

**SIMONE RIBEIRO DA SILVA**



**ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA COM MODELAGEM  
MATEMÁTICA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO  
FUNDAMENTAL**

**CASCAVEL  
2023**





UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS / CCET  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM  
CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA



NÍVEL DE MESTRADO / PPGECEM  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E  
EDUCAÇÃO MATEMÁTICA  
LINHA DE PESQUISA: EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA COM MODELAGEM MATEMÁTICA NOS ANOS  
INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

SIMONE RIBEIRO DA SILVA

CASCAVEL – PR

2023

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS / CCET  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E  
EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**

**NÍVEL DE MESTRADO / PPGECEM  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E  
EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**

**LINHA DE PESQUISA: EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**

**ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA COM MODELAGEM MATEMÁTICA NOS  
ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL**

**SIMONE RIBEIRO DA SILVA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática – PPGECEM da Universidade Estadual do Oeste do Paraná/UNIOESTE – Campus de Cascavel, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e Educação Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Rodolfo Eduardo Vertuan

**CASCADEL – PR  
2023**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
Ficha catalográfica elaborada por

Silva, Simone Ribeiro da

Alfabetização Científica com Modelagem Matemática nos anos  
iniciais do Ensino Fundamental / Simone Ribeiro da Silva;  
orientador Rodolfo Eduardo Vertuan. -- Cascavel, 2023.  
178 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico Campus de Cascavel) --  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências  
Exatas e Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Educação em  
Ciências e Educação Matemática, 2023.

1. Modelagem Matemática. 2. Alfabetização Científica. 3.  
Educação Matemática. 4. Ensino Fundamental. I. Vertuan,  
Rodolfo Eduardo, orient. II. Título.

## **SIMONE RIBEIRO DA SILVA**

### **Alfabetização Científica com Modelagem Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática em cumprimento dos requisitos para obtenção do título de Mestra em Educação em Ciências e Educação Matemática, área de concentração Educação em Ciências e Educação Matemática, linha de pesquisa Educação matemática, APROVADA pela seguinte banca examinadora:



Orientador - Rodolfo Eduardo Vertuan

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)



Rosana Franzen Leite

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)



Lilian Akemi Kato

Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Cascavel, 6 de junho de 2023.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por todo cuidado e proteção, por me iluminar durante todo o caminho, e nos pequenos detalhes, mostrar que eu nunca estive só.

Aos meus pais Roberto e Marilene, meus tios e tias, minha avó Maria, por tudo que fizeram para que eu conseguisse chegar até aqui, me apoiando em minhas escolhas profissionais e suprindo o que estava ao alcance para que eu nunca desistisse. Sou muito grata a vocês!

À minha querida amiga, madrinha, segunda mãe, Marcia, por todo apoio, por todos os conselhos e por sempre estar presente em minha vida.

Ao meu namorado Eduardo, por ter me acompanhado em todos os momentos dessa trajetória, por me ouvir com atenção e por me incentivar a dar sempre o melhor de mim!

Ao meu orientador, Prof. Dr. Rodolfo Eduardo Vertuan, pela oportunidade concedida e por sempre acreditar no meu potencial, por se mostrar sempre disponível e disposto a discutir as minhas dúvidas e ideias que surgiram ao longo do caminho. Gratidão por toda a dedicação que teve com esse trabalho!

À Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Rosana Franzen Leite e à Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Lilian Akemi Kato, pelas valiosas contribuições e sugestões na elaboração desse trabalho.

Aos meus amigos, por todo carinho e incentivo, que direta ou indiretamente contribuíram com suas palavras, torcida e orações.

À minha querida amiga Natiely, por sempre torcer por mim e pelas palavras de incentivo e conforto, sempre que eu precisava. Você é muito especial.

À Ariana, por se mostrar uma amiga única, que mesmo longe, nunca deixou de se fazer presente. Obrigada por tanto carinho, suas palavras sempre me motivaram.

Aos docentes do Programa PPGECEM, pelos ensinamentos e dedicação! E a todos aqueles que tive a felicidade de estar junto durante essa caminhada, cada um de vocês teve uma participação especial nessa minha conquista, minha gratidão.

SILVA, S. R. **Alfabetização Científica com Modelagem Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental**. 2023. 178 p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Cascavel, 2023.

## RESUMO

Modelagem Matemática e Alfabetização Científica são expressões que provêm de áreas distintas: a primeira é bastante discutida na Educação Matemática, enquanto a segunda na Educação em Ciências. Entretanto, a possibilidade de articulá-las tem sido enfoque, ainda que sutil, de pesquisas em ambas as áreas. Assim, este trabalho de pesquisa tem como focos a Alfabetização Científica e a Modelagem Matemática, investigadas a partir da realização de atividades de Modelagem com os estudantes. O objetivo geral da pesquisa é investigar que aspectos de Alfabetização Científica emergem das atividades dos estudantes quando realizam atividades de Modelagem Matemática. Nesse sentido, buscamos responder a seguinte questão de pesquisa: Que características da Alfabetização Científica se mostram nas produções de estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental ao vivenciarem atividades de Modelagem Matemática? Para tanto, o percurso metodológico foi estruturado pelo desenvolvimento de um projeto de Iniciação Científica, enquanto estratégia metodológica, com estudantes de um quinto ano dos anos iniciais do Ensino Fundamental, pela elaboração de situações problemáticas para desenvolver práticas de Modelagem Matemática e pela produção, coleta e análise de dados, os quais são constituídos das produções escritas e as manifestações orais dos estudantes, enquanto desenvolviam atividades de Modelagem. A análise dos dados é realizada considerando um quadro de oito aspectos sinalizadores do processo de Alfabetização Científica em Modelagem Matemática, construídos por meio de revisão de literatura e articulações teóricas sobre a Alfabetização Científica e Modelagem Matemática. Com a realização da etapa de análise, a qual organizamos e descrevemos em termos de análise local e análise global, evidenciamos três vertentes de Alfabetização Científica possibilitadas com o desenvolvimento das atividades de Modelagem analisadas que são: vertente conhecimento, vertente estratégias e vertente sensibilidade para a investigação. Diante desse processo de análise, apontamos seis características da Alfabetização Científica que emergiram nas produções dos estudantes ao desenvolverem atividades de Modelagem Matemática durante o projeto.

**Palavras-chave:** Matemática; Iniciação Científica; Ensino Fundamental; Investigação; Educação Matemática.

SILVA, S. R. **Scientific Literacy with Mathematical Modeling in the early years of Elementary School**. 2023. 178 p. Dissertation (Master in Mathematics Education) - Graduate Program in Science Education and Mathematics Education, State University of Western Paraná - UNIOESTE, Cascavel, 2023.

## ABSTRACT

Mathematical Modeling and Scientific Literacy are expressions that come from different areas: the first is widely discussed in Mathematics Education, while the second in Science Education. However, the possibility of articulating them has been the focus, albeit subtle, of research in both areas. Thus, this research work focuses on Scientific Literacy and Mathematical Modeling, investigated from the realization of Modeling activities with students. The general objective of the research is to investigate which aspects of Scientific Literacy emerge from the activities of students when they perform activities of Mathematical Modeling. In this sense, we seek to answer the following research question: What characteristics of Scientific Literacy are shown in the productions of students in the early years of Elementary School when experiencing Mathematical Modeling activities? To this end, the methodological course was structured by the development of a Scientific Initiation project, as a methodological strategy, with students from a fifth year of the initial years of Elementary School, by the elaboration of problematic situations to develop Mathematical Modeling practices and by the production, collection and data analysis, which are made up of the students' written productions and oral manifestations, while developing Modeling activities. Data analysis is carried out considering a framework of eight signaling aspects of the process of Scientific Literacy in Mathematical Modeling, constructed through a literature review and theoretical articulations on Scientific Literacy and Mathematical Modeling. With the completion of the analysis stage, which we organize and describe in terms of local analysis and global analysis, we evidenced three aspects of Scientific Literacy made possible with the development of the analyzed Modeling activities, which are: knowledge aspect, strategies aspect and sensibility aspect for the investigation. Given this analysis process, we point out six characteristics of Scientific Literacy that emerged in the students' productions when developing Mathematical Modeling activities during the project.

**Keywords:** Mathematics; Scientific research; Elementary School; Investigation; Mathematics Education.

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1:</b> Indicadores de Alfabetização Científica de Sasseron e Carvalho (2008).....	36
<b>Quadro 2:</b> Trabalhos do Catálogo de Teses e Dissertações da Capes .....	43
<b>Quadro 3:</b> Entendimentos de Ferreira (2013), Fick (2015) e Romais (2013) sobre AC .....	46
<b>Quadro 4:</b> Quadro de análise de Fick (2015) .....	53
<b>Quadro 5:</b> Aspectos sinalizadores de Alfabetização Científica em Modelagem Matemática.....	57
<b>Quadro 6:</b> Relação das atividade de Modelagem Matemática desenvolvidas no Projeto ....	71
<b>Quadro 7:</b> Relação das atividades desenvolvidas no Projeto de ICJ.....	73
<b>Quadro 8:</b> Relação de ocorrências do aspecto AS1 na atividade "Refrigerante e o açúcar" .....	106
<b>Quadro 9:</b> Relação de ocorrências do aspecto AS2 na atividade "Refrigerante e o açúcar" .....	108
<b>Quadro 10:</b> Relação de ocorrência do aspecto AS4 na atividade "Refrigerante e o açúcar" .....	109
<b>Quadro 11:</b> Relação de ocorrência do aspecto AS6 na atividade "Refrigerante e o açúcar" .....	111
<b>Quadro 12:</b> Relação de ocorrência de AS6 na atividade "Refrigerante e o açúcar" - Panfletos.....	113
<b>Quadro 13:</b> Relação de ocorrência do aspecto AS7 na atividade "Refrigerante e o açúcar" .....	114
<b>Quadro 14:</b> Relação de ocorrências do aspecto AS8 na atividade "Refrigerante e o açúcar" .....	115
<b>Quadro 15:</b> Agrupamento de episódios da vertente conhecimento .....	139
<b>Quadro 16:</b> Segundo agrupamento de episódios para a vertente conhecimento .....	141
<b>Quadro 17:</b> Agrupamento de episódios para a vertente estratégia atividade "Refrigerante e o açúcar" .....	144
<b>Quadro 18:</b> Agrupamento de episódios para a vertente estratégia.....	145
<b>Quadro 19:</b> Agrupamento dos episódios (panfletos) para a vertente sensibilidades para a investigação.....	149
<b>Quadro 20:</b> Agrupamento de episódios para a vertente sensibilidade para a investigação - atividade "Refrigerante e o açúcar" .....	150
<b>Quadro 21:</b> Agrupamentos de episódios para a vertente sensibilidades para a investigação – atividade "Pingue-pongue na escola" .....	150
<b>Quadro 22:</b> Segundo agrupamento de episódios para a vertente sensibilidade para a investigação - atividade "Refrigerante e o açúcar" .....	151
<b>Quadro 23:</b> Segundo agrupamento de episódios para a vertente sensibilidade para a investigação - atividade "Pingue-pongue na escola" .....	152
<b>Quadro 24:</b> Síntese das manifestações e produções dos estudantes relacionadas às vertentes e aos AS .....	154

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Cadernos de campo para os estudantes do projeto de IC.....	65
<b>Figura 2:</b> Registro do momento de trabalho com embalagens do refrigerante de cola .....	78
<b>Figura 3:</b> Representação da quantidade de açúcar presente no refrigerante com o uso da balança.....	78
<b>Figura 4:</b> Momento do experimento em ambiente externo a sala de aula .....	79
<b>Figura 5:</b> Primeiro momento de elaboração dos panfletos .....	82
<b>Figura 6:</b> Momento de pesquisa na sala de informática .....	83
<b>Figura 7:</b> Momento de análise coletiva dos panfletos produzidos no primeiro momento .....	84
<b>Figura 8:</b> Registro no caderno de campo do estudante E2 .....	91
<b>Figura 9:</b> Panfletos elaborados pelos estudantes.....	95
<b>Figura 10:</b> Panfletos elaborados pelos estudantes, após momento de reformulação .....	95
<b>Figura 11:</b> Panfleto da estudante E4 (primeiro momento da elaboração).....	96
<b>Figura 12:</b> Panfleto da estudante E9 (primeiro momento da elaboração).....	98
<b>Figura 13:</b> Panfleto da estudante E1 (segundo momento da elaboração).....	100
<b>Figura 14:</b> Panfleto da estudante E4 (segundo momento da elaboração).....	101
<b>Figura 15:</b> Panfleto do estudante E5 (segundo momento da elaboração).....	102
<b>Figura 16:</b> Esquema representativo dos AS analisados com a atividade de MM “Refrigerante e o açúcar”.....	117
<b>Figura 17:</b> Registro do caderno de campo da estudante E10 com o Esquema de investigação.....	118
<b>Figura 18:</b> Momentos de levantamento de informações e inteiração com o tema, pelos grupos .....	119
<b>Figura 19:</b> Coleta e organização de dados para a investigação – Grupo 3 .....	123
<b>Figura 20:</b> Apresentação da investigação - Grupo 3 .....	124
<b>Figura 21:</b> Registro do caderno de campo do estudante E7.....	128
<b>Figura 22:</b> Cartaz produzido pelo Grupo 3, seguido de transcrição.....	131
<b>Figura 23:</b> Cartaz do Grupo 3 e os Aspectos Sinalizadores do Processo de AC.....	132
<b>Figura 24:</b> Recorte do cartaz produzido pelo Grupo 3.....	133
<b>Figura 25:</b> Esquema representativo dos AS analisados com a atividade de MM “Pingue-pongue na escola” .....	135
<b>Figura 26:</b> Esquema das ações denotativas do processo de Alfabetização Científica em Atividades de Modelagem Matemática .....	161

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>EM</b>	Educação Matemática
<b>EC</b>	Educação em Ciências
<b>MM</b>	Modelagem Matemática
<b>AC</b>	Alfabetização Científica
<b>IC</b>	Iniciação Científica
<b>ICJ</b>	Iniciação Científica Júnior
<b>AS</b>	Aspectos Sinalizadores

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>20</b>
MODELAGEM MATEMÁTICA.....	20
1.1 Modelagem Matemática na Educação Matemática .....	20
1.2 Modelagem Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental .....	24
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>29</b>
ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E INICIAÇÃO CIENTÍFICA .....	29
2.1 Alfabetização Científica - surgimento, conceito e indicadores .....	29
2.2 Iniciação Científica na Educação Básica como possibilidade para Alfabetização Científica dos estudantes .....	37
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>42</b>
ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E MODELAGEM MATEMÁTICA.....	42
3.1 A Alfabetização Científica e a Modelagem Matemática .....	42
3.2 Aspectos Sinalizadores do processo de Alfabetização Científica em atividades de Modelagem Matemática .....	55
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>62</b>
ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS.....	62
4.1 O contexto, o projeto de IC e os sujeitos da pesquisa .....	62
4.1.2 O projeto de Iniciação Científica Júnior em e com Modelagem Matemática .....	64
4.1.3 Os sujeitos da pesquisa – os estudantes do quinto ano .....	66
4.2 Da produção à coleta dos dados .....	68
4.2.1 Um jeito de pensar as atividades de Modelagem Matemática para o projeto de Iniciação Científica em e com Modelagem Matemática .....	68
4.3 Sobre a análise dos dados .....	73
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>76</b>
DESCRIÇÃO E ANÁLISE DAS ATIVIDADES DE MODELAGEM MATEMÁTICA.....	76
5.1 Atividade “Refrigerante e o açúcar” .....	76
5.1.1 Descrição da atividade “Refrigerante e o açúcar” .....	76
5.1.2 Análise local da atividade “Refrigerante e o açúcar” .....	84
5.1.3 Aspectos Sinalizadores do processo de Alfabetização Científica evidenciados na atividade “Refrigerante e o açúcar” .....	104
5.2 As investigações empreendidas por escolha dos estudantes no projeto de Iniciação Científica Júnior .....	118
5.2.1 Descrição da Investigação realizada pelo Grupo 3 – <i>Pingue-pongue</i> na escola ....	120
5.2.2 Análise local da atividade desenvolvida pelo Grupo 3 – <i>Pingue-pongue</i> .....	124
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>136</b>
ANÁLISE GLOBAL.....	136
6.1 Vertente conhecimento.....	137

6.2 Vertente estratégias .....	143
6.3 Vertente sensibilidade para investigação.....	147
6.4 Alfabetização Científica com Modelagem Matemática – os indicadores e as vertentes .....	153
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>156</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>164</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>175</b>
Anexo A – Parecer Consubstanciado do CEP .....	175

## INTRODUÇÃO

A realização de atividades de Modelagem Matemática<sup>1</sup> nas aulas de Matemática, conforme apresentam pesquisas da área da Educação Matemática, tem-se associado às possibilidades que esta prática pedagógica apresenta, sobretudo, para a aprendizagem de conceitos matemáticos, ao passo que dá abertura para os estudantes serem mais ativos nesse processo e propiciam configurações diferentes das habituais para o contexto escolar.

