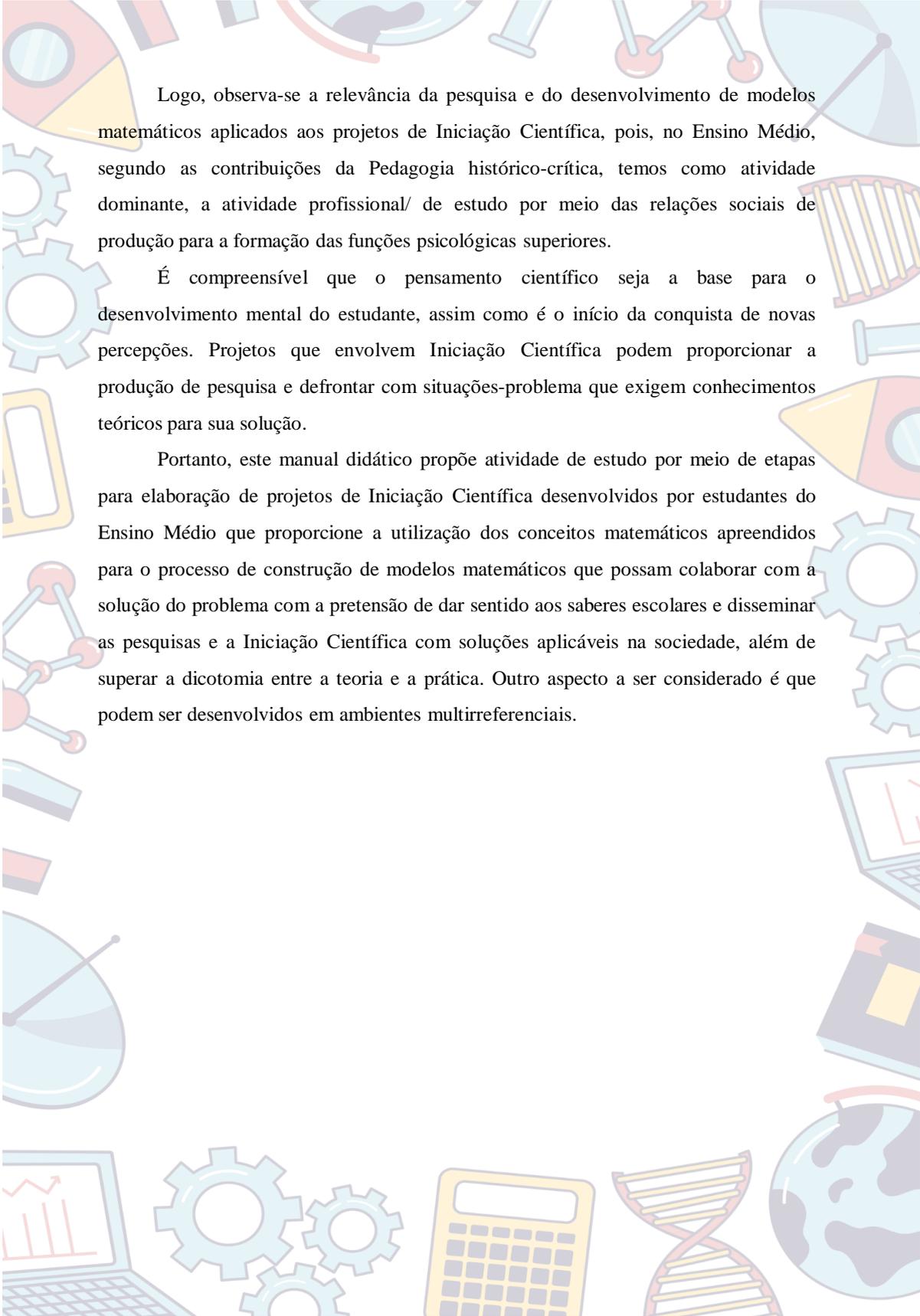
SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 05 |
| 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... | 07 |
| 3. SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA E A CONSTRUÇÃO DE MODELOS MATEMÁTICOS COMO PARTE DA SOLUÇÃO DOS PROBLEMAS..... | 14 |
| 4. FONTES DE PESQUISA COMPLEMENTARES..... | 23 |
| 5. REFERÊNCIAS..... | 24 |

1. INTRODUÇÃO

Este produto educacional é o material da dissertação intitulada “Modelagem Matemática e Projetos: conhecimentos matemáticos desenvolvidos para soluções de problemas em projetos de Iniciação Científica” que teve como problema: **Como a Modelagem Matemática pode contribuir no desenvolvimento de projetos de Iniciação Científica, propiciando a aplicação de conhecimentos matemáticos na Educação Básica a fim de favorecer para a formação do pensamento por conceitos?** Cujos objetivos principais são analisar como a Modelagem Matemática pode contribuir no desenvolvimento de projetos de Iniciação Científica, propiciando a aplicação de conhecimentos matemáticos na Educação Básica a fim de favorecer para a formação do pensamento por conceitos. Alguns objetivos específicos foram traçados para atender o objetivo geral, são eles: compreender o desenvolvimento da atividade de estudo para a promoção do pensamento por conceitos no período da adolescência, relacionar a Modelagem Matemática e os conceitos matemáticos envolvidos no desenvolvimento do projeto com o ensino da Matemática para a formação humana em seus aspectos mais avançados, identificar os critérios que os estudantes utilizaram na escolha de um problema na comunidade; investigar as estratégias utilizadas pelos estudantes para solucionar o problema (protótipos, programação, pesquisas); analisar, nas soluções apresentadas, as representações das quais utilizam para os modelos matemáticos e o caminho percorrido para o desenvolvimento das funções psicológicas superiores. Visando alcançar esses objetivos e responder ao problema, realizou-se uma pesquisa qualitativa com procedimentos técnicos de análise enquadrados na pesquisa-formação de categoria do pensar/ fazer multirreferencial.

A Modelagem Matemática, na Educação Matemática, é um método de ensino com pesquisa que envolve a elaboração de um modelo em qualquer área do conhecimento tornando-se essencial para o processo de ensino e aprendizagem, pois é orientada pelo ensino do conteúdo curricular realizando um paralelo com a pesquisa.

A decorative border surrounds the text, featuring various scientific and educational icons. At the top, there is a rocket, a microscope, a satellite dish, and a molecular structure. On the left side, there are gears, a calculator, and a laptop. On the right side, there is a satellite dish, a calculator, and a laptop. At the bottom, there is a laptop with a bar chart, several gears, a calculator, a DNA double helix, and a globe.

Logo, observa-se a relevância da pesquisa e do desenvolvimento de modelos matemáticos aplicados aos projetos de Iniciação Científica, pois, no Ensino Médio, segundo as contribuições da Pedagogia histórico-crítica, temos como atividade dominante, a atividade profissional/ de estudo por meio das relações sociais de produção para a formação das funções psicológicas superiores.

É compreensível que o pensamento científico seja a base para o desenvolvimento mental do estudante, assim como é o início da conquista de novas percepções. Projetos que envolvem Iniciação Científica podem proporcionar a produção de pesquisa e defrontar com situações-problema que exigem conhecimentos teóricos para sua solução.

Portanto, este manual didático propõe atividade de estudo por meio de etapas para elaboração de projetos de Iniciação Científica desenvolvidos por estudantes do Ensino Médio que proporcione a utilização dos conceitos matemáticos apreendidos para o processo de construção de modelos matemáticos que possam colaborar com a solução do problema com a pretensão de dar sentido aos saberes escolares e disseminar as pesquisas e a Iniciação Científica com soluções aplicáveis na sociedade, além de superar a dicotomia entre a teoria e a prática. Outro aspecto a ser considerado é que podem ser desenvolvidos em ambientes multirreferenciais.

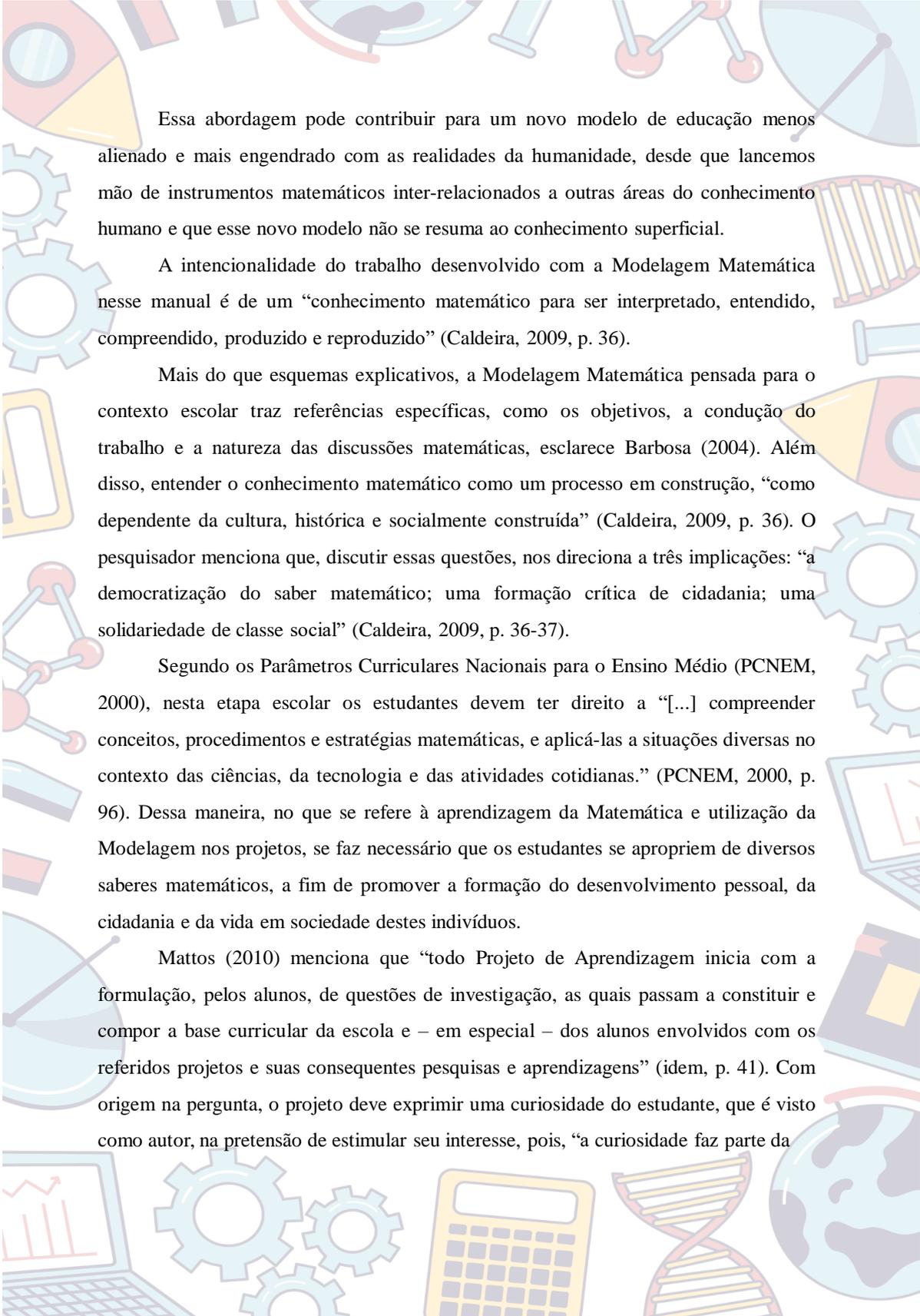
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nas palavras de D'Ambrosio (2002), a Modelagem Matemática é Matemática por excelência. Analisando historicamente, ele afirma que as gêneses das ideias basilares da Matemática são a consequência de um processo para compreender e explicar fatos e fenômenos notados na realidade. “O desenvolvimento dessas ideias e sua organização intelectual se dão a partir de elaborações sobre representações do real” (D'Ambrosio, 2002, p. 11). Logo, a Matemática emergiu das necessidades do homem na qual, em algum momento, foi preciso transformar a natureza para adaptá-la a essas necessidades. Sua transmissão deve orientar-se pela relação entre o conhecimento e as práticas sociais. Em relação ao conhecimento matemático, temos que ele vem se construindo “a partir das necessidades de superação de certos problemas surgidos nos diversos estágios de organização social pelos quais a humanidade vem passando. Como tal, esse conhecimento é um dos instrumentos de compreensão e transformação da realidade” (Duarte, 1984, p. 05).

No final da década de 1980, iniciou-se a formação de um grupo crítico sobre a Modelagem Matemática e suas concepções. A referência foi a dissertação de mestrado que Dionísio Burak defendeu em 1987 na pós-graduação *stricto sensu*, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Unesp, Campus de Rio Claro, São Paulo. O objetivo era desenvolver um trabalho que fosse possível o ensino mais significativo da Matemática, logo:

A intenção não era apenas tratar da Matemática como uma ciência, mas desenvolvê-la como um processo capaz de ajudar os educandos a construir o conhecimento matemático, valendo-se do interesse que o assunto poderia despertar, tornando-os autônomos, capazes de pensar e construir estratégias próprias para resolverem as situações (Burak, 2016, p. 20).

Em seus estudos, o pesquisador inferiu que o início dessa nova maneira de trabalhar a Matemática foi com diálogos e discussões nas quais surgiam os diversos temas de interesse do grupo, e em seguida, a obtenção de informações e os dados sobre o tema, logo surgiram as contribuições que reforçaram a eficiência da Modelagem para o ensino.



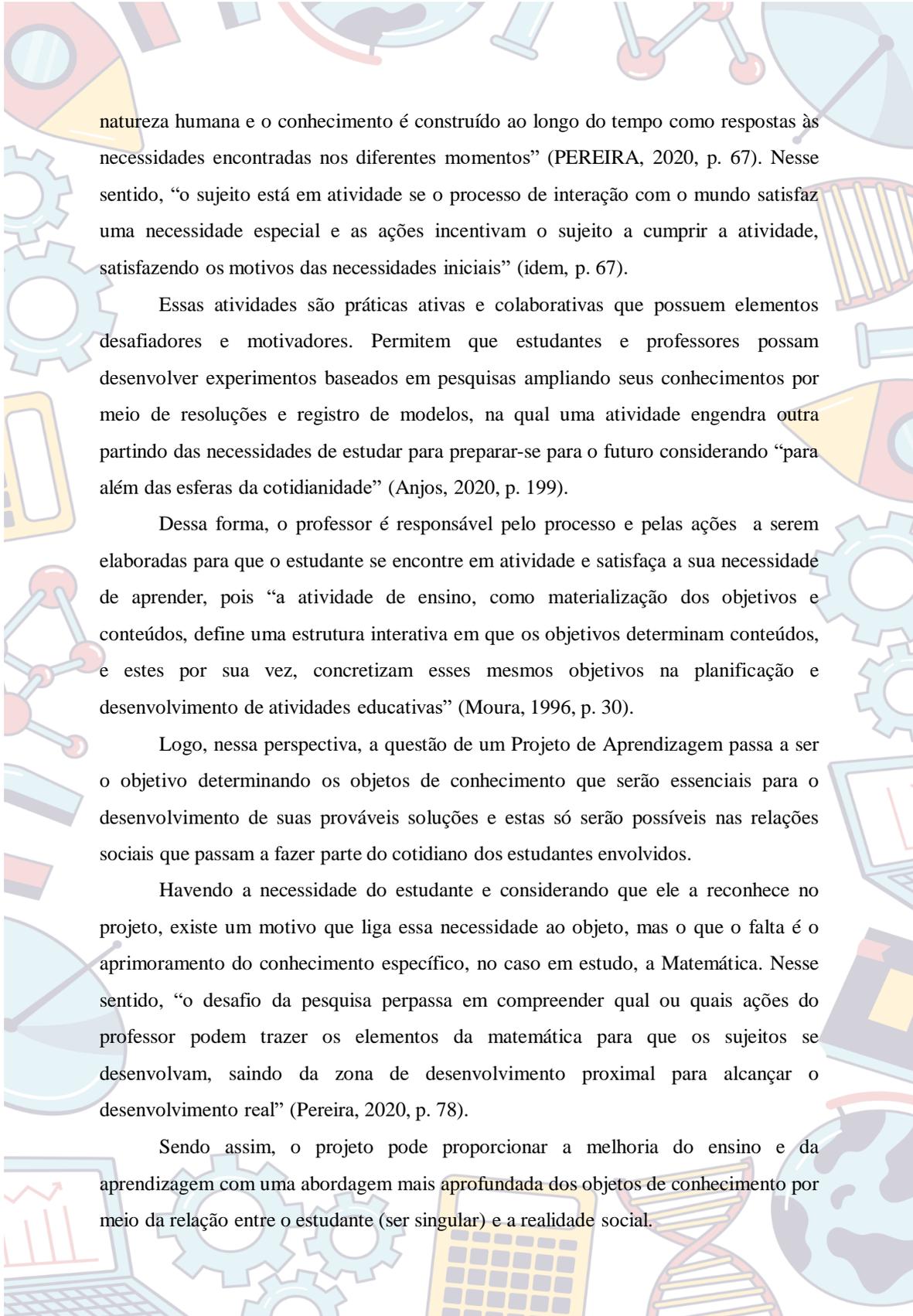
Essa abordagem pode contribuir para um novo modelo de educação menos alienado e mais engendrado com as realidades da humanidade, desde que lancemos mão de instrumentos matemáticos inter-relacionados a outras áreas do conhecimento humano e que esse novo modelo não se resuma ao conhecimento superficial.

A intencionalidade do trabalho desenvolvido com a Modelagem Matemática nesse manual é de um “conhecimento matemático para ser interpretado, entendido, compreendido, produzido e reproduzido” (Caldeira, 2009, p. 36).

Mais do que esquemas explicativos, a Modelagem Matemática pensada para o contexto escolar traz referências específicas, como os objetivos, a condução do trabalho e a natureza das discussões matemáticas, esclarece Barbosa (2004). Além disso, entender o conhecimento matemático como um processo em construção, “como dependente da cultura, histórica e socialmente construída” (Caldeira, 2009, p. 36). O pesquisador menciona que, discutir essas questões, nos direciona a três implicações: “a democratização do saber matemático; uma formação crítica de cidadania; uma solidariedade de classe social” (Caldeira, 2009, p. 36-37).

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM, 2000), nesta etapa escolar os estudantes devem ter direito a “[...] compreender conceitos, procedimentos e estratégias matemáticas, e aplicá-las a situações diversas no contexto das ciências, da tecnologia e das atividades cotidianas.” (PCNEM, 2000, p. 96). Dessa maneira, no que se refere à aprendizagem da Matemática e utilização da Modelagem nos projetos, se faz necessário que os estudantes se apropriem de diversos saberes matemáticos, a fim de promover a formação do desenvolvimento pessoal, da cidadania e da vida em sociedade destes indivíduos.

Mattos (2010) menciona que “todo Projeto de Aprendizagem inicia com a formulação, pelos alunos, de questões de investigação, as quais passam a constituir e compor a base curricular da escola e – em especial – dos alunos envolvidos com os referidos projetos e suas consequentes pesquisas e aprendizagens” (idem, p. 41). Com origem na pergunta, o projeto deve exprimir uma curiosidade do estudante, que é visto como autor, na pretensão de estimular seu interesse, pois, “a curiosidade faz parte da



natureza humana e o conhecimento é construído ao longo do tempo como respostas às necessidades encontradas nos diferentes momentos” (PEREIRA, 2020, p. 67). Nesse sentido, “o sujeito está em atividade se o processo de interação com o mundo satisfaz uma necessidade especial e as ações incentivam o sujeito a cumprir a atividade, satisfazendo os motivos das necessidades iniciais” (idem, p. 67).

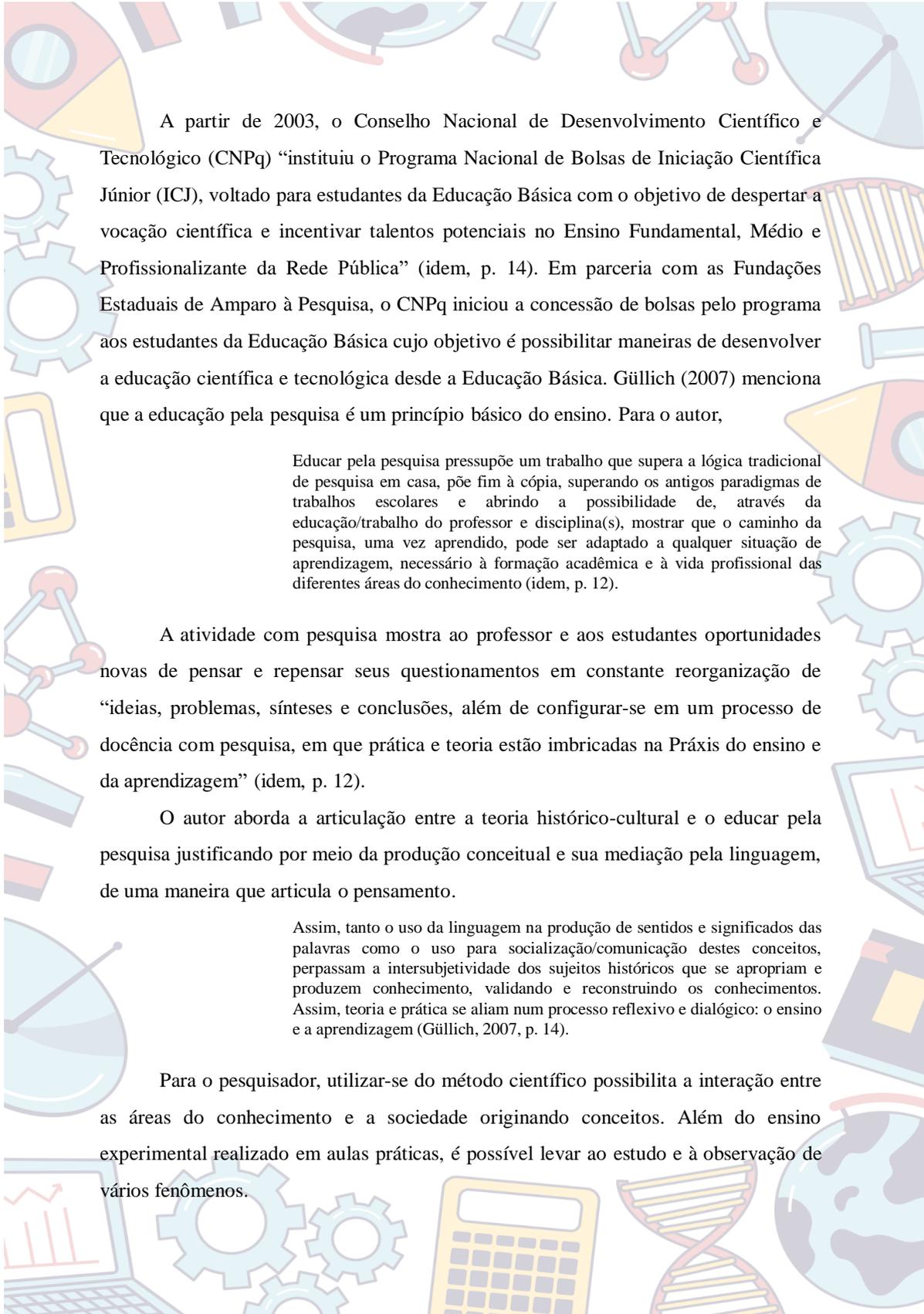
Essas atividades são práticas ativas e colaborativas que possuem elementos desafiadores e motivadores. Permitem que estudantes e professores possam desenvolver experimentos baseados em pesquisas ampliando seus conhecimentos por meio de resoluções e registro de modelos, na qual uma atividade engendra outra partindo das necessidades de estudar para preparar-se para o futuro considerando “para além das esferas da cotidianidade” (Anjos, 2020, p. 199).

Dessa forma, o professor é responsável pelo processo e pelas ações a serem elaboradas para que o estudante se encontre em atividade e satisfaça a sua necessidade de aprender, pois “a atividade de ensino, como materialização dos objetivos e conteúdos, define uma estrutura interativa em que os objetivos determinam conteúdos, e estes por sua vez, concretizam esses mesmos objetivos na planificação e desenvolvimento de atividades educativas” (Moura, 1996, p. 30).

Logo, nessa perspectiva, a questão de um Projeto de Aprendizagem passa a ser o objetivo determinando os objetos de conhecimento que serão essenciais para o desenvolvimento de suas prováveis soluções e estas só serão possíveis nas relações sociais que passam a fazer parte do cotidiano dos estudantes envolvidos.

Havendo a necessidade do estudante e considerando que ele a reconhece no projeto, existe um motivo que liga essa necessidade ao objeto, mas o que o falta é o aprimoramento do conhecimento específico, no caso em estudo, a Matemática. Nesse sentido, “o desafio da pesquisa perpassa em compreender qual ou quais ações do professor podem trazer os elementos da matemática para que os sujeitos se desenvolvam, saindo da zona de desenvolvimento proximal para alcançar o desenvolvimento real” (Pereira, 2020, p. 78).

Sendo assim, o projeto pode proporcionar a melhoria do ensino e da aprendizagem com uma abordagem mais aprofundada dos objetos de conhecimento por meio da relação entre o estudante (ser singular) e a realidade social.



A partir de 2003, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) “instituiu o Programa Nacional de Bolsas de Iniciação Científica Júnior (ICJ), voltado para estudantes da Educação Básica com o objetivo de despertar a vocação científica e incentivar talentos potenciais no Ensino Fundamental, Médio e Profissionalizante da Rede Pública” (idem, p. 14). Em parceria com as Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa, o CNPq iniciou a concessão de bolsas pelo programa aos estudantes da Educação Básica cujo objetivo é possibilitar maneiras de desenvolver a educação científica e tecnológica desde a Educação Básica. Güllich (2007) menciona que a educação pela pesquisa é um princípio básico do ensino. Para o autor,

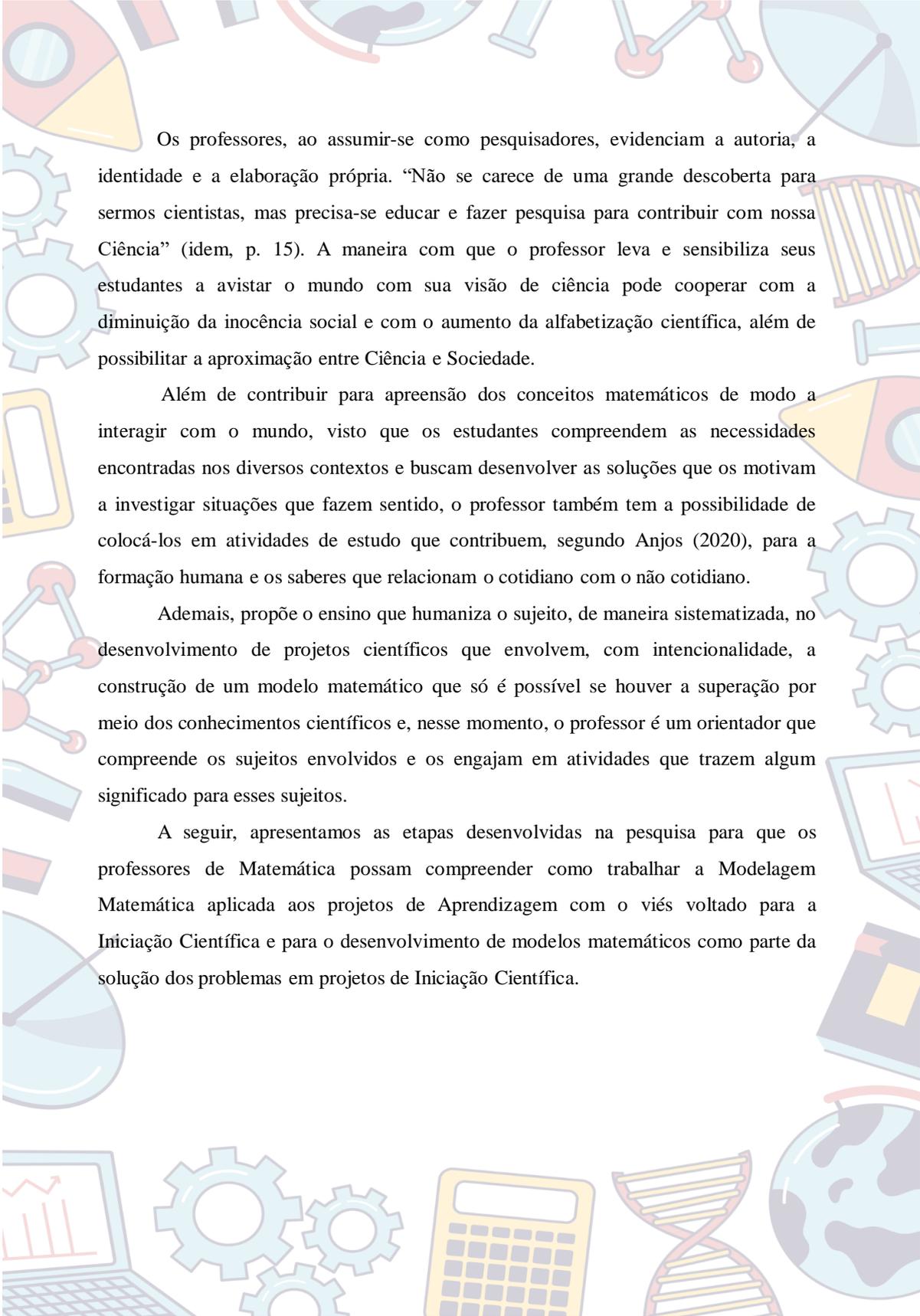
Educar pela pesquisa pressupõe um trabalho que supera a lógica tradicional de pesquisa em casa, põe fim à cópia, superando os antigos paradigmas de trabalhos escolares e abrindo a possibilidade de, através da educação/trabalho do professor e disciplina(s), mostrar que o caminho da pesquisa, uma vez aprendido, pode ser adaptado a qualquer situação de aprendizagem, necessário à formação acadêmica e à vida profissional das diferentes áreas do conhecimento (idem, p. 12).

A atividade com pesquisa mostra ao professor e aos estudantes oportunidades novas de pensar e repensar seus questionamentos em constante reorganização de “ideias, problemas, sínteses e conclusões, além de configurar-se em um processo de docência com pesquisa, em que prática e teoria estão imbricadas na Práxis do ensino e da aprendizagem” (idem, p. 12).

O autor aborda a articulação entre a teoria histórico-cultural e o educar pela pesquisa justificando por meio da produção conceitual e sua mediação pela linguagem, de uma maneira que articula o pensamento.

Assim, tanto o uso da linguagem na produção de sentidos e significados das palavras como o uso para socialização/comunicação destes conceitos, perpassam a intersubjetividade dos sujeitos históricos que se apropriam e produzem conhecimento, validando e reconstruindo os conhecimentos. Assim, teoria e prática se aliam num processo reflexivo e dialógico: o ensino e a aprendizagem (Güllich, 2007, p. 14).

Para o pesquisador, utilizar-se do método científico possibilita a interação entre as áreas do conhecimento e a sociedade originando conceitos. Além do ensino experimental realizado em aulas práticas, é possível levar ao estudo e à observação de vários fenômenos.