No âmbito das pesquisas do nosso grupo, GEPEEM (Grupo de Estudo e Pesquisa em Educação e Educação Matemática), a Modelagem Matemática tem sido amplamente discutida no contexto da Educação Básica e Ensino Superior, e tem se constituído tanto como prática pedagógica dos membros do grupo em suas turmas quanto como meio para a coleta de dados empíricos com vistas a análise das pesquisas acerca da Modelagem e de temas relacionados. Nesse sentido, este grupo tem, entre seus interesses, investigado sobre e com a Modelagem Matemática.

Algumas das pesquisas mais recentes que enfocaram Modelagem Matemática no âmbito dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, contexto da presente investigação, desenvolvidas pelos membros do GEPEEM, estão: Schrenk (2020), que investigou a tomada de consciência em atividades de Modelagem Matemática com estudantes de quintos e sextos anos, objetivando identificar, nas manifestações desses estudantes, indícios da tomada de consciência sobre suas ideias e seus encaminhamentos de resolução, ao investigarem uma situação por meio da Modelagem; Viana (2020), que investigou as implicações que a inserção, pelo professor, de estratégias de estímulo do pensamento criativo, podem desencadear no desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática com alunos do quinto ano; Martin (2019), cuja pesquisa tinha como objetivo investigar quais ações de autonomia se mostravam nas resoluções de estudantes do Ensino Fundamental em atividades de Modelagem Matemática; e Palma (2019), que investigou quais aspectos de criatividade emergem das manifestações dos alunos de um quinto ano do Ensino Fundamental, ao realizarem atividades de Modelagem Matemática.

Essas pesquisas, ao trazerem para análise as práticas em Modelagem

---

<sup>1</sup> Por vezes, iremos utilizar as expressões atividades de Modelagem Matemática e atividades de Modelagem como sinônimas. A supressão da palavra Matemática é realizada com o intuito de evitar repetições durante o texto.

Matemática desenvolvidas em sala de aula com alunos da Educação Básica, especialmente dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, exploram e discutem temas necessários à formação escolar e humana dos alunos, mostrando que estes podem ser também favorecidos por meio da investigação de situações-problema com a Modelagem Matemática.

Nessa perspectiva, insere-se a nossa pesquisa, ao investigar com Modelagem Matemática um tema que tem sido destacado como importante à formação escolar e humana dos estudantes que é a Alfabetização Científica (AC), um conceito discutido e problematizado principalmente na área de Educação em Ciências, mas que se traduz em uma finalidade específica em relação à formação dos estudantes: “a formação para a cidadania, para que estes [os estudantes] tenham acesso e domínio do conhecimento científico e que saibam usá-los na sua vida social” (BONFIM, 2015, p. 59), e, portanto, entendemos que a preocupação com o seu desenvolvimento não deva ser apenas responsabilidade das áreas de conhecimento do campo da Educação em Ciências.

Ao pesquisar por trabalhos que tratavam dessa temática - Modelagem Matemática e Alfabetização Científica, no âmbito da Educação Básica e no nível do Ensino Fundamental, no Catálogo de Teses e Dissertações da Capes, poucos foram os resultados que se aproximaram desta temática. Foram encontrados dois trabalhos de dissertação, Ferreira (2013) e Fick (2015), ambos sob orientação da Professora Dra. Maria Salett Biembengut, o que denota que a articulação entre essas duas áreas ainda é pouco explorada.

O trabalho de Ferreira (2013), problematiza a relação entre Modelagem Matemática e Alfabetização Científica, buscando compreender como a modelação matemática, na concepção de Biembengut (2009), nas práticas de sala de aula, pode favorecer a Alfabetização Científica, realizando práticas de modelagem com turmas do primeiro ano do Ensino Médio de uma instituição particular de ensino e com uma turma voluntária de sexto ano. A pesquisa de Fick (2015), buscou responder qual o nível de Alfabetização e Competência Científicas<sup>2</sup> as expressões de estudantes do Ensino Fundamental alcançaram, realizando sua investigação por meio da

---

<sup>2</sup> A pesquisadora Fick (2015), embasa-se nas competências científicas estabelecidas pelo PISA, conforme INEP (2008; 2013) e nos níveis de proficiência em Ciências para Alfabetização Científica INEP (2008; 2013) para formular um quadro síntese para analisar os dados de sua pesquisa. A pesquisa de Fick (2015), assim como de Ferreira (2013), serão abordadas no Capítulo 3.

modelagem nas Ciências e em Matemática com duas turmas do sétimo ano em uma instituição pública. Ambas as pesquisas utilizaram a metodologia baseada no Mapeamento na Pesquisa Educacional de Biembengut (2008).

Tendo em vista, os poucos resultados retornados com esta busca, a realização da nossa pesquisa tende a colaborar com a comunidade científica, ao investigar sobre Modelagem Matemática e Alfabetização Científica, articulando as duas áreas, na fase dos anos iniciais do Ensino Fundamental, com uma turma de quinto ano, fase de ensino em que a Modelagem Matemática ainda é pouco explorada em comparação com os anos finais desse nível de ensino e Ensino Médio (SILVA; DUARTE; VERTUAN, 2021), e na qual a preocupação com a Alfabetização Científica dos estudantes também já deve ser evidenciada<sup>3</sup> (LORENZETTI, 2000; SILVA; LORENZETTI, 2020; SASSERON; CARVALHO, 2008).

Em nossa investigação, os sujeitos da pesquisa, foram estudantes de um quinto ano que participaram de um projeto de Iniciação Científica em e com Modelagem Matemática<sup>4</sup>, oferecido em contraturno na instituição de ensino, em que estavam matriculados, localizada no município de Santa Helena, no oeste do Paraná. Neste projeto<sup>5</sup> de Iniciação Científica Júnior (ICJ), a proposta visou para além da aprendizagem de conteúdos da área de Matemática, a compreensão sobre o processo de Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática, com a realização e discussão de atividades de Modelagem sob assuntos que pudessem ser interessantes ao grupo, sob nossa orientação, e nesse ínterim, investigamos acerca do processo de Alfabetização Científica dos estudantes.

Conforme as dissertações citadas anteriormente (de Fick (2015) e Ferreira (2013)), que discutem a Alfabetização Científica por meio da Modelagem Matemática

---

<sup>3</sup> Na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a preocupação com o Letramento Científico dos estudantes (ou com a Alfabetização Científica dos estudantes, tendo em vista o entendimento de Letramento Científico que é apresentado em seu texto) é sinalizada neste documento normativo, o qual orienta que a AC seja enfocada ao longo do Ensino Fundamental.

<sup>4</sup> A referência ao projeto de Iniciação Científica Júnior “em” Modelagem Matemática, sinaliza o aprender a fazer modelagem fazendo modelagem, isto é, de promover aos estudantes investigar problemas a partir de um jeito de pensar e fazer, caracterizado na literatura por Modelagem Matemática, e e que, a referência de ser um projeto de Iniciação Científica “com” Modelagem Matemática, sinaliza a ação de investigar situações que sejam do interesse dos estudantes **por meio** de atividades de Modelagem Matemática.

<sup>5</sup> A proposta de desenvolver um projeto de Iniciação Científica com as crianças é advinda da idealização de um projeto de extensão pensado pelo orientador dessa pesquisa, Prof. Dr. Rodolfo Eduardo Vertuan, para ser desenvolvido nas escolas do município de Toledo, em que estudantes do curso de Licenciatura em Matemática da UTFPR localizada nesse município, orientados pelos professores da referida universidade, realizariam projetos de Iniciação Científica, com bolsas, nas escolas com os estudantes. O referido projeto ainda não teve encaminhamento.

no âmbito do Ensino Fundamental (anos finais), uma pessoa pode ser considerada alfabetizada cientificamente “quando ela tem competência para aplicar os conhecimentos que possui, consegue posicionar-se de maneira crítica e tomar decisões de maneira consciente” (FICK, 2015, p. 22), ou também “é possível compreender que uma pessoa que consegue aplicar os conhecimentos aprendidos na escola, que sabe se posicionar criticamente, que é capaz de refletir e agir sobre os fatos para tomar decisões seja considerado alfabetizado cientificamente” (FERREIRA, 2013, p. 23).

Entendemos que, discutir, ou propiciar, o desenvolvimento do processo de Alfabetização Científica por meio da Modelagem Matemática, torna-se possível tendo em vista a natureza da atividade de Modelagem, já que em Modelagem a aprendizagem é estabelecida por meio de práticas contextualizadas (que podem fazer referência direta à vida cotidiana dos estudantes), possibilitando espaço para questionarem, pesquisarem, tomarem decisões, formularem hipóteses e soluções criativas, e refletirem sobre os impactos do tema de estudo para si próprios e para os outros.

A fim de aprofundar essa relação, apresentamos como objetivo da pesquisa investigar relações entre o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática por estudantes de um quinto ano do Ensino Fundamental e o desenvolvimento da Alfabetização Científica, buscando indícios que sinalizem esse desenvolvimento.

Considerando este objetivo e os sujeitos de pesquisa, nesta dissertação, nos propomos a responder a seguinte questão de pesquisa: *Que características da Alfabetização Científica se mostram nas produções de estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental ao vivenciarem atividades de Modelagem Matemática?*

De modo a atingir o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos:

- Identificar indicadores da Alfabetização Científica no Ensino Fundamental em referenciais teóricos da área;
- Articular, a partir da literatura, características das práticas de Modelagem Matemática e das ações dos estudantes em atividades de Modelagem, com características da Alfabetização Científica;

- Analisar os indicadores de AC que emergem do desenvolvimento das atividades de MM, em termos de suas influências e contribuições para Alfabetização Científica com Modelagem Matemática.

Esta pesquisa de mestrado, inserida no âmbito da Educação Matemática e classificada como sendo de abordagem qualitativa, analisa, portanto, o que os estudantes manifestam quando desenvolvem atividades de Modelagem Matemática em um contexto de Iniciação Científica Júnior. E, nesse sentido, os dados da pesquisa são constituídos pelos registros destes estudantes, bem como pelo material gerado por gravações de áudio, durante o projeto.

O texto dessa dissertação está organizado em seis capítulos, além da introdução e referências. No primeiro capítulo, discorreremos sobre a Modelagem Matemática em uma perspectiva da Educação Matemática, bem como trazemos considerações sobre o seu desenvolvimento no âmbito das séries iniciais do Ensino Fundamental, apoiados na literatura da área.

O segundo capítulo trata da Alfabetização Científica e a Iniciação Científica na Educação Básica. Sendo assim, apresentamos no primeiro texto deste capítulo apontamentos sobre a AC que contribuem para o entendimento dessa expressão, articulando informações sobre seu surgimento, objetivos e indicativos da ocorrência desse processo pelos estudantes. O segundo texto deste capítulo, refere-se à atividade de Iniciação Científica com os estudantes da Educação Básica para além do vínculo com programas de pesquisa, apontando características dessa atividade e vislumbrando articulações com a Alfabetização Científica.

No terceiro capítulo, buscamos compreender a aproximação entre Modelagem Matemática e Alfabetização Científica, tendo em vista a análise de três dissertações que enfocaram o desenvolvimento da Alfabetização Científica, utilizando como base de dados o Catálogo de Teses e Dissertações da Capes, e apresentamos como resultado do entendimento acerca do conteúdo dessa seção e das anteriores, um total de oito aspectos sinalizadores do processo de Alfabetização Científica em Modelagem Matemática.

No quarto capítulo, apresentamos os encaminhamentos metodológicos. Nesse sentido, descrevemos o contexto da pesquisa, os sujeitos participantes, o projeto de ICJ desenvolvido, bem como o modo como se deu a produção e coleta dos dados,

apresentando as atividades de Modelagem Matemática desenvolvidas com os estudantes e como estas foram organizadas durante o projeto.

No capítulo 5, apresentamos a descrição e análise de duas atividades de Modelagem desenvolvidas no projeto com as crianças – a atividade “Refrigerante e açúcar” desenvolvida com todos os estudantes e a atividade intitulada “Pingue-pongue na escola” desenvolvida por um grupo de alunos. Assim, apresentamos a descrição das atividades, as análises locais, para as quais consideramos episódios de fala e registros escritos dos estudantes no caderno de campo e também materiais que produziram por meio das atividades, que nos apresentavam indícios da ocorrência dos aspectos sinalizadores do processo de AC. Apresentamos, ainda, uma análise sobre os aspectos sinalizadores do processo de AC dos estudantes que foram evidenciados na atividade, vislumbrando apresentar em que momentos da atividade de Modelagem Matemática foram suscitados considerando as fases de MM trazidas em Almeida, Silva e Vertuan (2016).

No capítulo 6, apresentamos a análise global dos episódios analisados localmente, tendo em vista compreender como as atividades de Modelagem Matemática se relacionam com o processo de Alfabetização Científica, considerando para isso as manifestações orais e registros escritos produzidos pelos estudantes e aqui apresentados por meio dos episódios.

Nas considerações finais dessa investigação, retomamos a nossa questão de pesquisa e apresentamos os principais resultados, além de destacarmos as contribuições da pesquisa para a área de Educação Matemática e ao estudo da Alfabetização Científica.

## CAPÍTULO 1

### MODELAGEM MATEMÁTICA

#### 1.1 Modelagem Matemática na Educação Matemática

A preocupação com a aprendizagem dos estudantes em Matemática é uma tônica na área da Educação Matemática e, logo, é importante investir em alternativas para o ensino que possam oportunizar melhores condições de aprendizagem de Matemática aos estudantes e que considerem a complexidade de uma sala de aula e os fatores que impactam o processo educativo: fatores sociais, culturais, econômicos, familiares, cognitivos, dentre outros.

Neste contexto, uma alternativa que vem sendo discutida há aproximadamente 40 anos no campo da Educação Matemática como uma possibilidade para o ensino e para a aprendizagem de Matemática é a Modelagem Matemática (BIEMBENGUT, 2009). Na Modelagem Matemática, de maneira geral, o estudo de conteúdos da disciplina é mediado pelo processo de buscar soluções para um problema que tem origem em uma situação real (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016).

A realização de atividades de Modelagem Matemática é marcada por várias concepções do que vem a ser Modelagem, de entendimentos do que significa ensinar e aprender Matemática e de como desenvolvê-la e incorporá-la em sala de aula. Nesse sentido, são muitos os estudos sobre Modelagem Matemática que a consideram relevante, por provocar a aprendizagem ativa e investigativa dos estudantes e por favorecer a atribuição de significados tanto aos conteúdos matemáticos quanto ao processo de estudar na disciplina (BURAK, 2004; MALHEIROS, 2004; BISPO, BARBOSA, 2004).

Na literatura de Modelagem Matemática, o estudo de situações reais que abarcam a cotidianidade por meio da Matemática pode ser destacado como uma característica da Modelagem presente nas diferentes concepções. Almeida e Brito (2005), apontam a articulação de situações extra-matemáticas, de interesse dos alunos, com a Matemática, para exprimir um entendimento acerca do que é Modelagem Matemática. Assim, para os autores a Modelagem é “uma alternativa pedagógica que visa relacionar Matemática escolar com questões extra-matemáticas

de interesse dos alunos” (ALMEIDA; BRITO, 2005, p.487).

Ao encontro desse entendimento, acrescentamos a concepção de Modelagem Matemática apresentada por Almeida, Silva e Vertuan (2016), para os quais a Modelagem Matemática “se constitui uma alternativa pedagógica, na qual fazemos uma abordagem, por meio da Matemática, de uma situação-problema não essencialmente matemática”.

Para Burak (1992) a Modelagem é compreendida como um conjunto de procedimentos que também se relaciona ao estudo de situações da realidade, presentes no cotidiano do ser humano:

a Modelagem Matemática constitui-se em um conjunto de procedimentos cujo objetivo é estabelecer um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer predições e a tomar decisões (BURAK, 1992, p. 62)

Barbosa (2004), por sua vez, compreende a Modelagem Matemática 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” (BARBOSA, 2004, p. 03). Ou seja, situações que não sejam centradas na Matemática, teórica ou pura, e sim que se relacionem a outras áreas como: ciências, economia, sustentabilidade, saúde, entre outras que estejam situadas na realidade.

Além destas concepções de Modelagem Matemática que apresentam a característica do trabalho com situações da realidade em sala de aula, destacamos a compreensão de MM como prática pedagógica, que fundamentada em Schrenk e Vertuan (2022, p. 221), é definida como uma prática “realizada no âmbito de um grupo, que tem como objetivo colocar os estudantes em movimento de investigação de uma situação aberta, não necessariamente matemática, com recursos matemáticos (conceitos, estratégias e modelos)”.

O estudo de situações da realidade em Modelagem, pode ser articulado a outro ponto, também enfatizado por pesquisadores do campo para o sucesso e/ou para o desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática, que é o interesse dos estudantes pelo tema investigado (ALMEIDA; BRITO, 2005; ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2013); BURAK, 2004; BARBOSA, 2004; ROSA, ALMEIDA, 2008).

De acordo com Hermínio e Borba (2019), o interesse do estudante pelo tema de uma atividade de Modelagem é tratado como relevante nas discussões sobre a Modelagem no ensino de Matemática. Segundo os autores, um dos sentidos dado ao trabalho com a Modelagem em sala de aula está justamente na possibilidade de

provocar nos alunos o interesse durante as aulas.

O trabalho com Modelagem a partir de situações da realidade que sejam de interesse dos alunos, tende a motivá-los e apoiá-los na compreensão de métodos e conteúdos da matemática escolar, promovendo a construção de conhecimentos (ALMEIDA; BRITO, 2005), bem como pode servir para mostrar aplicações da matemática em outras áreas do conhecimento (ROSA; ALMEIDA, 2008, p.5).

Cabe salientar que, de acordo com Teodoro e Kato (2021, p.10): “Não existe, na literatura, um assentimento a quem deve ser incumbida a escolha do tema em uma atividade de Modelagem Matemática”, embora a escolha do tema pelo aluno seja considerada como um fator positivo no desenvolvimento da atividade, pois enseja maior comprometimento e responsabilidade por parte do aluno, conforme reconhecem Hermínio e Borba (2019).

Teodoro e Kato (2021), salientam que muitas vezes serão propostas atividades de Modelagem Matemática aos estudantes sobre temas da realidade por eles desconhecidos. Porém, ao fazer isso o professor tem um objetivo pedagógico ao propor o estudo dos mesmos, que considera importante para a formação pessoal e escolar do estudante, o que não impede a realização da atividade de Modelagem.

Para Hermínio e Borba (2019) se a escolha do tema partir do professor e este ser desconhecido pelos alunos, isso não exclui a possibilidade do assunto se tornar interessante para eles. Estes autores, ao se dedicarem ao que vem a ser o interesse, expõem que diante de um tema desconhecido inicialmente pode ocorrer que, “com o desenvolvimento do trabalho, o aluno passa a ter prazer em trabalhar com aquele assunto e se interessar tanto pelas investigações necessárias para a sequência do estudo quanto pela matemática inserida no trabalho” (HERMÍNIO; BORBA, 2019, p.119), vindo até mesmo a realizar interpretações e determinar soluções incomuns (criativas) (TEODORO; KATO, 2021; PALMA, 2019).

A construção de modelos matemáticos em Modelagem Matemática também é bastante relacionada à realização da Modelagem no ensino, mas não é consensual (SOUZA; TORTOLA; SILVA, 2018). Há na literatura em modelagem autores que o exprimem como inerente à atividade de Modelagem e autores que exprimem que a não geração de um modelo matemático no desenvolvimento da atividade, não a descaracteriza como tal.

Para Barbosa (2001), a natureza aberta da atividade de Modelagem

Matemática impossibilita garantir que haverá a presença de um modelo matemático na abordagem dos alunos, pois eles “podem desenvolver encaminhamentos que não passem pela construção de um modelo matemático” (BARBOSA, 2001, p.06).

Porém, podemos considerar que um modelo pode ser compreendido como “um sistema conceitual, descritivo ou explicativo, expresso por meio de uma linguagem ou uma estrutura matemática [...], uma representação simplificada da realidade sob a ótica daqueles que a investigam” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016, p. 13)”, e deste modo “pode ser escrito utilizando-se para isso diferentes sistemas de representação” (ALMEIDA, SILVA, VERTUAN, 2016, p. 14). Dentre as possibilidades de representação para um modelo, podemos citar, conforme Tortola e Almeida (2016), as tabulares, pictóricas, descritivas, gráficas, textuais, entre outras, gerando registros que podem não ser tão sofisticados, mas que dão conta de ser representativo da situação para aqueles que a investigam (TORTOLA, 2016).

Diante dessas considerações, expressamos, pautados nas contribuições de Almeida, Silva e Vertuan (2016), que uma atividade de Modelagem Matemática pode ser descrita em termos de uma situação-problema que a origina e que “tem como característica essencial a possibilidade de abarcar a cotidianidade ou a relação com aspectos externos à Matemática” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016, p.15).

Assim, pontuar, nessa seção, sobre características de uma atividade de Modelagem Matemática, que se evidenciam nas diferentes concepções elencadas nesse texto (alternativa pedagógica; MM como um conjunto de procedimentos que permite explicar uma situação, por meio da matemática em um contexto similar à situação do cotidiano; ambiente de aprendizagem; prática pedagógica), justifica as nossas ações com os estudantes ao propormos o desenvolvimento de atividades de Modelagem com eles; além disso, a escolha pela concepção de prática pedagógica evidencia um modo específico de lidar/organizar/desenvolver uma atividade de MM, a qual se inicia muito antes do seu desenvolvimento com os alunos e segue além disso (SCHRENK; VERTUAN, 2022).

Considerando a MM nessa concepção, temos ainda margem para propiciar um ambiente em que as ações dos estudantes sejam o foco enquanto realizam modelagem no contexto dessa pesquisa, e também propiciar que enquanto realizam uma atividade de MM, em grupo, sobre “uma situação não necessariamente matemática com recursos matemáticos, a matemática se torna importante para sua

formação e para as situações que encontrará na sua vivência dentro e fora da sala de aula, como uma lente possível para a leitura do mundo” (SCHRENK: VERTUAN; 2022, p. 221).

## **1.2 Modelagem Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental**

A Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática é uma possibilidade discutida para todas as etapas da Educação Básica (SILVA; KATO, 2012; TORTOLA, 2016; BURAK, 2014; SILVA; KLUBER, 2014; ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016, entre outros), visando, sobretudo, a aprendizagem dos estudantes em Matemática.

Em se tratando dos anos iniciais do Ensino Fundamental, na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) a Modelagem Matemática é apontada como uma possibilidade relevante à aprendizagem. De acordo com esse documento, a Modelagem Matemática é reconhecida como um processo matemático, uma forma privilegiada da atividade matemática, sendo objeto e estratégia para a aprendizagem (BRASIL, 2017).

A Modelagem Matemática é compreendida como um processo potencialmente rico para o desenvolvimento de habilidades e competências fundamentais ao letramento matemático: raciocínio, representação, comunicação e argumentação (BRASIL, 2017). Por letramento matemático considera-se “a capacidade individual de formular, empregar e interpretar a matemática em uma variedade de contextos” (OECD/PISA, 2012, p. 18) e, por isso, tem sido assinalado como um compromisso da etapa do Ensino Fundamental (BRASIL, 2017).

De acordo com Tortola (2016), o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática nos anos iniciais “[...] envolve um modo de agir característico, com ações e encaminhamentos específicos, que constitui seu procedimento”, assim, conforme esclarece o autor, é preciso reconhecer que determinadas ações serão realizadas de maneira diferente daquelas comumente relatadas na literatura quanto ao desenvolvimento de uma atividade de Modelagem em outros níveis de ensino (TORTOLA, 2016).

Nessa perspectiva, cabe ressaltar que coexistem diferentes maneiras de se conceber e desenvolver Modelagem Matemática na Educação Matemática e essa

“multiplicidade de modos de conceber modelagem e, conseqüentemente, modos de implementá-la em sala de aula é representativa da consolidação crescente desse campo na perspectiva da Educação Matemática” (SOUZA; LUNA, 2014, p. 58).

Diante disso, podemos conceber que a Modelagem Matemática é uma área em transformação, uma atividade que permite flexibilidade “no sentido de funcionar de modo diferente em contextos diferentes”, sem perder suas bases teóricas (TORTOLA, 2016, p. 55).

Partindo do pressuposto de que a Modelagem Matemática, de modo geral, pode ser caracterizada “em termos de uma situação inicial (problemática), de uma situação final desejada (que representa uma solução para a situação inicial) e de um conjunto de procedimentos e conceitos necessários para passar da situação inicial para a situação final” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016, p. 12), descreveremos nesta seção como a Modelagem tem sido abordada nos anos iniciais do Ensino Fundamental, embasados em pesquisas sobre o assunto.

Souza e Luna (2014), em um estudo sobre Modelagem Matemática nos anos iniciais, com o objetivo de propor algumas ações de formação em Modelagem e delinear temáticas de pesquisas emergentes, identificaram algumas características a respeito da especificidade do desenvolvimento de atividades de Modelagem nessa fase de ensino, a partir de análise de trabalhos publicados em diferentes eventos, revistas e banco de teses e dissertações. Estas características, de acordo com as autoras, se referem: à escolha do tema de investigação ser realizada pelos professores, embora os conteúdos emergentes refletiam escolhas tomadas pelas crianças; à busca de profissional especialista para dialogar sobre os temas explorados; e à produção matemática das crianças nas atividades, que destacavam a elaboração de desenhos, em paralelo à produção escrita e oral quanto à situação estudada (SOUZA; LUNA, 2014).

Um estudo mais recente de Oliveira e Oliveira (2017), acerca das práticas de Modelagem Matemática desenvolvidas nos anos iniciais do Ensino Fundamental, se aproxima destas características. De acordo com esse estudo, realizado a partir do mapeamento de trabalhos das nove edições da CNMEM (Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática) anteriores à décima edição, mostrou-se como aspectos recorrentes: a escolha do tema ser realizada pelo professor; a proposta do tema, ou situação-problema, ser apresentada de maneira interativa, lúdica; diálogo

com profissionais externos relacionados à temática para problematização e contextualização da mesma com os alunos; o auxílio dos professores nas definições e resoluções, como o desenvolvimento de novos conceitos, quando necessário (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2017, p. 6).

Tortola (2016), ao desenvolver e analisar atividades de Modelagem nos anos iniciais, com estudantes do 1º ao 5º ano, apresenta que a escolha dos temas pode ser feita pelos estudantes, gerando diferentes tipos de discussões importantes à aprendizagem dos alunos. Em sua pesquisa, o autor expõe que quando os estudantes escolheram os temas, estes envolviam assuntos que se associavam a atividades lúdicas, como filmes e desenhos, ou a aspirações, como carros e navios, ou por assuntos já trabalhados pelos estudantes e sobre os quais tinham curiosidade e interesse, bem como sobre temas do dia a dia, do ambiente familiar ou escolar, como animais, futebol, plantas, cabelo (TORTOLA, 2016).

Teodoro e Kato (2021), ao investigarem aspectos das práticas com Modelagem Matemática, mobilizados por professores dos anos iniciais a partir de pesquisas da área, identificaram os seguintes aspectos: a apropriação de linguagens nos anos iniciais (relacionando tanto à adequação da linguagem, quanto os jogos de linguagem e o uso de diferentes registros de representação); a contextualização da realidade pelo/para público infantil (uma cantiga, uma história infantil, um desenho, pode se caracterizar como realidade para os alunos dos Anos Iniciais. A situação-problema, nesse sentido, pode vir a ter potencial para o real subjetivo); a integração com recursos didáticos (como roda de conversa, de leitura e música, materiais concretos) e; o dinamismo nas intervenções docentes (TEODORO; KATO, 2021).

Diante desses estudos, notamos que o desenvolvimento de Modelagem Matemática com os estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental possui especificidades que decorrem das “práticas de ensino específicas dos professores deste nível” (SOUZA; LUNA, 2014, p. 62), ou “ocupando-se da particularidade, viabilidade e da necessidade que esse nível de ensino carece, recorrendo a ações que, por vezes, se revelam inerentes às práticas já consolidadas em sala de aula” (TEODORO; KATO, 2021, p.21) como: linguagem acessível aos alunos dessa etapa de ensino, temas de investigação com referência na realidade subjetiva, temas com potencial para o engajamento ou de interesse dos estudantes, diferentes meios para contextualizar a realidade discutida (palestras, brincadeiras, cantigas, histórias).

Em se tratando do momento de resolução do problema investigado, problema de modelagem<sup>6</sup>, que se refere à análise da situação em termos matemáticos (POLLAK, 2012; ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016), Tortola (2016) esclarece que, em sua pesquisa, esse momento, representado pelos procedimentos a serem realizados para sair da situação inicial e chegar à situação final (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016), foi geralmente destacado e realizado com a orientação do professor, uma vez que “os alunos não estavam ‘treinados’ para isso” (TORTOLA, 2016, p. 203), já que experiências com a Modelagem não era algo comum à vivência escolar dos estudantes (TORTOLA, 2016).

Ainda sobre esse momento da atividade de Modelagem Matemática, que está associada à construção de modelos, isto é, à construção de uma representação matemática da situação (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016), Tortola e Silva (2021, p. 04) apoiado nos estudos de English (2016, p. 187) apontam que “dependendo das orientações do professor e dos conhecimentos dos alunos, pode-se resultar em ‘modelos de variados níveis de sofisticação’”, podendo ser representados por meio de esquemas, gráficos, desenhos, materiais manipuláveis, colagens, descrições em língua natural, que constituem sistemas de elementos, operações, relações e regras que servem para descrever, ou explicar aspectos da situação-problema (TORTOLA; SILVA, 2021, *apud* DOERR; ENGLISH, 2003).

A ação de elaborar uma representação matemática da situação em estudo é importante em uma atividade de Modelagem Matemática, pois essas representações “servem como subsídios para a argumentação e a comunicação de resultados” (TORTOLA; SILVA, 2021, p. 4). Assim, além dos estudantes revisitarem conteúdos já estudados e aprenderem outros novos (BARBOSA, 2004), durante uma atividade de Modelagem, essas discussões podem contribuir para a formação cidadã dos estudantes (SILVA; KATO, 2012).

De acordo com Silva e Kato (2012), a Modelagem Matemática pode proporcionar “muitas oportunidades nas quais os estudantes podem levar as discussões da sala de aula para o seu cotidiano, à conscientização acerca do seu papel na sociedade, bem como provocar mudanças na sua forma de ver o mundo”

---

<sup>6</sup> De acordo com Setti, Waideman e Vertuan (2021), entendemos que um problema de modelagem designa o problema “que abarque aspectos de uma situação que, por algum motivo, interessa responder” (SETTI; WAIDEMAN; VERTUAN, 2021, p. 960), assim, “é aquele que emerge de um contexto não necessariamente matemática e deve envolver dados autênticos deste contexto” (SETTI; WAIDEMAN; VERTUAN, 2021, p. 963).