A decorative border surrounds the text, featuring various science-related icons such as a rocket, a satellite dish, gears, a calculator, a DNA helix, a globe, a microscope, a beaker, a laptop with a graph, and a book.

Os professores, ao assumir-se como pesquisadores, evidenciam a autoria, a identidade e a elaboração própria. “Não se carece de uma grande descoberta para sermos cientistas, mas precisa-se educar e fazer pesquisa para contribuir com nossa Ciência” (idem, p. 15). A maneira com que o professor leva e sensibiliza seus estudantes a avistar o mundo com sua visão de ciência pode cooperar com a diminuição da inocência social e com o aumento da alfabetização científica, além de possibilitar a aproximação entre Ciência e Sociedade.

Além de contribuir para apreensão dos conceitos matemáticos de modo a interagir com o mundo, visto que os estudantes compreendem as necessidades encontradas nos diversos contextos e buscam desenvolver as soluções que os motivam a investigar situações que fazem sentido, o professor também tem a possibilidade de colocá-los em atividades de estudo que contribuem, segundo Anjos (2020), para a formação humana e os saberes que relacionam o cotidiano com o não cotidiano.

Ademais, propõe o ensino que humaniza o sujeito, de maneira sistematizada, no desenvolvimento de projetos científicos que envolvem, com intencionalidade, a construção de um modelo matemático que só é possível se houver a superação por meio dos conhecimentos científicos e, nesse momento, o professor é um orientador que compreende os sujeitos envolvidos e os engajam em atividades que trazem algum significado para esses sujeitos.

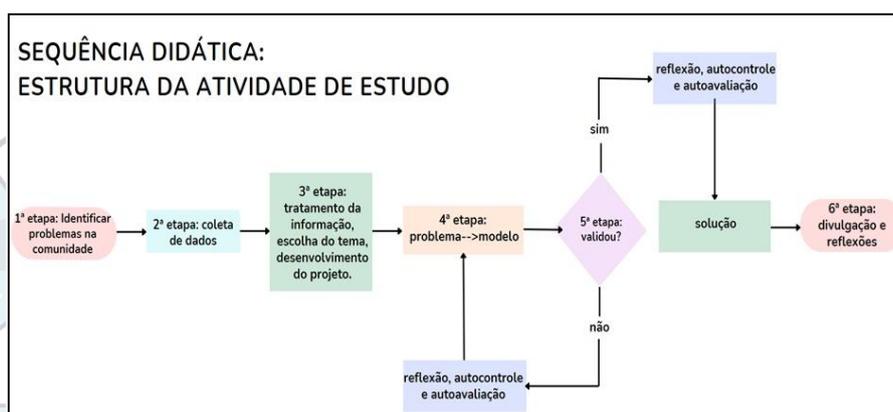
A seguir, apresentamos as etapas desenvolvidas na pesquisa para que os professores de Matemática possam compreender como trabalhar a Modelagem Matemática aplicada aos projetos de Aprendizagem com o viés voltado para a Iniciação Científica e para o desenvolvimento de modelos matemáticos como parte da solução dos problemas em projetos de Iniciação Científica.

3. Sequência Didática para o desenvolvimento de Projetos de Iniciação Científica na Educação Básica e a construção de modelos matemáticos como parte da solução dos problemas

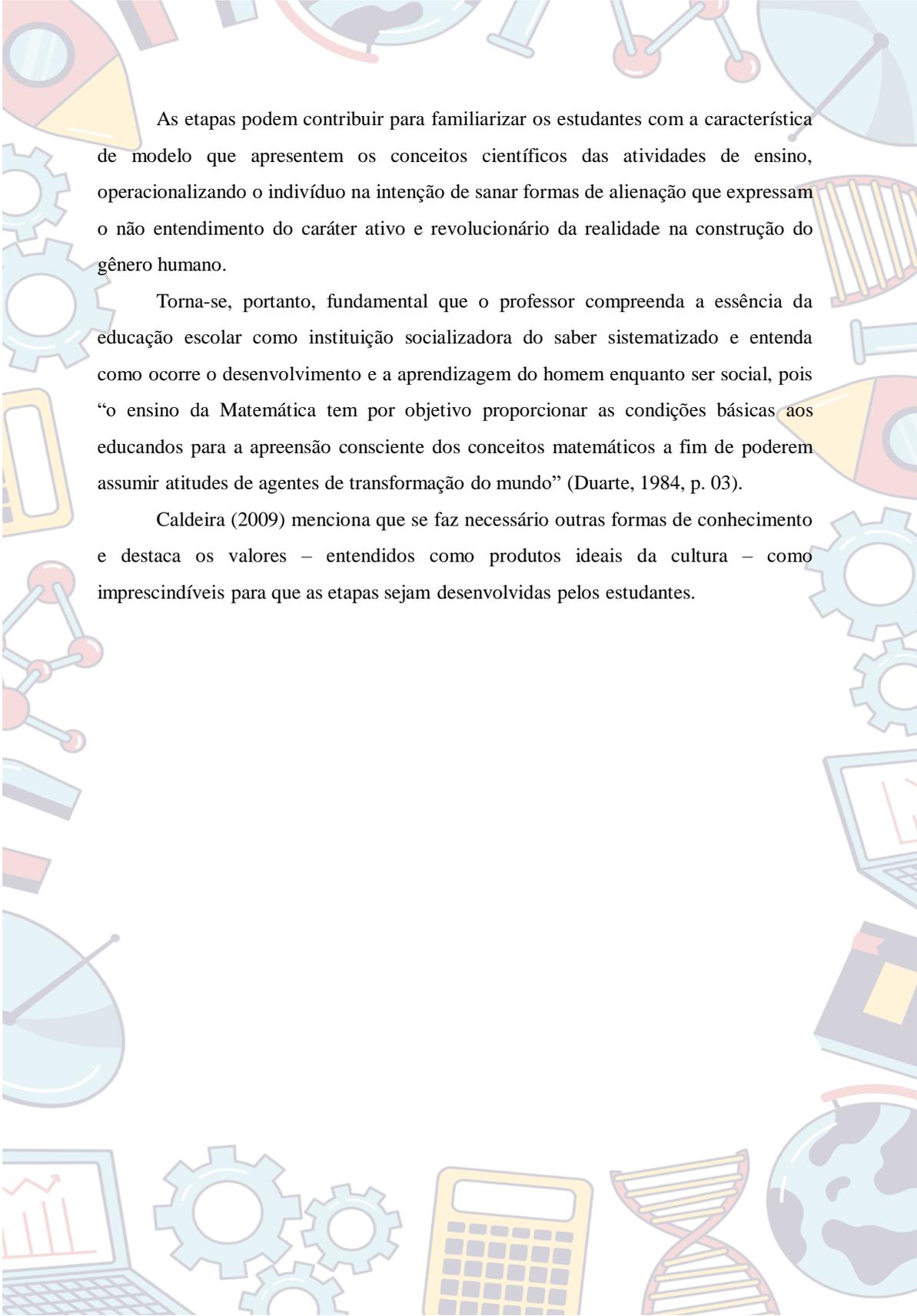
A sequência didática foi pensada e elaborada na concepção da atividade de estudo de Vasily V. Davidov e Daniil B. Elkonin. Logo, sua estrutura possui, de acordo com Márkova (2023), os seguintes componentes: compreensão da tarefa de estudo, cumprimento das ações de estudo e de autocontrole e avaliação (pelo estudante). Segundo a autora, essas são as características que compõem a atividade de estudo que, durante a aprendizagem, se concretiza a formação da atividade e a conceitua: “a formação da atividade de estudo é a direção (orientada pelo psicólogo experiente ou pelo professor) do processo de formação da atividade de estudo dos alunos” (Márkova, 2023, p. 110).

A estrutura da atividade consiste em etapas que direcionam a tarefa de estudo em cada etapa, a evolução das etapas ocorrem de acordo com as ações de estudo dos estudantes considerando o autocontrole e a autoavaliação dos mesmos. Para melhor compreensão, foi realizada a construção de um fluxograma que direciona a sequência didática, conforme mostra a Figura 1

Figura 1: Etapas da sequência didática em atividade de estudo associadas à Modelagem Matemática e ao desenvolvimento do projeto



Fonte: Autora (2024).

A decorative border surrounds the text, featuring various educational icons such as a rocket, gears, a satellite dish, a drum, a calculator, a DNA helix, a globe, a laptop with a bar chart, and a molecular structure.

As etapas podem contribuir para familiarizar os estudantes com a característica de modelo que apresentem os conceitos científicos das atividades de ensino, operacionalizando o indivíduo na intenção de sanar formas de alienação que expressam o não entendimento do caráter ativo e revolucionário da realidade na construção do gênero humano.

Torna-se, portanto, fundamental que o professor compreenda a essência da educação escolar como instituição socializadora do saber sistematizado e entenda como ocorre o desenvolvimento e a aprendizagem do homem enquanto ser social, pois “o ensino da Matemática tem por objetivo proporcionar as condições básicas aos educandos para a apreensão consciente dos conceitos matemáticos a fim de poderem assumir atitudes de agentes de transformação do mundo” (Duarte, 1984, p. 03).

Caldeira (2009) menciona que se faz necessário outras formas de conhecimento e destaca os valores – entendidos como produtos ideais da cultura – como imprescindíveis para que as etapas sejam desenvolvidas pelos estudantes.

| | |
|---|---|
| SEQUÊNCIA DIDÁTICA – Etapas de um Projeto de Iniciação Científica e a construção de modelos matemáticos | |
| Etapa: Ensino Médio | Carga-horária: a depender da proposta |
| Autora: Cristiane Siqueira de Macêdo Nobre | |
| Instituição de ensino: | |
| Cidade | Estado |
| Objetivos <ul style="list-style-type: none"> • Estimular o desenvolvimento do pensamento científico; • Incentivar a experiência, na teoria e na prática, e a construção do conhecimento em todas as áreas por meio da pesquisa; • Possibilitar um ambiente que motive os estudantes à aprendizagem escolar; • Propor a utilização de conceitos matemáticos para desenvolver modelos matemáticos na solução da problemática do projeto; • Possibilitar ao estudantes o desenvolvimento do pensamento crítico; • Desenvolver projetos que abordem soluções para os problemas sociais; • Contribuir para a formação humana e o ensino sistematizado. | |
| Desenvolvimento: <ul style="list-style-type: none"> • Realizar as etapas com reuniões presenciais e também com diálogos nas redes sociais; criar um grupo no <i>WhatsApp</i> e abrir uma conta do projeto no <i>Instagram</i> facilita o acompanhamento do desenvolvimento do projeto e da formação dos estudantes; • Vale ressaltar que os itens essenciais de um projeto de pesquisa, seguindo as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT); são: título, introdução, fundamentação teórica, justificativa, definição e delimitação do problema de pesquisa, hipóteses, objetivos (geral e específicos), metodologia, resultados esperados, cronograma, orçamento, referências, apêndices e anexos; • O diário de bordo é o registro das ações durante todo o projeto e, após o desenvolvimento, é realizado o relatório de pesquisa. | 1ª etapa: Apresentar a proposta de desenvolvimento de um projeto de Iniciação Científica e solicitar aos estudantes a coleta de dados que ajude a identificar um problema na comunidade; Sugestão da coleta: questionário semiestruturado. 2ª etapa: Escolha do tema de acordo com o levantamento da coleta de dados; Sugestão: Realizar o tratamento da informação com a utilização dos conceitos matemáticos, tais como: estatística, regra de três e tabulação dos resultados. 3ª etapa: Identificar e discutir o problema diante do resultado da coleta de dados; Sugestão: Elaborar com os estudantes atividades que tragam reflexões sobre o tema escolhido e relacionar os saberes cotidianos dos não cotidianos. Nessa etapa é relevante dialogar com profissionais que possam contribuir para a investigação e validação dessas possíveis soluções. 4ª etapa: Analisar os conceitos matemáticos apreendidos para transpor a situação real em linguagem matemática com a formulação de um modelo matemático; Sugestão: Orientar os estudantes a retomar os conceitos matemáticos que forem necessários para essa transposição. 5ª etapa: Validar o modelo. Sugestão: Checar a formulação, que podem ser equações, funções ou outras relações matemáticas com a situação inicial. Uma boa dica é utilizar gráficos, se o modelo for uma função. 6ª etapa: Identificar a solução, desenvolver situações didáticas para o produto e apresentar os resultados a comunidade escolar e a sociedade. |
| Avaliação: | Avaliar todo o processo de desenvolvimento do projeto, o engajamento dos estudantes e as ações do trabalho em equipe e colaborativo. |

3.1 Primeira etapa: Apresentação da proposta e os primeiros passos para desenvolvimento do projeto

Ao apresentar a proposta, o professor deve abordar os meios de registro das reuniões: diário de bordo, grupo em ambiente virtual, como dispositivo via *WhatsApp*, montar um cronograma quando as reuniões forem presenciais de acordo com as necessidades e os horários combinados. Amaral, Santos R. e Santos E. (2022) afirmam que esse dispositivo:

Além de possibilitar momentos de análise dos dados produzidos ao longo de uma pesquisa, o diário é, ele próprio, um produtor de dados, na medida em que esses não surgem espontaneamente na realidade vivenciada, mas são produzidos pela ação dos pesquisadores e por sua aceitação, mais ou menos ampla, pelos praticantes culturais (idem, p. 08).

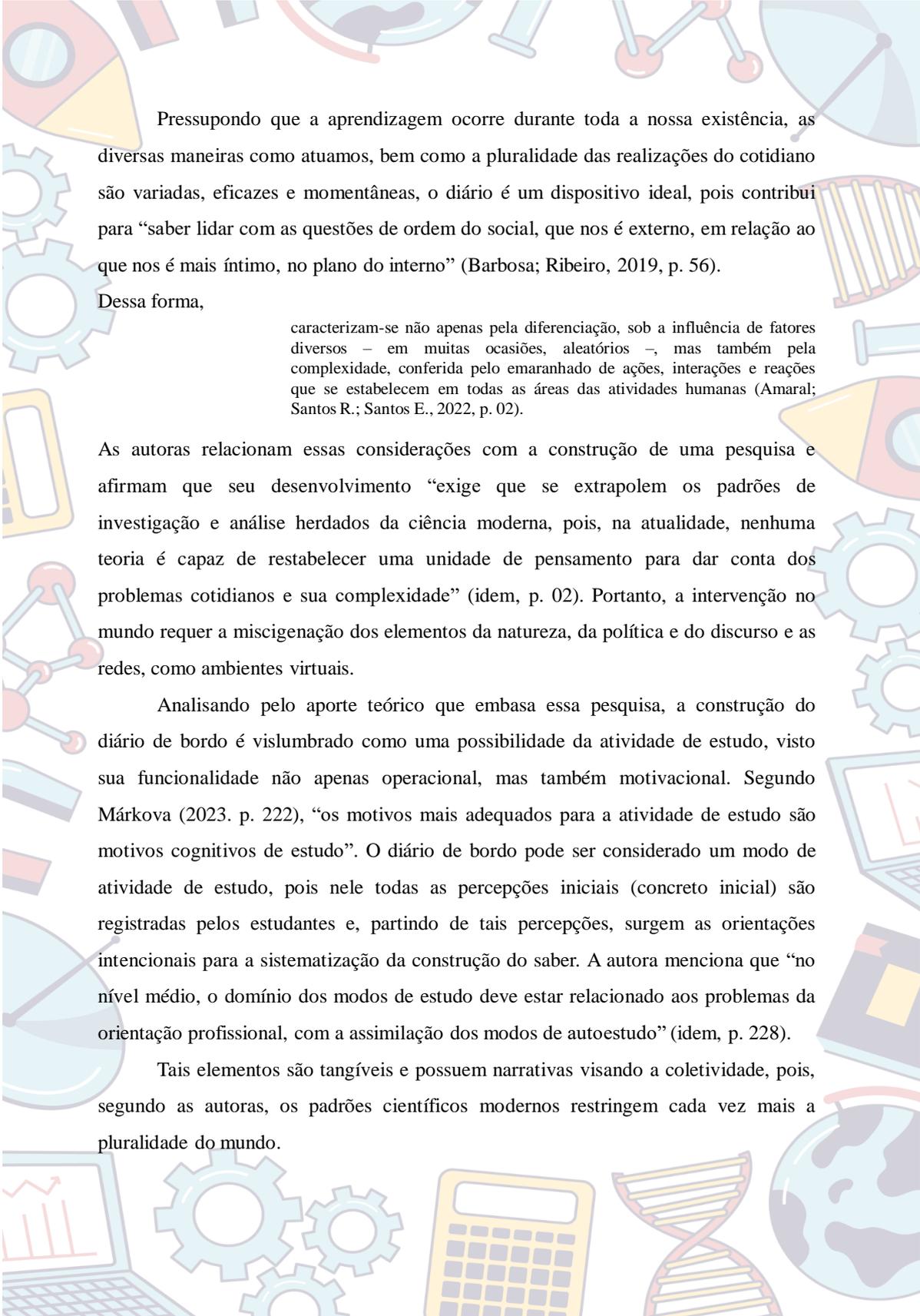
Portanto, representa um registro da escrita dos acontecimentos, leituras, pensamentos, estudos baseados nas experiências vivenciadas em diversos ambientes que podem ser expressados em tempo real. Nele, “cada indivíduo faz anotações sobre tudo o que sente, reflete e poemiza e, também, sobre o que retém de uma teoria ou de uma conversação; ou seja, aquilo que constrói para dar significado à vida, conferindo-lhe um sentido instrumental a serviço da pesquisa” (idem, p. 08).

Os primeiros passos para o envolvimento dos praticantes vão sendo construídos. Nessa etapa o anseio em compreender como desenvolver o projeto era perceptível, logo as perguntas foram surgindo. Os diversos ambientes escolares podem ser explorados para superar a ideia do modelo convencional e expositivo.

Um percurso vai se formando por meio das relações sociais nas quais os praticantes da pesquisa podem se apropriar dos conhecimentos em seus aspectos mais avançados podendo colaborar, de acordo com Gama (2022), para a luta pelo socialismo.

Dessa forma, é possível uma interação maior entre os praticantes, porque farão suas escolhas ao se comunicar entre os pares. Dominicé (2012) menciona a leitura das experiências educativas e as narrativas desenvolvidas oralmente e por escrito como meios para a formação, pois afirma que:

A leitura das experiências educativas, tal como ela é proposta pela abordagem biográfica, dá conta da maneira como o aprendiz construiu sua formação. A narrativa elaborada oralmente e por escrito coloca em cena os elementos de socialização, decorrendo, principalmente, das condições materiais de existência, da cultura familiar de origem e do meio geográfico de socialização (idem, p. 23).



Pressupondo que a aprendizagem ocorre durante toda a nossa existência, as diversas maneiras como atuamos, bem como a pluralidade das realizações do cotidiano são variadas, eficazes e momentâneas, o diário é um dispositivo ideal, pois contribui para “saber lidar com as questões de ordem do social, que nos é externo, em relação ao que nos é mais íntimo, no plano do interno” (Barbosa; Ribeiro, 2019, p. 56).

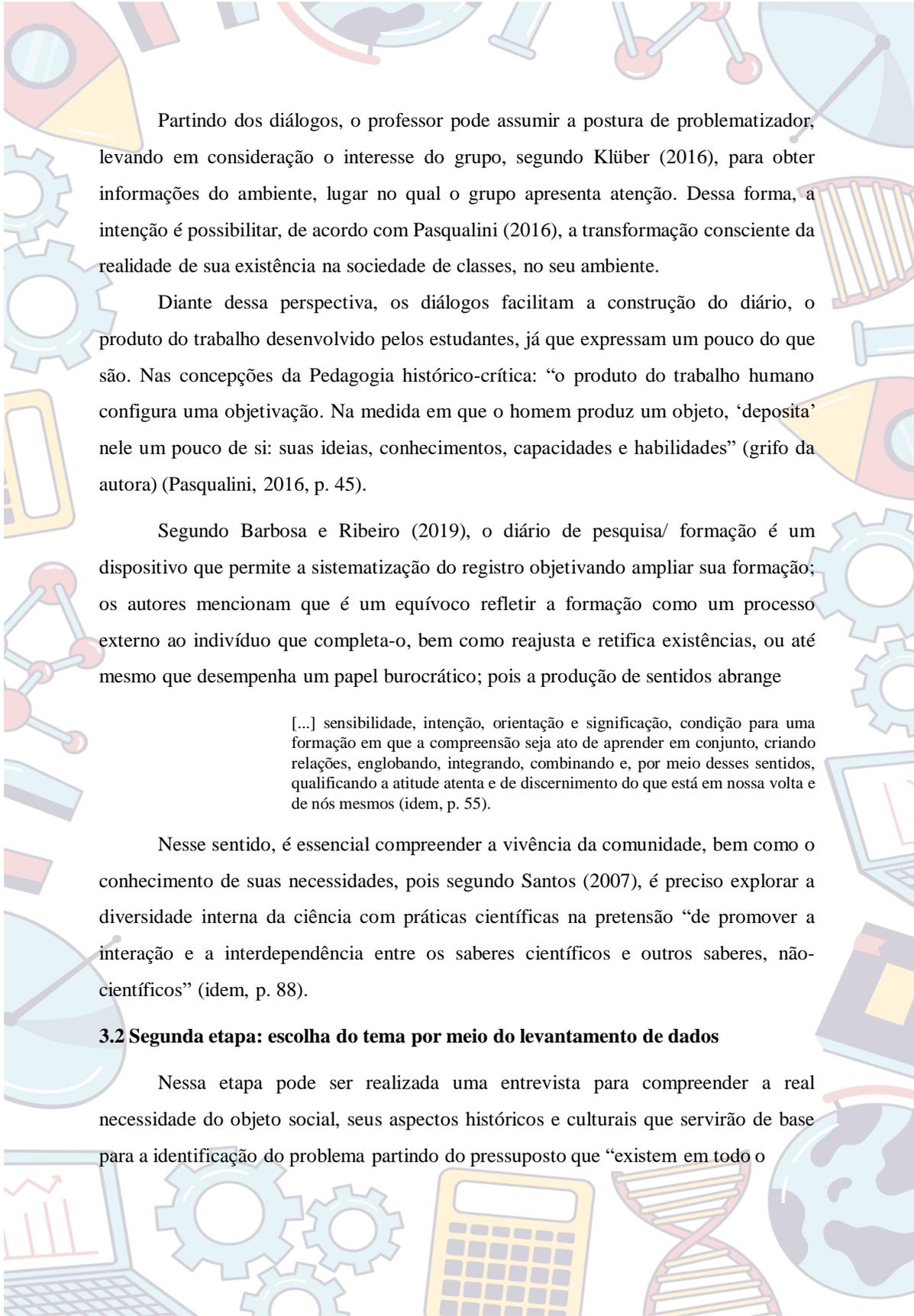
Dessa forma,

caracterizam-se não apenas pela diferenciação, sob a influência de fatores diversos – em muitas ocasiões, aleatórios –, mas também pela complexidade, conferida pelo emaranhado de ações, interações e reações que se estabelecem em todas as áreas das atividades humanas (Amaral; Santos R.; Santos E., 2022, p. 02).

As autoras relacionam essas considerações com a construção de uma pesquisa e afirmam que seu desenvolvimento “exige que se extrapolem os padrões de investigação e análise herdados da ciência moderna, pois, na atualidade, nenhuma teoria é capaz de restabelecer uma unidade de pensamento para dar conta dos problemas cotidianos e sua complexidade” (idem, p. 02). Portanto, a intervenção no mundo requer a miscigenação dos elementos da natureza, da política e do discurso e as redes, como ambientes virtuais.

Analisando pelo aporte teórico que embasa essa pesquisa, a construção do diário de bordo é vislumbrado como uma possibilidade da atividade de estudo, visto sua funcionalidade não apenas operacional, mas também motivacional. Segundo Márkova (2023, p. 222), “os motivos mais adequados para a atividade de estudo são motivos cognitivos de estudo”. O diário de bordo pode ser considerado um modo de atividade de estudo, pois nele todas as percepções iniciais (concreto inicial) são registradas pelos estudantes e, partindo de tais percepções, surgem as orientações intencionais para a sistematização da construção do saber. A autora menciona que “no nível médio, o domínio dos modos de estudo deve estar relacionado aos problemas da orientação profissional, com a assimilação dos modos de autoestudo” (idem, p. 228).

Tais elementos são tangíveis e possuem narrativas visando a coletividade, pois, segundo as autoras, os padrões científicos modernos restringem cada vez mais a pluralidade do mundo.



Partindo dos diálogos, o professor pode assumir a postura de problematizador, levando em consideração o interesse do grupo, segundo Klüber (2016), para obter informações do ambiente, lugar no qual o grupo apresenta atenção. Dessa forma, a intenção é possibilitar, de acordo com Pasqualini (2016), a transformação consciente da realidade de sua existência na sociedade de classes, no seu ambiente.

Diante dessa perspectiva, os diálogos facilitam a construção do diário, o produto do trabalho desenvolvido pelos estudantes, já que expressam um pouco do que são. Nas concepções da Pedagogia histórico-crítica: “o produto do trabalho humano configura uma objetivação. Na medida em que o homem produz um objeto, ‘deposita’ nele um pouco de si: suas ideias, conhecimentos, capacidades e habilidades” (grifo da autora) (Pasqualini, 2016, p. 45).

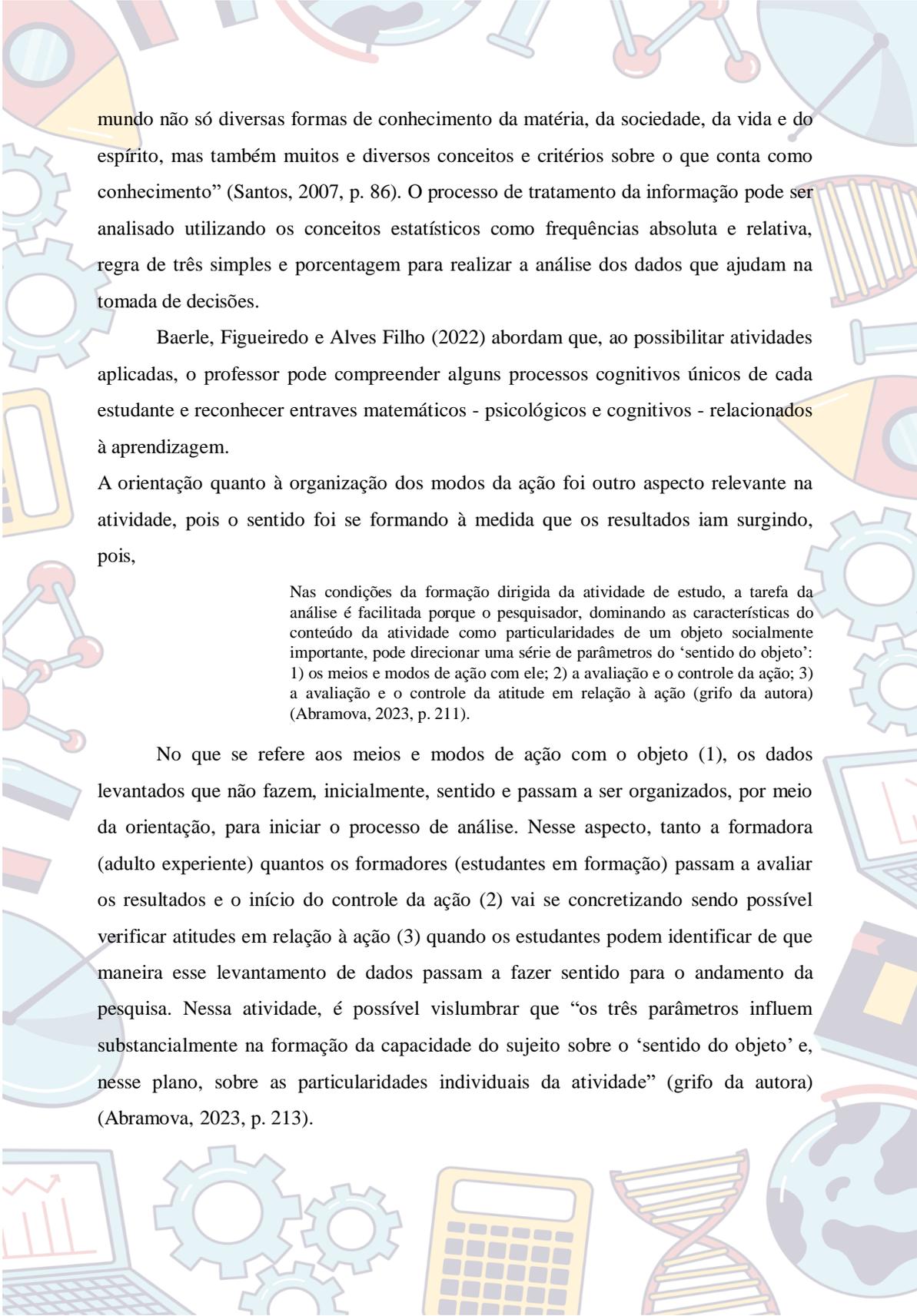
Segundo Barbosa e Ribeiro (2019), o diário de pesquisa/ formação é um dispositivo que permite a sistematização do registro objetivando ampliar sua formação; os autores mencionam que é um equívoco refletir a formação como um processo externo ao indivíduo que completa-o, bem como reajusta e retifica existências, ou até mesmo que desempenha um papel burocrático; pois a produção de sentidos abrange

[...] sensibilidade, intenção, orientação e significação, condição para uma formação em que a compreensão seja ato de aprender em conjunto, criando relações, englobando, integrando, combinando e, por meio desses sentidos, qualificando a atitude atenta e de discernimento do que está em nossa volta e de nós mesmos (idem, p. 55).

Nesse sentido, é essencial compreender a vivência da comunidade, bem como o conhecimento de suas necessidades, pois segundo Santos (2007), é preciso explorar a diversidade interna da ciência com práticas científicas na pretensão “de promover a interação e a interdependência entre os saberes científicos e outros saberes, não-científicos” (idem, p. 88).