(SILVA; KATO, 2012, p. 818), “com o auxílio da matemática e, especificamente, fazendo uso da linguagem matemática” (TORTOLA; ALMEIDA, 2016, p.85).

Diante dessas considerações, compreendemos que quando o professor se propõe ao desenvolvimento de um trabalho com a Modelagem Matemática no contexto dos anos iniciais do Ensino Fundamental, é preciso se atentar às características desse público, à sua curiosidade, à manipulação de objetos concretos e aos temas que têm potencial de interessar a eles, oferecendo-lhes mais possibilidades de engajamento na atividade e mais diálogos profícuos à aprendizagem.

## CAPÍTULO 2

### ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E INICIAÇÃO CIENTÍFICA

#### 2.1 Alfabetização Científica - surgimento, conceito e indicadores

A Alfabetização Científica (AC) é uma expressão que emerge de discussões sobre o currículo de Ciências e que vem assinalar a importância de problematizar os conhecimentos científicos e suas aplicações na sociedade, cultura e dia a dia das pessoas, enfocando uma educação mais comprometida (SASSERON, 2008; BONFIM, 2015; BRANCO, 2018). Nesse sentido, tem sido considerada uma possibilidade de superação da visão conteudista do ensino de Ciências e de visões distorcidas sobre a própria Ciência – como por exemplo, a crença de que com ela é possível resolver todos os problemas e gerar apenas benefícios à humanidade (CHASSOT, 2003).

Acerca do ensino de Ciências, entre os anos de 1950 e 1970, seu objetivo se traduzia quase que essencialmente à formação de pessoas que pudessem auxiliar no desenvolvimento científico e tecnológico de sua nação, isto é, voltava-se à formação de cientistas, mediante a vivência do método científico, fortalecendo a visão neutra e objetiva da ciência (SASSERON, 2008; SANTOS; MORTIMER, 2000, CHASSOT, 2003).

Sasseron (2008, p. 20), citando Paul Hurd (1998), afirma que “nos anos 1990 a atenção começa a recair sobre os aspectos funcionais da relação Ciência/Tecnologia e em como esta relação afeta nosso bem estar, o desenvolvimento econômico e o progresso da sociedade”. Nascimento, Fernandes, Mendonça (2010, p. 231), apresentam que essa ideia vai delineando para o ensino de ciências, nesse período, o objetivo de “possibilitar aos estudantes uma interpretação crítica do mundo em que vivem a partir do desenvolvimento de uma maneira científica de pensar e de agir sobre distintas situações e realidades”.

Conforme esses autores, ao longo da década de 1980, as mudanças curriculares para o ensino de Ciências assinalam a pretensão de servir à construção de uma sociedade cientificamente alfabetizada (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010).

Assim, a partir do final dos anos de 1990, as discussões em torno da educação científica<sup>7</sup> se acentuam, de modo que passou a ser considerada uma atividade estratégica para o desenvolvimento do país (NASCIMENTO, FERNANDES, MENDONÇA, 2010) e, logo, “uma prioridade para todos, surgindo daí a necessidade de oferecimento de uma alfabetização científica aos estudantes como forma de colaboração para uma atuação crítica, consciente e cidadã” (NASCIMENTO, FERNANDES, MENDONÇA, 2010, p. 232).

A ênfase dada à Alfabetização Científica, após os anos de 1970, relaciona-se também com a necessidade de ampliar e favorecer a compreensão sobre a ciência e os seus processos pelas pessoas, tendo em vista que a confiança na ciência e nas intuições científicas pareciam declinar, devido ao conhecimento dos danos reais associado às descobertas científicas, como o efeito das guerras (KRASILCHIK; MARANDINO, 2007).

Bertoldi (2020), sinaliza que a crescente preocupação com a educação científica, tanto para crianças em idade escolar, quanto para adultos já escolarizados, em virtude da relevância social e cultural da ciência na sociedade (CARVALHO, 2009), fez surgir os termos alfabetização científica e letramento científico, os quais, de acordo Bertoldi (2020, p.13), são originários “da extensão metafórica de outros conceitos complementares: alfabetização e letramento”.

Em se tratando dessas expressões, Alfabetização Científica e Letramento Científico, Sasseron e Carvalho (2011), constatam uma variação de expressões que dizem da ideia de Alfabetização Científica, atrelada à formação para cidadania:

Devido à pluralidade semântica, encontramos hoje em dia, na literatura nacional sobre ensino de Ciências, autores que utilizam a expressão “Letramento Científico” (Mamede e Zimmermann, 2007, Santos e Mortimer, 2001), pesquisadores que adotam o termo “Alfabetização Científica” (Brandi e Gurgel, 2002, Auler e Delizoicov, 2001, Lorenzetti e Delizoicov, 2001, Chassot, 2000) e também aqueles que usam a expressão “Enculturação Científica” (Carvalho e Tinoco, 2006, Mortimer e Machado, 1996) para designarem o objetivo desse ensino de Ciências que almeja a formação cidadã dos estudantes para o domínio e uso dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos nas mais diferentes esferas de sua vida (SASSERON, CARVALHO, 2011, p. 60).

---

<sup>7</sup> De acordo com De Oliveira e Gonzaga (2012, p. 2), a educação científica é “parte de uma educação para todos, uma vez que, a partir dela, a população toma consciência das complexas relações entre Ciência e Sociedade, de modo a considerar a ciência como parte da cultura de nosso tempo”. Assim, “A Educação Científica tem a função de desenvolver a criticidade e o pensamento lógico, capacitando o sujeito a compreender como a ciência é organizada, sua natureza, seus alcances e suas limitações” (DE OLIVEIRA; GONZAGA, 2012, p. 4).

Nesse sentido, embora haja diferentes termos para expressar a ideia de Alfabetização Científica, estas autoras concluem que, em suma, eles carregam as mesmas preocupações com o ensino de Ciências – “a formação cidadã dos estudantes para o domínio e uso dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos nas mais diferentes esferas de sua vida” (SASSERON, CARVALHO, 2011, p. 60), ou seja, promover uma formação para a cidadania, em que os estudantes tenham acesso ao conhecimento científico e façam uso desses conhecimentos em sua vida, de maneira consciente e responsável, bem como compreendam os desdobramentos da ciência na sociedade em geral.

O uso do termo Alfabetização Científica, por Sasseron e Carvalho (2011), é justificado a partir do conceito de alfabetização concebido por Paulo Freire, no qual as autoras se alicerçam, isto é, na compreensão de que “[...] a alfabetização é mais que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler” (FREIRE, 1980, p.111), em que ao tratar do “domínio destas técnicas em termos conscientes (...) Implica numa autoformação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto” (FREIRE, 1980, p.111).

O uso do termo Alfabetização Científica, tanto por Leite (2015), quanto por Sasseron e Carvalho (2011), é justificado a partir do conceito de alfabetização de Paulo Freire, em quem as autoras se alicerçam, isto é, na compreensão de que “[...] a alfabetização é mais que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler” (FREIRE, 1980, p.111), de modo que tratar do “domínio destas técnicas em termos conscientes (...) Implica numa autoformação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto” (FREIRE, 1980, p.111).

Ou seja, podemos, a partir dessa perspectiva de alfabetização, “considerar o conceito de alfabetização de maneira ampliada, levando em conta a necessária compreensão crítica do ato de ler não apenas a palavra, mas também, e essencialmente, o mundo” (MARQUES; MARANDINO, 2018, p.4).

Bertoldi (2020), mediante análise de algumas obras de autores brasileiros, para buscar responder se há diferenças conceituais entre Alfabetização Científica e Letramento Científico, ou se se trataria apenas de uma diferença de denominação, sinaliza que embora não haja uma “uniformidade no uso de alfabetização científica e letramento científico, é significativa a análise da ampliação metafórica que alfabetização e letramento sofrem ao serem ressignificados” (BERTOLDI, 2020, p.

14). Assim, destaca a hipótese de que “essa metaforicidade está relacionada a uma aproximação feita entre a importância da alfabetização e do letramento para o educando com a importância atribuída pelos autores ao ensino de ciências para a vida tanto do aluno quanto do futuro cidadão” (BERTOLDI, 2020, p. 14).

Krasilchik e Marandino (2007), acerca dos termos alfabetização e letramento, expõe que apesar das diferenças entre os significados serem importantes, a alfabetização já teria se consolidado nas práticas sociais. Dessa maneira, a Alfabetização Científica já englobaria o letramento. Esses autores, entendem a AC como: “a capacidade de ler, compreender e expressar opiniões sobre ciência e tecnologia, mas também participar da cultura científica da maneira que cada cidadão, individualmente e coletivamente, considerar o oportuno” (KRASILCHIK, MARANDINO, 2007, p.18).

Nesse sentido, considerando as pesquisas de Sasseron e Carvalho (2011), Bertoldi (2020) e Krasilchik e Marandino (2007), aliadas, ainda, à compreensão sobre o que engloba o conceito de alfabetização para Freire (1980), o uso de uma ou outra expressão (Alfabetização Científica, Letramento Científico e Enculturação Científica) é possível quando se almeja uma educação científica que contribua para a vida do aluno, enquanto ser social que, diariamente, precisa se posicionar e tomar decisões, que impactam em sua própria vida e no meio onde vive; isto é, mesmo havendo, entre os defensores dessas expressões, entendimentos próprios e específicos que justifiquem a escolha que cada um adota, há convergências entre os objetivos que se busca alcançar com a Alfabetização Científica, Enculturação Científica e Letramento Científico, bem como convergências com relação ao que é ser alfabetizado cientificamente (SASSERON, CARVALHO, 2011).

Sasseron (2008), a partir de um levantamento bibliográfico feito em sua tese, conclui que a “Alfabetização Científica” se traduz como uma possibilidade para ensinar e planejar o ensino de Ciências “capaz de levar os alunos ao conhecimento da cultura científica e de suas especificidades para que possam utilizá-los durante a resolução e a tomada de decisões relacionadas aos empreendimentos das ciências e das tecnologias que afetem seu dia-a-dia” (SASSERON, 2008, p.252).

Para Germano (2011, p. 290-291), a Alfabetização Científica é definida como o “nível mínimo de compreensão em Ciência e tecnologia que as pessoas devem ter para poderem operar, em nível básico, como cidadãos e consumidores na nova

sociedade científico-tecnológica”.

Outro autor de relevância nos estudos sobre a Alfabetização Científica é Lorenzetti (2000), para o qual a AC nos anos iniciais pode ser entendida como:

[...] um processo pelo qual a linguagem das Ciências Naturais adquire significado, constituindo-se em um meio para o indivíduo ampliar o seu universo de conhecimentos, a sua cultura como cidadão inserido na sociedade. A alfabetização científica, em síntese, é condição para o exercício da cidadania (LORENZETTI, 2000, p. 132-133).

No artigo “Alfabetização Científica no contexto das séries iniciais”, Lorenzetti e Delizoicov (2001), afirmam que “é uma necessidade cultural ampliar o universo de conhecimentos científicos, tendo em vista que hoje se convive mais intensamente com a Ciência, a Tecnologia e seus artefatos” (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001, p. 05), ao investigarem sobre a contribuição do ensino de Ciências para a AC.

Em consonância com essa ideia, Sasseron (2015), em seu artigo “Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da Natureza e Escola”, aponta a relevância que a AC apresenta para os estudantes, afirmando que “a Alfabetização Científica tem se configurado no objetivo principal do ensino das ciências” (SASSERON, 2015, p. 51).

Tratar a Alfabetização Científica como objetivo no ensino de Ciências, é possibilitar aos estudantes a oportunidade de inter-relacionar-se

[...] com uma nova cultura, uma nova forma de ver [os] acontecimentos, podendo modificá-los e a si próprio através da prática consciente cerceada de saberes, de noções e conhecimentos científicos, das habilidades associadas ao fazer científico (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 61).

Assim, Silva e Fuzinato (2022, p.6), sobre a Alfabetização Científica ser um objetivo para o ensino de Ciências, apresenta que o foco está nos processos e nos produtos que resultem das Ciências, “propiciando ao aluno o acesso a um conjunto de saberes que o capacitem para compreender o mundo, seus fenômenos naturais, bem como, outras questões, que extrapolam os limites dessa área de estudo, impactando nossa existência” (SILVA; FUZINATO, 2022, p.6).

Brito e Fireman (2016), exprimem uma visão de Alfabetização Científica também nesses termos, isto é, a AC “sob a ótica de possibilitar ao aluno o conhecimento do mundo natural por meio da compreensão de conceitos científicos, de forma que ele possa ter uma visão de mundo mais consciente” (BRITO; FIREMAN, 2016, p. 126), além disso, enfatiza que propostas de cunho investigativo para os

estudantes dos anos iniciais do EF, sejam relevantes para “[...] que o estudante consiga fazer uma leitura de mundo coerente, ampliando, por isso, seu conhecimento, logo, a sua cultura” (BRITO; FIREMAN, 2016, p. 145).

Diante dessas considerações acerca da Alfabetização Científica, compreendemos que a AC se constitui como um processo vitalício, de construção e (para o) uso de conhecimentos científicos para compreender o mundo e agir nele (tomar decisões e posicionamentos) de modo consciente e responsável consigo e com os outros e, mesmo podendo ser potencializado em ambiente escolar, com a aprendizagem de conceitos científicos e sua aplicabilidade em situações, espera-se que os resultados do processo de AC impactem a vivência do estudante em sociedade, para além do espaço escolar.

Quanto ao que é ser alfabetizado cientificamente, Sasseron e Carvalho (2011), apresentam a possibilidade de agrupar as confluências encontradas entre os diferentes autores sobre as habilidades e competências que devem ser identificadas entre os alfabetizados cientificamente, em três eixos estruturantes: 1) a compreensão de termos, de conceitos e de conhecimentos científicos fundamentais; 2) a compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática e 3) o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade (SASSERON, CARVALHO, 2011, p. 75).

De acordo com as autoras, esses eixos devem ser considerados para o planejamento de propostas de ensino que visem promover o início da AC dos estudantes. O primeiro eixo refere-se às possibilidades de construção de conhecimentos científicos pelos estudantes que, ao serem necessários à vida prática, tenham condições de utilizá-los adequadamente.

O segundo eixo, volta-se à “ideia de ciência como um corpo de conhecimentos em constantes transformações por meio de processo de aquisição e análise de dados, síntese e decodificação de resultados que originam os saberes” (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 75). Com este eixo espera-se estimular uma postura crítica e reflexiva dos alunos e professores ao lidarem com novas informações e circunstâncias e precisarem assumir um posicionamento e, também, possibilitar a discussões acerca do caráter humano e social inerente a qualquer investigação científica (SASSERON; CARVALHO, 2011).

O terceiro eixo – o entendimento das relações existentes entre ciência,

tecnologia e sociedade – “denota a necessidade de se compreender as aplicações dos saberes construídos pelas ciências considerando as ações que podem ser desencadeadas pela utilização dos mesmos” (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 76), bem como da relação entre essas esferas (ciência, tecnologia e sociedade), de modo que “a solução imediata dada por apenas uma delas pode acarretar outro problema associado, em outra esfera” (LEITE, 2015, p. 33). Além disso, Sasseron e Carvalho (2011) avaliam que o trabalho com este eixo pode favorecer a construção de um futuro mais sustentável.

Associados a esses eixos, Sasseron (2008)<sup>8</sup> também formula 10 indicadores do processo de AC dos estudantes, compreendidos também como habilidades. Esses três eixos perpassam

por múltiplas esferas da ciência e dos saberes científicos, [...] estendendo-se desde a compreensão de como os cientistas realizam suas pesquisas e quais os passos e etapas que sucedem durante este trabalho até o conhecimento e a percepção do uso destes saberes na e pela sociedade (SASSERON, 2008, p. 66).

Os indicadores que são propostos tem a função de evidenciar se e como habilidades importantes ao desenvolvimento da AC estão sendo trabalhadas. No Quadro 1, listamos estes dez indicadores e suas respectivas descrições, apoiados em Sasseron e Carvalho (2008).

<b>Nº</b>	<b>Indicador</b>	<b>Descrição</b>
1	Seriação de informações	Referente ao estabelecimento das bases para a investigação, como: dados e informações que se relacionem a situação problematizada.
2	Organização de informações	Referente a ação de organização dos dados e informações, já conhecidos ou não (informações novas), em função do problema investigado. Conforme Sasseron (2008, p. 67) podemos notar esse indicador "tanto no início da proposição de um tema quanto na retomada de uma questão, quando ideias [sic] são lembradas".
3	Classificação de informações	Referente a atribuição de características, especificidades, aos dados com que se está trabalhando. "Caracteriza-se por ser um indicador voltado para a ordenação dos elementos" (SASSERON; CARVALHO, 2008, p. 338).
4	Raciocínio Lógico	Referente a maneira como as ideias são desenvolvidas e apresentadas, relacionado ao modo como o pensamento é apresentado.
5	Raciocínio Proporcional	Referente a maneira como as ideias são desenvolvidas e apresentadas, bem como a forma de relacionar as variáveis, delineando a interdependência que pode existir entre elas.
6	Levantamento	Referente as suposições que são feitas sobre o tema investigado,

<sup>8</sup> De acordo com os estudos realizados, compreendemos que os indicadores propostos por Sasseron (2008) são indicadores de processo, e nesse sentido, são muito úteis para analisar o processo de Alfabetização Científica dos estudantes em atividades didáticas, como por exemplo, em sequências didáticas.

	de hipóteses	que podem se dar por meio de afirmações ou perguntas.
7	Teste de hipóteses	Teste das hipóteses anteriormente levantadas, que pode ocorrer “tanto diante da manipulação direta de objetos quanto no nível das ideias, quando o teste é feito por meio de atividades de pensamento baseadas em conhecimentos anteriores” (SASSERON; CARVALHO, 2008, p. 339).
8	Justificativa	Referente a ação de apresentar uma garantia, argumento, a uma afirmação apresentada.
9	Previsão	Referente ao ato de confirmar, garantir uma ação ou fenômeno que acontece acompanhado de determinados acontecimentos.
10	Explicação	Referente a ação de relacionar informações e hipóteses já levantadas. Normalmente, segundo Sasseron e Carvalho (2008, p. 339) “a explicação é acompanhada de uma justificativa e de uma previsão, mas é possível encontrar explicações que não recebem estas garantias. Mostram-se, pois, explicações ainda em fase de construção que certamente receberão maior autenticidade ao longo das discussões”.

**Quadro 1:** Indicadores de Alfabetização Científica de Sasseron e Carvalho (2008)

**Fonte:** Adaptado de Sasseron e Carvalho (2008)

De acordo com as autoras, esses três últimos indicadores – justificativa, previsão e explicação – estão fortemente relacionados e, quando é possível construir afirmações que demonstram relações entre eles, é possível presumir que a análise da situação ou do problema foi feita em totalidade. Neste contexto, é possível que surjam ideias que denotem tendências a padrões de comportamento e, se essas ideias forem bem apresentadas e formuladas, podem levar à construção de um modelo explicativo “capaz de tornar claro a compreensão que se tem de um problema qualquer e as relações que se pode construir entre este conhecimento e outras esferas da ação humana” (SASSERON, 2008, p. 69). Para a autora, a construção de um modelo explicativo é uma importante habilidade para a AC.

Além disso, conforme Sasseron (2008), estes indicadores depreciam habilidades “que podem ser usadas em diversos contextos e não somente em salas de aula de Ciências” (SASSERON, 2008, p. 66). Nesse sentido, entendemos que a Alfabetização Científica pode ser estimulada em outros espaços e em outras áreas do conhecimento que não apenas as que se classificam como Ciências da Natureza e que tais indicadores podem vir a ser úteis para a avaliação do processo de AC dos estudantes também nestes outros contextos, porém, desde que tratem de situações didáticas.

## **2.2 Iniciação Científica na Educação Básica como possibilidade para Alfabetização Científica dos estudantes**

De acordo com De Brito e Fonseca (2021) e Oliveira e Bianchetti (2017), é possível considerar que as origens da Iniciação Científica (IC) brasileira tenham raízes no ano de 1951, com a criação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e, embora seja comumente vinculada ao Ensino Superior, “pois a gênese da IC em nosso país esteve associada à formação universitária” (SILVEIRA, 2018, p. 102), a Iniciação Científica é também atividade proposta a estudantes da Educação Básica, constituindo-se no entanto uma prática recente no âmbito dessa etapa (SILVEIRA, 2018; DOURADO; ALMEIDA, 2021; OLIVEIRA, 2020).

Em se tratando das possibilidades de IC ofertadas pelo CNPq, foi instituído no ano de 2003 o programa de Iniciação Científica Junior (ICJ) destinado a estudantes do Ensino Fundamental e Médio das escolas públicas, isto é, há quase 20 anos. Além desta ação, há também a proposta do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica para o Ensino Médio (PIBIC-EM), iniciada no ano de 2010, voltado aos estudantes do Ensino Médio e desenvolvido pelos Institutos de Pesquisa e Universidades. Estas propostas de ampliação da IC para o âmbito da Educação Básica, “evidenciam o propósito de expandir e democratizar o conhecimento científico” (PONTEL; VIEIRA; 2020, p. 279).

Embora a maior parte dos projetos de Iniciação Científica sejam relacionados a programas de pesquisa, “hoje se observa que algumas escolas já estão trabalhando seus próprios projetos, mesmo sem bolsa, visando os benefícios da IC [...] e sua colaboração para que os alunos se tornem alfabetizados cientificamente” (DOURADO; ALMEIDA, 2021, p. 1328).

Acerca dos benefícios da IC, De Brito e Fonseca (2021, p. 05), apontam que “no contexto da Educação Básica, a IC pode assumir o potencial de despertar/desenvolver os aportes iniciais para a formação de uma postura investigativa e criativa dos sujeitos”, por meio de ações que possibilitem aos estudantes “aprimorar os conhecimentos e as habilidades para acessar, selecionar, processar, analisar e utilizar dados, objetivando-se o aprofundamento dos conceitos” e sua relação com a “qualidade de vida da comunidade” (GONZAGA; OLIVEIRA, 2019, p. 112).

Para Dutra *et al.* (2014), a Iniciação Científica na Educação Básica tende a beneficiar o “desenvolvimento de formas mais elaboradas de pensamento e de capacidades para trabalhar individualmente ou em equipe” (DUTRA, *et al.*, 2014, p. 1), e deste modo:

os estudantes aprendem a formular questões e problemas de pesquisa, a realizar procedimentos para examinar suas teorias e a revisar contradições em seus modelos explicativos. Simultaneamente, aprendem a respeitar o outro, a cumprir regras e a manter acordos livremente combinados (DUTRA, *et al.*, 2014, p. 1).

Oliveira (2021, p.22) expressa que a Iniciação Científica “tem uma natureza reflexiva e crítica, uma vez que pode possibilitar outras relações com o conhecimento no contexto escolar que partem de uma construção e problematização”. De Brito e Fonseca (2021), por sua vez, afirmam que “a IC na educação básica é compreendida como atividade com excelente potencial pedagógico, já que tende a promover situações de aprendizado eficientes” (DE BRITO; FONSECA, 2021).

Nesse sentido, observamos que as situações de aprendizagem que geram a investigação em contexto de Iniciação Científica, tendem a abranger conteúdos escolares e a possibilitar ações de reflexão e análise. Assim, conforme Barcelos (2020), a Iniciação Científica corresponde à:

ação de explorar o grupo de conhecimentos indispensáveis para iniciar os estudantes nas técnicas da cultura científica. Ela não se desenvolve só na disciplina de Ciências, ela tem relação com o modo de pensamento, o modo de construir a reflexão, o olhar sobre o mundo, é mais do que a disciplina de Ciências embora passe por ela também (BARCELOS, 2020, p. 63).

Para Pontel e Vieira (2020, p. 279), “familiarizar o estudante com a pesquisa e introduzi-lo no universo científico ainda na educação básica, coloca a pesquisa como um elemento pertencente ao ensino” e assim, tendo, a Iniciação Científica, a pesquisa como meio de se fazer, “tem sido concebida como ação de educação científica em diferentes níveis de ensino” (LEITE; PEREIRA; BARBOSA, 2022, p. 5).

Deste modo, a Iniciação Científica na Educação Básica realiza-se como um instrumento de formação dos estudantes que oportuniza a compreensão de uma situação por meio de conhecimentos científicos e seus desdobramentos e de procedimentos de pesquisa sistematizados. Assim, “não é relevante apenas porque exercita os instrumentos de construção de conhecimentos, mas principalmente porque é considerada uma atividade importante e estratégica para professor e estudantes interferirem e reconstruírem a realidade observada” (OVIGLI, 2014, p. 1).

Assim, a IC constitui-se, conforme Rodrigues e Lacerda (2015),

Um conjunto de ações que tendem a produzir um novo conhecimento e não simplesmente reprisar o que já sabemos sobre determinado objeto em um campo científico, não se limitando à repetição ou mera cópia, mas proporcionando à aquisição de novos conhecimentos, construindo e estabelecendo desdobramentos de ideias, conduzindo ao desenvolvimento do senso crítico-reflexivo. (RODRIGUES; LACERDA, 2015, p.4).

Dutra *et al.* (2014), nesta perspectiva, ao descrever sobre a atividade de Iniciação Científica na escola, esclarece que:

A atividade de Iniciação Científica envolve a formulação de problemas, o levantamento de hipóteses de solução, a experimentação e o desenho de novos modelos explicativos para os problemas formulados pelo pesquisador. É preciso que, ao introduzirmos a IC nos currículos escolares, os estudantes da Educação Básica sejam desafiados a explicitar curiosidades em todas as áreas do conhecimento, a produzir indagações, a modelizar possíveis soluções aos problemas, a orientar-se por um método de trabalho, a realizar testagens e reflexões que levem à construção de novas relações entre elementos de problemas levantados e que estão sendo estudados pelos estudantes pesquisadores e seus professores orientadores (DUTRA *et al.*, 2014, p.12).

Diante desses apontamentos, o desenvolvimento de propostas de IC na Educação Básica parece estar atrelado à prerrogativa de ensinar por meio da pesquisa, por meio de investigações (DE BRITO; FONSECA, 2021; DEMO, 1992), de modo que os estudantes incorporem os conhecimentos científicos como “um bem cultural que seja mobilizado na sua prática social” (SANTOS, *et al.*, 2021, p. 4) e não somente aproximar o público da Ciência e aos métodos de trabalho científicos (SANTOS, *et al.*, 2021; DUTRA, *et al.*, 2014).

Assim, a ênfase estaria na promoção da aprendizagem e na formação dos estudantes, seja tornando a aprendizagem dos conteúdos mais atrativa (DE BRITO, FONSECA, 2021; SILVA, 2014); ou promovendo a compreensão da aplicabilidade do conteúdo na vida prática, interpretando a sua influência social (DOURADO; ALMEIDA, 2014; SANTOS, *et al.* 2021), por meio do desenvolvimento “de habilidades inerentes ao processo de produção de conhecimentos científicos na Educação Básica (formulação de problemas, seleção de informações, coleta e análise de dados, argumentação verbal e escrita, entre outros)” (OVIGLI, 2014, p.3).

Tendo em vista estas considerações sobre a atividade de Iniciação Científica, Dourado e Almeida (2021) apontam a existência da relação entre a Alfabetização Científica e a Iniciação Científica, pois esta última traz “benefícios que se correlacionam com a AC” (DOURADO; ALMEIDA, 2021, p. 1331) e para estes autores

a Alfabetização Científica passa a ter “uma conotação relacionada à importância do conhecimento e da pesquisa científica e suas implicações para a melhoria do meio ambiente e da sociedade” (DOURADO; ALMEIDA, 2021, p. 1331).

Rodrigues (2016), ao acompanhar a participação de dez estudantes do Ensino Médio contemplados com bolsa de ICJ, oferecidas pelo Circo da Ciência em 2013, um evento que acontece anualmente na UFSCar (Universidade Federal de São Carlos, situada no estado de São Paulo) junto à Universidade Aberta, em busca de verificar se a Iniciação Científica contribuiria na Alfabetização Científica dos estudantes bolsistas, concluiu que eles demonstraram “um amadurecimento e uma alfabetização científica que contempla as três dimensões propostas por Miller” (1998), (RODRIGUES, 2016, p. 52), isto é:

o entendimento da ciência da natureza quando relatam o conhecimento adquirido, a compreensão de termos e conceitos chaves das ciências, quando descrevem as atividades e quando apresentaram os trabalhos no Circo da Ciência de 2014, e o entendimento dos impactos das ciências e suas tecnologias, quando decidem cursar uma universidade (RODRIGUES, 2016, p. 52).

Lorenzetti e Delizoicov (2001, p. 52), de acordo com o posicionamento acerca da AC que assumem, sublinham a existência da relação entre Alfabetização Científica e Iniciação Científica, ao pontuarem que não é possível tornar-se cientificamente alfabetizado sem conhecer a realidade social e os conhecimentos científicos produzidos. Para estes autores:

[...] a alfabetização científica que está sendo proposta preocupa-se com os conhecimentos científicos, e sua respectiva abordagem, que sendo vinculados nas primeiras séries do Ensino Fundamental, se constituem num aliado para que o aluno possa ler e compreender o seu universo. Pensar e transformar o mundo que nos rodeia tem como pressuposto conhecer os aportes científicos, tecnológicos, assim como a realidade social e política. (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001, p. 52).

Contudo, de acordo com Dourado e Almeida (2021), a relação entre Iniciação Científica e Alfabetização Científica é pouco vislumbrada nos trabalhos que tratam sobre IC ou AC. E, conforme destacam, os projetos de Iniciação Científica, mesmo sem vínculo com as universidades, podem auxiliar no desenvolvimento da Alfabetização Científica na escola, pois “a IC pode trazer melhorias e permitir novas experiências no ensino e aprendizagem” (DOURADO; ALMEIDA, 2021, p. 1328), já que:

Ao entrarem em contato com os problemas da pesquisa, os alunos adquirem conhecimentos adicionais, buscam resultados, são levados ao pensamento

crítico, observam o mundo de uma forma diferente, ampliam seus horizontes, aprendem uma linguagem específica e podem aplicar o aprendizado no mundo em que se vive (DOURADO; ALMEIDA, 2021, p. 1332).

Diante disso, propostas da IC tendem a possibilitar que os estudantes elaborem uma compreensão acerca do papel da Ciência, de como o conhecimento científico é construído, das aplicações do conhecimento científico em sua vida prática e do impacto do mesmo na sua qualidade de vida e das demais pessoas, por meio da interação com situações problemas e da necessidade e interesse de resolvê-las.

Assim, diante do exposto acerca da proposição de Iniciação Científica para o público da Educação Básica, podemos intencionar o processo de Alfabetização Científica dos estudantes com o desenvolvimento de propostas de Iniciação Científica nas escolas, assim como pontua Dourado e Almeida (2021) e Silva e Nobre (2021), pois nos parece que o ambiente (de pesquisa) gerado pela Iniciação Científica se apresenta como profícuo para o desenvolvimento da AC e, logo, a ocorrência das habilidades descritas nos indicadores de Alfabetização Científica propostas por Sasseron (2008).

## CAPÍTULO 3

### ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E MODELAGEM MATEMÁTICA

#### 3.1 A Alfabetização Científica e a Modelagem Matemática

Embora a preocupação com a Alfabetização Científica das pessoas tenha surgido no âmbito do Ensino de Ciências, ou da área de Ciências da Natureza (Ciências, Biologia, Física, e Química), interlocuções entre a AC e o ensino de Matemática tem sido vislumbradas em pesquisas, mesmo que com pouca expressividade, principalmente sob a articulação com a Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática, o que é possível verificar também ao se fazer uma rápida busca no Google.