3.2 Segunda etapa: escolha do tema por meio do levantamento de dados

Nessa etapa pode ser realizada uma entrevista para compreender a real necessidade do objeto social, seus aspectos históricos e culturais que servirão de base para a identificação do problema partindo do pressuposto que “existem em todo o



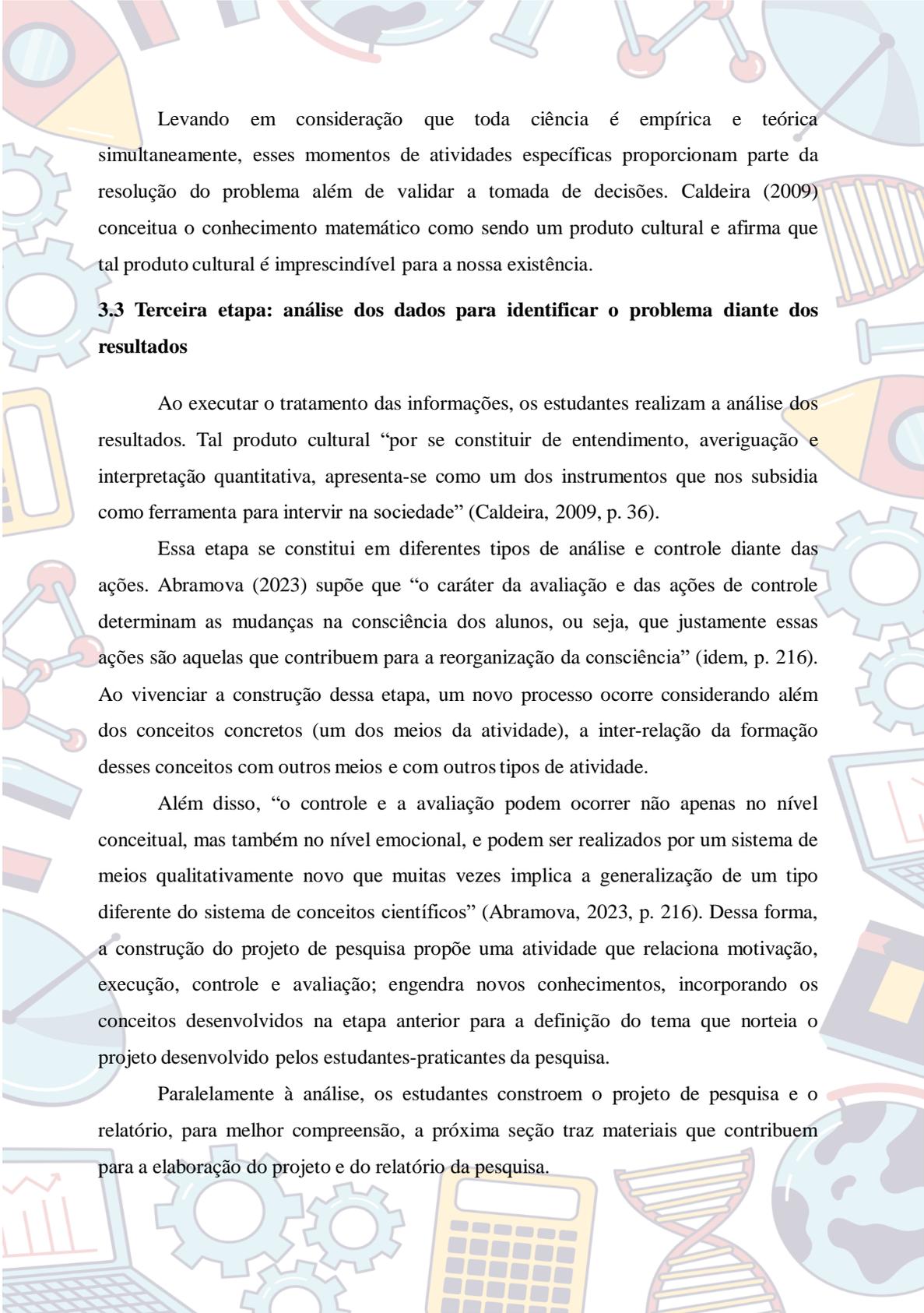
mundo não só diversas formas de conhecimento da matéria, da sociedade, da vida e do espírito, mas também muitos e diversos conceitos e critérios sobre o que conta como conhecimento” (Santos, 2007, p. 86). O processo de tratamento da informação pode ser analisado utilizando os conceitos estatísticos como frequências absoluta e relativa, regra de três simples e porcentagem para realizar a análise dos dados que ajudam na tomada de decisões.

Baerle, Figueiredo e Alves Filho (2022) abordam que, ao possibilitar atividades aplicadas, o professor pode compreender alguns processos cognitivos únicos de cada estudante e reconhecer entraves matemáticos - psicológicos e cognitivos - relacionados à aprendizagem.

A orientação quanto à organização dos modos da ação foi outro aspecto relevante na atividade, pois o sentido foi se formando à medida que os resultados iam surgindo, pois,

Nas condições da formação dirigida da atividade de estudo, a tarefa da análise é facilitada porque o pesquisador, dominando as características do conteúdo da atividade como particularidades de um objeto socialmente importante, pode direcionar uma série de parâmetros do ‘sentido do objeto’: 1) os meios e modos de ação com ele; 2) a avaliação e o controle da ação; 3) a avaliação e o controle da atitude em relação à ação (grifo da autora) (Abramova, 2023, p. 211).

No que se refere aos meios e modos de ação com o objeto (1), os dados levantados que não fazem, inicialmente, sentido e passam a ser organizados, por meio da orientação, para iniciar o processo de análise. Nesse aspecto, tanto a formadora (adulto experiente) quanto os formadores (estudantes em formação) passam a avaliar os resultados e o início do controle da ação (2) vai se concretizando sendo possível verificar atitudes em relação à ação (3) quando os estudantes podem identificar de que maneira esse levantamento de dados passam a fazer sentido para o andamento da pesquisa. Nessa atividade, é possível vislumbrar que “os três parâmetros influem substancialmente na formação da capacidade do sujeito sobre o ‘sentido do objeto’ e, nesse plano, sobre as particularidades individuais da atividade” (grifo da autora) (Abramova, 2023, p. 213).



Levando em consideração que toda ciência é empírica e teórica simultaneamente, esses momentos de atividades específicas proporcionam parte da resolução do problema além de validar a tomada de decisões. Caldeira (2009) conceitua o conhecimento matemático como sendo um produto cultural e afirma que tal produto cultural é imprescindível para a nossa existência.

3.3 Terceira etapa: análise dos dados para identificar o problema diante dos resultados

Ao executar o tratamento das informações, os estudantes realizam a análise dos resultados. Tal produto cultural “por se constituir de entendimento, averiguação e interpretação quantitativa, apresenta-se como um dos instrumentos que nos subsidia como ferramenta para intervir na sociedade” (Caldeira, 2009, p. 36).

Essa etapa se constitui em diferentes tipos de análise e controle diante das ações. Abramova (2023) supõe que “o caráter da avaliação e das ações de controle determinam as mudanças na consciência dos alunos, ou seja, que justamente essas ações são aquelas que contribuem para a reorganização da consciência” (idem, p. 216). Ao vivenciar a construção dessa etapa, um novo processo ocorre considerando além dos conceitos concretos (um dos meios da atividade), a inter-relação da formação desses conceitos com outros meios e com outros tipos de atividade.

Além disso, “o controle e a avaliação podem ocorrer não apenas no nível conceitual, mas também no nível emocional, e podem ser realizados por um sistema de meios qualitativamente novo que muitas vezes implica a generalização de um tipo diferente do sistema de conceitos científicos” (Abramova, 2023, p. 216). Dessa forma, a construção do projeto de pesquisa propõe uma atividade que relaciona motivação, execução, controle e avaliação; engendra novos conhecimentos, incorporando os conceitos desenvolvidos na etapa anterior para a definição do tema que norteia o projeto desenvolvido pelos estudantes-praticantes da pesquisa.

Paralelamente à análise, os estudantes constroem o projeto de pesquisa e o relatório, para melhor compreensão, a próxima seção traz materiais que contribuem para a elaboração do projeto e do relatório da pesquisa.

3.4 Quarta etapa: orientações no desenvolvimento da Modelagem Matemática para uma nova concepção de Educação Matemática

Mesmo construindo uma atividade de ensino com intencionalidade, o professor pode não perceber o instante no qual a Modelagem Matemática pode ser desenvolvida no projeto. O intuito é promover sua aplicação nos passos dessa atividade, pois Aguiar e Malheiros (2020) destacam que a Modelagem Matemática ainda não ocorre efetivamente nas salas de aula e citam alguns motivos, como: “a imprevisibilidade do que ocorrerá durante as aulas, a insegurança diante do novo, as cobranças tanto da parte dos pais quanto da gestão escolar ou ainda a falta de tempo para o cumprimento do currículo” (idem, p. 95).

Diante da possibilidade de realizar a modelagem, o professor pode indagar os estudantes sobre os dados fornecidos e de como podem representá-los em linguagem matemática, essa é uma atividade que apresenta dificuldade, pois, segundo Burak (1992), o processo inicia quando há uma situação-problema em que se busca uma solução, porém, em situações reais, dificilmente o problema aparece bem definido. O autor compreende a Modelagem Matemática como “um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e a tomar decisões” (idem, p. 62) é a compreensão da realidade matematicamente.

A identificação de um “problema” acessível ao tratamento matemático é frequentemente longa e envolve muitas habilidades que não estão relacionados com a Matemática, como por exemplo, falar com pessoas não matemáticas na área do problema e procurar escrever qualquer literatura relevante são [...] aspectos importantes desta parte de Modelagem (idem, p. 64-65).

Com essas considerações, os estudantes mencionam as informações e as contribuições para a análise e em seguida eles constroem a proposta que melhor atende as necessidades do problema. Percebe-se nessa ação a elaboração do trabalho produtivo por meio da instrução intelectual que, sob a perspectiva da Pedagogia histórico-crítica, é uma concepção socialista de educação – por envolver o produto aos valores éticos e simbólicos.

3.5 Quinta etapa: Validação do modelo desenvolvido

Nessa etapa, os estudantes podem superar o concreto inicial (percepção) por meio da abstração (cálculos, gráficos, expressões) e passarem para o concreto real pensado quando são capazes de relacionar os saberes escolares a uma necessidade prática do projeto e que não havia relação desse modelo com a situação identificada no levantamento e análise dos dados. Burak (1992) chama esse processo de validação, pois “consiste em checar a formulação, as equações ou outras relações matemáticas com a situação inicial” (idem, p. 65) no caso, a validação pode ser por meio da análise de um gráfico, de uma forma geométrica, de uma expressão algébrica ou outro produto que represente os saberes escolares matemáticos.

Analisando esse processo sob a perspectiva da Modelagem Matemática como uma concepção de Educação Matemática exige:

dos professores e dos estudantes a sensibilidade de perceber o diferente. Perceber o diferente na Modelagem Matemática é a capacidade de dar voz a todos, compartilhando saberes e entender que, nessa concepção, não se trata de “erros” (CORTELLA, 2001; CURY, 1995; PINTO, 2000), mas da multiplicidade de significados que possa existir nas mais variadas “formas de vida” (GLOCK, 1998).

Mas, os conhecimentos matemáticos, tanto aqueles adotados pela cultura escolar, quanto aqueles convencionados e padronizados pelas diferentes culturas, e os valores associados a eles, não possuem autonomia própria, dependem de que alguém os produza e reproduza sob o ponto de vista de cada cultura, portanto são históricos e sociais, atribuindo a eles, em cada cultura, um significado simbólico (Caldeira, 2009, p. 39).

Essa etapa possibilita o resgate histórico dos elementos que constituem os conceitos matemáticos abordados e até mesmo a necessidade de pesquisar elementos que não foram apresentados nas aulas de Matemática. Com a Modelagem Matemática (produto social) realizada para o caso específico do Projeto de Pesquisa e o trabalho produtivo que tem a intenção de contribuir para atingir o seu objetivo geral, o professor pode verificar a viabilidade de divulgar o que conseguiram desenvolver.

3.6 Sexta etapa: apresentação dos resultados no meio acadêmico, na comunidade escolar e para a sociedade

Nessa etapa, o trabalho pedagógico possibilita, de acordo com o Anjos (2020), o desenvolvimento de relações que se constituem em princípios de uma sociabilidade oposta ao mundo neoliberal, pois não há individualismo nas decisões, nem competições. Percebe-se, então, a relação entre os pares, a comunicação íntima pessoal mediada pelo ser mais experiente: o professor-orientador. A transmissão dos conteúdos sistematizados e das orientações no desenvolvimento do projeto são bases para a apropriação permanente do conhecimento, conforme os pressupostos teóricos da Pedagogia histórico-crítica.

Para avaliar todo o processo de desenvolvimento do projeto, o engajamento dos estudantes e as ações do trabalho em equipe e colaborativo o professor pode realizar um questionário com perguntas no intuito de analisar por meio da observação participante e do processo evolutivo na participação das propostas e nos diálogos ou narrativas produzidos durante a comunicação ubíqua.

4. FONTES DE PESQUISA COMPLEMENTARES

1. Guia de Metodologia da Pesquisa para Jovens Cientistas: material de apoio para professores e estudantes

Autores: Antonio de Jesus dos Santos Fernandes Júnior e Marcos Eduardo Miranda Santos

Nesse guia você encontrará critérios e sistematização para concretização de uma pesquisa científica e conseqüentemente o desenvolvimento de competências e habilidades necessárias ao crescimento pessoal e profissional.

https://www.researchgate.net/publication/351009382_Guia_de_Metodologia_da_Pesquisa_para_Jovens_Cientistas/link/607f15728ea909241e120596/download?tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19

2. Livro: Educação científica e cidadania abordagens teóricas e metodológicas para a formação de pesquisadores juvenis

Org: Maria Aparecida Moura

Nessa obra você encontrará reflexões que visam atender aos professores da educação básica e aos educadores em geral que efetivamente participam na ação com a juventude, produzindo objetos e artefatos que dialogam com o conhecimento científico.

<https://www.ufmg.br/proex/cpinfo/educacao/docs/livro.pdf>

3. Livro: Modelagem matemática: perspectivas, experiências, reflexões e teorizações

Orgs. Celis Finck Brandt, Dionísio Burak, Tiago Emanuel Klüber

Esse livro traz o diálogo necessário do contexto histórico e cultural com a lógica na Modelagem Matemática. O conjunto de textos que formam esta coletânea deriva de pesquisas e estudos sobre o ensino e aprendizagem de Matemática, estes nascidos em contextos do ensino de Matemática na Educação Básica em escolas públicas. Os textos da coletânea apresentam elementos que sustentam as potencialidades da Modelagem Matemática para tornar mais flexível o currículo, favorecer a criatividade, a aprendizagem significativa, a compreensão da complexidade do conhecimento associado à prática da sala de aula e ao contexto histórico-cultural das sociedades. Para os professores de Matemática que procuram inverter os procedimentos utilizados no ensino de Matemática e trabalhá-la de forma contextualizada, tentando tratar matematicamente os problemas concretos enfrentados pelos sujeitos na sociedade ensinando, além dos conteúdos puros, os valores.

<https://static.scielo.org/scielobooks/b4zpq/pdf/brandt-9788577982325.pdf>

5. REFERÊNCIAS

ABRAMOVA, Galina S. Particularidades individuais da formação da atividade de estudo. p. 211-217. In: LONGAREZI, Andréa M.; PUENTES, Roberto V.; MARCO, Fabiana F. de. **Teoria da atividade de estudo: contribuições do Grupo de Moscou**. Bauru: SP, Mireveja, 2023.

AGUIAR, Milena Kemy S. de; MALHEIROS, Ana Paula dos S. Modelagem Matemática e a Sala de Aula: um olhar para um material didático. **Tangram – Revista de Educação Matemática**. Dourados, MS, v.3, n.4, pp. 93-113, 2020. <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/tangram/article/view/12515/6509> . Acesso em: 23 de dez. 2023.

AMARAL, Mirian M. do.; SANTOS Rosemary dos; SANTOS, Edméa. **Diários online como dispositivos de pesquisa-formação: uma conversa com o filme Avatar**. Pro-Posições, Campinas, v. 33, e-ISSN 1980-6248 20190124, 2022. [SciELO - Brasil - Diários online como dispositivos de pesquisa-formação: uma conversa com o filme Avatar](#) [Diários online como dispositivos de pesquisa-formação: uma conversa com o filme Avatar](#) [Diários online como dispositivos de pesquisa-formação: uma conversa com o filme Avatar](#) . Acesso em 12 de dez. 2023.

ANJOS, Ricardo E. Base Nacional Comum Curricular e Educação Escolar de adolescentes: uma análise baseada na pedagogia histórico-crítica e na psicologia histórico-cultural. Pp. 179-206. **A pedagogia histórico-crítica, as políticas educacionais e a Base Nacional Comum Curricular**. In: MALANCHEN, Julia; MATOS, Neide da S. D. de; ORSO, Paulino José. (org.s). Campinas, SP: Editora Autores Associados. 2020.

BAERLE, Lucilene D. M.; FIGUEREDO, Daina C.; FILHO Jose de P. A. Análise de uma Proposta Interdisciplinar para o Ensino de Matemática: Contribuições da Modelagem Matemática. **Contraponto: Discussões Científicas e Pedagógicas em Ciências, Matemática e Educação**, Blumenau, v. 3. n. 4, pp. 207- 226, jul-dez 2022. ISSN 2763-5635.

BARBOSA, Joaquim G.; RIBEIRO, Mayra R. F. Abordagem multirreferencial e formação autoral. **Revista Observatório**, Palmas, v. 5, n. 1, p. 38-73, jan-mar. 2019.

BURAK, Dionísio. **Uma perspectiva de Modelagem Matemática para o ensino e a aprendizagem da Matemática**. In: BRANDT, Célia F.; BURAK, Dionísio; KLÜBER, Tiago Emanuel (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. Available from: doi: 10.7476/9788577982325. Also available in ePUB from: <http://books.scielo.org/id/b4zpq/epub/brandt-9788577982325.epub> . Acesso em: jul. 2024.



BRASIL. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

Histórico: A Criação. Brasília: [Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações](https://www.gov.br/cnpq/pt-br/acesso-a-informacao/institucional/historico), 2020. <https://www.gov.br/cnpq/pt-br/acesso-a-informacao/institucional/historico> Acesso em: 10 de set. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. 1 – 109. Brasília: MEC, 2000.

CALDEIRA, Ademir D. Modelagem Matemática: um outro olhar. **ALEXANDRIA: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.2, p. 33-54, 2009. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37940/28968> . Acesso em jul 2024.

D'AMBROSIO, Ubiratan. Prefácio. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. BASSANEZI, Rodney. São Paulo: Contexto. 2002.

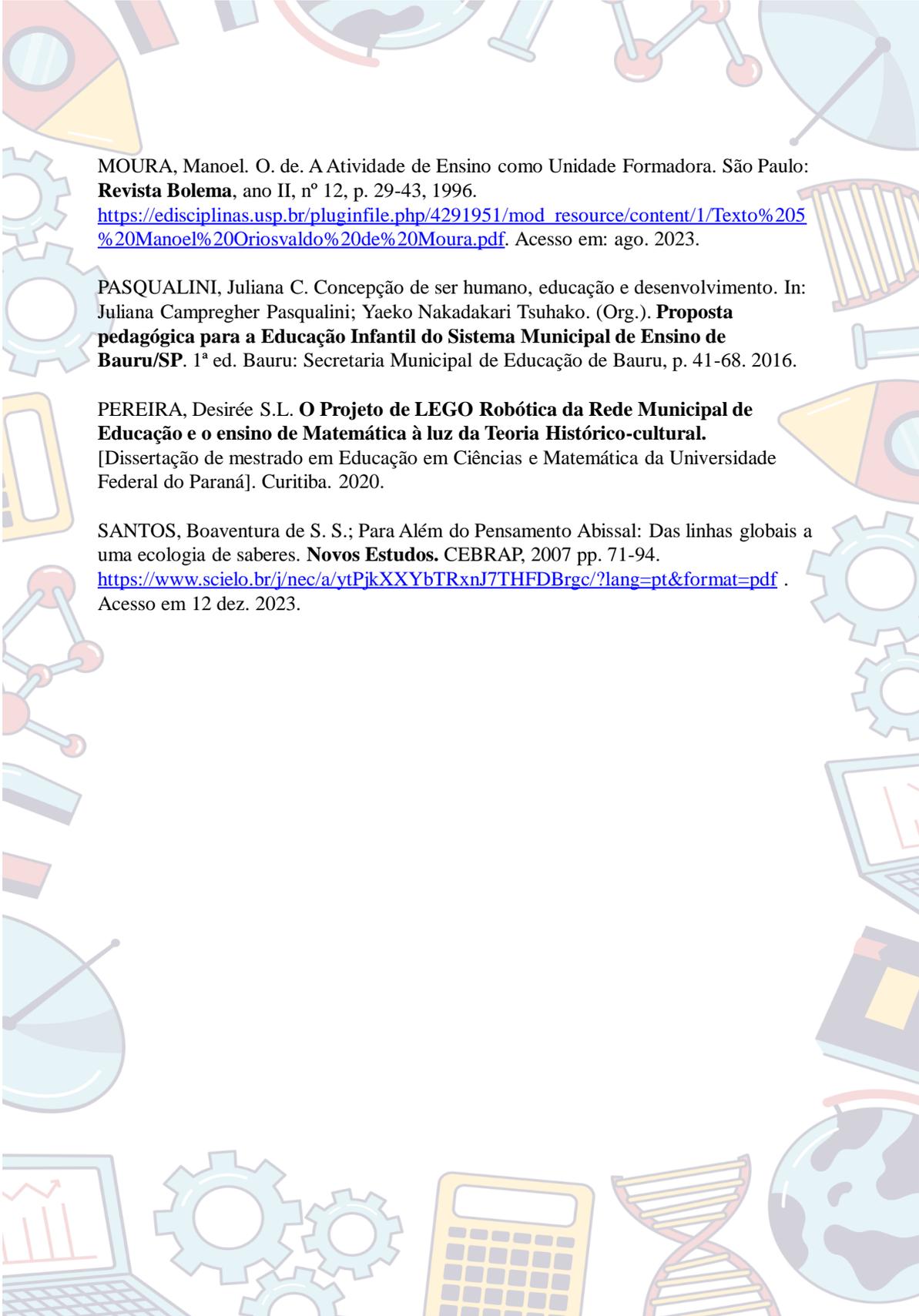
DUARTE, Newton. **O ensino da matemática para alfabetizando adultos** (aspectos de uma metodologia em elaboração). Programa de Educação de Adultos. UFSCar. São Carlos. 1984. [http://forumeja.org.br/sites/forumeja.org.br/files/o-ensino-da-matematica-para-alfabetizando-adultos-\(-\)-newton-duarte.pdf](http://forumeja.org.br/sites/forumeja.org.br/files/o-ensino-da-matematica-para-alfabetizando-adultos-(-)-newton-duarte.pdf) . Acesso em 10 jul. 2022.

GAMA, Carolina N. **Categorias fundamentais de soluções acerca da relação entre desenvolvimento e aprendizagem**. Power Point de apoio à disciplina Educação Escolar e Desenvolvimento Humano, lecionada pelo PPGEICIM/ UFAL. 2022.

GÜLLICH, Roque Ismael da C. Educar pela pesquisa: Formação e processos de estudo e aprendizagem em pesquisa. **R. Ciências Humanas**, v.8, n.10, p. 11-27, 2007. http://maratavarepsictics.pbworks.com/w/file/attach/74301152/DEMO_Educar-Pela-Pesquisa-pedro-Demo.pdf Acesso em set 2023.

MÁRKOVA, Anastasiia K. Os motivos cognitivos de estudo e as vias para sua investigação. p. 221-229. In: LONGAREZI, Andréa M.; PUENTES, Roberto V.; MARCO, Fabiana F. de. **Teoria da atividade de estudo: contribuições do Grupo de Moscou**. Bauru: SP, Mireveja, 2023.

MATTOS, Eduardo B. V. de. **Construção de conceitos de Matemática via Projetos de Aprendizagem**. [Dissertação de Mestrado em Ensino de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul]. Porto Alegre. 2010. <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/27896/000767354.pdf?sequence=1&isAllowed=y> . Acesso em: jul. 2023.



MOURA, Manoel. O. de. A Atividade de Ensino como Unidade Formadora. São Paulo: **Revista Bolema**, ano II, nº 12, p. 29-43, 1996.

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4291951/mod_resource/content/1/Texto%20%20Manoel%20Orosvaldo%20de%20Moura.pdf. Acesso em: ago. 2023.

PASQUALINI, Juliana C. Concepção de ser humano, educação e desenvolvimento. In: Juliana Campregheer Pasqualini; Yaeko Nakadakari Tsuhako. (Org.). **Proposta pedagógica para a Educação Infantil do Sistema Municipal de Ensino de Bauru/SP**. 1ª ed. Bauru: Secretaria Municipal de Educação de Bauru, p. 41-68. 2016.

PEREIRA, Desirée S.L. **O Projeto de LEGO Robótica da Rede Municipal de Educação e o ensino de Matemática à luz da Teoria Histórico-cultural**. [Dissertação de mestrado em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal do Paraná]. Curitiba. 2020.

SANTOS, Boaventura de S. S.; Para Além do Pensamento Abissal: Das linhas globais a uma ecologia de saberes. **Novos Estudos**. CEBRAP, 2007 pp. 71-94.

<https://www.scielo.br/j/nec/a/ytPjkXXYbTRxnJ7THFDBrgc/?lang=pt&format=pdf> . Acesso em 12 dez. 2023.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação, intitulada “Modelagem Matemática e Projetos: conhecimentos matemáticos desenvolvidos para soluções de problemas em Projetos de Iniciação Científica” é resultado de uma pesquisa qualitativa que surgiu do seguinte questionamento: Como a Modelagem Matemática pode contribuir no desenvolvimento de projetos de Iniciação Científica, propiciando a aplicação de conhecimentos matemáticos na Educação Básica a fim de favorecer para a formação do pensamento por conceitos?

O problema foi respondido na seção 6, quando os estudantes vislumbraram os conceitos matemáticos que poderiam contribuir para delinear a solução do problema do Projeto de Pesquisa por meio da Modelagem Matemática.

Dessa forma, a referente pesquisa teve por objetivo geral analisar como a Modelagem Matemática pode contribuir no desenvolvimento de projetos de Iniciação Científica, propiciando a aplicação de conhecimentos matemáticos na Educação Básica a fim de favorecer a formação do pensamento por conceitos.

No que se refere aos objetivos específicos, procurou-se inicialmente compreender o desenvolvimento da atividade de estudo para a promoção do pensamento por conceitos no período da adolescência, revisitando as concepções da Pedagogia histórico-crítica e os teóricos com contribuições na formação humana na seção 2; e relacionar a Modelagem Matemática e os conceitos matemáticos envolvidos no desenvolvimento do projeto com o ensino da Matemática para a formação humana em seus aspectos mais avançados, buscando nas contribuições de autores que trazem pesquisas sobre modelo e a lógica das relações subsidiando o ensino da Matemática, bem como o desenvolvimento do projeto direcionando os estudantes de forma direta e intencional aos conhecimentos sistematizados possibilitando o desenvolvimento da sua personalidade e da sua concepção de mundo com a finalidade de produzir necessidades e interesses não cotidianos; a seção 3 expõe tais relações.

Logo em seguida, identificar os critérios que os estudantes utilizaram na escolha de um problema na comunidade; a seção 6 retrata como eles identificaram que os alagamentos na comunidade eram um problema e, por meio das entrevistas na comunidade e com as profissionais de saúde, os estudantes-praticantes perceberam que as doenças mais recorrentes nas crianças é o fator mais importante a ser solucionado; outro objetivo específico foi: investigar as estratégias utilizadas pelos estudantes para solucionar o problema (protótipos, programação, pesquisas) na seção 6 os estudantes atingiram esse objetivo quando identificaram que o trabalho produtivo seria o panfleto explicativo; em seguida, conseguiram

atingir mais um objetivo específico – como consta na seção 6 – que foi o de analisar, nas soluções apresentadas, as representações das quais utilizam para os modelos matemáticos e o caminho percorrido para o desenvolvimento das funções psicológicas superiores; enquanto os estudantes desenvolviam o projeto, as aulas de Matemática abordavam objetos de conhecimento que foram essenciais para a Modelagem Matemática.

No intuito de fundamentar teoricamente esta pesquisa, foram efetuadas investigações sobre as contribuições da Pedagogia histórico-crítica e da Psicologia histórico-cultural visando compreender melhor o período da adolescência e seu desenvolvimento psíquico e social, como menciona Anjos (2020), tanto pela atividade de comunicação íntima pessoal – a formação das relações sociais entre os adolescentes – quanto pela atividade profissional/de estudo – motivo fundamental de estudar preparando-se para o futuro – com a finalidade de desenvolver uma proposta que trouxesse sentido a esse período superando a etapa do conhecimento empírico por meio da reflexão teórica, alcançando a etapa da consciência filosófica.

Ao se apropriar desse período da adolescência, conseguimos compreender como abordar questões que possibilitassem a apreensão dos conhecimentos matemáticos de maneira que fosse significativa, que gerasse uma necessidade para realização da atividade. Logo, na seção 6, foi possível apresentar o processo de apropriação dos conhecimentos científicos por meio do ensino, compreendido como “uma forma social de organização da apropriação, pelo homem, das capacidades formadas sócio-historicamente e objetivadas na cultura material e espiritual” (Libâneo, 2004, p.07). A produção do panfleto explicativo foi o produto da atividade realizada em cada etapa, um saber objetivo que se converteu em saber escolar quando possibilitou a relação entre os saberes científicos e a produção. A Modelagem Matemática possibilitou o desenvolvimento do pensamento conceitual por meio dos conteúdos específicos: as funções afim e exponencial apreendidas em sua função social e que, durante o processo de investigação histórica, passaram a ser entendidas as lógicas constituídas no processo e suas relações para a solução do problema que foi identificado no Projeto de Pesquisa desenvolvido pelos estudantes.

Buscou-se também esclarecimentos da relevância da atividade profissional/de estudo nesse período, para que as ações pudessem se tornar condizentes com os motivos das atividades em cada etapa objetivando a formação do pensamento teórico para que os conceitos matemáticos desenvolvidos fossem apreendidos, como a lógica do processo. O cumprimento dessa atividade permitiu a transformação da característica da atividade intelectual pela formação escolar, além de mudar o tipo de pensamento dos estudantes.

Investigou-se o contexto histórico da Modelagem Matemática para a Educação Matemática na formação humana, sua relação com as outras áreas do conhecimento, bem como um recorte histórico desde o surgimento até os estudos que abordam sua utilização, paralelamente, em projetos de Iniciação Científica com orientação dos estudantes à pesquisa, considerando algumas categorias do materialismo histórico-dialético.

Procurou-se compreender como as atividades de estudo no ensino da Matemática poderiam ser desenvolvidas nos projetos de aprendizagem na Iniciação Científica na Educação Básica de modo a serem aproveitadas em benefício da comunidade, além de possibilidades para o desenvolvimento humano.

Ao averiguar como a Modelagem Matemática contribui para soluções em projetos de Iniciação Científica e para o desenvolvimento dos estudantes dando sentido aos estudos dos conceitos matemáticos, com base nas narrativas dos praticantes, constatou-se que eles utilizaram os conhecimentos matemáticos adquiridos para modelar matematicamente o problema no projeto de Iniciação Científica que escolheram para contribuir na melhoria da sua comunidade. Além disso, após a aquisição da bolsa ICJ/CNPq, outros estudantes demonstraram interesse em participar de algum projeto de cunho científico na escola.

No que se refere aos benefícios esperados com a participação dos estudantes, já começamos a identificar os resultados positivos, eles apresentaram motivos para o maior engajamento nas aulas e o desenvolvimento de responsabilidades e justificaram seu desempenho como um processo de preparação para o futuro.

Comparando o início e o momento atual do desenvolvimento dos estudantes de maneira global, isto é, considerando todos os aspectos da formação escolar, não apenas na Matemática e no desenvolvimento educacional, bem como no seu convívio social, após as ações realizadas com intencionalidade; comparando a evolução das narrativas e os trabalhos colaborativos em grupo, ficou perceptível que houve formação e envolvimento dos praticantes em todas as etapas do projeto.