Ao realizar pesquisa no Catálogo de Teses e Dissertações da Capes, com a expressão para a busca: “alfabetização científica” or “competência científica” and “modelagem matemática” and “educação básica”, muitos foram os resultados (6.337 trabalhos). Delimitando nosso olhar sobre os 100 primeiros resultados, foram selecionados um total de 3 trabalhos, mediante leitura dos títulos, os quais se relacionavam ao que nos propomos a discutir em linhas gerais: a promoção da Alfabetização Científica por meio da Modelagem Matemática (na perspectiva da Educação Matemática) no ensino de Matemática e na Educação Básica.

Cabe salientar que ao buscarmos nesse catálogo o termo “alfabetização científica” and “ensino de ciências”, são retornados 1.503.134 resultados e, ao filtramos para os últimos 5 anos, temos ainda 443.609 resultados. Se buscarmos trabalhos semelhantes ao que desenvolvemos, quanto ao Ensino de Ciências e com os estudantes da Educação Básica, usando como expressão de busca “alfabetização Científica” and “sequências didáticas” and “Educação básica” são retornados 1.476.094 resultados, e delimitando a nossa atenção apenas para os 100 primeiros, mediante análise dos títulos, 20 destes trabalhos fazem referência direta a AC dos estudantes no ensino básico. Nesse sentido, é visível que há um maior investimento por parte do campo da Educação em Ciências em relação às pesquisas sobre a Alfabetização Científica dos estudantes, em comparação com o campo da Educação Matemática, até o presente momento.

No quadro abaixo, apresentamos os três trabalhos localizados, todos

dissertações, destacando as informações: ano de defesa, os autores e o título de cada um:

Ano	Autor(a)	Título
2013	FERREIRA, Lisiane Milan Selong	Modelagem Matemática e Alfabetização Científica na Educação Básica
2014	ROMAIS, Cristiano	Modelagem nas Ciências e Matemática como método de Ensino e Pesquisa no Ensino Médio
2015	Fick, Cíntia Regina	Modelagem nas Ciências e Matemática: das ideias às expressões dos estudantes de Ensino Fundamental

**Quadro 2:** Trabalhos do Catálogo de Teses e Dissertações da Capes  
**Fonte:** autores (2023)

Fick (2015), em sua dissertação de mestrado “Modelagem nas Ciências e Matemática: das ideias às expressões dos estudantes de Ensino Fundamental” orientada pela professora Dra. Maria Salett Biembengut no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, objetivou investigar, por meio de análise das expressões oral e escrita dos estudantes de duas turmas dos anos finais do Ensino Fundamental (ambas 7º anos), as ideias que eles tinham sobre Matemática e Ciências e, com isso, identificar a Alfabetização Científica e competência científica desses estudantes.

Ferreira (2013), também orientada por Biembengut na mesma instituição, investigou a AC com estudantes do Ensino Fundamental (6º ano) e Ensino Médio (1º série), por meio do desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática. Sua dissertação tem como título: Modelação Matemática e Alfabetização Científica da Educação Básica.

Romais (2014), investigou a promoção da Alfabetização Científica de uma turma de estudantes da 3º série do Ensino Médio, a partir de uma proposta com Modelagem Matemática, entendida como um método de ensino com pesquisa. O trabalho intitulado “Modelagem nas Ciências e Matemática como Método de Ensino com pesquisa no Ensino Médio” também foi orientado por Biembengut no Programa de Pós-graduação em Ensino e Ciências Naturais e Matemática do Centro de Ciências Exatas e Naturais na Universidade Regional de Blumenau, em Santa Catarina.

Diante dessas pesquisas que discutem o tema Alfabetização Científica a partir de propostas de Modelagem Matemática com os estudantes da Educação Básica e

Ensino Superior, buscamos uma compreensão mais profunda dessa temática, analisando estes trabalhos mediante quatro questões norteadoras: a) Qual a ideia de Alfabetização científica e de Modelagem Matemática assumida pelos autores?; b) Sob qual justificativa utilizam a Modelagem Matemática para investigar a AC dos estudantes? c) Em que espaço ocorreram as atividades e como foram desenvolvidas? e d) Sob quais aportes teóricos se inferiu o desenvolvimento ou não da Alfabetização Científica?

a) Qual a ideia de Alfabetização Científica e de Modelagem Matemática assumida pelos autores?

As pesquisas de mestrado dos autores Ferreira (2013), Romais (2014), Fick (2015), denominam a Modelagem Matemática, quando desenvolvida com o objetivo de ensinar, por Modelação Matemática, isto é, a Modelagem na Educação, conforme concebido por Biembengut (1990) e Bassanezzi (2002).

Deste modo, as pesquisas compreendem o processo de modelagem com os estudantes da Educação Básica como um método de ensino (BIEMBENGUT, 1990; 2014), que guia a obtenção dos dados empíricos para as suas respectivas pesquisas.

Adota-se nesta pesquisa como método de ensino para obter os dados empíricos o método Modelação Matemática, definido por Biembengut em 1990 e alterado pela autora em 2007 (FERREIRA, 2013, p.42).

A presente pesquisa trata da Modelagem nas Ciências e Matemática como um método de ensino com pesquisa, nas áreas das Ciências e Matemática, enquadra-se na concepção – método de ensino com pesquisa. Essa concepção é uma tendência que atende a organização curricular do Ensino Médio em grandes áreas e possibilita, conforme Biembengut (2014), que o estudante possa aprender tanto Matemática quanto outras áreas de conhecimentos de forma interdisciplinar e contextualizada e, ao mesmo tempo, aprender a pesquisa (ROMAIS, 2014, p. 45).

[...] para esta pesquisa, a fim de obter dados empíricos, adota-se a concepção de modelagem como método de ensino com pesquisa, Modelação, definida por Biembengut (2014) (FICK, 2015, p. 48).

Para Biembengut (2014), a Modelação Matemática refere-se a um método que se utiliza das fases do processo de Modelagem Matemática para a Educação. E deste modo: “A modelação orienta-se pelo ensino do conteúdo curricular (e não curricular) a partir da reelaboração de modelos matemáticos aplicados em alguma área do conhecimento e, paralelamente, pela orientação dos estudantes à pesquisa”

(BIEMBENGUT, 2014, p. 30).

Diante disso, os quatro autores, utilizam o processo de modelação para realizarem suas pesquisas. Conforme descrito por Biembengut (2014), esse método é composto de três etapas: Percepção e Apreensão; Compreensão e Explicitação; Significação e Expressão.

De acordo com Biembengut (2014):

A Modelagem na Educação – **Modelação** – permite guiar os estudantes dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental aos Finais do Ensino Superior a adquirir conhecimento em torno de um tema ou um ente do contexto deles e que lhes despertem interesse. Interesse que permita ao professor: - estimular o processo cognitivo deles (perceber e apreender, compreender e explicitar, significar e expressar); - desenvolver conhecimento (ou conteúdo curricular e não curricular) que julgar necessário e, além de tudo; - propiciar que eles efetuem conexões com outros temas, outros conhecimentos, aprendendo de fato a pesquisar”(BIEMBENGUT, 2014, p. 124-125, grifo da autora).

Quanto à ideia de Alfabetização Científica apresentada por esses autores, podemos delinear que estes entendem que a AC deve ser promovida em todas as disciplinas, inclusive em Matemática, e que se volta a formar o estudante para compreender a influência dos avanços da ciência em sua vida e sociedade como um todo, possibilitando que venham a se tornar mais críticos e capazes de agir com mais acertividade, baseando-se nos conhecimentos científicos e nas reflexões sobre o mesmo.

No Quadro 3, enunciamos as expressões destes quatro autores acerca do que compreendem como Alfabetização Científica, tendo em vista seus aportes teóricos. Romais (2014), não formulou, de modo direto, uma compreensão própria acerca da Alfabetização Científica, porém, tendo em vista os autores que trouxe para elencar compreensões da AC, ousamos inferir que seu posicionamento subjetivo se assemelhe ao exposto por Ferreira (2013) e Fick (2015).

Pesquisador(a)	Entendimento apresentado sobre Alfabetização Científica	Aporte teórico
Ferreira (2013)	É possível compreender que uma pessoa que consegue aplicar os conhecimentos apreendidos na escola, que sabe se posicionar criticamente, que é capaz de refletir e agir sobre os fatos para tomar decisões seja considerado alfabetizado cientificamente" (FERREIRA, 2013, p. 23).	Inep (2008; 2011), Chassot (2003).
Romais (2014)	Não se posiciona diretamente.	Chassot (2000; 2003), Furió et a. apud Chassot (2003), Brasil (2006).
Fick (2015)	Nesse sentido, a alfabetização científica trata dos conhecimentos que as pessoas deveriam ter	Miller (1983), Krasilchik e Marandino (2007),

	sobre Ciência para que consigam compreender e resolver problemas do seu cotidiano, além de compreender as mudanças que ocorrem na sociedade, principalmente em relação à Ciência e Tecnologia. Desse modo, as pessoas alfabetizadas cientificamente seriam capazes de compreender a Ciência como parte da cultura, sendo capacitadas para tomar decisões e contribuir para melhorar o meio em que estão inseridas (FICK, 2015, p.53).	Chassot (2001; 2007), Inep (2013), Durant (2005), Shen (1975), Lorenzetti e Delizoicov (2001), Milaré, Richetti e Alves Filho (2009), Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007), Sasseron e Carvalho (2011).
--	---	--

**Quadro 3:** Entendimentos de Ferreira (2013), Fick (2015) e Romais (2013) sobre AC  
**Fonte:** autores (2023)

Salientamos que, entre os aportes teóricos utilizados pelos autores, o autor Chassot é um referencial comum entre os trabalhos; contudo, é interessante destacar que, embora se configure como um clássico no estudo da Alfabetização Científica com sua obra de 2003, de lá pra cá muitas pesquisas foram realizadas na área, avançando e colaborando com o desenvolvimento da AC, e apresentando perspectivas mais utilizadas pela comunidade científica.

- b) Sob qual justificativa utilizam a Modelagem Matemática para investigar a AC dos estudantes?

Ao utilizarem a Modelagem Matemática como Método de Ensino, nos passos descritos por Biembengut, os autores entendem que o processo de Modelagem desenvolvida para ensinar Matemática se desenvolve em uma ambiente de pesquisa.

Ferreira (2013, p.45-46), pautando-se nos PCNs (Parâmetros Curriculares Nacionais), afirma que “o objetivo do ensino da disciplina de Matemática é formar estudantes que consigam compreender o mundo em que vivem para participar desse mundo, além de promover a competência científica, isto é, torná-los alfabetizados cientificamente”. Assim, Ferreira (2013), explica que:

O ensino de matemática na escola deve proporcionar aos estudantes situações em que percebam a utilização da matemática, além de reconhecê-la em sua vida. Uma das finalidades de utilizar a modelagem matemática no ensino é justamente relacionar a matemática “ensinada” na escola com situações do cotidiano dos estudantes, tornando útil e aproveitando todo o tempo dispensado nos anos escolares à disciplina (FERREIRA, 2013, p. 44).

Para Fick (2015),

[...] a Modelação quando bem planejada possibilita ao estudante construir conhecimentos além dos matemáticos previstos no programa curricular, permitindo que ele estabeleça relação com conteúdos de Física, Química, Biologia, Sociologia, História, Português, Geografia, entre outras. Além disso, estimula a inserção da pesquisa em sala de aula promovendo cidadania e

Segundo Romais (2014, p.36), o trabalho com a modelagem no ensino “pode propiciar um ensino com pesquisa, de modo a formar estudantes mais aptos a buscar e sistematizar o conhecimento e, então, cientificamente mais alfabetizados”. Pois, de acordo com essa autora, quando o professor desenvolve atividades de Modelagem para ensinar, “possibilita que o estudante faça a conexão entre os conteúdos de matemática aos de outras disciplinas, de forma interdisciplinar e contextualizada, por meio de situações-problema” (ROMAIS, 2014, p. 39).

c) Em que espaço ocorreram as atividades e como foram desenvolvidas?

Fick (2015), obteve os dados para a sua pesquisa realizando uma atividade de modelagem sobre o tema leite, com o título “Conhecendo o universo do Leite”. Esta atividade foi desenvolvida com duas turmas de sétimos anos, totalizando 59 estudantes, nos períodos de aula de matemática, de agosto a novembro de 2014.

Salientamos que a escolha pelo tema leite, conforme a autora, se deu por “ser um assunto divulgado nos noticiários devido às denúncias de adulteração no produto que compromete a qualidade do mesmo e por possibilitar a abordagem de conteúdos da disciplina de Ciências e Matemática” (FICK, 2015, p. 98), além do que a autora possuía familiaridade com esse tema, pois sua família tinha uma propriedade rural com produção leiteira. A autora ressalta que não havia na instituição um laboratório de ciências e, deste modo, as atividades foram desenvolvidas na sala de aula e no laboratório de informática.

O problema investigado pelos estudantes foi: “Qual a melhor opção de leite para quem deseja consumir menos gordura e mais proteína, considerando os diferentes tipos de leite disponíveis nos supermercados?” (FICK, 2015, p. 102). Fick (2015), salienta que, em meio a estranheza dos alunos em estudar o tema leite nas aulas de matemática,

Explicou-se, ainda, que com as atividades sobre o tema leite seriam abordados os conteúdos de Matemática previstos no programa curricular (operações com números racionais, razão e proporção), além de conteúdos de Ciências (componentes do leite e valor nutricional desse alimento) (FICK, 2015, p. 102).

Considerando as etapas da modelação, na primeira etapa, os estudantes

realizaram atividades de aproximação com o tema. Na segunda etapa, compreensão e explicitação, trabalhou-se com a questão principal apresentada pela pesquisadora e discutiu-se também questões formuladas pelos alunos, articulando “os conteúdos de Matemática: operações com números racionais, razão e proporção. Em Ciências, foram detalhados os componentes do leite e valor nutricional do mesmo, sendo esta a etapa mais demorada” (FICK, 2015, p. 105).

Na terceira etapa da atividade, as atividades foram organizadas em dois momentos. O primeiro “teve como objetivo promover aos estudantes melhor compreensão dos resultados que eles obtiveram. Buscou-se fazer a interpretação da solução e avaliar se o resultado era válido ou não” (FICK, 2015, p. 121) bem como, quanto às questões guias. O segundo momento, “propôs-se aos estudantes criar algo relacionado ao leite, o que implicou em um novo processo de Modelação” (FICK, 2015, p. 121). Assim, de acordo com o relato da pesquisadora:

De acordo com a vontade dos estudantes, a maioria dos grupos optou em fazer uma embalagem para o produto. Um grupo optou por fazer uma receita, um grupo decidiu focar em tecnologia para controle de fraudes no leite e outro grupo decidiu fazer um painel de informação sobre a composição do leite. De acordo com o que cada grupo faria, a professora encarregou-se de providenciar material complementar para auxiliá-los na elaboração do modelo (FICK, 2015, p. 123).

Ferreira (2013) desenvolveu a coleta de dados empíricos com quatro turmas de estudantes da 1ª série do Ensino Médio (total de 122 alunos), e com um grupo de alunos voluntários do 6º ano do Ensino Fundamental (total de 9 alunos), sendo que estes desenvolveram as atividades no contraturno e aqueles nos horários da disciplina curricular de Desenho Geométrico, ministrada pela autora da pesquisa.

Além disso, a justificativa por desenvolver a Modelagem Matemática no período de aula das turmas do Ensino Médio, é devida a escolha do tema da atividade – Embalagem (adaptado para aplicação nos dois grupos) e encontrado em Biembengut (1999) – se aproximar dos conteúdos da disciplina, bem como por ser a primeira experiência em Modelagem da pesquisadora. Outro aspecto apontado como justificativa é que os estudantes colaboradores, por serem jovens e terem “ao seu redor infinitas novidades, que possuem acesso aos diversos produtos lançados no mercado” (FERREIRA, 2013, p. 79), poderiam ter melhores condições de criar modelos de embalagens e o portfólio delas, sendo este o objetivo ao final da atividade (FERREIRA, 2013). Quanto ao processo de modelagem, a autora também seguiu as fases descritas no processo de modelação de Biembengut (2009).

Os sujeitos da pesquisa de Romais (2014) foram: estudantes da 3º série do Ensino Médio (10 estudantes), e alguns professores da turma – um professor de Educação Física e professores da área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (6 docentes, ao todo).

Romais (2014) elaborou um produto educacional para ser desenvolvido com os estudantes e coletar os dados empíricos. Este produto acolheu sugestões dos professores colaboradores da pesquisa. O tema da proposta era a Valoração à Saúde, e tinha a Modelagem Matemática como método de ensino com pesquisa, com o qual “seria possível ensinar conceitos e conteúdos do 3º ano e de anos anteriores e, ao mesmo tempo, desenvolver a Alfabetização Científica.” (ROMAIS, 2014, p. 62).

Romais (2014), apresenta como justificativas para implementação do produto educacional, contribuições aos estudantes como:

(i) apreender conteúdos curriculares (e não curriculares); (ii) à Alfabetização Científica; (iii) dar continuidade aos estudos; iv) preparar para o ENEM; e (v) autonomia e criticidade para seguir com outros projetos de vida; e (vi) entender sobre a Alimentação, Atividades Físicas e Saúde (ROMAIS, 2014, p. 62).

O produto educacional criado pelo pesquisador, foi organizado “em cinco unidades de ensino, a saber: (i) Alimentação; (ii) Alimentação & Saúde; (iii) Atividades Físicas; (iv) Atividades Físicas & Saúde; e (v) Atividades Físicas & Alimentação” (ROMAIS, 2014, p. 62), as quais foram desenvolvidas de acordo com as fases da modelação descritas por Biembengut (2014).

As atividades foram desenvolvidas na sala da turma e no horário das aulas das disciplinas envolvidas na proposta, isto é, Educação Física, Biologia, Química, Física e Matemática. Para a realização do projeto e das atividades de cada unidade, foram utilizados recursos audiovisuais - como filmes, documentários e vídeos curtos, além do material escolar dos estudantes.

Para desenvolver a unidade 1 do produto educacional, foi proposta a construção de um cardápio para o café da manhã, lanche da manhã, lanche da tarde e almoço, como primeira atividade da unidade; a segunda atividade da unidade 1 consistia na interação dos estudantes com rótulos e embalagens de alimentos, tendo em vista apreender as informações nutricionais dos alimentos; a terceira atividade da unidade 1 era referente à cartografia, que proporcionou aos estudantes saber sobre o local de produção dos alimentos do cardápio e alimentos típicos da região, bem como discutir o impacto ambiental provocado pelos hábitos alimentares.

A atividade 1 da Unidade 2 do produto educacional intitulava-se Avaliação Nutricional. Nesta atividade, os estudantes puderam aprofundar a questão da alimentação e saúde, discutindo sobre dietas, transtornos alimentares, obesidade, reeducação alimentar, intolerância à lactose, doença celíaca, entre outros. Para o desenvolvimento dessa atividade, os estudantes também conversaram com uma nutricionista. A segunda atividade da unidade 2 consistia na realização de um seminário, cujos temas foram sorteados aos estudantes. A terceira atividade tratava também da leitura das informações dos rótulos e das embalagens dos alimentos, com o objetivo de discutir aspectos como: a) produtos que não possuem informação nutricional obrigatória; (b) lista de ingredientes; (c) lote; (d) data da produção; (e) prazo de validade; (f) alimentos diet e light; (g) informação nutricional obrigatória; (h) fibra alimentar; (i) vitaminas; (j) sais minerais (ROMAIS, 2014).

Na unidade 3, a primeira atividade abordava a avaliação física, em que o professor de Educação Física fez uma bateria de testes e medidas nos estudantes, os quais participaram ativamente deste processo: “primeiramente, os estudantes auferiram a pressão, fizeram o alongamento e aquecimento. Em seguida auferiram as medidas de crescimento corporal e foram feitos os testes de aptidão física para saúde. A partir dos dados extraídos o professor fez com os alunos o cálculo do IMC e comparou com o padrão estabelecido” (ROMAIS, 2014, p.105). Esta primeira atividade, teve um enfoque maior voltado ao sistema respiratório, mas os estudantes realizaram várias atividades envolvendo o conteúdo de velocidade média e aptidão cardio respiratória. Nesse sentido, conteúdos de Matemática foram relacionados, como é o caso, por exemplo, de unidades de medida de tempo e comprimento, teorema de pitagóras e equações de primeiro grau, tendo em vista o cálculo da velocidade que foi requerido nas questões produzidas pelo professor com base nos testes de aptidão física.

Na Unidade 4, a primeira atividade tinha como tema a Antropometria. Porém, inicialmente, foi auferida pelo professor de Educação Física a pressão arterial dos estudantes e, com esses dados, e a participação do professor de Biologia, foram discutidos vários assuntos relativos ao sistema cardiovascular, como: a pressão arterial sistólica e a pressão arterial diastólica. Na sequência, foram realizadas auferições antropométricas, como medida da cintura, dobra subescapular.

No decorrer das três unidades (Unidade 1, Unidade 2 e Unidade 3)

desenvolvidas com os estudantes, cujas atividades foram desenvolvidas em parceria com os professores colaboradores, conhecimentos de Matemática foram necessários e trabalhados com os alunos. Na Unidade 1, por exemplo, os estudantes trabalharam com as unidades de massa, realizando conversões e operações; trabalhando com o conceito de proporção, por meio de regra de três; bem como possibilitou que os estudantes expressassem:

os valores das informações com diferentes representações (decimais, fracionárias, percentuais e científicas), bem como desenvolver os sistemas de medidas com os múltiplos e submúltiplos decimais das grandezas (prefixo e símbolos) que são expressos nas informações nutricionais (ROMAIS, 2014, p.75).

Na unidade 2, os conteúdos de matemática trabalhados foram: proporcionalidade, sistemas lineares: (método de Gauss-Jordan) e relacionavam-se a terceira atividade dessa unidade. A Unidade 3, era composta por uma atividade – Avaliação Física – os conhecimentos de Matemática relacionados foram: operações com unidades de medida de massa, comparação de valores tomando um padrão estabelecido.

d) Sob quais aportes teóricos se inferiu o desenvolvimento ou não da Alfabetização Científica?

De acordo com Ferreira (2013), as categorias de análise da pesquisa foram estabelecidas “a partir de uma adaptação da escala do PISA, com base em 6 níveis, para identificar qual nível os estudantes, participantes voluntários desta pesquisa, alcançaram em relação às competências científicas após a Modelação no ensino de Geometria” (FERREIRA, 2013, p. 131), em que “quanto maior o nível, mais competências os estudantes mostram em relação ao que lhes é ensinado” (FERREIRA, 2013, p. 131).

Estas categorias foram: Utiliza o conhecimento científico para tomar decisões baseadas na relação de diferentes fontes de informação (Nível 6); Reflete criticamente sobre as situações e utiliza evidências baseadas em sua análise crítica (Nível 5); Usa conhecimento e evidências científicas para refletir e comunicar decisões (Nível 4); Seleciona fatos e conhecimentos para aplicar modelos e estratégias simples de pesquisa; baseia-se em conhecimento científico para tomar decisões (Nível 3); Fornece explicações científicas em contextos familiares; tira conclusões com base em

questões simples (Nível 2); Apresenta explicações científicas óbvias; tira conclusões de evidências apresentadas (Nível 1) (FERREIRA, 2013).

Assim, considerando tais categorias, a autora analisa quais níveis da AC os alunos atingiram durante o desenvolvimento da atividade:

Durante a análise, que foi realizada de acordo com as três fases da Modelação Matemática de Biembengut, foram identificadas as categorias de nível 1 ao nível 5. Verificou-se que os estudantes não se encontravam durante as três fases apenas em um nível da escala. Isso significa que, segundo o PISA (2012), em determinados momentos, esses estudantes mostraram possuir competências necessárias para participar criticamente de situações do cotidiano, nas quais devem refletir, participar e ser críticos. Além disso, confirmou-se, no final da Modelação, a importância das três fases e como elas se completam e se complementam. (FERREIRA, 2013, p. 145-146).

Destacamos, nesse sentido, que a atividade de MM desenvolvida para ensinar matemática aos estudantes possibilitou que eles desenvolvessem atitudes importantes para virem a ser alfabetizados cientificamente.

Para a autora, com a atividade a partir do tema Embalagens, os estudantes tanto do Ensino Médio quanto da turma do Ensino fundamental, conseguiram avançar do nível 1 para os demais níveis (FERREIRA, 2013). Assim, conclui que:

Os estudantes do grupo 1 – estudantes do Ensino Médio – na fase 1 (percepção e apreensão), inicialmente encontravam-se todos no nível 1, passando ao final dessa fase para o nível 2; na fase 2 (compreensão e explicitação), 90% dos estudantes permaneceram no nível 2 e 10% avançaram para o nível 3; e na fase 3 (significação e expressão), 90% dos estudantes mantiveram-se no nível 3 e 10% avançaram para o nível 4. Os estudantes do grupo 2 – estudantes do Ensino Fundamental – na fase 1, todos classificaram-se inicialmente no nível 1 e avançaram para o nível 3; na fase 2, todos os estudantes avançaram para o nível 4; e na fase 3, dos 9 estudantes, 4 mantiveram-se no nível 4 e os outros 5 avançaram para o nível 5 (FERREIRA, 2013, p. 146).

De acordo com a autora, com a realização das atividades os estudantes estariam no processo de Alfabetização Científica.

Ao findar a análise, concluiu-se que os estudantes foram capazes de criar um modelo de embalagem a partir das fases da modelação, além disso, para a confecção desse modelo demonstraram criatividade e criticidade em relação aos modelos já existentes. Após o processo de modelação estavam em um processo de alfabetização científica. (FERREIRA, 2013, p. 146).

Fick (2015), considera que o estudante está alfabetizado cientificamente tendo em vista descrição feita por INEP (2008), isto é, se

[...] possui conhecimento científico e utiliza esse conhecimento para identificar questões, adquirir novos conhecimentos, explicar fenômenos científicos e tirar conclusões baseadas em evidência científica sobre questões relacionadas a Ciências; compreende os traços característicos da

Ciência como uma forma de conhecimento humano e investigação; demonstra consciência de como a Ciência e a Tecnologia moldam nosso ambiente material, intelectual e cultural; demonstra engajamento em questões relacionadas a Ciências como um cidadão consciente (INEP, 2008, p. 34).

E, considerando que:

O conhecimento que o estudante possui e representa ou expressa, externamente, é baseado em uma representação interna – modelo mental –, ‘construída’ durante o processo cognitivo. Representação que indica percepção e apreensão, compreensão e explicitação do estudante sobre o assunto e, assim, possível Alfabetização e Competência Científicas. (FICK, 2015, p. 137).

Fick (2015), elabora um quadro de análise (Quadro 4):

	<b>Alfabetização e Competências Científicas</b>			
	<b>Processo cognitivo</b>	<b>Competências Científicas</b>	<b>Proficiência em Ciências</b>	<b>Nível</b>
<b>Percepção e apreensão</b>	Identifica e entende informações	Identifica questões científicas	Apresenta explicações científicas óbvias; Fornece explicações apenas quando as evidências são apresentadas.	1
			Apresenta explicações científicas em contextos familiares; Fornece conclusões com base em investigações simples.	2
<b>Compreensão e Explicitação</b>	Faz observações, formula e verifica hipóteses; compreende.	Explica fenômenos cientificamente	Seleciona fatos e conhecimentos para explicar fenômenos aplicando modelos simples e estratégias de pesquisa; Disserta sobre fatos e baseia-se em conhecimentos científicos para tomar decisões	3
			Faz inferências sobre o papel da Ciência e da Tecnologia; Selecionam e integram explicações de diferentes áreas de Ciência e Tecnologia, relacionando-as a situações da vida.	4
<b>Significação e Expressão</b>	Representa a compreensão	Utiliza evidências científicas	Utiliza habilidades de pesquisa e relaciona conhecimentos; Reflete criticamente sobre situações cotidianas e constrói explicações a partir de evidências baseadas em sua análise crítica.	5
			Utiliza o conhecimento científico para resolver questões científicas e tecnológicas; Toma decisões com base em conhecimentos científicos.	6

**Quadro 4:** Quadro de análise de Fick (2015)

**Fonte:** Fick (2015)

Assim, de acordo com o instrumento de análise de Fick (2015), o estudante “está alfabetizado cientificamente se atingir, pelo menos, o nível 2 de proficiência em

Ciências, pois nesse nível o estudante é capaz de apresentar explicações simples, dando indícios de uma compreensão” (FICK, 2015, p. 138).

De acordo com a autora, os estudantes das duas turmas do sétimo ano, participantes da pesquisa, alcançaram o nível mínimo (Nível 2) estabelecido pelo Pisa, para serem considerados alfabetizados cientificamente, isto é:

A partir da análise realizada, conclui-se que os estudantes das duas turmas de 7º ano do Ensino Fundamental, participantes desta pesquisa, atingiram o nível mínimo estabelecido pelo PISA, mostrando ter competência científica para identificar questões de mesmo cunho, sendo, portanto, considerados alfabetizados cientificamente (FICK, 2015, p.151).

No entanto, em alguns momentos das atividades, os alunos alcançaram diferentes níveis da escala de análise, mas nenhum o nível 6. Fick (2015), explica que:

[...] com base nos estágios do processo cognitivo, nas competências científicas e nos níveis de proficiência em Ciências, definidos pelo PISA, estabeleceram-se categorias de análise que possibilitaram analisar e concluir que os estudantes pesquisados encontram-se entre os níveis 2 e 5 de Alfabetização e Competência Científicas, ou seja, aproximadamente, 25% dos estudantes alcançaram o nível 2, 50% alcançaram o nível 3, 15% o nível 4 e 10% dos estudantes alcançaram o nível 5 de Alfabetização e Competência Científicas. (FICK, 2015, p. 152).

Conforme Romais (2014), por sua vez, “foram identificadas as questões relacionadas à Alfabetização Científica dos estudantes, de acordo com Chassot (2000, 2003) e em Brasil (2006)” (ROMAIS, 2014, p. 62).

Para analisar as produções dos estudantes durante as aulas, o pesquisador organizou quadros de acordo com cada componente curricular e suas respectivas competências. Assim, “foram identificadas as competências desenvolvidas nos estudantes em cada unidade de ensino e por atividade” (ROMAIS, 2014, p. 110) e, nesse meio, sinalizou aspectos da AC.

De acordo com Romais (2014), o resultado da proposta foi favorável ao desenvolvimento da Alfabetização Científica dos estudantes:

Pode-se perceber que ao analisar o desenvolvimento do produto educacional, a partir da Modelagem nas Ciências e Matemática foi possível desenvolver os conteúdos e conceitos de forma interdisciplinar e contextualizada, bem como pode-se integrar as disciplinas da área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Além disso, foi possível interconectar disciplinas de diferentes áreas e desenvolver no estudante competências na área, alfabetização científica, temas estruturantes e respectivas unidades temáticas das disciplinas da área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. (ROMAIS, 2014, p. 124).

Nesse sentido, considerando as informações obtidas com a análise dos

trabalhos por meio das quatro questões norteadoras que desenhamos, podemos inferir que a articulação da Alfabetização Científica e da Modelagem Matemática, tem sido desenvolvida no sentido da segunda proporcionar a primeira, uma vez que a Modelagem é compreendida, de maneira unânime, como um ambiente fomentador de pesquisa e de habilidades e competências que, inerentes a esse processo, muito se relaciona com aquelas requeridas para tornar-se alfabetizado cientificamente, conforme aponta os aportes teóricos trazidos pelos autores.

Outro aspecto importante de ser notado é que a Alfabetização Científica dos estudantes foi analisada pelas fases da Modelagem, ou da Modelação Matemática, considerando que os autores conduzem as propostas perpassando as fases desse método, conforme descrito em Biembengut (1990; 2014), por dois dos três trabalhos discutidos. Isto é, nesses dois, cada fase da modelagem, por requerer atitudes específicas dos alunos, relacionava-se com aspectos específicos da AC e, nesse sentido, os estudantes podem atingir diferentes níveis de AC (FICK, 2015; FERREIRA, 2013) em uma mesma atividade.