Em relação ao desenvolvimento de um projeto de ensino que os colocassem na Iniciação Científica, essa é uma atividade de estudo que é possível de desenvolver organizando as etapas em uma sequência didática com a pretensão de dar sentido aos saberes escolares e disseminar as pesquisas e a Iniciação Científica com soluções aplicáveis na sociedade, além de ser possibilitar “a superação da dicotomia entre homem e trabalho, teoria e prática” (Anjos, 2020, p. 199).

Outro aspecto a ser considerado é que podem ser desenvolvidos em ambientes multirreferenciais, em espaços ubíquos que permitem a elaboração de diálogos e registros escritos e imagéticos para a formação dos praticantes.

Algumas limitações foram percebidas, considerando o quantitativo de estudantes das três turmas que receberam os questionários (40 estudantes dos 88 estudantes matriculados) e o quantitativo de estudantes que aceitaram participar do projeto (12 estudantes) resulta em uma participação de 30% dos estudantes, à luz do referencial teórico, infere-se que “não há lugar para a ideia de uma natureza humana *a priori*, pois tudo que o indivíduo tem humano é produto da apropriação das riquezas materiais e ideativas objetivadas ao longo da história da humanidade” (grifo do autor) (Anjos, 2020, p. 181) o baixo quantitativo pode se justificar pela ausência de atividades de estudo que engendrassem processos formativos de pesquisa e Iniciação Científica por meio de projetos.

Analisando que foi uma implementação, espera-se que nos próximos anos esse quantitativo de participantes aumente, visto que eles observaram por meio das ações e das relações dos estudantes das turmas com os praticantes da pesquisa, que compartilharam o quão diversificadas foram as ações com experiências enriquecedoras que os levaram a ambientes nunca frequentados.

Outra limitação observada refere-se ao atendimento de uma demanda exacerbada com vistas aos processos avaliativos externos e internos, que atendem às necessidades imediatas por resultados na elevação dos índices nas quais, frequentemente, os educadores tendem a enaltecer as competências e habilidades aferidas nas avaliações deixando suas sequências didáticas com foco apenas na reprodução mecânica de conteúdo; como consequência, observamos nos estudantes a ausência de reflexão no ato de estudar e nessas condições não há o pleno desenvolvimento das funções psicológicas superiores, na sua concepção de mundo. Dessa forma, a educação se distancia do seu papel fundamental que, segundo Duarte (2013) é de mediar os conceitos cotidianos (em si) e os conceitos não cotidianos (para si).

Em contrapartida, esse trabalho possibilitou aos estudantes que o desenvolveu o acesso ao trabalho elaborado com intencionalidade, nas quais as etapas de uma sequência didática, por meio de atividades de estudo, possibilitaram o avanço do concreto sensório-perceptivo, nas abstrações durante os processos para que chegassem ao concreto real pensado, a formação do pensamento por conceitos. Foi um avanço na compreensão do seu papel enquanto estudante crítico, na sua consciência de classe com possibilidades de transformar a realidade e seus problemas.

Quanto à elaboração de um manual didático para professores de Matemática com a proposta de uma sequência didática com as etapas para desenvolvimento do projeto de Iniciação Científica, a intenção é colaborar com os professores que pretendem trabalhar com a Modelagem Matemática de maneira a relacionar a Matemática às outras áreas do conhecimento, considerando as atividades de estudo que podem ser desenvolvidas para a construção do modelo matemático a depender da proposta.

Vislumbrando estudos vindouros, há possibilidade de desenvolver pesquisas que proporcionem formações para professores de Matemática que apresentem interesse de trabalhar a Modelagem Matemática na Iniciação Científica em projetos de aprendizagem, pois é importante possibilitar o conhecimento necessário para assumir processos formativos, bem como defender condições de trabalho e valorização do magistério. Porque como nos ensinou o poeta: *“La primera condición para cambiar la realidad consiste en conocerla”* Eduardo Galeano. Ninguém transforma o que não conhece.

Pretendeu-se também, investigar sobre as percepções dos estudantes no que se refere à motivação na apreensão dos conceitos matemáticos, nas objetivações genéricas para si e sua aplicação nas situações do cotidiano com modelos que busquem a compreensão dos problemas para possíveis soluções. Para mais, movimentar a comunidade escolar com eventos que possam expor os projetos desenvolvidos pelos estudantes da Educação Básica divulgando e incentivando o fazer ciência na busca de uma sociedade mais justa.

Dessa forma, reconhecemos que essa pesquisa colabora para a área da Educação Matemática por apresentar a relevância da apreensão dos conceitos matemáticos para interagir com o mundo, visto que os estudantes compreendem as necessidades encontradas nos diversos contextos e buscam desenvolver as soluções que os motivam a investigar situações que fazem sentido, colocando-os em atividades de estudo que podem contribuir para a formação humana; além de ser uma proposta inovadora por considerar a forma de ensino que humaniza o sujeito, de maneira sistematizada, no desenvolvimento de projetos científicos que envolvem, com intencionalidade, a construção de um modelo e de processos que vislumbram para a socialização da educação.

O papel do professor é de conduzir intencionalmente o ensino, e no desenvolvimento de projetos de Iniciação Científica ser o orientador que compreende os sujeitos envolvidos e os envolve em atividades de estudo que possam criar necessidades de conhecimentos sistematizados de maneira perdurável nos estudantes para promover a superação dos limites da vida cotidiana.

O embasamento teórico utilizado defende o papel da escola no processo de humanização, de desenvolvimento psíquico em suas formas mais desenvolvidas. A escola “deve, portanto, produzir nos alunos a necessidade de apropriação das objetivações genéricas para si (como a ciência, a arte e a filosofia), de forma permanente” (Anjos, 2020, p. 189). Sem embasamento, reféns do pragmatismo e das teorias hegemônicas, é difícil avançarmos.

Logo, admitimos que os projetos podem promover o ensino e a aprendizagem de maneira colaborativa, investigativa, com maior envolvimento nas atividades de estudo de forma ubíqua formando sujeitos críticos e ativos em todas as etapas do processo em ambientes multirreferenciais para a concepção de mundo do estudante.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVA, Galina S. Particularidades individuais da formação da atividade de estudo. p. 211-217. In: LONGAREZI, Andréa M.; PUENTES, Roberto V.; MARCO, Fabiana F. de. **Teoria da atividade de estudo: contribuições do Grupo de Moscou**. Bauru: SP, Mireveja, 2023.

ADOLESCÊNCIA. In: **Dicionário Priberam da Língua Portuguesa** [Online], 2008-2023. <https://dicionario.priberam.org/adolesc%C3%Aancia> . Acesso em 26 fev. 2023.

AGUIAR, Milena Kemy S. de; MALHEIROS, Ana Paula dos S. Modelagem Matemática e a Sala de Aula: um olhar para um material didático. **Tangram – Revista de Educação Matemática**. Dourados, MS, v.3, n.4, pp. 93-113, 2020. <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/tangram/article/view/12515/6509> . Acesso em: 23 de dez. 2023.

AGUIAR, Vera E. J. de; JUNGER, Alex P.; SCHIMIGUEL, Juliano. Método de elaboração e possíveis desafios enfrentados na criação do produto educacional. **South American Development Society Journal**. vol. 10, n. 28, ISSN: 2446-5763, 2024. <https://www.sadsj.org/index.php/revista/article/view/682/528> . Acesso em: 08 de jun 2024.

ALAGOAS. Referencial Curricular de Alagoas: Ensino Médio. Maceió: SEDUC, 2021. <https://www.gov.br/mec/pt-br/novoensino-medio/pdfs/RCSEEAL.pdf> . Acesso em 23 dez. 2023

AMARAL, Mirian M. do.; SANTOS Rosemary dos; SANTOS, Edméa. **Diários online como dispositivos de pesquisa-formação: uma conversa com o filme Avatar**. Pro-Posições, Campinas, v. 33, e-ISSN 1980-6248 20190124, 2022. [SciELO - Brasil - Diários online como dispositivos de pesquisa-formação: uma conversa com o filme Avatar](https://doi.org/10.1590/proposicoes.v33n1p124-134) [Diários online como dispositivos de pesquisa-formação: uma conversa com o filme Avatar](https://doi.org/10.1590/proposicoes.v33n1p124-134) . Acesso em 12 de dez. 2023.

ANJOS, Lívia de S.; SANTANA, Marisa A. de A experiência formativa de educadores em atuação no contexto de uma formação em currículo: implicações do pesquisador enquanto sujeito dialógico. In: MACEDO, Roberto S. [et al]. (org). **Currículo e processos formativos: experiências, saberes e culturas**. Salvador: EDUFBA, 2012. (Escritos formaceanos em perspectiva) p. 147-167. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/16737> . Acesso em 13 de jan. de 2024.

ANJOS, Ricardo. E. dos.; DUARTE, Newton. Adolescência inicial: comunicação íntima pessoal, atividade de estudo e formação de conceitos. Pp. 195-220. (Cap.9). In: MARTINS, L. M.; ABRANTES, A. A.; FACCI, M.G.D. (org.s). **Periodização histórico-cultural do desenvolvimento psíquico: do nascimento à velhice**. Campinas, SP: Editora Autores Associados, 2016.

ANJOS, Ricardo E. Base Nacional Comum Curricular e Educação Escolar de adolescentes: uma análise baseada na pedagogia histórico-crítica e na psicologia histórico-cultural. Pp. 179-206. **A pedagogia histórico-crítica, as políticas educacionais e a Base Nacional Comum Curricular**. In: MALANCHEN, Julia; MATOS. Neide da S. D. de; ORSO, Paulino José. (org.s). Campinas, SP: Editora Autores Associados. 2020.

APCN 46 (2019). DOCUMENTO ORIENTADOR DE APCN -Área 46 (2019)
<https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/ensino1.pdf> . Acesso em 02 de jan. 2024.

ARAUJO, Ronaldo Marcos de L.; FRIGOTTO, Gaudêncio. Práticas pedagógicas e ensino integrado. **Revista Educação em Questão**, v. 52, n. 38, p. 61–80, 2015.
<https://periodicos.ufrn.br/educacaoemquestao/article/viewFile/7956/5723> . Acesso em 16 de jan. 2022.

ASBAHR, Flavia da S. F. Idade escolar e atividade de estudo: educação, ensino e apropriação dos sistemas conceituais. Pp. 171-192. (Cap.8). In: MARTINS, L. M.; ABRANTES, A. A.; FACCI, M.G.D. (org.s). **Periodização histórico-cultural do desenvolvimento psíquico: do nascimento à velhice**. Campinas: Autores Associados, 2016.

BACICH, Lilian. ; NETO, Adolfo T.; TREVISANI, Fernando de M. **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação**. In: BACICH, Lilian. ;NETO, Adolfo T.; TREVISANI, Fernando de M. (orgs.). Porto Alegre: Penso, 2015. P. 67 a 93.

BAERLE, Lucilene D. M.; FIGUEREDO, Daina C.; FILHO Jose de P. A. Análise de uma Proposta Interdisciplinar para o Ensino de Matemática: Contribuições da Modelagem Matemática. **Contraponto: Discussões Científicas e Pedagógicas em Ciências, Matemática e Educação**, Blumenau, v. 3. n. 4, pp. 207- 226, jul-dez 2022. ISSN 2763-5635.

BARBOSA, Alexsandra; SANTOS, Edméa; RIBEIRO, Mayra. Diário *online* no *Whatsapp: app-learning* em contexto de pesquisa-formação na cibercultura. In: PORTO, C., OLIVEIRA, K.E.; CHAGAS, A., comp. **Whatsapp e educação: entre mensagens, imagens e sons [online]**. Salvador: Ilhéus: EDUFBA; EDITUS, 2017, pp. 235-256. ISBN 978-85-232-2020-4. <https://doi.org/10.7476/9788523220204.0013> . Acesso em: dez. 2022.

BARBOSA, Joaquim G.; RIBEIRO, Mayra R. F. Abordagem multirreferencial e formação autoral. **Revista Observatório**, Palmas, v. 5, n. 1, p. 38-73, jan-mar. 2019.

BARBOSA, Jonei. C. Modelagem matemática e os professores: a questão da formação. **Bolema**, Rio Claro, n. 15, p. 5-23, 2001.

BARBOSA, Jonei C. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: **REUNIÃO ANUAL DA ANPED**, 24., 2001, Caxambu. Anais... Rio Janeiro: ANPED, 2001a.

BARBOSA, Jonei C. Modelagem Matemática: O que é? Por que? Como? **Veritati**, n. 4, p. 73-80, 2004.
http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/2010/Matematica/artigo_veritati_jonei.pdf Acesso em 03 jul. 2024.

BARBOSA, Maria Valéria; MILLER, Stela; MELLO, Suely A. (org.s). **Teoria Histórico-Cultural: Questões Fundamentais para a Educação Escolar**. Marília: Oficina Universitária; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2016.

BASSANEZI, Rodney C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. São Paulo: Contexto. 2002.

BEHRENS, Maria Aparecida. Metodologia de projetos: Aprender e Ensinar para a produção do conhecimento em uma visão complexa. In: TORRES, P.L. (org.) **Complexidade: Redes e Conexões na Produção do Conhecimento**. p. 95-116. Curitiba: SENAR, 2014.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf.

Acesso em: 21 de jun. 2021.

BRASIL. **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico**. Histórico: A Criação. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, 2020.

<https://www.gov.br/cnpq/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/historico> Acesso em: 10 de set. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. 1 – 109. Brasília: MEC, 2000.

BENDER, William N. **Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI**. Tradução: Fernando de Siqueira Rodrigues; revisão técnica: Maria da Graça Souza Horn. Porto Alegre: Penso, 2014.

BERNARDES, Maria Elisa M. Prefácio. P. 13 a 22. In: BARBOSA, Maria Valéria; MILLER, Stela; MELLO, Suely A. (org.s). **Teoria Histórico-Cultural: Questões Fundamentais para a Educação Escolar**. Marília: Oficina Universitária; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2016.

BIEMBENGUT, Maria Salett. 30 anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v.2, n.2, p.7-32, jul. 2009.

BIEMBENGUT, Maria Salett; HEIN, Nelson. **Modelagem Matemática no Ensino**. ed. 5. São Paulo: Editora Contexto, 2013.

BIEMBENGUT, Maria Salett. **Modelagem matemática no ensino fundamental**. Blumenau: Edifurb, 2014.

BOALER, Jo. **Mentalidades matemáticas: estimulando o potencial dos estudantes por meio da matemática criativa, das mensagens inspiradoras e do ensino inovador**.

Tradução: Daniel Bueno; revisão técnica: Fernando Amaral Carnaúba, Isabele Veronese, Patrícia Cândido. Porto Alegre: Penso, 2018.

BORGES, Pedro Augusto P.; NEHRING, Cátia Maria. Modelagem Matemática e Sequências Didáticas: uma relação de complementaridade. **Boletim de Educação Matemática**, vol. 21, núm. 30, pp. 131-147, 2008.

BRANCO, Maria Luísa. O sentido da educação democrática: revisitando o conceito de experiência de John Dewey. **Educação e Pesquisa**. v. 36, n.2. São Paulo. 2010. pp. 599-610.

BURAK, Dionísio. **Uma perspectiva de Modelagem Matemática para o ensino e a aprendizagem da Matemática**. In: BRANDT, Célia F.; BURAK, Dionísio; KLÜBER, Tiago Emanuel (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. Available from: doi: 10.7476/9788577982325. Also available in ePUB

from: <http://books.scielo.org/id/b4zpq/epub/brandt-9788577982325.epub> . Acesso em: jul. 2024.

BURAK, Dionísio. **Modelagem matemática: ações e interações no processo de ensino aprendizagem** [Tese de Doutorado em Educação da Universidade Estadual de Campinas] São Paulo, 1992. https://www.psiem.fe.unicamp.br/pf-psiem/burak_dionisio_d.pdf . Acesso em: 30 de dez. 2023.

CALDEIRA, Ademir D. Modelagem Matemática: um outro olhar. ALEXANDRIA: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.2, p. 33-54, 2009. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37940/28968> . Acesso em jul 2024.

CARBONELL, Jaume. **A aventura de inovar: a mudança na escola**. Tradução: Fátima Murad. Porto Alegre: Artmed Editora, 2002.

CEREZUELA, Cristina; MORI, Nerli N. R. **A educação escolar e a teoria histórico-cultural**. [Texto apresentado no XII Congresso Nacional de Educação, organizado pelo Grupo de Trabalho: Didática: Teorias, Metodologias e Práticas]. <https://doceru.com/doc/s088exx> . Acesso em: 12 dez. 2023.

CONTEXTUALIZAÇÃO. In: **Dicionário Priberam da Língua Portuguesa** [Online], 2008-2022. <https://dicionario.priberam.org/> . Acesso em 14 jan. 2022.

CORREIA, Nickson D. da S.; SANTOS, Viviane de O. A cultura afro-brasileira em trabalhos de etnomatemática: uma revisão sistemática de pesquisas acadêmicas nacionais. **Educ. Matem. Pesq.**, São Paulo, v. 23, n. 1, p.655-682, 2021. <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/52819/pdf>

COSTA, Washington Luiz da C.; ZOMPERO, Andréia de F. A Iniciação Científica no Brasil e sua Propagação do Ensino Médio. **REnCiMA**, v. 8, n.1. 2017. pp. 14-25.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Educação Matemática: Da teoria à prática**. 17^a.ed. Campinas: Papirus (Coleção Perspectiva em Educação Matemática), 2009.

D'AMBROSIO, Ubiratan. Prefácio. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. BASSANEZI, Rodney. São Paulo: Contexto. 2002.

DEWEY, John. **Experiência e Educação**. Tradução: Anísio Teixeira. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1979.

DOMINICÉ, Pierre. A epistemologia da formação ou como pensar a formação. In: MACEDO, Roberto S. ... [et al]. (org). **Currículo e processos formativos: experiências, saberes e culturas**. Salvador: EDUFBA, 2012. (Escritos formacceanos em perspectiva) p. 19-38. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/16737> . Acesso em 13 de jan. de 2022.

DUARTE, Newton. **A individualidade para si: contribuição a uma teoria histórico-crítica da formação do indivíduo**. Newton Duarte. 3^a.ed.rev. – Campinas, SP: Autores Associados, 2013. — (Coleção educação contemporânea).

DUARTE, Newton. **O ensino da matemática para alfabetizando adultos** (aspectos de uma metodologia em elaboração). Programa de Educação de Adultos. UFSCar. São Carlos. 1984.

[http://forumeja.org.br/sites/forumeja.org.br/files/o-ensino-da-matematica-para-alfabetizando-adultos-\(\)-newton-duarte.pdf](http://forumeja.org.br/sites/forumeja.org.br/files/o-ensino-da-matematica-para-alfabetizando-adultos-()-newton-duarte.pdf) . Acesso em 10 jul. 2022.

ELHAMMOUMI, Mohamed. O Paradigma de Pesquisa Histórico-Cultural de Vygotski: a luta por uma nova psicologia. Pp. 25-36. In: BARBOSA, Maria Valéria; MILLER, Stela; MELLO, Suely A. (org.s). **Teoria Histórico-Cultural: Questões Fundamentais para a Educação Escolar**. Marília: Oficina Universitária; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2016.

ELKONIN, Daniil B. Sobre el problema de la periodización del desarrollo psíquico en la infancia. En V. Davidov. & M. Shuare. (Orgs.). **La psicología evolutiva e pedagógica en la URSS**. URSS: Progreso, 1987.

FARAPONOVA, E. A. O papel da modelagem na aprendizagem dos modos generalizados de ação durante a solução de problemas técnicos. p. 169-182. In: LONGAREZI, Andréa M.; PUENTES, Roberto V.; MARCO, Fabiana F. de. **Teoria da atividade de estudo: contribuições do Grupo de Moscou**. Bauru: SP, Mireveja, 2023.

com.

FRIDMAN, Leonid M. A modelagem na atividade de estudo. p. 151-167. In: LONGAREZI, Andréa M.; PUENTES, Roberto V.; MARCO, Fabiana F. de. **Teoria da atividade de estudo: contribuições do Grupo de Moscou**. Bauru: SP, Mireveja, 2023.

GALVÃO, Maria Cristiane B.; RICARTE, Ivan Luis M. Revisão Sistemática da Literatura: conceituação, produção e publicação. **LOGEION: Filosofia da informação**, Rio de Janeiro, v. 6 n. 1, p.57-73, set.2019/fev. 2020.

GAMA, Carolina N. **Categorias fundamentais de soluções acerca da relação entre desenvolvimento e aprendizagem**. Power Point de apoio à disciplina Educação Escolar e Desenvolvimento Humano, lecionada pelo PPGECIM/ UFAL. 2022.

GIARDINETTO, José Roberto B. Pedagogia histórico-crítica e educação matemática: a utilização de categorias do materialismo histórico-dialético como subsídio para o processo de ensino. **Debates em Educação**, [S. l.], v. 12, n. 26, p. 211 - 224, 2020.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: 4ª ed. Atlas, 2002.

GOHN, Maria da Graça. **Não-fronteiras: universos da educação não-formal**. São Paulo: 2ª ed. Itáú Cultural, 2007.

GRAMSCI, Antonio. **Concepção dialética da história**. Tradução: Carlos Nelson Coutinho. Rio de Janeiro: 3ª ed. Civilização Brasileira, 1978.
<https://www.epedagogia.com.br/materialbibliotecaonline/3500Concepcao-Dialetica-da-Historia.pdf>

GÜLLICH, Roque Ismael da C. Educar pela pesquisa: Formação e processos de estudo e aprendizagem em pesquisa. **R. Ciências Humanas**, v.8, n.10, p. 11-27, 2007.
http://maratavarepsictics.pbworks.com/w/file/attach/74301152/DEMO_Educar-Pela-Pesquisa-pedro-Demo.pdf Acesso em set 2023.

HERRERA, Inês L. Matemática - Grupo de trabalho. **Proposta pedagógica para a Educação Infantil do Sistema Municipal de Ensino de Bauru/SP** [recurso eletrônico]. In: PASQUALINI, Juliana C.; TSUHAKO, Yaeko N.(org.s). – Bauru : Secretaria Municipal de

Educação, 2016.

https://www2.bauru.sp.gov.br/arquivos/arquivos_site/sec_educacao/proposta_pedagogica_educacao_infantil.pdf . Acesso em 13 jul. 2022.

HORN, Carlinho A. **A aprendizagem de Matemática em atividades de modelagem.** [Dissertação do Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional da Universidade Federal da Fronteira Sul]. 2018.

HUF, Samuel Francisco; HUF, Viviane B. de S.; BURAK, Dionísio; PINHEIRO, Nilcéia Aparecida M. Modelagem Matemática na Educação: um olhar por meio dos relatos apresentados nos EPMEM quanto ao nível de ensino, currículo e concepções adotadas.

Revista Thema, v.21, n.1, p.77-91, 2022.

<https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/2198> . Acesso em 13 jun. 2023.

KLÜBER, T. E.. Um olhar sobre a Modelagem Matemática no Brasil sob algumas categorias fleckianas. In: **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis. v. 2, n.2, p.219-240, jul. 2009.

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37963/28990> . Acesso em 19 jun. 2023.

KOMESU, Fabiana. TENANI, Luciani. Considerações sobre o conceito de “internetês” nos estudos da linguagem. **Linguagem em (Dis)curso**, Palhoça, SC, v. 9, n. 3, p. 621-643, set./dez. 2009.

<https://www.scielo.br/j/ld/a/DV6yJCjDWsXq7ZsQKkKZZkm/?format=pdf&lang=pt>

LEONTIEV, Alexis. O homem e a cultura. In: LEONTIEV, Alexis. **O desenvolvimento do psiquismo**. 2 ed. São Paulo: Centauro, 2004. p. 277-303.

LEONTIEV, Alexei N. *The problem of the activity in the history of soviet psychology*. **Soviet Psychology** nº1. Jan./fev. 1989, vol. 27, p. 22-39.

LIBÂNEO, José C. **A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a Teoria Histórico Cultural da Atividade e a contribuição de Vasili Davydov**. Revista Brasileira de Educação, n. 27, p. 5-27, 2004.

LÜDKE, Menga. ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2ª ed. Reimpr. - Rio de Janeiro: E.P.U. 2018.

MACHADO, Alexandre L. **A interação da modelação com as TIC: uma análise no interesse dos estudantes em aprender matemática** [Dissertação de mestrado em Educação em Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul]. 2012.

MALANCHEN, Julia; MATOS. Neide da S. D. de; ORSO, Paulino José. Apresentação. **A pedagogia histórico-crítica, as políticas educacionais e a Base Nacional Comum Curricular**. In: MALANCHEN, Julia; MATOS. Neide da S. D. de; ORSO, Paulino José. (org.s). Campinas, SP: Editora Autores Associados. 2020.

MARCONI, Marina de A.; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5ª. ed., São Paulo: Atlas, 2003.

MASSI, Luciana. QUEIROZ, Salete L. Estudos sobre Iniciação Científica no Brasil: uma revisão. **Cadernos de Pesquisa**, v. 40, n. 139, p.173-197, jan./abr. 2010.

MÁRKOVA, Anastasiia K. Os motivos cognitivos de estudo e as vias para sua investigação. p. 221-229. In: LONGAREZI, Andréa M.; PUENTES, Roberto V.; MARCO, Fabiana F. de. **Teoria da atividade de estudo: contribuições do Grupo de Moscou**. Bauru: SP, Mireveja, 2023.

MARTINS, Lígia Márcia. As aparências enganam: **divergências entre o materialismo histórico dialético e as abordagens qualitativas de pesquisa**. Anais... Reunião Anual da ANPED, 29, p. 1 – 17, 2006. <http://29reuniao.anped.org.br/trabalhos/trabalho/GT17-2042--Int.pdf>

MARTINS, Lígia Márcia. A Internalização de Signos como Intermediação entre a Psicologia Histórico Cultural e a Pedagogia Histórico-Crítica. Pp. 103-121. In: BARBOSA, Maria Valéria; MILLER, Stela; MELLO, Suely A. (org.s). **Teoria Histórico-Cultural: Questões Fundamentais para a Educação Escolar**. Marília: Oficina Universitária; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2016a.

MARTINS, Lígia Márcia. Psicologia histórico-cultural, Pedagogia histórico-crítica e desenvolvimento humano. Pp. 13-34. (Cap.1). In: MARTINS, L. M.; ABRANTES, A. A.; FACCI, M.G.D. (org.s). **Periodização histórico-cultural do desenvolvimento psíquico: do nascimento à velhice**. Campinas: Autores Associados, 2016b.

MATTOS, Eduardo B. V. de. **Construção de conceitos de Matemática via Projetos de Aprendizagem**. [Dissertação de Mestrado em Ensino de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul]. Porto Alegre. 2010. <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/27896/000767354.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: jul. 2023.

MATTOS, Eduardo B.V. de; BONA, Aline S. de; BASSO, Marcus Vinícius de A; FAGUNDES, Léa da C. Iniciação Científica e a Aprendizagem de Matemática na Educação Básica. **Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación** N°18. ISSN 1850-9959. Red de Universidades Nacionales con Carrera en Informática – Universidad Nacional de La Plata (RedUNCI – UNLP). 2016. p. 41-50.

MELLO, Suely A. A escola de Vygotski. In: CARRARA, Kester (org). **Introdução à psicologia da educação: seis abordagens**. São Paulo: Avercamp, 2004. p. 135-155.

MIZUKAMI, Maria da Graça N. **Ensino: As abordagens do processo**. São Paulo: EPU, 1986.

MOLINA, Adão Aparecido; PERIN, Conceição Solange B.; MÁXIMO, Maria José. Educação e formação humana na psicologia de Leontiev. **Pedagogia em foco**, Iturama (MG), v. 12, n. 8, p. 74-86, jul. /dez. 2017.

MORAN, José M. **Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda**, 2013. http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/metodologias_moran1.pdf Acesso em 20 de mar. de 2021.

MOURA, Manoel. O. de. A Atividade de Ensino como Unidade Formadora. São Paulo: **Revista Bolema**, ano II, nº 12, p. 29-43, 1996. https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4291951/mod_resource/content/1/Texto%205%20M anael%20Oriosvaldo%20de%20Moura.pdf. Acesso em: ago. 2023.

OLIVEIRA, Adriano de; BIANCHETTI, Lucídio. **CNPq: política de fomento à pesquisa nos governos Fernando Henrique Cardoso (FHC)**. *Perspectiva*, Florianópolis, v. 24, n. 1, p. 61-182, jan/jun. 2006.

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/perspectiva/article/view/10316/9579> . Acesso em set. 2023.

OLIVEIRA, Sebastião Luís de; SIQUEIRA, Adriano Francisco; ROMÃO, Estaner C. Aprendizagem Baseada em Projetos no Ensino Médio: estudo comparativo entre métodos de ensino. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 34, n. 67, p.764-785, ago. 2020. ISSN 1980-4415 DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v34n67a20> Acesso em jul. 2023.

ONISAKI, Hadassa H. C.; **Movimento Maker na sala de aula: orientações para o planejamento e implementação de atividades no ambiente educacional**. [Dissertação de mestrado em Educação da Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo]. São Paulo. 2021.

PASQUALINI, Juliana C. **A perspectiva histórico-dialética da periodização do desenvolvimento infantil**. *Psicologia em Estudo*, Maringá, v. 14, n. 1, p. 31-40, jan./mar. 2009. <https://www.scielo.br/j/pe/a/RWgYJCJ8KJvkYfjzvDbcF3PF/?format=pdf&lang=pt> . Acesso em: 11 jul. 2022.

PASQUALINI, Juliana C. Concepção de ser humano, educação e desenvolvimento. In: Juliana Campregher Pasqualini; Yaeko Nakadakari Tshuko. (Org.). **Proposta pedagógica para a Educação Infantil do Sistema Municipal de Ensino de Bauru/SP**. 1ª ed. Bauru: Secretaria Municipal de Educação de Bauru, p. 41-68. 2016.

PEREIRA, Desirée S.L. **O Projeto de LEGO Robótica da Rede Municipal de Educação e o ensino de Matemática à luz da Teoria Histórico-cultural**. [Dissertação de mestrado em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal do Paraná]. Curitiba. 2020.

PIRES, Marília F. C. **O materialismo histórico-dialético e a Educação**. [Texto apresentado na mesa redonda *Paradigmas de Interpretação da Realidade e Projetos Pedagógicos* organizada pelas disciplinas de Pedagogia Médica e Didática Especial dos Cursos e Pós-graduação da Faculdade de Medicina da UNESP]. São Paulo. 1997.

REIS, Ana. Q.; NEHRING, Cátia Maria. A contextualização no ensino de matemática: concepções e práticas. **Revista Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 19, n.2, 339-364, 2017. <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/31841> Acesso em: 14 jan. 2022.

RIBEIRO, Mayra R. F.; BARBOSA, Joaquim G. Diário de pesquisa e aprendizagem multirreferencial na cibercultura. In: SANTOS, Edméa. CAPUTO, Stela G. (orgs.). **Diário de pesquisa na cibercultura: narrativas multirreferenciais com os cotidianos**. Rio de Janeiro: Omodé. 2018. p. 71 a 90.

SANTOS, Boaventura de S. S.; Para Além do Pensamento Abissal: Das linhas globais a uma ecologia de saberes. **Novos Estudos**. CEBRAP, 2007 pp. 71-94. <https://www.scielo.br/j/nec/a/ytPjkXXYbTRxnJ7THFDBrgc/?lang=pt&format=pdf> . Acesso em 12 dez. 2023.

SANTOS, Cynthia Ranyelle da. **Ensino dos Conhecimentos Básicos de Genética para Estudantes do 9º Ano do Ensino Fundamental de uma Escola Pública de Maceió**:

Contribuições da Pedagogia histórico crítica e da Psicologia histórico cultural. [Dissertação de mestrado em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Alagoas]. Alagoas, 2020.

SANTOS, Edméa O. dos. Docência na cibercultura: notas de uma pesquisa-formação multirreferencial. In: MACEDO, Roberto S. ... [et al]. (org). **Currículo e processos formativos: experiências, saberes e culturas**. Salvador: EDUFBA, 2012. (Escritos formaceanos em perspectiva). Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/16737> . Acesso em 13 de jan. de 2022. p. 187 a 202.

SANTOS, Edméa O. dos. **Pesquisa-formação na cibercultura**. Teresina: EDUFPI, 2019

SANTOS, Dilce. M.; LEAL, Nadja. M. A pedagogia de projetos e sua relevância como práxis pedagógica e instrumento de avaliação inovadora no processo de ensino aprendizagem. **Revista Científica da FASETE** 2018.2.

SANTOS, Viviane de O.; ALBUQUERQUE, Erenilda Severina da C.; SANTOS, Késsia Tatiane R. dos; OLIVEIRA, Wanessa C. *Lives no Instagram envolvendo matemática no dia a dia: contribuições do projeto “Sem mais nem menos on-line” para estudantes e professores da Educação Básica*. **Revista Professor de Matemática On-line (PMO)**. v.9, n.1, p. 57-75, 2021. https://pmo.sbm.org.br/wp-content/uploads/sites/5/sites/5/2021/10/art4_PMO_Chamada_Tematica_SBM_FLUXO2021.pdf Acesso em: maio de 2024.

SAVIANI, Demerval. **As Concepções Pedagógicas na História da Educação Brasileira**. [Texto elaborado no âmbito do projeto de pesquisa *O espaço acadêmico da pedagogia no Brasil*, financiado pelo CNPq, para o “projeto 20 anos do Histedbr”]. São Paulo, 2005. https://histedbrantigo.fe.unicamp.br/navegando/artigos_pdf/Dermeval_Saviani_artigo.pdf Acesso em: jul. de 2023.

SAVIANI, Dermeval, 1944- **Escola e democracia: teorias da educação, curvatura da vara, onze teses sobre educação e política**. 32ª ed. v.05. Campinas, São Paulo: Autores Associados, 1999. (Coleção polêmicas do nosso tempo)

SAVIANI, Dermeval. 1944 - **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações**. Dermeval Saviani. 11ª. ed. rev. Campinas, São Paulo: Autores Associados. — (Coleção educação contemporânea). 2011.

SAVIANI, Dermeval. Sobre a natureza e especificidade da educação. **Germinal: Marxismo e Educação em Debate**, Salvador, v. 7, n. 1, p. 286-293, jun. 2015.

SAVIANI, Dermeval. Pedagogia histórico-crítica, quadragésimo ano: novas aproximações. Campinas: Autores Associados. 2019. (Coleção polêmicas do nosso tempo). <https://pdfcoffee.com/dermeval-saviani-pedagogia-historico-critica-quadragesimo-ano-novas-aproximaoes-pdf-free.html>

SHELLER, Morgana; BIEMBENGUT, Maria Salett. O processo de modelagem matemática e a utilização de linguagem científica no ensino médio. In: **Anais do Simpósio Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**, 4º, Ilhéus, Anais..., Ilhéus, Bahia, Brasil. p.1145-1156. ISSN 2446-6336. 2015.

- SHEPEL, Elina L. Atividade de estudo: a psicologia e pedagogia do agir. **Ensino Em Revista**. Tradução de: Maria Auxiliadora S. Farias; Stela Miller; Suely A. Mello. v.21, n.1, p. 71-75, jan./jun.2014.
- SILVA, Marysezi S. da. Grupo de estudos em Educação Matemática: possibilidades de reflexões sobre a prática educativa. Professor PDE e os desafios da escola pública paranaense. **Produção Didático-Pedagógica**. Vol 2. Paraná: SEED, 2010.
- SPINELLI, Walter. **A construção do conhecimento entre o abstrair e o contextualizar: o caso do ensino da Matemática**. 2011. 138 p. [Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo], São Paulo. 2011.
https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-10062011-134105/publico/WALTER_SPINELLI.pdf Acesso em: 14 jan. 2022.
- TEIXEIRA, Anísio. **Pequena Introdução à Filosofia da Educação**. v. 05. Coleção, Cultura, Sociedade, Educação - CCSE. 1968. <http://www.bvanisioteixeira.ufba.br/eng/livro5/> Acesso em: jul. 2023.
- TEIXEIRA NETO, José. Docência e etnografia como inspirações para dispositivos de pesquisa em Educação: tensionando a circulação de significados culturais. In: MACEDO, Roberto S. ... [et al]. (org). **Currículo e processos formativos: experiências, saberes e culturas**. Salvador: EDUFBA, 2012. (Escritos formacceanos em perspectiva) p. 19-38. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/16737> . Acesso em 26 de dez. de 2023.
- VYGOTSKI, Lev S. **Aprendizagem e Desenvolvimento Intelectual na Idade Escolar**. In: VYGOTSKI, Lev S.; LURIA, Alexander R.; LEONTIEV, Alex N. **linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. Tradução de: Maria da Pena Villalobos. 11^a edição - São Paulo: ícone, 2010.
- VYGOTSKI, Lev S. **A formação social da mente**. In: COLE, Michael. JOHN-STEINER, Vera. SCRIBNER, Sylvia. SOUBERMAN, Ellen (orgs). Coordenação da tradução: Grupo de Desenvolvimento e Ritmos Biológicos - Departamento de Ciências Biomédias USP. Revisão da tradução: Monica Stahel M. da Silva. 4^a edição – São Paulo: Livraria Martins Fontes Editora Ltda, 1991.
- ZAJAROVA, Anna V.; BOTSMANOVA, Maria Evgenievna. As particularidades da reflexão como neoformação psíquica na atividade de estudo. p. 195-209. In: LONGAREZI, Andréa M.; PUENTES, Roberto V.; MARCO, Fabiana F. de. **Teoria da atividade de estudo: contribuições do Grupo de Moscou**. Bauru: SP, Mireveja, 2023.
- ZOMPERO, Andréia de F.; HOLPERT, Laura Nívea R. S. Habilidades cognitivas de percepção das evidências expressas por estudantes brasileiros do Ensino Médio na resolução de situações- problemas. **Revista de Estudios y Experiencias en Educación**. vol. 18 N° 38. 2019. pp. 15 - 27.

APÊNDICES

Apêndice A - Roteiro de Entrevista/ convite para os Alunos.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS CENTRO DE EDUCAÇÃO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA MESTRADO PROFISSIONAL

I. Dados da Pesquisa: Entrevista destinada aos estudantes do Ensino Médio.

II. Dados do entrevistado

Nome: _____

Local e data de nascimento: _____

Endereço: _____

III. Você concorda em participar da pesquisa sobre **MODELAGENS MATEMÁTICAS E PROJETOS**: conhecimentos matemáticos desenvolvidos para soluções de problemas em projetos de Iniciação Científica? Caso concorde, continue respondendo esse questionário com as perguntas do item IV.

() SIM () NÃO

IV. Perguntas

1. O que você gostaria de aprender na escola?
2. O que você acha das aulas de Matemática?
4. Que tipo de relação você percebe da aplicação da Matemática no seu cotidiano?
5. Você possui alguma dificuldade em utilizar a Matemática no dia a dia? Justifique.
6. Na sua comunidade já conseguiu resolver algum problema que surgiu utilizando algum conceito da Matemática? Explique.
7. Que tipo de problema você gostaria de resolver na sua comunidade atualmente?
8. Você sabe o que é um Projeto de Iniciação Científica? Já participou de algum? Explique como foi.

Apêndice B - Roteiro de Entrevista coletiva/ comunidade.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS CENTRO DE EDUCAÇÃO PROGRAMA
DE PÓS- GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA MESTRADO
PROFISSIONAL

I. Dados da Pesquisa: Entrevista destinada aos envolvidos da comunidade.

II. Dados da comunidade:

Moradores: _____

Localização: _____

III. Perguntas

1. Quais as dificuldades observadas na comunidade atualmente?
2. Diante das dificuldades levantadas, qual a que mais necessita de resolução neste momento?
3. O que poderia ser feito para desenvolver uma possível solução?

Apêndice C - Modelo de fichamento para citações (elaborada pela autora, 2022).

| | |
|--|--------------|
| Assunto: | |
| Data: | |
| Citação: | Comentários: |
| Referência: | |
| Link de acesso (para material pesquisado na internet): | |
| Localização da obra: | |

Apêndice D - Roteiro de Entrevista/ Documento de análise.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS CENTRO DE EDUCAÇÃO PROGRAMA
DE PÓS- GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA MESTRADO
PROFISSIONAL

I. Dados da Pesquisa: Entrevista destinada aos estudantes do Ensino Médio participantes do projeto.

II. Dados do entrevistado

Nome: _____

Local e data de nascimento: _____

Endereço: _____

III. Perguntas

1. Quais atividades desenvolvidas no Projeto de Iniciação Científica para solucionar o problema escolhido na comunidade?
2. O que você identificou da aplicação da Matemática na realização da solução do Projeto de Iniciação Científica desenvolvida pela equipe?
3. Que tipo de Modelagem Matemática você aplicou nas etapas do Projeto?
4. O que você aprendeu ao realizar um Projeto de Iniciação Científica?
5. De que maneira a realização do Projeto de Iniciação Científica contribuiu na sua vida?

Apêndice E - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS CENTRO DE EDUCAÇÃO PROGRAMA
DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA MESTRADO
PROFISSIONAL**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE**

(Elaborado de acordo com a Resolução 466/2012-CNS/CONEP)

Você, pai/mãe e/ou responsável pelo (a) menor _____
_____ está sendo convidado (a) a participar da
pesquisa de mestrado intitulada “**MODELAGENS MATEMÁTICAS E PROJETOS:
conhecimentos matemáticos desenvolvidos para soluções de problemas em projetos de
Iniciação Científica**” que está sendo realizada na Escola Estadual Professora Guiomar de
Almeida Peixoto – Ponta Grossa, Maceió, AL – sob a responsabilidade da pesquisadora Profa.
Cristiane Siqueira de Macêdo Nobre, estudante de mestrado da Universidade Federal de
Alagoas, Maceió, AL.

Esta pesquisa é o trabalho de conclusão de Mestrado da professora responsável e
culminará em sua dissertação. Na pesquisa nós estamos buscando investigar como o
estudante, utiliza os conceitos matemáticos no desenvolvimento de um projeto de Iniciação
Científica e realiza seus próprios registros (modelos) do conhecimento matemático adquirido
na Educação Básica para resolução de algumas etapas do projeto.

A proposta visa trabalhar durante aproximadamente dez semanas, com encontros
semanais adaptados ao horário das aulas no turno em que seu filho (a) estuda, com duração
aproximada de uma hora, agendado pela professora diante das necessidades trazidas pelo
grupo.

Durante a participação o (a) aluno (a), juntamente com seu grupo de estudos, buscará
resolver um problema associado com a comunidade. Para tanto, precisará usar conhecimentos
matemáticos e de outras áreas do conhecimento, levantando hipóteses, fazendo desenhos,
utilizando cálculos e procedimentos, protótipos e tirando conclusões que visam resolver o
problema proposto. Cada etapa das atividades será orientada e registrada pela professora por
meio das redes sociais e do Google Sala de Aula com a realização de um diário
compartilhado.

A sua participação corresponde a autorizar ou não a participação do (a) menor sob sua responsabilidade na pesquisa, no qual participará das seguintes etapas:

1ª etapa - participar do questionário semiestrutural para analisar seu entendimento sobre projeto de Iniciação Científica e outros aspectos de sua aprendizagem escolar;

2ª etapa - Visitar a comunidade para identificar os problemas através de entrevista semiestruturada;

3ª etapa - Participar das reuniões presenciais e remotas para desenvolvimento do projeto e da solução encontrada para o problema detectado;

4ª etapa - Exposição do resultado na comunidade;

5ª etapa - participar do questionário semiestrutural para avaliar o projeto aplicado.

Os resultados da pesquisa serão publicados, porém sua identidade e a do (a) aluno (a) será preservada. Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada a pesquisa.

Caso haja algum risco em relação à saúde física e mental, o participante deverá contar com a assistência do pesquisador responsável, para que tal situação possa ser minimizada entre as partes, sendo garantida caso seja necessário o acesso aos resultados individuais, assegurar a confidencialidade e a privacidade dos participantes, garantia que sua participação será suspensa imediatamente ao perceber algum dos riscos ou danos à saúde, garantia que serão respeitados os valores culturais, sociais e morais dos envolvidos e assegurar a inexistência de conflito de interesses entre pesquisador e os participantes da pesquisa;

Os incômodos e possíveis riscos à saúde física e/ou mental do (a) estudante poderão decorrer do fato dele (a) sentir-se constrangido por está sendo registrado os diálogos entre o grupo e a pesquisadora gerando imagens que serão utilizadas no desenvolvimento da pesquisa. Nessa situação, buscaremos minimizar todos os possíveis constrangimentos referentes à imagem do participante, assegurando o direito de escolha de continuar ou não participando da pesquisa e retirar a autorização de imagem concedida. Contudo, caso o dano permaneça, poderá contar com assistência psicológica paga pela pesquisadora;

A pesquisa pretende trazer benefícios para a prática da Matemática nas escolas relacionando-a ao cotidiano e às outras áreas do conhecimento, ampliar os conhecimentos individuais de cada participante do grupo, bem como desenvolver espírito de equipe e colaboração, dentre outros objetivos provenientes do processo de execução da proposta.

O estudo não acarretará nenhuma despesa para você.

O CEP/UFAL é um colegiado multi e transdisciplinar, independente, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões.

Uma via original deste Termo de Esclarecimento ficará com você e qualquer dúvida a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com a direção da escola ou com a Profa. Cristiane Siqueira de Macêdo Nobre - Tel. (82) 99159-4412.

Por fim, caso suas dúvidas não sejam resolvidas pela pesquisadora, objetivando um esclarecimento (ou denúncia) mais direta, segue o telefone: (82) 3214-1041 e o e-mail para contato direto com o CEP: cep@ufal.br – o Comitê de Ética em Pesquisa está localizado no térreo do prédio do Centro de Interesse Comunitário (CIC), entre o Sintufal e a Edufal, no Campus A. C. Simões, Cidade Universitária. Vale destacar, ainda, que, um CEP seria uma entidade que busca, sobretudo, a ética e a cientificidade no desenvolvimento de uma pesquisa, garantindo, assim, um respaldo tanto para a pesquisadora, como para os (as) envolvidos (as) na pesquisa.

Consentimento Livre e Esclarecido

Eu, _____, responsável pelo (a) menor _____

que foi convidado(a) a participar da pesquisa, tendo compreendido perfeitamente tudo o que me foi informado sobre a participação no mencionado estudo e estando consciente dos direitos, das responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a participação implica, concordo em autorizar a participação do(a) menor e para isso eu **DOU O MEU CONSENTIMENTO SEM QUE PARA ISSO EU TENHA SIDO FORÇADO OU OBRIGADO.**

Endereço do responsável pela pesquisa:

Instituição: Universidade Federal de Alagoas

Endereço: Avenida Lourival de Melo Mota

Bloco: /Nº: /Complemento: s/n

Bairro: Tabuleiro dos Martins

Cidade: Maceió – AL

CEP: 57072-900

Telefones p/contato: (082) 3214-1100

Local:

Data: ___/___/___

Assinatura ou impressão datiloscópica do(a) voluntário(a) ou responsável legal e rubricar as demais folhas

Nome e Assinatura do Pesquisador pelo estudo (Rubricar as demais páginas)

Apêndice F - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS CENTRO DE EDUCAÇÃO PROGRAMA
DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA MESTRADO
PROFISSIONAL

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

(Elaborado de acordo com a Resolução 466/2012-CNS/CONEP)

Você, _____ está sendo convidado (a) a participar da pesquisa de mestrado intitulada “**MODELAGENS MATEMÁTICAS E PROJETOS: conhecimentos matemáticos desenvolvidos para soluções de problemas em projetos de Iniciação Científica**” que está sendo realizada na Escola Estadual Professora Guiomar de Almeida Peixoto – Ponta Grossa, Maceió, AL – sob a responsabilidade da pesquisadora Profa. Cristiane Siqueira de Macêdo Nobre, estudante de mestrado da Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL.

Esta pesquisa é o trabalho de conclusão de Mestrado da professora responsável e culminará em sua dissertação. Na pesquisa nós estamos buscando investigar como o estudante utiliza os conceitos matemáticos no desenvolvimento de um projeto de Iniciação Científica e realiza seus próprios registros (modelos) do conhecimento matemático adquirido na Educação Básica para resolução de algumas etapas do projeto.

Durante a participação o (a) aluno (a), juntamente com seu grupo de estudos, buscará resolver um problema associado com a comunidade. Para tanto, precisará usar conhecimentos matemáticos e de outras áreas do conhecimento, levantando hipóteses, fazendo desenhos, utilizando cálculos e procedimentos, protótipos e tirando conclusões que visam resolver o problema proposto. Cada etapa das atividades será orientada e registrada pela professora e pelos estudantes por meio das redes sociais e do Google Sala de Aula com a realização de um diário compartilhado.

A sua participação corresponde em colaborar, por meio de diálogos e de entrevista semiestrutural, na identificação de problemas que dificultam o convívio na comunidade (2ª etapa) e de participar da exposição do resultado (4ª etapa) de acordo com das seguintes etapas:

1ª etapa - participar do questionário semiestrutural para analisar seu entendimento sobre projeto de Iniciação Científica e outros aspectos de sua aprendizagem escolar;

2ª etapa - Visitar a comunidade para identificar os problemas através de entrevista semiestruturada;

3ª etapa - Participar das reuniões presenciais e remotas para desenvolvimento do projeto e da solução encontrada para o problema detectado;

4ª etapa - Exposição do resultado na comunidade;

5ª etapa - participar do questionário semiestrutural para avaliar o projeto aplicado.

Os resultados da pesquisa serão publicados, porém sua identidade será preservada. Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada a pesquisa.

Caso haja algum risco em relação à saúde física e mental, o (a) participante deverá contar com a assistência da pesquisadora responsável, para que tal situação possa ser minimizada entre as partes, sendo garantida caso seja necessário o acesso aos resultados individuais, assegurar a confidencialidade e a privacidade dos participantes, garantia que sua participação será suspensa imediatamente ao perceber algum dos riscos ou danos à saúde, garantia que serão respeitados os valores culturais, sociais e morais dos envolvidos e assegurar a inexistência de conflito de interesses entre pesquisadora e os participantes da pesquisa;

Os incômodos e possíveis riscos à saúde física e/ou mental do (a) participante poderão decorrer do fato dele(a) sentir-se constrangido por está sendo registrado os diálogos entre o grupo e a pesquisadora gerando imagens que serão utilizadas no desenvolvimento da pesquisa. Nessa situação, buscaremos minimizar todos os possíveis constrangimentos referentes à imagem do participante, assegurando o direito de escolha de continuar ou não participando da pesquisa e retirar a autorização de imagem concedida. Contudo, caso o dano permaneça, poderá contar com assistência psicológica paga pela pesquisadora;

A pesquisa pretende trazer benefícios para a prática da Matemática nas escolas relacionando-a ao cotidiano e às outras áreas do conhecimento, ampliar os conhecimentos individuais de cada participante do grupo, bem como desenvolver espírito de equipe e colaboração, dentre outros objetivos provenientes do processo de execução da proposta.

O estudo não acarretará nenhuma despesa para você.

O CEP/UFAL é um colegiado multi e transdisciplinar, independente, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões.

Uma via original deste Termo de Esclarecimento ficará com você e qualquer dúvida a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com a direção da escola ou com a Profa. Cristiane Siqueira de Macêdo Nobre - Tel. (82) 99159-4412.

Por fim, caso suas dúvidas não sejam resolvidas pela pesquisadora, objetivando um esclarecimento (ou denúncia) mais direta, segue o telefone: (82) 3214-1041 e o e-mail para contato direto com o CEP: cep@ufal.br – o Comitê de Ética em Pesquisa está localizado no térreo do prédio do Centro de Interesse Comunitário (CIC), entre o Sintufal e a Edufal, no Campus A. C. Simões, Cidade Universitária. Vale destacar, ainda, que, um CEP seria uma entidade que busca, sobretudo, a ética e a cientificidade no desenvolvimento de uma pesquisa, garantindo, assim, um respaldo tanto para a pesquisadora, como para os (as) envolvidos (as) na pesquisa.

Consentimento Livre e Esclarecido

Eu _____,

após ter recebido todos os esclarecimentos e ciente dos meus direitos, concordo em participar desta pesquisa, **DANDO O MEU CONSENTIMENTO SEM QUE PARA ISSO EU TENHA SIDO FORÇADO OU OBRIGADO**, bem como autorizo a divulgação e a publicação de toda informação por mim transmitida, exceto dados pessoais, em publicações e eventos de caráter científico. Desta forma, assino este termo, juntamente com a pesquisadora, em duas vias de igual teor, ficando uma via sob meu poder e outra em poder da pesquisadora.

Endereço do responsável pela pesquisa:

Instituição: Universidade Federal de Alagoas

Endereço: Avenida Lourival de Melo Mota

Bloco: /Nº: /Complemento: s/n

Bairro: Tabuleiro dos Martins

Cidade: Maceió – AL

CEP: 57072-900

Telefones p/contato: (082) 3214-1100

Local:

Data: ___/___/___

Assinatura ou impressão datiloscópica do(a) voluntário(a) ou responsável legal e rubricar as demais folhas

Nome e Assinatura da Pesquisadora pelo estudo (Rubricar as demais páginas)

Apêndice G - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS CENTRO DE EDUCAÇÃO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA MESTRADO PROFISSIONAL

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TALE

Você está sendo convidado (a) para participar da execução da pesquisa de mestrado intitulada “**MODELAGEM MATEMÁTICA e PROJETO: conhecimentos matemáticos desenvolvidos para soluções de problemas em projetos de Iniciação Científica**” que está sendo realizada na Escola Estadual Professora Guiomar de Almeida Peixoto – Ponta Grossa, Maceió, AL – sob a responsabilidade da pesquisadora Prof. Cristiane Siqueira de Macêdo Nobre, estudante de mestrado que tem como Orientadora Profa. Dra. Viviane de Oliveira Santos da Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL.

Esta pesquisa é o trabalho de conclusão de Mestrado da professora responsável e culminará em sua dissertação. Na pesquisa nós estamos buscando investigar como você, estudante, utiliza os conceitos matemáticos no desenvolvimento de um projeto de Iniciação Científica e realiza seus próprios registros (modelos) do conhecimento matemático adquirido na Educação Básica para resolução de algumas etapas do projeto.

A proposta visa trabalhar com uma turma do Ensino Médio, durante aproximadamente oito semanas, com encontros semanais adaptados ao horário das aulas no turno em que estuda, com duração aproximada de uma hora, agendado pela professora diante das necessidades trazidas pelo grupo.

Durante sua participação, juntamente com seu grupo de estudos, buscará resolver um problema associado com a comunidade. Para tanto, precisará usar conhecimentos matemáticos e de outras áreas do conhecimento, levantando hipóteses, fazendo desenhos, utilizando cálculos e procedimentos, protótipos e tirando conclusões que visam resolver o problema proposto. Cada etapa das atividades será orientada e registrada pela professora por meio das redes sociais e do Google Sala de Aula com a realização de um diário compartilhado.

1ª etapa - participar do questionário semiestrutural para analisar seu entendimento sobre projeto de Iniciação Científica e outros aspectos de sua aprendizagem escolar;

2ª etapa - Visitar a comunidade para identificar os problemas através de entrevista semiestruturada;

3ª etapa - Participar das reuniões presenciais e remotas para desenvolvimento do projeto e da solução encontrada para o problema detectado;

4ª etapa - Exposição do resultado na comunidade;

5ª etapa - participar do questionário semiestrutural para avaliar o projeto aplicado.

Os resultados da pesquisa serão publicados, porém sua identidade será preservada. Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada a pesquisa.

Caso haja algum risco em relação a saúde física e mental, o participante deverá contar com a assistência do pesquisador responsável, para que tal situação possa ser minimizada entre as partes, sendo garantida caso seja necessário o acesso aos resultados individuais, assegurar a confidencialidade e a privacidade dos participantes, garantia que sua participação será suspensa imediatamente ao perceber algum dos riscos ou danos à saúde, garantia que serão respeitados os valores culturais, sociais e morais dos envolvidos e assegurar a inexistência de conflito de interesses entre pesquisador e os participantes da pesquisa;

Os incômodos e possíveis riscos à saúde física e/ou mental do(a) estudante poderão decorrer do fato dele(a) sentir-se constrangido por está sendo registrado os diálogos entre o grupo e a pesquisadora gerando imagens que serão utilizadas no desenvolvimento da pesquisa. Nessa situação, buscaremos minimizar todos os possíveis constrangimentos referentes à imagem do participante, assegurando o direito de escolha de continuar ou não participando da pesquisa e retirar a autorização de imagem concedida. Contudo, caso o dano permaneça, poderá contar com assistência psicológica paga pela pesquisadora;

A pesquisa pretende trazer benefícios para a prática da Matemática nas escolas relacionando-a ao cotidiano e às outras áreas do conhecimento, ampliar os conhecimentos individuais de cada participante do grupo, bem como desenvolver espírito de equipe e colaboração, dentre outros objetivos provenientes do processo de execução da proposta.

Você não é obrigado (a) a participar da pesquisa se não desejar, mesmo que seu responsável legal tenha consentido na sua participação e o estudo não acarretará nenhuma despesa para você.

O CEP/UFAL é um colegiado multi e transdisciplinar, independente, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões.

Uma via original deste Termo de Esclarecimento ficará com você e sua família e qualquer dúvida a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com a direção da escola ou com a Profa. Cristiane Siqueira de Macêdo Nobre - Tel. (82) 99159-4412.

Eu, _____, fui informado(a) dos objetivos do presente estudo e **ACEITO PARTICIPAR DA PESQUISA** tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que **DOU O MEU CONSENTIMENTO SEM QUE PARA ISSO EU TENHA SIDO FORÇADO OU OBRIGADO**, após ter sido devidamente esclarecido. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações a respeito da execução de tal atividade.

Endereço do responsável pela pesquisa:

Instituição: Universidade Federal de Alagoas

Endereço: Avenida Lourival de Melo Mota

Bloco: /Nº: /Complemento: s/n

Bairro: Tabuleiro dos Martins

Cidade: Maceió – AL

CEP: 57072-900

Telefones p/contato: (082) 3214-1100

Local:

Data: ___/___/___

Assinatura ou impressão datiloscópica do(a) voluntário(a) ou responsável legal e rubricar as demais folhas

Nome e Assinatura do Pesquisador pelo estudo (Rubricar as demais páginas)

ANEXOS

ANEXO 1 - Parecer consubstanciado do CEP aprovando a execução da pesquisa: “MODELAGENS MATEMÁTICAS E PROJETOS: conhecimentos matemáticos desenvolvidos para soluções de problemas em projetos de Iniciação Científica”.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALAGOAS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: MODELAGENS MATEMÁTICAS E PROJETOS: conhecimentos matemáticos desenvolvidos para soluções de problemas em projetos de Iniciação Científica

Pesquisador: CRISTIANE SIQUEIRA DE MACEDO NOBRE

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 65982522.7.0000.5013

Instituição Proponente: Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática -

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.818.907

Apresentação do Projeto:

A pesquisa tem abordagem qualitativa de natureza aplicada por priorizar o entendimento dos fenômenos de maneira subjetiva e produzindo fundamentos que podem ser aplicados na prática e, de acordo com os objetivos, é uma pesquisa descritiva. Para os procedimentos técnicos de análise enquadra-se na pesquisa-formação com a categoria do pensar/ fazer multirreferencial, pois diante do tema, do problema a ser investigado e das questões que foram explicitadas, traz abordagem que valoriza a compreensão das ocorrências e de suas particularidades de acordo com a proposta. A intencionalidade do projeto é compreender como os estudantes utilizam conhecimentos matemáticos e elaboram Modelagens Matemáticas nas etapas de desenvolvimento dos projetos de Iniciação Científica no contexto social dos mesmos. Nesta perspectiva, a pesquisa é de natureza aplicada, porque tem a intenção de gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas característicos o enfoque está na pesquisa-formação, pois embasa-se na formação humana e também na prática de nossa orientação, enquanto docentes e pesquisadoras, possibilitando formar os sujeitos e nos formar; é um processo de formação contínuo que se inicia com a escolha do problema observado na comunidade e, a partir do problema, dá seguimento por meio das pesquisas e registros das ações. Com base nos objetivos, é classificada como descritiva, pois pode contribuir para uma nova visão do problema. Na pesquisa-formação é possível constatar o que sucede no processo de construção do conhecimento que gera a formação e interferir como sujeito das interferências. Logo, ao desenvolver os projetos, os

Endereço: Av. Longitudinal UFAL 1, n°1444, térreo do prédio do Centro de Interesse Comunitário (CIC) entre o SINTUFAL

Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 57.072-900

UF: AL **Município:** MACEIO

Telefone: (82)3214-1041

E-mail: cep@ufal.br

Continuação do Parecer: 5.818.907

processos de aprendizagem investigados surgem da transferência e compartilhamento de sentidos de todos os envolvidos.

Lócus da pesquisa:

A pesquisa será desenvolvida na Escola Estadual Professora Guiomar de Almeida Peixoto, localizada no bairro da Ponta Grossa, em Maceió-AL, com estudantes do Ensino Médio, no turno vespertino. A escolha da escola e dos estudantes se deu porque leciono na unidade nas turmas de 1a e 3a séries do Ensino Médio e durante o ano letivo de 2021, desenvolvemos o projeto direcionado pela Secretaria de Estado da Educação de Alagoas com tema norteador de 2021 chamado Centenário de Paulo Freire. Algumas propostas foram lançadas, entre elas o desenvolvimento de um produto que contribuísse para os aspectos financeiros da comunidade local. O envolvimento dos estudantes despertou o desejo que eu já tinha em desenvolver projetos de Iniciação Científica na referida escola proporcionando aos mesmos o envolvimento com a pesquisa visando possibilitar sua continuidade na graduação.

Praticantes da pesquisa:

A pretensão é trabalhar um projeto de Iniciação Científica que seja desenvolvido partindo de uma problemática identificada pelos estudantes da terceira série do turno vespertino do Ensino Médio na comunidade local. Essa implantação será em parceria com alguns indivíduos da comunidade que residem e de colaboradores da escola.

Coleta e Análise dos dados:

Para a geração de dados dos projetos serão registrados em um diário de bordo virtual e físico todas as ações e observações focadas nas construções realizadas pelos envolvidos, serão considerados os diálogos por meio “dos modelos de comunicação um-um, um-todos e todos-todos” vivenciados na pesquisa-formação. Vale ressaltar que tais diálogos podem ser considerados também quando realizados nas redes sociais (WhatsApp, Instagram, entre outros) gerando novas autorias e vários gêneros textuais. Serão considerados para análise, alguns dispositivos como cartografia cognitiva, os vários gêneros textuais e os registros no diário de bordo virtual dos praticantes culturais e outros que permitam a construção do conhecimento em todo o processo da pesquisa.

Serão mapeadas partindo da observação participante e dos dados adquiridos por meio do diálogo na comunicação das redes sociais utilizadas pelos estudantes e pelas pesquisadoras.

Objetivo da Pesquisa:

Compreender os conhecimentos matemáticos adquiridos pelos estudantes no desenvolvimento de Modelagens Matemáticas para soluções de problemas em projetos de Iniciação Científica na

Endereço: Av. Longitudinal UFAL 1, n°1444, térreo do prédio do Centro de Interesse Comunitário (CIC) entre o SINTUFAL
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 57.072-900
UF: AL **Município:** MACEIO
Telefone: (82)3214-1041 **E-mail:** cep@ufal.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALAGOAS



Continuação do Parecer: 5.818.907

Educação Básica.

Objetivo Secundário:

Identificar os critérios que os estudantes utilizaram na escolha de um problema na comunidade; Investigar as estratégias utilizadas pelos estudantes para solucionar o problema (protótipos, programação, pesquisas); Analisar, nas soluções apresentadas, as representações das quais utilizam para os modelos matemáticos e como os estudantes aplicaram suas competências e habilidades na apreensão deles; Desenvolver dissertação e produto educacional com a elaboração de um material educativo textual.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Como serão registrados todos os diálogos por meio dos dispositivos utilizados pelos praticantes, pode ser identificado algum tipo de desconforto por parte de alguns atores no momento de expor suas narrativas, porém a orientação será sempre voltada para o desenvolvimento dos praticantes de modo a deixar os envolvidos motivados e emocionalmente tranquilos para registrar seus posicionamentos e suas práticas.

Benefícios:

A pesquisa busca promover o desenvolvimento humano, possibilitando as objetivações genéricas para si. As atividades problematizadoras surgem de temas com situações reais com reflexões que extrapolam os muros escolares e os praticantes podem se sentir motivados por buscar soluções que contribuem para sua comunidade e tais motivações os tornarão proativos no processo de ensino e de aprendizagem; o trabalho passa a ser colaborativo com a utilização de metodologias ativas buscando a formação integral dos (as) estudantes de maneira crítica e prepará-los (as) para a vida social e profissional, com responsabilidade social que sejam capazes de transformar o mundo em um lugar mais justo e sustentável para si e outros.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A interpretação dos dados, neste contexto, dar-se-á por meio do campo de pesquisa das Modelagens Matemáticas que serão desenvolvidas para possíveis soluções no decorrer do projeto de Iniciação Científica que, segundo Santos (2019), é compreendido como essencial e produtivo, pois dele surgirão as narrativas consentidas pelos praticantes culturais que unido ao referencial teórico projetarão a autoria do professor-pesquisador na elaboração do processo-produto de sua pesquisa-formação. Segundo Santos (2019), "a realidade da pesquisa, bem como seu processo e resultado, é um retrato da subjetividade do pesquisador e a interpretação objetiva do diálogo deste pesquisador com a teoria e a empiria"(SANTOS, 2019, p. 123). Portanto, serão considerados

Endereço: Av. Longitudinal UFAL 1, nº1444, térreo do prédio do Centro de Interesse Comunitário (CIC) entre o SINTUFAL
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 57.072-900
UF: AL **Município:** MACEIO
Telefone: (82)3214-1041 **E-mail:** cep@ufal.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALAGOAS



Continuação do Parecer: 5.818.907

para análise, alguns dispositivos como cartografia cognitiva, os vários gêneros textuais e os registros no diário de bordo virtual dos praticantes culturais e outros que permitam a construção do conhecimento em todo o processo da pesquisa. Serão mapeadas partindo da observação participante e dos dados adquiridos por meio do diálogo na comunicação das redes sociais utilizadas pelos estudantes e pelas pesquisadoras. Esses processos de análise compõem a nossa pesquisa-formação por meio da mobilização de uma pluralidade de registros.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Estão presentes: Projeto Detalhado, contendo roteiro de entrevistas para alunos e comunidade, além de orçamento e cronograma detalhado; Declaração de observância das normas ética e Declaração de ciência e anuência da Infraestrutura; TCLE e TALE que contém riscos e benefícios, função do CEP, numeração e dados para contato, além de outras informações que atendem às diretrizes essenciais. O Projeto Básico foi anexado.

Recomendações:

Recomenda-se oferecer na metodologia da pesquisa a justificativa para omissão do número de participantes do levantamento, informando que o universo de entrevistados ainda será definido.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Pesquisa sem óbices éticos identificados.

Considerações Finais a critério do CEP:

Protocolo Aprovado

Prezado (a) Pesquisador (a), lembre-se que, segundo a Res. CNS 466/12 e sua complementar 510/2016:

O participante da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado e deve receber cópia do TCLE, na íntegra, assinado e rubricado pelo (a) pesquisador (a) e pelo (a) participante, a não ser em estudo com autorização de declínio;

V.S.^a deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade por este CEP, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa que requeiram ação imediata;

O CEP deve ser imediatamente informado de todos os fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo. É responsabilidade do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas a evento adverso ocorrido e enviar notificação a este CEP e, em casos pertinentes, à ANVISA;

Endereço: Av. Longitudinal UFAL 1, n°1444, térreo do prédio do Centro de Interesse Comunitário (CIC) entre o SINTUFAL
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 57.072-900
UF: AL **Município:** MACEIO
Telefone: (82)3214-1041 **E-mail:** cep@ufal.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALAGOAS



Continuação do Parecer: 5.818.907

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial;

Seus relatórios parciais e final devem ser apresentados a este CEP, inicialmente após o prazo determinado no seu cronograma e ao término do estudo. A falta de envio de, pelo menos, o relatório final da pesquisa implicará em não recebimento de um próximo protocolo de pesquisa de vossa autoria.

O cronograma previsto para a pesquisa será executado caso o projeto seja APROVADO pelo Sistema CEP/CONEP, conforme Carta Circular nº. 061/2012/CONEP/CNS/GB/MS (Brasília-DF, 04 de maio de 2012).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

| Tipo Documento | Arquivo | Postagem | Autor | Situação |
|---|---|------------------------|------------------------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2049768.pdf | 06/12/2022 16:19:31 | | Aceito |
| Declaração de Pesquisadores | DEC_DE_RESP_E_COMPROMISSO_PESQ.pdf | 06/12/2022 16:08:23 | CRISTIANE SIQUEIRA DE MACEDO NOBRE | Aceito |
| Declaração de concordância | AUTORIZACAO_DA_ESCOLA.pdf | 06/12/2022 16:07:58 | CRISTIANE SIQUEIRA DE MACEDO NOBRE | Aceito |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador | PROJETO_DE_PESQUISA_CRISTIANE_NOBRE_sub.pdf | 06/12/2022 16:06:26 | CRISTIANE SIQUEIRA DE MACEDO NOBRE | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | Termo_de_consentimento_comunidade.docx | 06/12/2022 16:00:14 | CRISTIANE SIQUEIRA DE MACEDO NOBRE | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | Termo_de_consentimento.docx | 06/12/2022 15:59:53 | CRISTIANE SIQUEIRA DE MACEDO NOBRE | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | Termo_de_assentimento.docx | 06/12/2022 15:59:30 | CRISTIANE SIQUEIRA DE MACEDO NOBRE | Aceito |

Endereço: Av. Longitudinal UFAL 1, nº1444, térreo do prédio do Centro de Interesse Comunitário (CIC) entre o SINTUFAL
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 57.072-900
UF: AL **Município:** MACEIO
Telefone: (82)3214-1041 **E-mail:** cep@ufal.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALAGOAS



Continuação do Parecer: 5.818.907

| | | | | |
|--|---|------------------------|--|--------|
| Orçamento | orcamento.docx | 06/12/2022 15:58:50 | CRISTIANE SIQUEIRA DE MACEDO NOBRE | Aceito |
| Declaração de Instituição e Infraestrutura | DECLARACAO_DA_INSTIT_E_DE_INF RAESTRUTURA.pdf | 06/12/2022 15:48:51 | CRISTIANE SIQUEIRA DE MACEDO NOBRE | Aceito |
| Cronograma | cronograma.docx | 06/12/2022 15:36:43 | CRISTIANE SIQUEIRA DE MACEDO NOBRE | Aceito |
| Folha de Rosto | CRISTIANE_ASSINADO_Plataforma_Mi NISTERIO_DA_SAUDE.pdf | 06/12/2022 15:16:33 | CRISTIANE SIQUEIRA DE MACEDO NOBRE | Aceito |

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

MACEIO, 15 de Dezembro de 2022

Assinado por:

CAMILA MARIA BEDER RIBEIRO GIRISH PANJWANI
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Longitudinal UFAL 1, n°1444, térreo do prédio do Centro de Interesse Comunitário (CIC) entre o SINTUFAL
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 57.072-900
UF: AL **Município:** MACEIO
Telefone: (82)3214-1041 **E-mail:** cep@ufal.br

ANEXO 2 – Projeto de Pesquisa dos estudantes-praticantes

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DE ALAGOAS – SEDUC/AL
ESCOLA ESTADUAL PROFESSORA GUIOMAR DE ALMEIDA PEIXOTO

CAUANNE NAYARA MARQUES DA SILVA
CLEZIVALDO JUNIO SILVA DE LIMA
CRYSLANIO DOS SANTOS SILVA
EDUARDA CAVALCANTI PLECH
ERINALDO EMIDIO DOS SANTOS
ESTHEFANNY NAYANE DA SILVA LIMA
EWERTON CLEYSON LIMA DOS SANTOS
JARLISSON FELIX DO NASCIMENTO
JOSÉ RAUL MOTA LIMA SOBRINHO
JOSUÉ MARINHO DOS SANTOS
JULIANA LIMA DOS SANTOS
NICOLE DA SILVA SANTOS
WEVERTON DOS SANTOS SILVA

COMPLEXO ESTUARINO LAGUNAR MUNDAÚ-MANGUABA: A história da comunidade e os desafios do complexo sob o olhar dos estudantes na perspectiva da Modelagem Matemática.

Maceió

2023

CAUANNE NAYARA MARQUES DA SILVA
CLEZIVALDO JUNIO SILVA DE LIMA
CRYSLANIO DOS SANTOS SILVA
EDUARDA CAVALCANTI PLECH
ERINALDO EMIDIO DOS SANTOS
ESTHEFANNY NAYANE DA SILVA LIMA
EWERTON CLEYSON LIMA DOS SANTOS
JARLLISSON FELIX DO NASCIMENTO
JOSÉ RAUL MOTA LIMA SOBRINHO
JOSUÉ MARINHO DOS SANTOS
JULIANA LIMA DOS SANTOS
NICOLE DA SILVA SANTOS
WEVERTON DOS SANTOS SILVA

COMPLEXO ESTUARINO LAGUNAR MUNDAÚ-MANGUABA: A história da comunidade e os desafios do complexo sob o olhar dos estudantes na perspectiva da Modelagem Matemática.

Projeto de Pesquisa apresentado como parte integrante das Oficinas de Resolução de Problemas e da Área de Matemática e suas Tecnologias na 1ª série do Ensino Médio.

Orientadora: Profa. Esp. Cristiane Siqueira de Macêdo Nobre

Maceió

2023

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. JUSTIFICATIVA..... | 04 |
| 2. PROBLEMA..... | 05 |
| 3. OBJETIVOS..... | 06 |
| 3.1 Objetivo Geral..... | 06 |
| 3.2 Objetivos Específicos..... | 06 |
| 4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... | 07 |
| 4.1 A paisagem local e apropriação do espaço: mudanças no meio ambiente..... | 07 |
| 4.2 Contexto histórico e cultural da comunidade do CEMM..... | 13 |
| 5. METODOLOGIA..... | 16 |
| 6. ORÇAMENTO FINANCEIRO..... | 17 |
| 7. CRONOGRAMA..... | 18 |
| 8. RESULTADOS ESPERADOS..... | 19 |
| 9. REFERÊNCIAS..... | 20 |

1. JUSTIFICATIVA

O que nos motivou a desenvolver esse projeto de pesquisa foi a proposta que a professora Cristiane Nobre nos apresentou como parte das Oficinas de Resolução de Problemas. Essa proposta inédita, para todos nós, possibilitou o envolvimento em atividades práticas onde aplicamos o saber escolar na vida cotidiana visando o bem comum da comunidade que faz parte do entorno da escola.

A escolha do tema sucedeu por estarmos tão próximos da Orla Lagunar onde alguns de nós somos moradores desse Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Mangaba (CELMM) que é definido como

um ecossistema compreendido das lagoas Mundaú e Manguaba, canais, ilhas e uma porção estuarina das bacias dos rios Mundaú, Paraíba do Meio e Sumaúma, e que abrange os municípios de Maceió, Satuba, Rio Largo, Santa Luzia do Norte, Coqueiro Seco, Marechal Deodoro e Pilar (Duarte, 2009, p. 14).

A Orla Lagunar em Maceió vai do bairro Pontal da Barra até o bairro do Rio Novo com, aproximadamente, 24 km de extensão. A figura 2 mostra a extensão da Orla Lagunar em Maceió.

Segundo Duarte (2009), vários são os debates que envolvem a Orla Lagunar, tais como: questões ambientais, sócio-econômicas, de ocupação, entre outras. Este trabalho foi pensado para ser desenvolvido na região chamada Brejal, nas proximidades do bairro da Levada, por ser uma região que pertence a Orla Lagunar e por estar tão próximo da lagoa, fica alagada quando o nível da lagoa sobe. Como consequência, as ruas e casas ficam cheias d'água e os moradores só conseguem se deslocar em botes ou canoas e os que se aventuram sem equipamentos vão com água na cintura ou nadando. Além disso, a quantidade de doenças que são identificadas nos moradores, principalmente nas crianças, após esses alagamentos é notória e nos fez refletir sobre essas problemáticas e como seria possível minimizar esses efeitos negativos.

A pesquisa tem a possibilidade de contribuir para que a comunidade, por meio da informação e dos cuidados ideais, fique atenta às prevenções para diminuir as enfermidades acometidas nos períodos em que o nível da lagoa sobe e as casas ficam alagadas.

2. PROBLEMA

Diante da importância de desenvolver com a comunidade que habita próximo à lagoa uma ação de conscientização para os riscos de doenças após os alagamentos, o grupo de pesquisa da Escola Guiomar de Almeida Peixoto pensou no desenvolvimento de um projeto de Iniciação Científica que pudesse responder o seguinte problema: **como contribuir com a comunidade para minimizar as doenças nas crianças que vivem na região da Brejal em tempos de alagamentos?** Nosso foco é aplicar os conceitos matemáticos, bem como conceitos de outras áreas, para contribuir com a comunidade.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral:

- Contribuir com a comunidade para minimizar as doenças nas crianças que vivem na região da Brejal em tempos de alagamentos.

3.2 Objetivos específicos:

- Realizar entrevista semiestruturada na comunidade;
- Tratar as informações sobre as problemáticas mencionadas pelos entrevistados; investigar estratégias para solução do problema (protótipos, programação, pesquisas); analisar, nas soluções apresentadas, as representações dos modelos matemáticos;
- Desenvolver a solução para a problemática;
- Construir material;
- Apresentar a proposta para a comunidade escolar, a comunidade da Brejal e a sociedade.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No presente capítulo serão apresentados alguns conceitos relacionados à cidade de Maceió, ao desenvolvimento histórico e cultural da Orla Lagunar e da comunidade que foi se desenvolvendo em seu entorno. Posteriormente, faremos análise sobre as consequências desse desenvolvimento para o meio ambiente.

4.1 A paisagem local e apropriação do espaço: mudanças no meio ambiente

“Maceió é a cidade restinga” (Lima, 1990). Essa confirmação veio por estar numa faixa arenosa que transformou um estuário em lagoa. Maceió é uma cidade que foi construída

a partir de um “terraço de erosão marinha”, esculpido na extremidade do tabuleiro, saliente na parte norte oriental da “calha” aberta para o mar, que se estende, continuado por uma faixa arenosa, a cruzar a “boca” de um rio, na direção sudoeste. Apresenta do lado leste a praia em forma de “crescente”, e do lado da lagoa, a oeste, uma ponta arenosa e vasa de ilhas de mangues (grifos do autor) (Lima, 1990, p. 27).

O autor menciona que sua região lagunar localiza-se entre as coordenadas geográficas com os meridianos de : 35° 40’ 00” WGr, e 36° 02’ 00” WGr; e os paralelos de: 9° 28’ 00” e 9° 50’ 00”. Alagoas possui um dos trechos mais diversos do litoral brasileiro, com estudos das “costas baixas lagunares com falésias, recifes e barragens arenosas “tapando” rios e a isto acrescentamos: “rias” e restingas, modificando estuários, completando uma planície continental” (idem, p.28).

Restinga¹¹, barragens¹² e lagoas¹³ são os três tipos de acidentes geográficos que mais caracterizam a região lagunar de Maceió e o fechamento parcial de estuários originou as duas lagoas. A figura 3 retrata o cenário do fechamento. O autor descreve que esse local passava o rio Mundaú para o mar antes de ser aterrado e a calha tem a função de levar para o mar alguns córregos.

¹¹ Barragem natural de sedimento que se forma e cruza a boca de baías, estuários ou rios, transformando-os em lagoas (LIMA, 1990, p. 117)

¹² Barras (entradas) que fazem a ligação do mar com lagoas (LIMA, 1990, p.119).

¹³ Estuários tapados por restinga cristas de praias (barragens) e depósitos que se tornaram terraços marinhos (LIMA, 1990, p. 123).

Figura 3: Local da praia do Sobral onde passava o rio Mundaú



Fonte: Lima (1990, p. 190).

O autor alude que os constantes

ataques do mar atingindo as partes mais salientes [...] o efeito destes (ataques) produz o que temos na região lagunar, cujas novas construções formaram lagoas. Têm-se assim, as lagoas Mundaú e Mangaba, origem pela forma que apresentam, sendo antes de tudo perfeitas “lagunas” pois que suas águas salobras se devem ao fato de elas sofrerem a permanência das águas do mar em suas bacias, devido às marés e por terem sido estuários (Lima, 1990, p. 123).

Segundo Duarte (2010), a região próxima à orla lagunar era uma paisagem com muitas áreas inabitadas e a vegetação cheia de coqueirais também apresentava muitos alagamentos e estava em expansão na cidade. “A relação da lagoa com a cidade ocorria com a presença do ambiente natural em sua vegetação – mangue, mata e coqueirais; e dos canais ligados à lagoa” (idem, p. 36). Em comparação com a imagem acima datada de 1961, a Figura 4 retrata as ações humanas na paisagem natural nos tempos atuais.

Figura 4: Local da praia do Sobral onde passava o rio Mundaú



Fonte: Google (2023)

Dando continuidade às comparações, temos a vista aérea da Restinga de Maceió na parte Sul, datada de 1984, com o início da ponte AL 101 Sul, a empresa Braskem e o começo do canal de Barra Nova, a Figura 5 expõe grande parte da paisagem natural preservada.

Figura 5: Restinga de Maceió ao Sul



Fonte: Lima (1990, p. 159).

A vista atual mostra a modificação da paisagem com a área urbana avançando nos coqueirais como retrata a Figura 6. Temos uma aproximação maior em relação à Figura 5, mas é possível identificar a diminuição da Restinga; do lado direito vê-se acima o canal de Barra Nova.

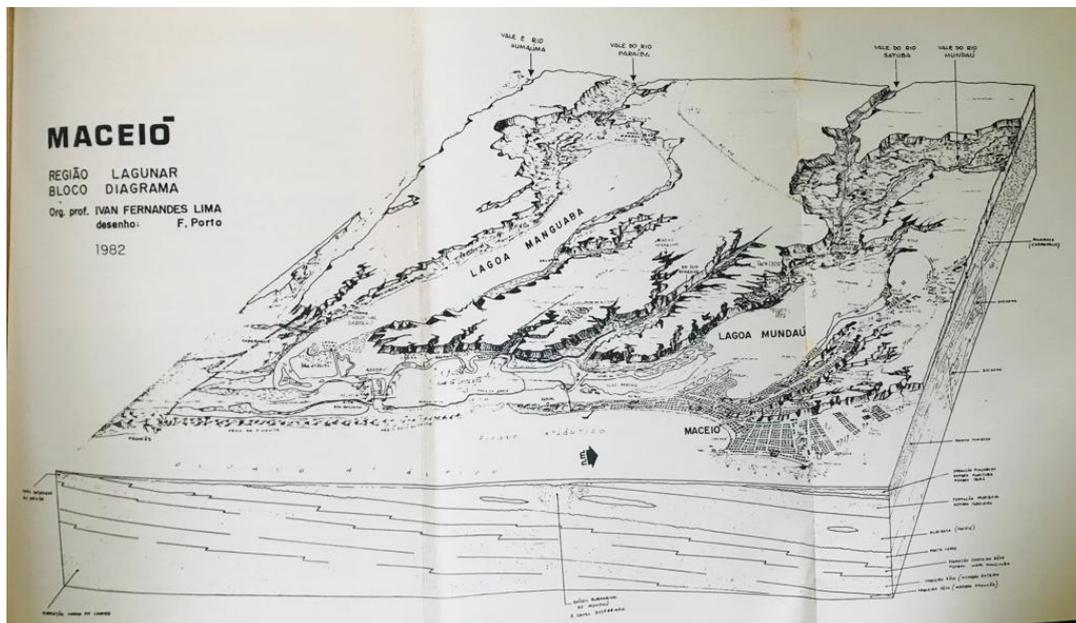
Figura 6: Modificação da Restinga de Maceió ao Sul



Fonte: YouToube (2018)

A Figura 7 retrata a região lagunar em bloco diagrama datada de 1982 feita por Porto e organizada pelo professor Ivan Fernandes Lima. Por meio desse desenho é possível analisar as lagunas e o desenvolvimento da cidade de Maceió no terraço. Também pode-se identificar as formações, a Salgema e os canais soterrados.

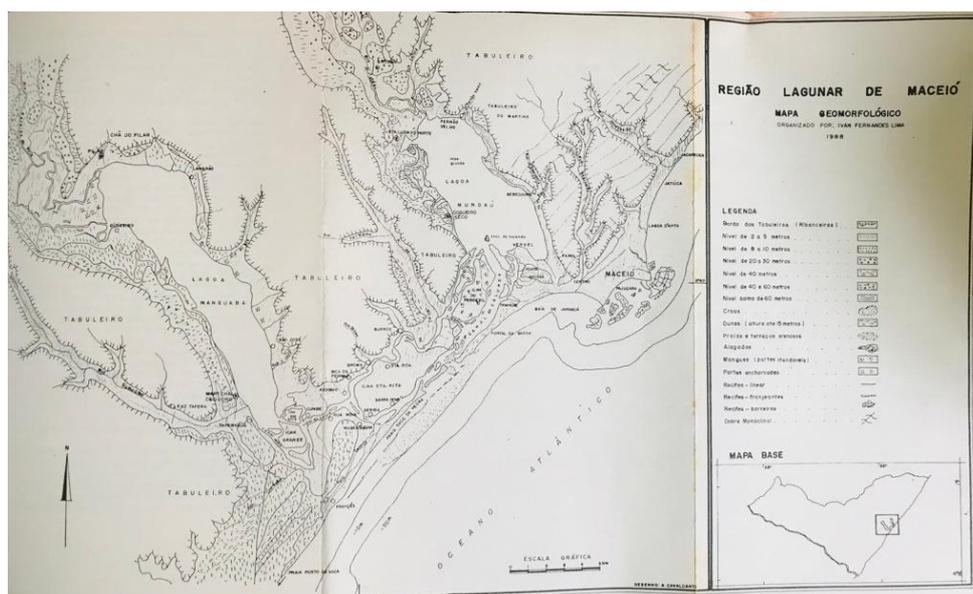
Figura 7: Região lagunar em bloco diagrama



Fonte: Lima (1990, p. 58).

A Figura 8 é o mapa geomorfológico da região lagunar de Maceió datado de 1988, foi organizado pelo professor Ivan Fernandes Lima e traz características da formação da laguna e da geomorfologia do litoral.

Figura 8: Mapa geomorfológico da região lagunar de Maceió



Fonte: Lima (1990, p. 90).

Lima (1990) alude que os continuados processos de sedimentação natural das lagoas somados aos ventos de nordeste contribuem para a modificação das condições ambientais fechando os canais de modo que as águas salgadas ficam mais escassas e como consequência muda sua ecologia e agregando a ação humana a esse processo natural pode-se encaminhar para a transformação de um futuro delta¹⁴. A Figura 9 mostra a área do aterro da margem da lagoa que ocasionou uma área acrescida à cidade de Maceió: a construção do Dique-Estrada.

Figura 9: Mapa geomorfológico da região lagunar de Maceió



Fonte: Duarte (2010, p. 48).

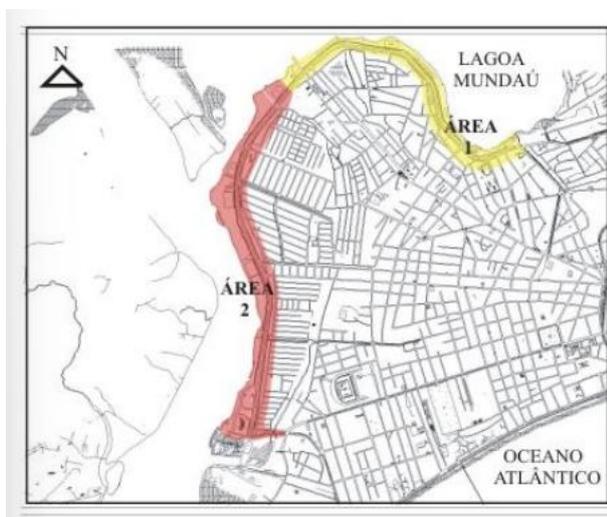
Duarte (2010) realizou em suas pesquisas um levantamento fotográfico da paisagem da laguna Mundaú “para registrar elementos naturais (lagoa, vegetação), construções existentes, elementos de identificação local (entorno) e representação de atividades desenvolvidas no lugar (cultural, de trabalho, de lazer)” (idem, p. 22). O projeto Dique-Estrada foi uma interferência em parceria das três esferas do governo e seus propósitos, de acordo com Duarte (2010) foram:

- (i) a criação de uma via de escoamento da produção da Salgema Indústrias Químicas S/A (SALGEMA), implantada na cidade em 1976 no Trápiche, entre o mar e a lagoa; (ii) a solução definitiva contra as enchentes na região lagunar, que constou do aterro em parte da lagoa e (iii) a incorporação de ilhas ao continente (idem, p. 44).

O autor dividiu sua análise em duas áreas: a área 1 que vai do Canal da Levada, bairro da Levada, até o bairro do Vergel e, segundo Duarte (2010) é caracterizada pela intervenção urbana; a área 2 corresponde à ocupação do que ele chama de “favelas” (grifo dos autores), aqui chamaremos de comunidade. A Figura 10 expõe essa divisão de áreas.

¹⁴ Entulhamento que fica na área das “barras” entre as lagoas Mundaú e Manguaba (LIMA, 1990, p.147).

Figura 10: Extensão e identificação das áreas 1 e 2



Fonte: Duarte (2009, p. 26).

O projeto Dique-Estrada foi uma interferência em parceria das três esferas do governo e seus propósitos, de acordo com Duarte (2010) foram:

- (i) a criação de uma via de escoamento da produção da Salgema Indústrias Químicas S/A (SALGEMA), implantada na cidade em 1976 no Trapiche, entre o mar e a lagoa; (ii) a solução definitiva contra as enchentes na região lagunar, que constou do aterro em parte da lagoa e (iii) a incorporação de ilhas ao continente (idem, p. 44).

Essa construção – aterro de áreas alagadiças – era comum no Brasil até o final do século XX devido às concepções higienistas (mais detalhadas na próxima seção) da época e a necessidade de realização de obras hidráulicas.

Outro fator que influenciou fortemente foi a construção da rodoferrovia e outra função, citada por Duarte (2010) foi a de “utilização como caminho para a tubulação que transporta parte da matéria-prima da fábrica – a salmoura – extraída na margem leste da lagoa, no bairro de Bebedouro¹⁵” (idem, p. 49).

Atualmente, devido aos problemas de tremores que surgiram nos bairros Bebedouro, Pinheiro, Mutange, Bom Parto (bairros da orla lagunar) e uma parte do bairro Farol, onde são vistos agora como bairros de subsidência¹⁶, “esta população entrou em processo de remoção devido ao desastre ambiental provocado pela subsidência do solo, pode-se concluir que uma reestruturação da cidade deve ocorrer na mesma proporção da população em deslocamento” (Feitosa; Romeiro, 2023, n.p.).

¹⁵ A matéria prima extraída no Bebedouro passava pelo duto construído sob o aterro e era transportada para a SALGEMA, onde era processada.

¹⁶ Movimento de uma superfície para baixo (SUBSIDÊNCIA, 2023).

4.2 Contexto histórico e cultural da comunidade do CEMM

No início do século XX houve um grande interesse turístico e comercial pela beleza da laguna, de acordo com Duarte (2010), porém a laguna também era alvo de ideologias higienistas. O autor aborda que o pensamento higienista tem suas origens no século XVII, na Europa, devido às epidemias que chegavam nas grandes cidades. Aos olhares dos higienistas a presença de vapores, também chamados de miasmas, oriundos da decomposição de matéria orgânica na região era visto na época como insalubre.

A insalubridade, vista segundo a visão dos higienistas, pela presença dos miasmas e das condições de higiene, não era um fenômeno exclusivo de Maceió, e difere do conceito atual de insalubridade, associada aos lugares sem infraestrutura, como saneamento ou abastecimento de água potável, ou lugares sujeitos a fatores que favoreçam a doença, como áreas alagáveis (Duarte, 2010, p. 34).

Essa concepção contribuiu para levar a sociedade ao afastamento das áreas do CELMM sendo contempladas apenas de longe por acreditarem que tudo o que estava estancado era uma forma de doença. “Assim, o Pensamento Higienista embasou a ocupação do sítio de Maceió, que via a região lagunar como área insalubre. Isto consolidou o local como habitação de baixa renda e sem valorização” (idem, p. 34). O autor destaca que a ocupação da cidade foi se adaptando à geografia do espaço estendendo-se “no sentido Centro/lagoa com aterros de mangues e alagadiços e retificação de canais” (idem, p. 35).

A criação da Lei Nº 2.485 em 1978 foi um importante meio para entender as interferências na Orla Lagunar e trata do Zoneamento de Uso do Solo do aterro ao Dique-Estrada. Nesse sentido, Duarte (2010) alude que

A ocupação da região e a formação da paisagem local tiveram oficialmente uma orientação legal a partir dessa Lei, que instituiu o zoneamento da área. Ela estabeleceu os seguintes usos: residencial, de prestação de serviços, cultural, recreativo e industrial. Instituiu ainda as áreas de usos especiais – cinturão verde, zona recreativa e turística, zona educacional, zona esportiva e zona de preservação de mangues (idem, p. 53).

Durante décadas os jornais do Estado noticiaram as transformações da lagoa, tanto da construção do Dique-Estrada quanto no impacto ambiental sendo a poluição um dos grandes problemas para a lagoa comprometendo a pesca e a extração do sururu.

Esse trabalho terá um enfoque na comunidade da Brejal por ser o objeto de estudo da pesquisa, logo os praticantes da pesquisa escolheram a rua do Posto de Saúde por estar no entorno escolar e na comunidade na qual alguns deles residem. Esta localidade também

contribui para a coleta de dados. A Figura 13 traz a localização da parte escolhida na comunidade.

Figura 13: Identificação do local de estudo na comunidade



Fonte: Google Maps (2023)

A comunidade de estudo encontra-se entre dois canais: o canal da Levada e o canal da Bregal. Essa área é bastante atingida pelas cheias da Lagoa, principalmente na época das chuvas. São vários os fatores que contribuem para o difícil escoamento das águas dos canais e o aumento de doenças ligadas aos alagamentos, alguns agravantes estão na quantidade de lixo nas margens dos canais e no despejo direto de esgotos sem tratamento das casas e estabelecimentos comerciais que margeiam esses canais.

5. METODOLOGIA

A pesquisa tem abordagem qualitativa de natureza aplicada porque dá prioridade ao entendimento dos fenômenos de maneira subjetiva e produzindo fundamentos que podem ser aplicados na prática e, de acordo com os objetivos, é uma pesquisa descritiva. Para análise enquadra-se na pesquisa-formação com a categoria do pensar/ fazer multirreferencial, pois diante do tema, do problema a ser investigado e das questões levantadas, traz abordagem que valoriza a compreensão das ocorrências.

O trabalho será desenvolvido na Escola Estadual Professora Guiomar de Almeida Peixoto, localizada no bairro da Ponta Grossa, em Maceió-AL, somos estudantes da 1ª série do Ensino Médio, no turno vespertino. A escolha da comunidade envolvida no projeto se deu porque é uma região que está em constantes alagamentos intensificando essas ocorrências nas estações chuvosas e também é a localidade da moradia de alguns estudantes praticantes da pesquisa.

Para a coleta de dados, faremos entrevistas semiestruturadas com membros da comunidade, com uma pediatra e alguns servidores da Unidade de Saúde localizada na comunidade. Após a coleta dos dados, faremos o levantamento dos resultados, por meio do tratamento da informação e da Modelagem Matemática para traçar estratégias de como desenvolver um material orientador que ajude a comunidade, principalmente para os responsáveis que cuidam das crianças.

A interpretação dos dados será realizada por meio do campo de pesquisa das possíveis soluções no decorrer do projeto com aplicação dos objetos de conhecimento desenvolvidos nas diferentes áreas do conhecimento escolar. Todos os diálogos registrados nas entrevistas serão considerados e vão compor a nossa pesquisa-formação e sua pluralidade de registros.

6. ORÇAMENTO FINANCEIRO

Os recursos financeiros para a realização das etapas do projeto serão adquiridos na escola, conjuntamente com a comunidade escolar. Para uma ação formativa teremos:

Tabela 1 – Materiais para ação formativa

| Descrição | Valor total (R\$) |
|-----------------------------------|-------------------|
| Impressão de panfletos educativos | 100,00 |
| Lanche para os envolvidos | 200,00 |
| Transporte ¹⁷ | 0,00 |
| Canetas | 10,00 |
| Lápis com borracha | 5,00 |
| Folhas A4 | 23,90 |
| Poster expositivo | 70,00 |

Fonte: autores, 2023

¹⁷ O transporte é fornecido pela professora orientadora, coordenação ou direção, a Secretaria de Estado da Educação de Alagoas também disponibiliza com agendamento realizado pela escola.

7. CRONOGRAMA

| Semestres | Étapas a serem desenvolvidas |
|---------------------------|--|
| Primeiro semestre de 2023 | Revisão Sistemática da Literatura e leitura das bibliografias necessárias para a elaboração do relatório, definição do projeto que fará parte da pesquisa. |
| Segundo semestre de 2023 | Realização das entrevistas, levantamento dos dados, construção do produto para solucionar o problema, concurso na escola de melhor fotografia da região lagunar, apresentação para a comunidade e elaboração do relatório da pesquisa. |

8. RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se que o desenvolvimento desse projeto contribua para a diminuição dos casos de enfermidades acometidas nas crianças que residem nas proximidades da Lagoa, principalmente em períodos de alagamento, onde o nível da Lagoa aumenta entrando nas residências. A produção do folheto explicativo será o produto que tem a intenção de informar e ajudar os responsáveis das crianças na prevenção de doenças ocasionadas pela água e pelos resíduos que ficam após os níveis baixarem.

5. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Tamara. Afundamento do solo provocado pela Braskem avança e amplia área de risco no Bom Parto. **Jornal Extra de Alagoas**, Maceió, ano XXIV, n. 1231, 26 ago. a 01 set. 2023.

DUARTE, Rubens de O. **Orla Lagunar de Maceió: apropriação e paisagem (1960-2009)**. [Dissertação de mestrado em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas]. Alagoas, 2010.

FEITOSA, Cid O.; ROMEIRO, Augusto da S. Exploração mineral e impactos na habitação: o caso Braskem, em Maceió. **XX ENANPUR**. Belém, PA. 2023. <http://anpur.org.br/wp-content/uploads/2023/05/st05-33.pdf> . Acesso em: 26 ago. 2023.

GOOGLE MAPS. Imagens de satélite. <https://www.google.com/maps/> Acesso em: ago. 2023.

MACEIÓ. Conta de utilidade pública com imagens dos acontecimentos na cidade. <https://www.instagram.com/maceiodeboaof/?hl=pt-br> Acesso em: 22 ago. 2023.

SUBSIDÊNCIA. In: **Dicionário Priberam da Língua Portuguesa** [Online], 2008-2023. <https://dicionario.priberam.org/subsid%C3%Aancia> . Acesso em: ago. 2023.

ANEXO 3 – Relatório da Pesquisa dos estudantes-praticantes

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DE ALAGOAS – SEDUC/AL

ESCOLA ESTADUAL PROFESSORA GUIOMAR DE ALMEIDA PEIXOTO

CAUANNE NAYARA MARQUES DA SILVA
CLEZIVALDO JUNIO SILVA DE LIMA
CRYSLANIO DOS SANTOS SILVA
EDUARDA CAVALCANTI PLECH
ERINALDO EMIDIO DOS SANTOS
ESTHEFANNY NAYANE DA SILVA LIMA
EWERTON CLEYSON LIMA DOS SANTOS
JOSUÉ MARINHO DOS SANTOS
JULIANA LIMA DOS SANTOS

COMPLEXO ESTUARINO LAGUNAR MUNDAÚ-MANGUABA: A história da comunidade e os desafios do complexo sob o olhar dos estudantes na perspectiva da Modelagem Matemática.

Maceió

2023

CAUANNE NAYARA MARQUES DA SILVA
CLEZIVALDO JUNIO SILVA DE LIMA
CRYSLANIO DOS SANTOS SILVA
EDUARDA CAVALCANTI PLECH
ERINALDO EMIDIO DOS SANTOS
ESTHEFANNY NAYANE DA SILVA LIMA
EWERTON CLEYSON LIMA DOS SANTOS
JOSUÉ MARINHO DOS SANTOS
JULIANA LIMA DOS SANTOS

COMPLEXO ESTUARINO LAGUNAR MUNDAÚ-MANGUABA: A história da comunidade e os desafios do complexo sob o olhar dos estudantes na perspectiva da Modelagem Matemática.

Relatório de pesquisa apresentado como parte integrante das Oficinas de Resolução de Problemas e da Área de Matemática e suas Tecnologias na 1ª série do Ensino Médio.

Orientadora: Profa. Esp. Cristiane Siqueira de Macêdo Nobre

Maceió

2023

RESUMO

Este trabalho tem a finalidade de contribuir com a comunidade para minimizar as doenças nas crianças que vivem na região do Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba, mais precisamente na Brejal, em tempos de alagamentos por meio das vivências escolares de estudantes do Ensino Médio no cotidiano da comunidade com ações que integrem os saberes buscando melhorias de parte da comunidade. Inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre a região para compreender melhor a estrutura do Complexo e sua Geografia; em seguida, realizamos a aplicação de um questionário semiestruturado com a comunidade a fim de identificar as maiores dificuldades vivenciadas pelos moradores. Dialogamos com uma pediatra e uma enfermeira que trabalha na Unidade de Saúde local para validar nossa ação e diante do levantamento realizado com as entrevistas, foi proposta uma ação social com o objetivo de esclarecer e conscientizar a comunidade dos riscos à saúde das crianças quando o nível da laguna sobe e alaga toda a região. Para essa ação, foi produzido um material com orientações de acordo com o tratamento da informação e a Modelagem Matemática para que o responsável possa identificar os sintomas das enfermidades e de quando é preciso levar a criança ao atendimento médico. Essa pesquisa é qualitativa, de natureza aplicada de cunho exploratório com a interação entre os pesquisadores e a comunidade. Foi possível perceber o envolvimento de todos os participantes nas etapas e nas soluções apresentadas para diminuir as doenças que acometem as crianças nesses períodos de aumento do nível das águas.

Palavras-chave: Complexo Lagunar Mundaú-Manguaba. Ensino Médio. Modelagem Matemática. Iniciação Científica.

ABSTRACT

This work aims to contribute to the community to minimize diseases in children living in the region of the Mundaú-Manguaba Lagunar Estuarine Complex, more precisely in Brejal, in times of flooding through the school experiences of high school students in the daily life of community with actions that integrate knowledge seeking improvements on the part of the community. Initially, a bibliographical research was carried out on the region to better understand the structure of the Complex and its Geography; We then applied a semi-structured questionnaire to the community in order to identify the greatest difficulties experienced by residents. We spoke with a pediatrician and a nurse who works at the local Health Unit to validate our action and based on the survey carried out with the interviews, a social action was proposed with the aim of clarifying and raising awareness in the community of the risks to children's health when the level from the lagoon it rises and floods the entire region. For this action, material was produced with guidelines in accordance with the processing of information and Mathematical Modeling so that those responsible can identify the symptoms of illnesses and when it is necessary to take the child to medical care. This research is qualitative, of an applied and exploratory nature with interaction between researchers and the community. It was possible to see the involvement of all participants in the steps and solutions presented to reduce the diseases that affect children during these periods of rising water levels.

Keywords: Mundaú-Manguaba Lagoon Complex. High school. Mathematical Modeling. Scientific research.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1.INTRODUÇÃO | 04 |
| 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 07 |
| 4.1 A paisagem local e apropriação do espaço: mudanças no meio ambiente | 07 |
| 4.2 Contexto histórico e cultural da comunidade do CEMM..... | 15 |
| 5. MATERIAIS E MÉTODOS | 20 |
| 6. ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS | 30 |
| 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 31 |
| 8. REFERÊNCIAS | 32 |

1. INTRODUÇÃO

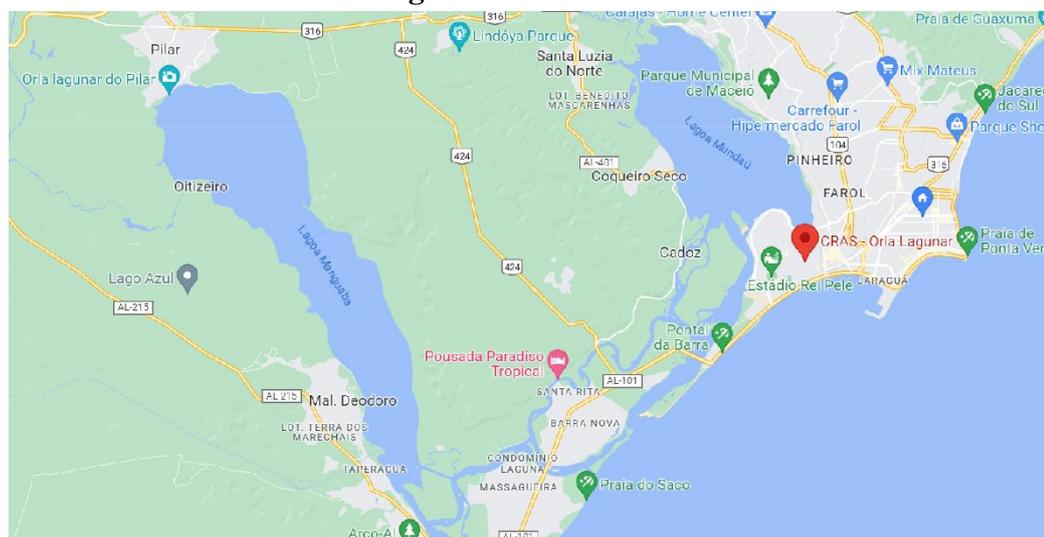
O que nos motivou a desenvolver esse projeto de pesquisa foi a proposta que a professora Cristiane Nobre nos apresentou como parte das Oficinas de Resolução de Problemas. Essa proposta inédita, para todos nós, possibilitou o envolvimento em atividades práticas onde aplicamos o saber escolar na vida cotidiana visando o bem comum da comunidade que faz parte do entorno da escola.

A escolha do tema sucedeu por estarmos tão próximos da Orla Lagunar onde alguns de nós somos moradores desse Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba (CELM) que é definido como

um ecossistema compreendido das lagoas Mundaú e Manguaba, canais, ilhas e uma porção estuarina das bacias dos rios Mundaú, Paraíba do Meio e Sumaúma, e que abrange os municípios de Maceió, Satuba, Rio Largo, Santa Luzia do Norte, Coqueiro Seco, Marechal Deodoro e Pilar (Duarte, 2009, p. 14).

A figura 1 mostra a extensão que abrange os municípios do Complexo.

Figura 1: Extensão do CELMM



Fonte: Google Maps (2023)

A Orla Lagunar em Maceió vai do bairro Pontal da Barra até o bairro do Rio Novo com, aproximadamente, 24 km de extensão. A figura 2 mostra a extensão da Orla Lagunar em Maceió.

Figura 2: Extensão da Orla Lagunar em Maceió



Fonte: Duarte (2009, p. 15).

Segundo Duarte (2009), vários são os debates que envolvem a Orla Lagunar, tais como: questões ambientais, sócio-econômicas, de ocupação, entre outras. Este trabalho foi pensado para ser desenvolvido na região chamada Brejal, nas proximidades do bairro da Levada, por ser uma região que pertence a Orla Lagunar e por estar tão próximo fica alagada quando o nível da lagoa sobe. Como consequência, as ruas e casas ficam cheias d'água e os moradores só conseguem se deslocar em botes ou canoas e os que se aventuram sem equipamentos vão com água na cintura ou nadando. Além disso, a quantidade de doenças que são identificadas nos moradores, principalmente nas crianças, após esses alagamentos é notória e nos fez refletir sobre essas problemáticas e como seria possível minimizar esses efeitos negativos.

Ressaltando a importância de identificar uma problemática e possibilitar a utilização dos saberes escolares para beneficiar a comunidade, este trabalho visualiza a possibilidade de estudo voltada para a Iniciação Científica na Escola Estadual Professora Guiomar de Almeida Peixoto, no intuito de analisar para responder o seguinte problema: **como contribuir com a comunidade para minimizar as doenças nas crianças que vivem na região da Brejal em tempos de alagamentos?** O foco da pesquisa direciona-se à contribuição da Modelagem Matemática na resolução de diversas situações.

Como objetivo principal deste trabalho buscou-se contribuir com a comunidade para minimizar as doenças nas crianças que vivem na região da Brejal em tempos de alagamentos. Ademais buscou-se: realizar entrevista semiestruturada na comunidade; tratar as informações sobre as problemáticas mencionadas pelos entrevistados; investigar estratégias para solução

do problema (protótipos, programação, pesquisas); analisar, nas soluções apresentadas, as representações dos modelos matemáticos; desenvolver a solução para a problemática; construir material; apresentar a proposta para a comunidade escolar, a comunidade da Brejal e a sociedade.

Foram feitas pesquisas científicas e de campo que validam e demonstram a necessidade de transmitir informações para a comunidade com a intenção de minimizar as doenças e outras problemáticas identificadas.

A pesquisa tem abordagem qualitativa, de natureza aplicada e seu progresso deu-se com entrevistas realizadas na comunidade e com profissionais da área da saúde que afirmaram ser proveitosa uma ação educativa composta por palestra e distribuição de um folheto explicativo com teste para identificar sintomas que indicam a necessidade de assistência médica.

A análise dos resultados será acompanhada com visitas para avaliar a utilidade do panfleto. Este projeto foi idealizado no corrente ano e continua em processo de aperfeiçoamento.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No presente capítulo serão apresentados alguns conceitos relacionados à cidade de Maceió, ao desenvolvimento histórico e cultural da Orla Lagunar e da comunidade que foi se desenvolvendo em seu entorno. Posteriormente, faremos análise sobre as consequências desse desenvolvimento para o meio ambiente.

4.1 A paisagem local e apropriação do espaço: mudanças no meio ambiente

“Maceió é a cidade restinga” (Lima, 1990). Essa confirmação veio por estar numa faixa arenosa que transformou um estuário em lagoa. Maceió é uma cidade que foi construída

a partir de um “terraço de erosão marinha”, esculpido na extremidade do tabuleiro, saliente na parte norte oriental da “calha” aberta para o mar, que se estende, continuado por uma faixa arenosa, a cruzar a “boca” de um rio, na direção sudoeste. Apresenta do lado leste a praia em forma de “crescente”, e do lado da lagoa, a oeste, uma ponta arenosa e vasa de ilhas de mangues (grifos do autor) (Lima, 1990, p. 27).

O autor menciona que sua região lagunar localiza-se entre as coordenadas geográficas com os meridianos de : 35° 40’ 00” WGr, e 36° 02’ 00” WGr; e os paralelos de: 9° 28’ 00” e 9° 50’ 00”. Alagoas possui um dos trechos mais diversos do litoral brasileiro, com estudos das “costas baixas lagunares com falésias, recifes e barragens arenosas “tapando” rios e a isto acrescentamos: “rias” e restingas, modificando estuários, completando uma planície continental” (idem, p.28).

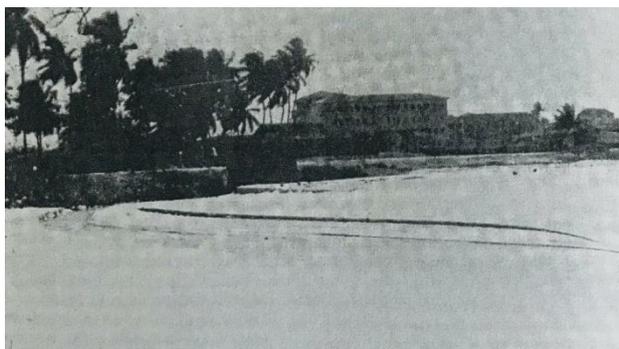
Restinga¹⁸, barragens¹⁹ e lagoas²⁰ são os três tipos de acidentes geográficos que mais caracterizam a região lagunar de Maceió e o fechamento parcial de estuários originou as duas lagoas. A figura 3 retrata o cenário do fechamento. O autor descreve que esse local passava o rio Mundaú para o mar antes de ser aterrado e a calha tem a função de levar para o mar alguns córregos.

¹⁸ Barragem natural de sedimento que se forma e cruza a boca de baías, estuários ou rios, transformando-os em lagoas (LIMA, 1990, p. 117)

¹⁹ Barras (entradas) que fazem a ligação do mar com lagoas (LIMA, 1990, p.119).

²⁰ Estuários tapados por restinga cristas de praias (barragens) e depósitos que se tornaram terraços marinhos (LIMA, 1990, p. 123).

Figura 3: Local da praia do Sobral onde passava o rio Mundaú



Fonte: Lima (1990, p. 190).

O autor alude que:

Os constantes ataques do mar atingindo as partes mais salientes [...] o efeito destes (ataques) produz o que temos na região lagunar, cujas novas construções formaram lagoas.

Têm-se assim, as lagoas Mundaú e Mangaba, origem pela forma que apresentam, sendo antes de tudo perfeitas “lagunas” pois que suas águas salobras se devem ao fato de elas sofrerem a permanência das águas do mar em suas bacias, devido às marés e por terem sido estuários (Lima, 1990, p. 123).

Segundo Duarte (2010), a região próxima à orla lagunar era uma paisagem com muitas áreas inabitadas e a vegetação cheia de coqueirais também apresentava muitos alagamentos e estava em expansão na cidade. “A relação da lagoa com a cidade ocorria com a presença do ambiente natural em sua vegetação – mangue, mata e coqueirais; e dos canais ligados à lagoa” (idem, p. 36). Em comparação com a imagem acima datada de 1961, a Figura 4 retrata as ações humanas na paisagem natural nos tempos atuais.

Figura 4: Local da praia do Sobral onde passava o rio Mundaú



Fonte: Google (2023)

Dando continuidade às comparações, temos a vista aérea da Restinga de Maceió na parte Sul, datada de 1984, com o início da ponte AL 101 Sul, a empresa Braskem e o começo do canal de Barra Nova, a Figura 5 expõe grande parte da paisagem natural preservada.

Figura 5: Restinga de Maceió ao Sul



Fonte: Lima (1990, p. 159).

A vista atual mostra a modificação da paisagem com a área urbana avançando nos coqueirais como retrata a Figura 6. Temos uma aproximação maior em relação à Figura 5, mas é possível identificar a diminuição da Restinga; do lado direito vê-se acima o canal de Barra Nova.

Figura 6: Modificação da Restinga de Maceió ao Sul

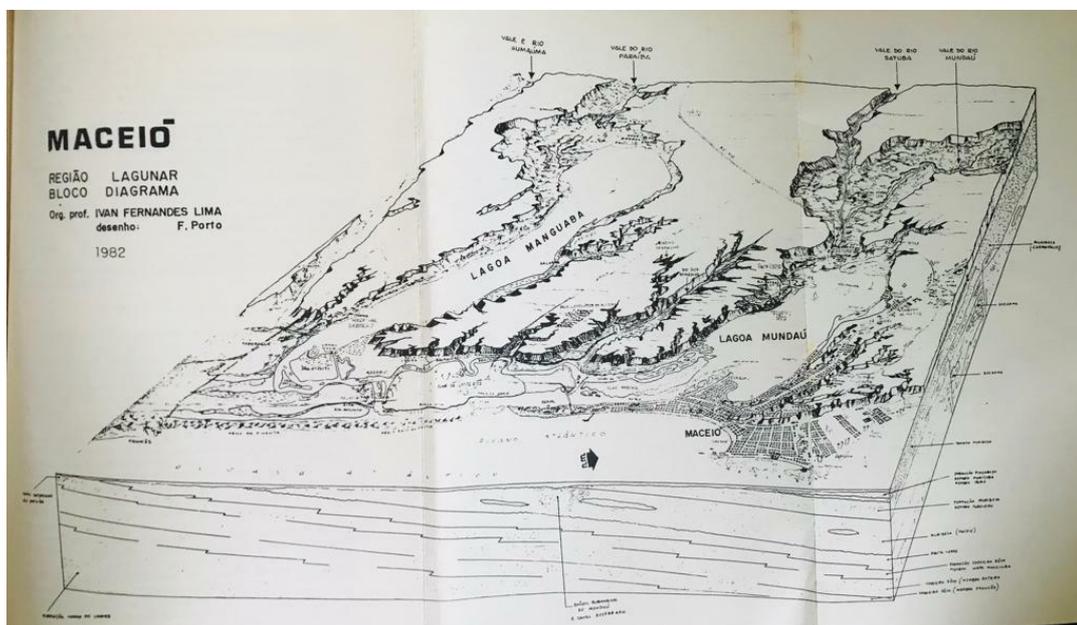


Fonte: YouToube (2018)

A Figura 7 retrata a região lagunar em bloco diagrama datada de 1982 feita por Porto e organizada pelo professor Ivan Fernandes Lima. Por meio desse desenho é possível analisar

as lagoas e o desenvolvimento da cidade de Maceió no terraço. Também pode-se identificar as formações, a Salgema e os canais soterrados.

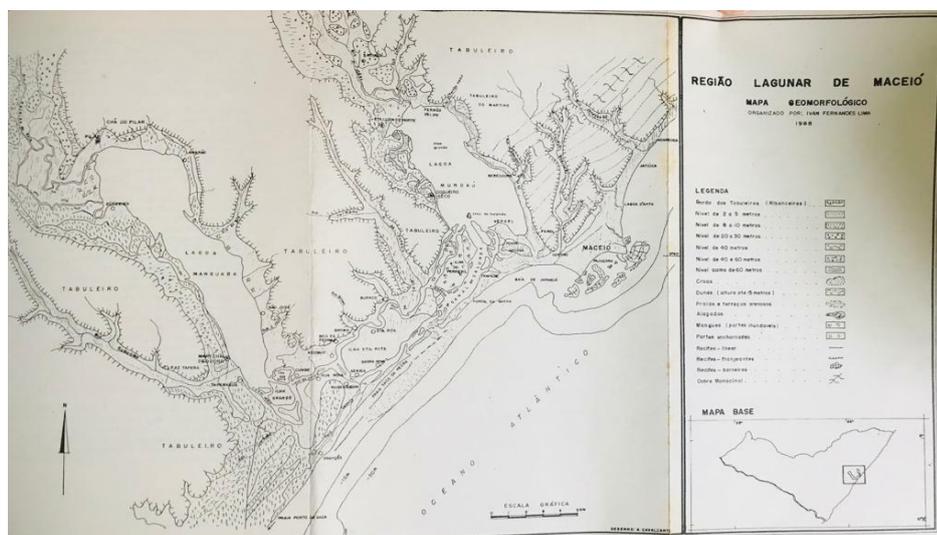
Figura 7: Região lagunar em bloco diagrama



Fonte: Lima (1990, p. 58).

A figura 8 é o mapa geomorfológico da região lagunar de Maceió datado de 1988, foi organizado pelo professor Ivan Fernandes Lima e traz características da formação da laguna e da geomorfologia do litoral.

Figura 8: Mapa geomorfológico da região lagunar de Maceió



Fonte: Lima (1990, p. 90).

Lima (1990) alude que os continuados processos de sedimentação natural das lagoas somados aos ventos de nordeste contribuem para a modificação das condições ambientais fechando os canais de modo que as águas salgadas ficam mais escassas e como consequência muda sua ecologia e agregando a ação humana a esse processo natural pode-se encaminhar para a transformação de um futuro delta²¹. A Figura 9 mostra a área do aterro da margem da lagoa que ocasionou uma área acrescida à cidade de Maceió: a construção do Dique-Estrada.

Figura 9: Mapa geomorfológico da região lagunar de Maceió



Fonte: Duarte (2010, p. 48).

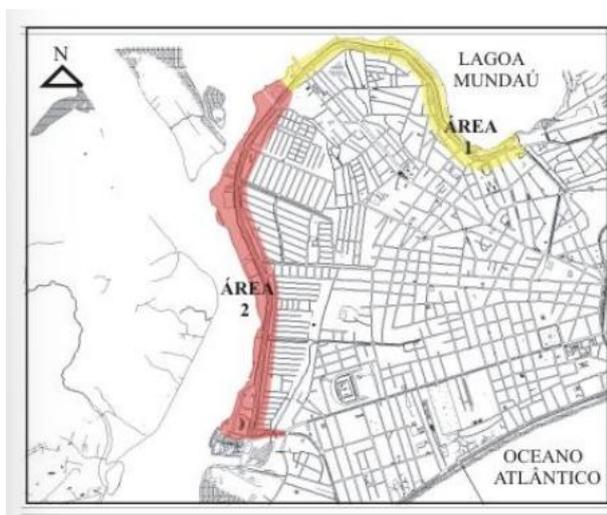
Duarte (2010) realizou em suas pesquisas um levantamento fotográfico da paisagem da laguna Mundaú “para registrar elementos naturais (lagoa, vegetação), construções existentes, elementos de identificação local (entorno) e representação de atividades desenvolvidas no lugar (cultural, de trabalho, de lazer)” (idem, p. 22). O projeto Dique-Estrada foi uma interferência em parceria das três esferas do governo e seus propósitos, de acordo com Duarte (2010) foram:

- (i) a criação de uma via de escoamento da produção da Salgema Indústrias Químicas S/A (SALGEMA), implantada na cidade em 1976 no Trapiche, entre o mar e a lagoa; (ii) a solução definitiva contra as enchentes na região lagunar, que constou do aterro em parte da lagoa e (iii) a incorporação de ilhas ao continente (idem, p. 44).

O autor dividiu sua análise em duas áreas: a área 1 que vai do Canal da Levada, bairro da Levada, até o bairro do Vergel e, segundo Duarte (2010) é caracterizada pela intervenção urbana; a área 2 corresponde à ocupação do que ele chama de “favelas” (grifo dos autores), aqui chamaremos de comunidade. A Figura 10 expõe essa divisão de áreas.

²¹ Entulhamento que fica na área das “barras” entre as lagoas Mundaú e Manguaba (LIMA, 1990, p.147).

Figura 10: Extensão e identificação das áreas 1 e 2



Fonte: Duarte (2009, p. 26).

O projeto Dique-Estrada foi uma interferência em parceria das três esferas do governo e seus propósitos, de acordo com Duarte (2010) foram:

- (i) a criação de uma via de escoamento da produção da Salgema Indústrias Químicas S/A (SALGEMA), implantada na cidade em 1976 no Trapiche, entre o mar e a lagoa; (ii) a solução definitiva contra as enchentes na região lagunar, que constou do aterro em parte da lagoa e (iii) a incorporação de ilhas ao continente (idem, p. 44).

Essa construção – aterro de áreas alagadiças – era comum no Brasil até o final do século XX devido às concepções higienistas (mais detalhadas na próxima seção) da época e a necessidade de realização de obras hidráulicas.

Outro fator que influenciou fortemente foi a construção da rodoferrovia e outra função, citada por Duarte (2010) foi a de “utilização como caminho para a tubulação que transporta parte da matéria-prima da fábrica – a salmoura – extraída na margem leste da lagoa, no bairro de Bebedouro²²” (idem, p. 49).

Atualmente, devido aos problemas de tremores que surgiram nos bairros Bebedouro, Pinheiro, Mutange, Bom Parto (bairros da orla lagunar) e uma parte do bairro Farol, onde são vistos agora como bairros de subsidência²³, “esta população entrou em processo de remoção devido ao desastre ambiental provocado pela subsidência do solo, pode-se concluir que uma reestruturação da cidade deve ocorrer na mesma proporção da população em deslocamento”

²² A matéria prima extraída no Bebedouro passava pelo duto construído sob o aterro e era transportada para a SALGEMA, onde era processada.

²³ Movimento de uma superfície para baixo (SUBSIDÊNCIA, 2023).

(Feitosa; Romeiro, 2023, n.p.). De acordo com os autores, 59 495 pessoas foram atingidas nos cinco bairros observados, o que corresponde a 5,61% dos habitantes da cidade que, em 2020 tinha uma estimativa de 1 061 330 pessoas. Depois da identificação desses fenômenos geológicos em Maceió em 2018, as pesquisas realizadas pelo Serviço Geológico do Brasil CPRM constataram “falhas geológicas geradas pelas inconsistências encontradas no preenchimento das cavernas subterrâneas utilizadas pela Braskem para extração de minérios” (idem, n.p.).

Os autores mencionam que em 2019 a empresa realizou estudos sonares que comprovaram a ação das atividades mineradoras nos fenômenos de subsidência do solo nas regiões. Nesse mesmo ano, a extração do sal na fábrica do Pontal da Barra paralisou, retornando em 2021.

Em novembro de 2019 foi identificada a área mais próxima a lagoa Mundaú correspondente às áreas dos bairros do Mutange, do Bebedouro e do Bom Parto como área de resguardo. Dada a identificação das áreas de criticidade, incluindo a área de resguardo em torno de 15 poços, foram sendo elaborados mapas que poderiam demonstrar de forma mais clara a abrangência do fenômeno observado. (idem, n.p.).

A empresa divulgou a primeira versão da área de observação nesse estágio da investigação destacando as áreas de resguardo, de criticidade 00 e de monitoramento. Desenvolveu também o Programa de Compensação Financeira e Apoio à Realocação (PCF) para “garantir a desocupação preventiva de 500 imóveis bem como a realocação de aproximadamente 1.500 pessoas localizadas na área de resguardo enquanto a área de criticidade 00 seria melhor monitorada nos meses seguintes” (idem, n.p.). A Figura 11 foi apresentada pela empresa com a identificação das áreas.

Figura 11: Áreas de resguardo, criticidade 00 e monitoramento



Fonte: Feitosa; Romeiro (2023, n.p.)

No dia 26 de agosto do corrente ano, a jornalista Tamara Albuquerque (2023) publicou no Jornal Extra uma reportagem sobre uma possível ampliação da área de risco no bairro do Bom Parto que pode afetar entre 3 a 4 mil pessoas e seus imóveis já estão na relação para realocação compulsória. Segundo a reportagem, as informações foram divulgadas por representantes do Poder Público de Alagoas em reunião realizada no Ministério Público Estadual (MPE-AL), no dia 07 de agosto de 2023. O novo mapa ainda não foi divulgado. A Figura 12 compara a área demolida até o presente momento.

Figura 12: Comparação das áreas demolidas



Fonte: Jornal Extra (2023, p. 17)

Adiante analisaremos o contexto histórico e cultural da comunidade do complexo destacada pela área 1 da Figura 10.

4.2 Contexto histórico e cultural da comunidade do CEMM

No início do século XX houve um grande interesse turístico e comercial pela beleza da laguna, de acordo com Duarte (2010), porém a laguna também era alvo de ideologias higienistas. O autor aborda que o pensamento higienista tem suas origens no século XVII, na Europa, devido às epidemias que chegavam nas grandes cidades. Aos olhares dos higienistas a presença de vapores, também chamados de miasmas, oriundos da decomposição de matéria orgânica na região era visto na época como insalubre.

A insalubridade, vista segundo a visão dos higienistas, pela presença dos miasmas e das condições de higiene, não era um fenômeno exclusivo de Maceió, e difere do conceito atual de insalubridade, associada aos lugares sem infraestrutura, como saneamento ou abastecimento de água potável, ou lugares sujeitos a fatores que favoreçam a doença, como áreas alagáveis (DUARTE, 2010, p. 34).

Essa concepção contribuiu para levar a sociedade ao afastamento das áreas do CELMM sendo contempladas apenas de longe por acreditarem que tudo o que estava estancado era uma forma de doença. “Assim, o Pensamento Higienista embasou a ocupação do sítio de Maceió, que via a região lagunar como área insalubre. Isto consolidou o local como habitação de baixa renda e sem valorização” (idem, p. 34). O autor destaca que a ocupação da cidade foi se adaptando à geografia do espaço estendendo-se “no sentido Centro/lagoa com aterros de mangues e alagadiços e retificação de canais” (idem, p. 35).

A criação da Lei Nº 2.485 em 1978 foi um importante meio para entender as interferências na Orla Lagunar e trata do Zoneamento de Uso do Solo do aterro ao Dique-Estrada. Nesse sentido, Duarte (2010) alude que:

A ocupação da região e a formação da paisagem local tiveram oficialmente uma orientação legal a partir dessa Lei, que instituiu o zoneamento da área. Ela estabeleceu os seguintes usos: residencial, de prestação de serviços, cultural, recreativo e industrial. Instituiu ainda as áreas de usos especiais – cinturão verde, zona recreativa e turística, zona educacional, zona esportiva e zona de preservação de mangues (idem, p. 53).

Durante décadas os jornais do Estado noticiaram as transformações da lagoa, tanto da construção do Dique-Estrada quanto no impacto ambiental sendo a poluição um dos grandes problemas para a lagoa comprometendo a pesca e a extração do sururu.

Esse trabalho terá um enfoque na comunidade da Brejal por ser o objeto de estudo da pesquisa, logo os praticantes da pesquisa escolheram a rua do Posto de Saúde por estar no entorno escolar e na comunidade na qual alguns deles residem. Esta localidade também

contribui para a coleta de dados. A Figura 13 traz a localização da parte escolhida na comunidade.

Figura 13: Identificação do local de estudo na comunidade



Fonte: Google Maps (2023)

A comunidade de estudo encontra-se entre dois canais: o canal da Levada e o canal da Brejal. Essa área é bastante atingida pelas cheias da Lagoa, principalmente na época das chuvas. São vários os fatores que contribuem para o difícil escoamento das águas dos canais e o aumento de doenças ligadas aos alagamentos, alguns agravantes estão na quantidade de lixo nas margens dos canais e no despejo direto de esgotos sem tratamento das casas e estabelecimentos comerciais que margeiam esses canais. A Figura 14 traz as essas situações no canal da Brejal que poderiam ser evitadas com o saneamento básico adequado e as coletas de lixo regulares com a ajuda da população no descarte correto. Do lado esquerdo da Figura 14, temos o descarte irregular do lixo, mesmo havendo uma caçamba para colocação desse lixo o volume da caçamba é menor do que o volume de lixo. Do lado direito da Figura 14, temos destacados exemplos do despejo de esgotos diretamente no canal.

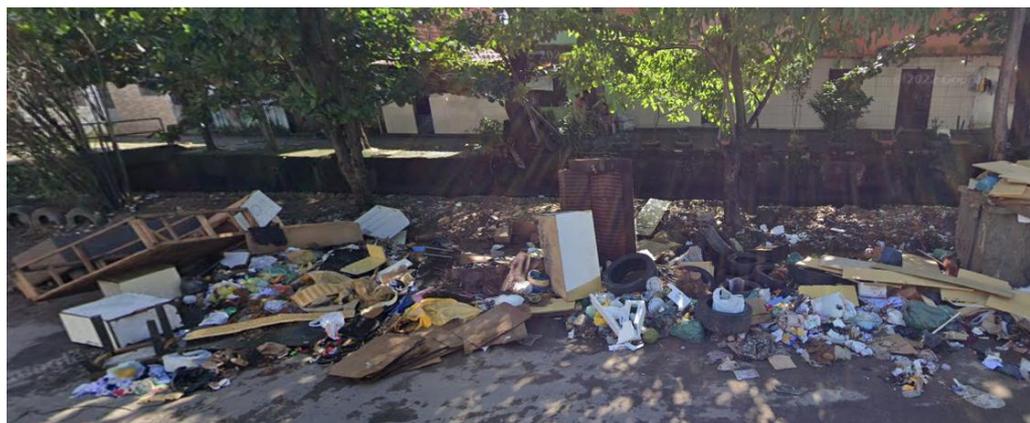
Figura 14: Canal da Brejal e a situação da sua margem



Fonte: Google Maps (2023)

A Figura 15 retrata a situação do canal da Levada, nesse canal percebemos uma preocupação dos moradores em manter a margem limpa, sem lixos, mas na frente de alguns estabelecimentos comerciais a presença do lixo é notável. Acima da imagem encontra-se a margem voltada para as residências, percebe-se zelo pelo local. Abaixo da imagem encontra-se a margem voltada para alguns pontos comerciais.

Figura 15: As margens do canal da Levada



Fonte: *Google Maps* (2023)

Em relação ao despejo de esgotos no canal, encontramos situação semelhante ao canal da Brejal, como ilustram os destaques da Figura 16.

Figura 16: Despejo de esgotos no canal da Levada



Fonte: *Google Maps* (2023)

Dessa maneira, muitos moradores se deparam com a necessidade de sair de suas residências a procura de um lugar seguro até que os níveis diminuam novamente e eles

possam retornar às suas casas. A Figura 17 expõe registros dos alagamentos e como a população se desloca na região alagada.

Figura 17: As ruas da Brejal alagadas e o deslocamento da população



Fonte: Maceió de boa (2023)

Apesar das dificuldades, quando os níveis da Lagoa começam a subir é perceptível o sentimento de compaixão e solidariedade com o próximo, os que mais sofrem nesse período são as crianças e os idosos como retratado na Figura 18.

Figura 18: As ruas da Brejal alagadas e o deslocamento da população



Fonte: Google (2023)

No entanto, a localidade escolhida também apresenta sinais de ausência do saneamento básico. Apesar da situação precária, a rua apresenta uma aparência limpa, sem a presença de lixo. Alguns moradores relataram que a comunidade, às vezes, amontoam os lixos em locais da rua aglomerando animais em busca de restos de comida, tais como cachorros e porcos. A Figura 19 expõe o esgoto passando pela frente das casas.

Figura 19: A rua da coleta dos dados



Fonte: *Google* (2023)

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa tem abordagem qualitativa de natureza aplicada porque dá prioridade ao entendimento dos fenômenos de maneira subjetiva e produzindo fundamentos que podem ser aplicados na prática e, de acordo com os objetivos, é uma pesquisa descritiva. Para análise enquadra-se na pesquisa-formação com a categoria do pensar/ fazer multirreferencial, pois diante do tema, do problema a ser investigado e das questões levantadas, traz abordagem que valoriza a compreensão das ocorrências.

O trabalho está em desenvolvimento na Escola Estadual Professora Guiomar de Almeida Peixoto, localizada no bairro da Ponta Grossa, em Maceió-AL, somos estudantes da 1ª série do Ensino Médio, no turno vespertino. A escolha da comunidade envolvida no projeto se deu porque é uma região que está em constantes alagamentos intensificando essas ocorrências nas estações chuvosas e também é a localidade da moradia de alguns estudantes praticantes da pesquisa. A figura 20 mostra a nossa primeira reunião na qual, diante de várias sugestões, optamos por direcionar nossos esforços para ajudar a comunidade de Vila Brejal.

Figura 20: Na primeira reunião



Fonte: Autores (2023)

Após uma análise das necessidades locais, identificamos que a área da saúde apresentava déficits significativos, com falta de estrutura e médicos nos postos de saúde. Com esse objetivo em mente, empreendemos a busca por profissionais especializados na área da

saúde e realizamos entrevistas com os próprios moradores da comunidade. Para obtermos um panorama mais completo, decidimos sair às ruas e conversar com os moradores, a fim de compreender como eles enfrentavam essa situação. Durante nossas entrevistas, coletamos relatos que nos ajudaram a entender as condições individuais de cada morador.

Em junho saímos às ruas para entrevistar os moradores, e os próprios pacientes do posto que se encontram na comunidade, com isso para o início da pesquisa e a definição das perguntas. Diante da proposta, realizamos a aplicação de um questionário semiestruturado com membros da comunidade para identificar inicialmente qual o maior problema identificado na região. Elaboramos três perguntas para mapear a problemática: 1) Quais as dificuldades observadas na comunidade atualmente? 2) Diante das dificuldades levantadas, qual a que mais necessita de resolução neste momento? 3) O que poderia ser feito para desenvolver uma possível solução?

A Figura 21 registra o dia da entrevista semiestruturada com os moradores da Brejal.

Figura 21: Dia da entrevista com os moradores da Vila Brejal.

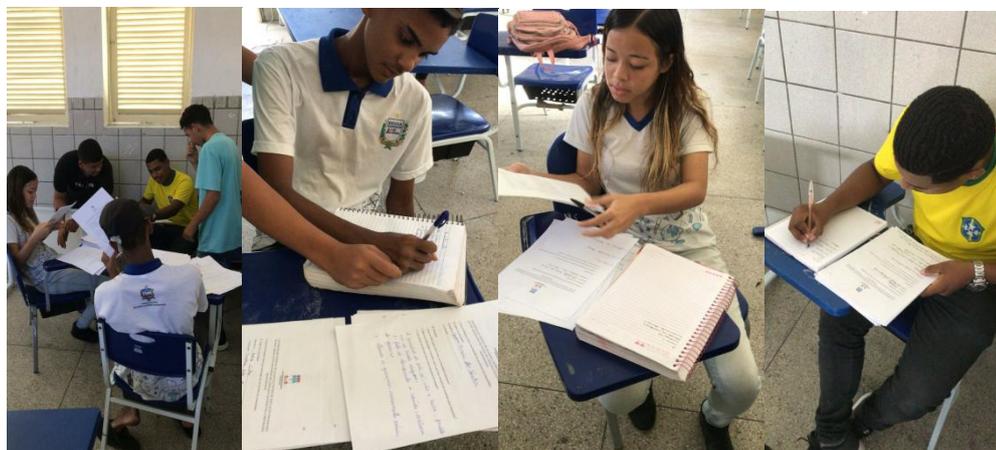


Fonte: Autores (2023)

Participaram da entrevista 38 membros da comunidade e depois de coletar todas as informações relatadas pelos moradores nós realizamos o levantamento das informações. Entre os problemas mais citados, temos como resposta para a primeira pergunta: Quais as dificuldades observadas na comunidade atualmente? Alagamentos com 35 citações o que equivale a mais de 92% das respostas; saneamento os entrevistados afirmaram que a

conscientização da comunidade é o primeiro passo para melhorar o ambiente em que vivem. A Figura 22 retrata a realização do levantamento dos dados.

Figura 22: Levantamento e análise dos dados



Fonte: Autores (2023)

Com esse pensamento, realizamos uma segunda reunião para nos coordenarmos e prepararmos as perguntas a serem feitas aos profissionais da saúde, como mostra a figura 23.

Figura 23: Levantamento e análise dos dados



Fonte: Autores (2023)

Com o resultado da segunda reunião conseguimos agendar uma entrevista com uma especialista em pediatria no intuito de validar nosso projeto de pesquisa. A Figura 24 traz o registro da entrevista.

Figura 24: Dia da entrevista com a pediatra.



Fonte: Autores (2023)

A pediatra destacou que a falta de saneamento básico é um problema significativo, pois muitas mães não possuem orientações sobre os cuidados necessários com suas crianças. Isso resulta em contato das crianças com terra contaminada durante brincadeiras. Embora a terra seja benéfica para o desenvolvimento da imunidade infantil, se estiver contaminada por fezes de animais como cachorros e gatos, bem como por diversas bactérias e lixos tóxicos, pode ocasionar infestações por parasitas.

As crianças costumam tomar banho na Lagoa Mundaú, que é conhecida por ser extremamente poluída e recebe o despejo de esgotos sem tratamento adequado. Esses esgotos são a forma precária de saneamento básico, e as crianças acabam entrando em contato direto com a terra contaminada, o que resulta em problemas de saúde causados pela poluição do solo e também pela chuva. Quando as crianças tomam banho na lagoa, acabam ingerindo água contaminada, o que as expõe a germes e infestação por parasitas, resultando em desidratação, diarreia, náuseas e vômitos. Em casos extremos, esses problemas de saúde podem levar à morte.

A pediatra abordou alguns remédios recomendados nesses casos e inclui o soro para combater a desidratação, medicamentos para tratar diarreia e vômitos, além de pomadas e antibióticos. Em sua fala afirmou que: *"Um dos antibióticos mais comumente prescritos é o antibiótico oral"*. Exemplos de antibióticos orais incluem Amoxicilina, Ampicilina, Azlocilina, Carbenicilina, Cloxacilina, Mezlocilina, Nafcilina e Penicilina.

A médica também destaca a importância de buscar tratamento adequado desde o início da doença, levando a criança ao posto de saúde mais próximo. Dessa forma, é possível interromper a propagação dos germes. Uma das doenças mais relatadas pelos moradores da região é a sarna, que se espalha facilmente através do contato direto entre pessoas ou pelo uso de roupas contaminadas, resultando em contaminação comunitária.

A entrevista com a pediatra foi de grande importância para compreender como lidar com os problemas causados pela falta de saneamento básico na região da Lagoa Mundaú. Durante a entrevista, percebemos que, na maioria dos casos, as mães não sabem como lidar com as doenças de seus filhos devido à falta de informações adequadas. Essas doenças são adquiridas devido à presença de água parada. Ela ressaltou também que não há garantia de que os postos de saúde sempre tenham os medicamentos e vacinas necessários para tratar esses tipos de doenças.

Após a validação com a pediatra, fomos à Unidade de Saúde Familiar Jardim São Francisco para levantar os dados no que diz respeito ao quantitativo de atendimentos em dias de atividades normais e após as enchentes, conversamos com uma das enfermeiras da unidade, a sra. Salete que contribuiu para nosso levantamento de dados.

Figura 25: Entrevista com a enfermeira.



Fonte: Autores (2023)

A enfermeira resalta que o problema de saúde mais recorrente na comunidade é a escabiose, uma doença de pele causada por ácaros. Essa doença se prolifera em estofados, travesseiros, roupas de cama, banho e poeira doméstica. Portanto, a higienização correta é fundamental para evitar a contaminação. O remédio para a escabiose já é fornecido no posto de saúde e tem se mostrado eficaz, embora em alguns casos os pacientes necessitem do uso de antibióticos.

Além disso, a enfermeira destaca que os pacientes também estão sofrendo emocionalmente devido às perdas causadas pelas enchentes. Eles perderam colchões, móveis e eletrodomésticos, o que afeta negativamente seu estado emocional. Como consequência, a imunidade dos pacientes baixa, deixando-os vulneráveis a outras doenças. Muitos desenvolvem depressão, ansiedade, insônia, pânico e tristeza. Eles também temem novas enchentes e as contaminações que podem ocorrer, como diarreias, verminoses, problemas respiratórios, leptospirose e hepatite.

Durante as enchentes, o posto de saúde se prepara para orientar os pacientes sobre como prevenir a leptospirose, que é a doença mais comum durante esse período. A leptospirose pode ser letal e, caso o paciente sobreviva, pode deixar sequelas renais. Os sintomas incluem alteração na cor da urina e dor nas articulações. Outros surtos recorrentes durante as enchentes são de dengue, zika e chikungunya, pois o ambiente é propício para a proliferação dos mosquitos, especialmente em áreas com esgotos a céu aberto. A falta de saneamento básico e a proximidade das casas contribuem para a vulnerabilidade dos pacientes.

As vacinas recomendadas para prevenção são a do tétano, devido à exposição à água suja e resíduos de materiais ou lixos, durante as enchentes e a vacina contra hepatite que deve ser reforçada. Infelizmente, ainda não existe vacina contra a leptospirose, portanto, a prevenção é de extrema importância. Para enfrentar esses problemas, é necessário tomar providências como melhorias nas condições habitacionais, saneamento básico, asfaltamento das ruas, combate à poluição da água e controle da umidade nas residências. Durante as enchentes, os profissionais de saúde atenderam a comunidade em escolas que serviram como abrigo temporário. Essa medida permitiu um atendimento ágil e apoio à comunidade.

Após as enchentes, o número de casos de escabiose e problemas respiratórios aumentou significativamente, passando de 1 a 2 casos por dia para mais de 30 a 40. Isso é um indicador alarmante da gravidade da situação. Diante dos levantamentos nas entrevistas com a comunidade, com uma especialista, a pediatra, e com a servidora, enfermeira; conseguimos identificar dados que contribuem para nossa análise.

Por meio das entrevistas, identificamos a necessidade de utilizar o tratamento das informações com o uso de tabelas e gráficos, bem como modelar matematicamente os dados obtidos.

Além da análise dos dados, determinamos também o produto que pode contribuir para o objetivo geral da nossa pesquisa: consiste na produção de folhetos explicativos para a comunidade com informações que orientem quanto às ações de prevenção e de identificação

nas medidas a serem tomadas em caso de sintomas iniciais das enfermidades mais recorrentes nas crianças após os alagamentos: problemas respiratórios, devido a umidade; escabiose e leptospirose.

As imagens foram pesquisadas na internet e as informações foram embasadas nas entrevistas com a pediatra e a enfermeira e alguns sites, conforme o material apresentado na Figura 26.

Figura 26: Folhetos produzidos.



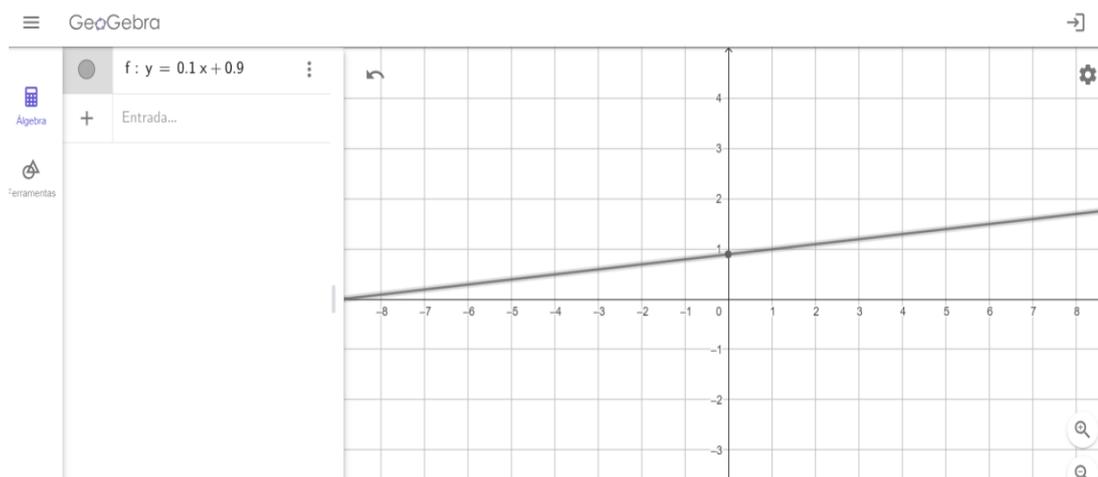
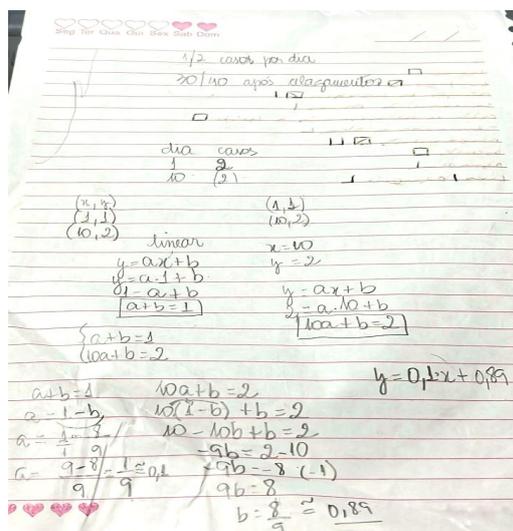


Fonte: Autores (2023).

Conseguimos realizar o tratamento da informação, com os conhecimentos matemáticos adquiridos na vivência escolar. Um modelo foi desenvolvido de acordo com as informações obtidas na entrevista com a enfermeira na Unidade de Saúde da região em relação ao aumento no número de atendimentos após os alagamentos, nós percebemos que o crescimento pode ser descrito como uma função.

Iniciamos com a função afim, para ver se atendia às informações. Chamamos o tempo de domínio e os casos como imagem e em seguida determinamos uma função afim que possui as coordenadas em um dia, um caso, ou seja, (1, 1) e em 10 dias consideramos 2 casos, ou seja, (10,2). Usamos também o GeoGebra para analisar o desenho da função, como mostra a Figura 27.

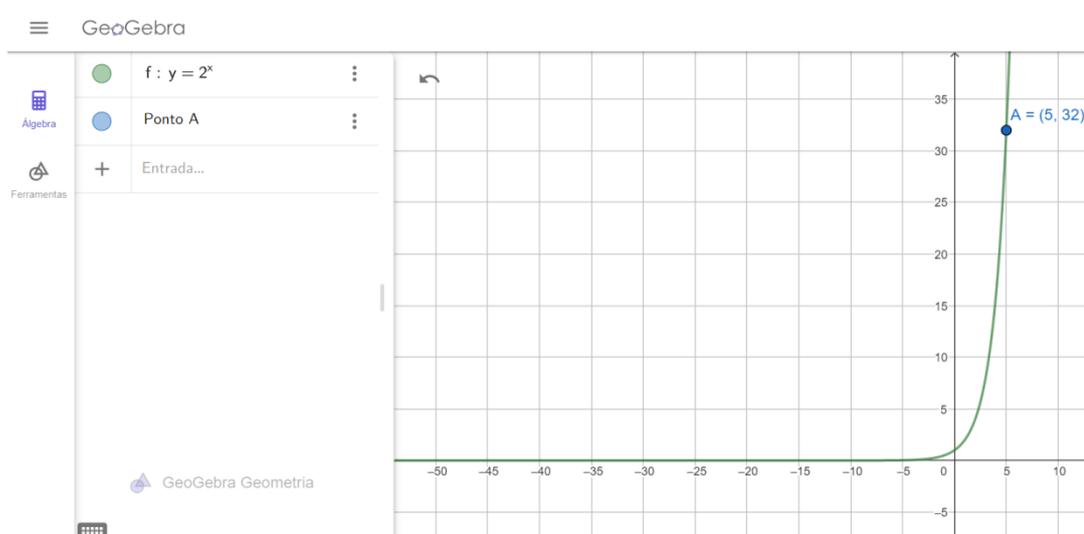
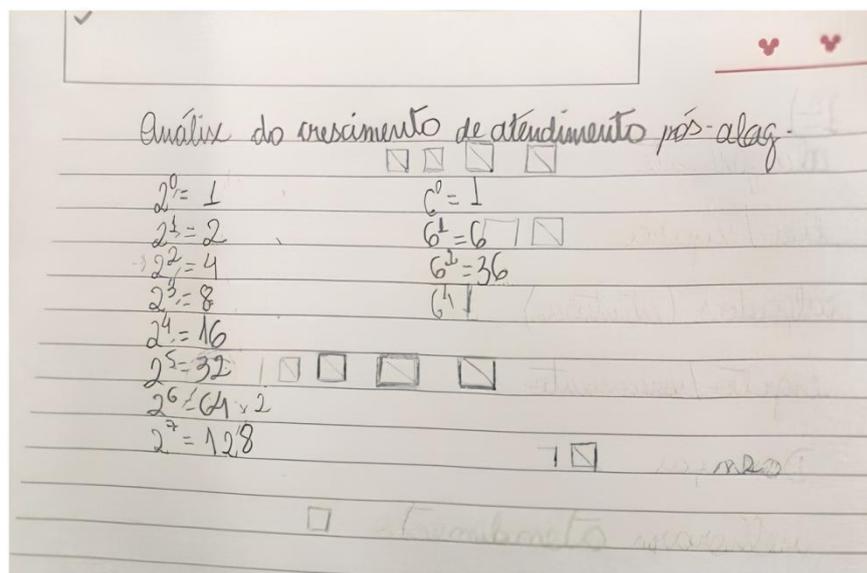
Figura 27: Modelagem Matemática dos dados: função afim



Fonte: Autores (2023)

Ao analisar o desenho, percebemos que a função não cresce na mesma rapidez dos casos de atendimento após os alagamentos, logo a professora nos questionou qual era a operação que apresentava como resultado um rápido crescimento, então um dos estudantes respondeu que era a potenciação e, em seguida, realizamos os cálculos com a função exponencial de base 2 e de base 6.

Figura 28: Modelagem Matemática dos dados: função exponencial



Fonte: Autores (2023)

Logo, conseguimos validar o modelo matemático que representa as informações que a enfermeira forneceu: após as enchentes, a Unidade de Saúde passa de 1 a 2 atendimentos diários para 30 a 40 em menos de uma semana.

Nossas próximas ações serão voltadas às palestras na comunidade. Estamos aguardando o período de chuvas passar para organizar essas ações.

ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Em relação aos dados obtidos com as pesquisas em literaturas a respeito do Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba e do processo de urbanização da margem da Laguna, o Dique-Estrada, conseguimos compreender melhor os motivos das enchentes com a subida dos níveis da água da Laguna. Por meio das entrevistas, identificamos a necessidade de utilizar o tratamento das informações com o uso de tabelas e gráficos, bem como modelar matematicamente os dados obtidos.

Por meio da análise dos dados, determinamos também o produto que pode contribuir para o objetivo geral da nossa pesquisa; consiste na produção de folhetos explicativos para a comunidade com informações que orientem quanto às ações de prevenção e de identificação nas medidas a serem tomadas em caso de sintomas iniciais de algumas enfermidades após os alagamentos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação aos dados obtidos com as pesquisas em literaturas a respeito do Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba e do processo de urbanização da margem da Laguna, o Dique-Estrada, conseguimos compreender melhor os motivos das enchentes com a subida dos níveis da água da Laguna. Identificamos, por meio de entrevistas semiestruturadas com a comunidade e profissionais da saúde, outros fatores – além dos naturais – que intensificam os problemas de saúde da comunidade da Brejal. Após realizar o tratamento da informação e a Modelagem Matemática da problemática desse objeto de estudo, conseguimos indicar ações que contribuem com a comunidade para minimizar as doenças mais recorrentes nas crianças nas épocas de alagamentos.

Atualmente, estamos em processo de divulgação do folheto explicativo e das primeiras ações junto à comunidade para realizarmos novos levantamentos sobre os impactos positivos das primeiras ações. Esse projeto de pesquisa também contribui para que novos estudos sejam realizados na região com a finalidade de colaborar com o desenvolvimento dos participantes da pesquisa, levando seus conhecimentos para serem aplicados na vida em sociedade, além de ajudar a comunidade local.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Tamara. Afundamento do solo provocado pela Braskem avança e amplia área de risco no Bom Parto. **Jornal Extra de Alagoas**, Maceió, ano XXIV, n. 1231, 26 ago. a 01 set. 2023.

DUARTE, Rubens de O. **Orla Lagunar de Maceió: apropriação e paisagem (1960-2009)**. [Dissertação de mestrado em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas]. Alagoas, 2010.

FEITOSA, Cid O.; ROMEIRO, Augusto da S. Exploração mineral e impactos na habitação: o caso Braskem, em Maceió. **XX ENANPUR**. Belém, PA. 2023. <http://anpur.org.br/wp-content/uploads/2023/05/st05-33.pdf> . Acesso em: 26 ago. 2023.

GOOGLE MAPS. Imagens de satélite. <https://www.google.com/maps/> Acesso em: ago. 2023.

MACEIÓ. Conta de utilidade pública com imagens dos acontecimentos na cidade. <https://www.instagram.com/maceiodeboaof/?hl=pt-br> Acesso em: 22 ago. 2023.

SUBSIDÊNCIA. In: **Dicionário Priberam da Língua Portuguesa** [Online], 2008-2023. <https://dicionario.priberam.org/subsid%C3%Aancia> . Acesso em: ago. 2023.