Ainda quanto aos instrumentos de análise de Ferreira (2013) e Fick (2015), podemos notar que, quanto mais o estudante torna-se ativo e estabelece relações entre a situação e conhecimentos científicos e, mais ainda, reflete e se posiciona criticamente e criativamente, sobre a situação e o próprio conhecimento científico, mais próximo estará do nível 6 na escala de Alfabetização Científica descrita pelas pesquisadoras.

### **3.2 Aspectos Sinalizadores do processo de Alfabetização Científica em atividades de Modelagem Matemática**

Com a revisão de literatura realizada neste capítulo e com as considerações sobre a Alfabetização Científica apontadas no capítulo 2 e sobre Modelagem Matemática, no capítulo 1, consideramos plausível estabelecer uma relação entre MM e AC, no sentido de a MM se constituir um ambiente investigativo que propicia o desenvolvimento de ações específicas que venham a denotar que os estudantes estejam no processo de desenvolvimento da AC e, logo, que a MM possa contribuir para este processo.

Neste sentido, a construção desses capítulos possibilitou a inferência sobre

certas ações dos estudantes que poderiam ser tomadas como indícios de que as atividades de Modelagem Matemática fizeram emergir aspectos de Alfabetização Científica, fundamentados nos autores estudados. Estas ações compreendem as manifestações orais e produções escritas dos estudantes ao longo do desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática, no contexto da Educação Matemática.

Assim, quando o estudante, por meio da atividade de MM, manifestasse ações que indicassem uma reflexão sobre algum aspecto da atividade ou sobre algo que pudesse ser relacionado a ela e externalizasse essa reflexão; ou quando buscasse ou utilizasse informações, dados, que pudessem ser justificados, ou até mesmo vir a produzi-los para realizar a investigação em MM; ou quando demonstrasse compreender e, assim, selecionasse e organizasse as informações relevantes para a investigação; quando utilizasse e relacionasse as informações para compreender a situação e propor uma solução; ou quando elaborasse hipóteses ou perguntas que possibilitassem tanto a compreensão do que estão estudando quanto a proposição de uma solução; ou quando compreendessem ou explicassem que as soluções determinadas foram obtidas devido ao que realizaram, ao modo como procederam durante a atividade em busca de resolvê-la; ou quando reconhecessem as implicações do desenvolvimento científico no seu cotidiano e sociedade; entendemos que estamos diante de ações que sinalizam o processo de desenvolvimento da AC.

Denominamos ações como estas como aspectos sinalizadores do processo de Alfabetização Científica em atividades de Modelagem Matemática. A fim de melhor organizá-los, apresentamos, no quadro a seguir, esses aspectos sinalizadores, em um total de oito, e passamos a discutir a pertinência de cada um.

<b>Aspectos Sinalizadores (AS) do processo de Alfabetização Científica em Modelagem Matemática</b>		<b>Aporte teórico</b>
<b>AS1</b>	Reflete criticamente sobre a situação estudada e aspectos a ela relacionados com a investigação.	Brito e Fireman (2016), Lorenzetti (2000), Fick (2015), Ferreira (2013).
<b>AS2</b>	Busca ou utiliza informações que podem ser justificadas para dar suporte a ideias, à investigação e à validade da solução.	Nascimento, Fernandes, Mendonça (2010), Sasseron (2008), Sasseron e Carvalho (2011)
<b>AS3</b>	Busca ou produz dados significativos para realizar a investigação da situação de forma responsável e organizada.	Krasilchik e Marandino (2007), Sasseron e Carvalho (2011).
<b>AS4</b>		

	Compreende/seleciona/organiza informações relevantes para a realização da investigação.	Sasseron e Carvalho (2011), Ferreira (2013).
AS5	Compreende e reconhece as implicações do avanço do conhecimento científico, a partir da situação estudada, no seu cotidiano e sociedade.	Sasseron e Carvalho (2011), Fick (2015).
AS6	Utiliza e relaciona as informações obtidas para compreender a situação e o problema, e também para solucioná-lo.	Silva e Fuzinato (2022), Sasseron e Carvalho (2011), Fick (2015)
AS7	Elabora perguntas ou hipóteses para a compreensão/resolução da situação/problema geradores da investigação.	Nascimento, Fernandes, Mendonça (2010), Sasseron e Carvalho (2011)
AS8	Compreende e explica a solução obtida como resultado do que foi realizado/considerado no processo de investigação.	Silva e Fuzinato (2022), Brito e Fireman (2016), Sasseron e Carvalho (2011), Fick (2015), Ferreira (2013).

**Quadro 5:** Aspectos sinalizadores de Alfabetização Científica em Modelagem Matemática  
**Fonte:** autores (2023)

Cabe salientar que, embora os aspectos sejam apresentados de maneira sequencial, compreendemos que não é possível observá-los linearmente e sequencialmente em uma atividade de Modelagem Matemática, devido a dinamicidade da mesma. Todavia, alguns aspectos podem ser associados à momentos específicos de uma atividade de Modelagem Matemática.

Com relação ao primeiro aspecto, AS1, destacamos que a reflexão crítica sobre uma situação é um aspecto importante da Alfabetização Científica a qual preconiza o desenvolvimento da capacidade do sujeito em entender o mundo em que vive (SILVA; FUZINATO, 2022) e de ampliar seu universo de conhecimentos (LORENZETTI, 2000; BRITO; FIREMAN, 2016), e com isso, serem capazes de fornecer conclusões com base em investigações simples (FICK, 2015) ao terem a possibilidade de manifestarem uma reflexão crítica sobre a situação e utilizarem evidências baseadas em sua análise crítica (FERREIRA, 2013).

Nesse sentido, em atividades de Modelagem Matemática, ao se colocarem em movimento de investigação de uma situação, os estudantes podem refletir criticamente sobre a temática da situação, ao levantarem questionamentos e indagações sobre ela, seja por curiosidade ou porque as respostas a elas são importantes para compreender a situação em estudo ou para solucionar o problema.

Desta maneira, tais questionamentos ou indagações, são importantes para compreendermos seus conhecimentos prévios e hábitos sobre a situação, que podem servir de ponto de partida para promover uma discussão que leve os estudantes a reelaboração desses conhecimentos e propicie, inclusive, a mudança de hábitos,

considerando conhecimentos que vão além do senso comum.

O segundo aspecto “Busca ou utiliza informações que podem ser justificadas para dar suporte a ideias, à investigação e à validade da solução”, foi elencado como sinalizador do processo de Alfabetização Científica, pois abrange ações importantes que podem provocar atitudes críticas e conscientes nos estudantes (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010), bem como possibilitar que usem os conhecimentos da cultura científica (SASSERON, 2008), que podem ser justificados, e seus desdobramentos (SASSERON; CARVALHO, 2011) para realizar a investigação.

O terceiro aspecto, “Busca ou produz dados significativos para realizar a investigação da situação de forma responsável e organizada” foi destacado como sinalizador da Alfabetização Científica porque mesmo se relacionando ao que foi trazido para o aspecto anterior, a possibilidade de produzir dados para a investigação, promove a discussão de que isso tem que ser feito com responsabilidade e organização, para que os dados produzidos possam ser usados para gerar uma solução plausível, o que se aproxima com maior ênfase da cultura científica quanto à produção de conhecimento, que é um ponto a ser explorado ao buscar a Alfabetização Científica dos estudantes (KRASILCHIK; MARANDINO, 2007; SASSERON; CARVALHO, 2011).

O aspecto AS4, descrito como “Compreende/seleciona/organiza informações relevantes para a realização da investigação” é importante no processo de Modelagem Matemática para que os estudantes consigam passar da situação inicial (situação-problema) à situação final (solução para o problema) e caracteriza também ações importantes no processo de Alfabetização Científica, uma vez que se relacionam aos três primeiros indicadores de AC destacados por Sasseron e Carvalho (2011): seriação, classificação e organização de informações, mais fortemente, que, de acordo com Silva e Lorenzetti (2020, p.8) são “os indicadores que se relacionam especificamente ao trabalho com os dados obtidos em uma investigação”.

Além disso, o que esse aspecto descreve condiz com a ação de selecionar conhecimentos, ou fatos, para aplicar estratégias de pesquisa (FERREIRA, 2013), que de acordo com Yin (2005), se referem à forma como os dados serão coletados e analisados, tendo em vista o que a situação em investigação requer.

O quinto aspecto do quadro, “Compreende e reconhece as implicações do

avanço do conhecimento científico, a partir da situação estudada, no seu cotidiano e sociedade” (AS5), se relaciona ao terceiro eixo estruturante elaborado por Sasseron e Carvalho (2011), quanto às confluências encontradas entre os diferentes autores sobre as habilidades e competências que devem ser identificadas entre os estudantes alfabetizados cientificamente: “o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade (SASSERON, CARVALHO, 2011, p. 75)”. Assim, esse aspecto sinaliza o desenvolvimento da AC em um ambiente de Modelagem Matemática quando o estudante, a partir da situação que investiga, reflete sobre como os desenvolvimentos dessas três esferas estão conectados e como o desenvolvimento de uma impacta as outras.

Em Fick (2015), também encontramos uma validação para esse aspecto, ao trazer como um indicativo do processo de Alfabetização Científica a ação, pelos alunos, de fazer inferências sobre o papel da ciência e da tecnologia, bem como de selecionar e integrar explicações de diferentes áreas de ciência e tecnologia e relacioná-las a situações da vida cotidiana.

O sexto aspecto sinalizador (AS6) – “Utiliza e relaciona as informações obtidas para compreender a situação e o problema, e também para solucioná-lo” – volta-se ao que Silva e Fuzinato (2022) considera sobre ler o mundo a partir de um conjunto de conhecimentos, e ao que Fick (2015) apresenta sobre utilizar habilidades de pesquisa para selecionar informações e relacioná-las, de forma a compreender ou explicar uma situação.

Além disso, esse aspecto se relaciona aos indicadores de AC descritos por Sasseron e Carvalho (2011): raciocínio lógico e raciocínio proporcional, que referem-se ao como o pensamento é apresentado pelo estudante, isto é, como ele estrutura uma argumentação ou afirmação, ao relacionar as informações que possui em busca de responder um problema ou questionamento. Estes raciocínios são diferenciados na medida em que, exclusivamente para o raciocínio proporcional, o estudante precisa descrever a interdependência entre as variáveis que forem necessárias e estiver considerando para explicar, argumentar ou afirmar algo decorrente da sua interpretação do problema. E, para inferir sobre o raciocínio lógico, esta descrição da interdependência entre as variáveis não é condição necessária.

Assim, em uma investigação com Modelagem Matemática, o estudante precisa compreender as informações que obtém e, ao serem úteis, precisa articulá-las,

observar e compreender a relação entre elas, para prosseguir com o processo de resolução do problema de Modelagem.

O sétimo aspecto do quadro de análise, “Elabora perguntas ou hipóteses para a compreensão/resolução da situação/problema, geradores da investigação” (AS7) foi destacado como sinalizador da AC, pois também fomenta ou provoca ações críticas (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010), quando o estudante passa a fazer perguntas sobre: a temática da situação; se há relação entre as informações obtidas; se sim, como é que se relacionam; como usar alguma informação para prosseguir com o estudo da situação, entre outras.

Além disso, esse aspecto também abrange o que é sinalizado por Sasseron e Carvalho (2011), quanto aos indicadores de AC: “levantamento de hipóteses e teste de hipóteses” (Quadro 1). O levantamento de hipóteses é marcado pelo instante em que os estudantes fazem perguntas ou afirmações sobre um tema. O teste de hipóteses, por sua vez, é marcado pelo momento em que os estudantes buscam verificar se as hipóteses levantadas fazem sentido ou não, diante do tema.

O indicador AS8 apresentado no quadro é descrito como: “Compreende e explica a solução obtida como resultado do que foi realizado/considerado no processo de investigação”. Esse aspecto se relaciona ao que Brito e Fireman (2016) e Silva e Fuzinato (2022) observa sobre o conjunto de conhecimentos para compreender/ler o mundo, pois a leitura feita da situação e com a resolução do problema, pode promover uma compreensão ampla acerca do que a situação pode abarcar.

Também se relaciona ao que Ferreira (2013) e Fick (2015) expõem sobre usar conhecimento e evidências científicas para refletir e comunicar decisões, seja oralmente ou de maneira escrita, como descritivos de um nível de Alfabetização Científica, utilizados em seus quadros de análise.

Além disso, este aspecto se relaciona aos indicadores de AC descritos por Sasseron e Carvalho (2011) como: justificativa, previsão, explicação. Isso porque denotam as ações dos estudantes quando conseguem sustentar uma conclusão ou afirmação embasados nas informações consideradas e nas relações entre elas.

Considerando as ações e objetivos elencados nesse aspecto, ele deve “[...] surgir nas etapas finais das discussões, pois caracterizam-se por trabalhar com as variáveis envolvidas no fenômeno e a busca por relações capazes de descrever as

situações para aquele contexto e outros semelhantes” (SILVA; LORENZETTI, 2020, p. 8).

No próximo capítulo, trataremos dos encaminhamentos metodológicos desta pesquisa, tendo em vista apresentar o contexto em que foi realizada, as atividades desenvolvidas durante o projeto de ICJ com os estudantes, como foi a coleta de dados e como propomos a análise dos mesmos, em termos do que temos denominado de aspectos sinalizadores de Alfabetização Científica em atividades de Modelagem, à luz da literatura sobre estes temas.

## CAPÍTULO 4

### ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS

Para responder à questão de pesquisa – *Que características da Alfabetização Científica se mostram nas produções de estudantes dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental ao vivenciarem atividades de Modelagem Matemática?* – e investigar relações entre o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática por estes estudantes e o desenvolvimento da Alfabetização Científica, buscando indícios que sinalizem esse desenvolvimento, realizamos uma abordagem qualitativa de pesquisa.

A pesquisa qualitativa, de acordo com Bogdan e Biklen (1994), apresenta cinco características: 1) a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o principal instrumento; 2) a investigação qualitativa é geralmente descritiva; 3) o interesse é voltado ao processo e não simplesmente aos resultados ou produtos; 4) os dados tendem a ser analisados de modo indutivo; e 5) o significado é de suma importância na pesquisa qualitativa.

Godoy (1995) esclarece que o pesquisador que realiza investigações nessa abordagem vai à campo buscando apreender o fenômeno em estudo a partir do que os sujeitos envolvidos nele demonstram, considerando todos os pontos de vistas relevantes. Logo, uma variedade de dados é coletada e é com a análise desses dados que um entendimento sobre o fenômeno pode ser construído.

Diante dessas considerações, a descrição dos encaminhamentos metodológicos passa pela explicação e descrição do contexto em que essa pesquisa ocorreu, onde, com quais sujeitos, por quê e durante qual período; bem como o modo como a produção e a coleta de dados foram organizadas, como são os dados e de que maneira foram coletados, informações sobre os instrumentos de coleta de dados e, por fim, de que modo é realizada a análise dos dados.

#### **4.1 O contexto, o projeto de IC e os sujeitos da pesquisa**

Os dados foram coletados em uma escola pública municipal situada na área urbana de Santa Helena, no oeste do Paraná. A escola atende duas turmas de quintos anos, ano escolar em que buscávamos investigar articulações entre Modelagem

Matemática e Alfabetização Científica. Tais turmas eram organizadas nos dois turnos: uma no turno matutino e a outra no vespertino.

A turma de estudantes com a qual a produção e a coleta de dados foi realizada, foi a turma cujo período regular de aula acontecia no turno vespertino (5ºB) e que tinha disponibilidade de participar do projeto de Iniciação Científica no contraturno, isto é, de manhã.

#### 4.1.1 Contato com a instituição escolar

Antes da definição do local onde os dados seriam produzidos e coletados, ocorreu o momento de ir até a escola conversar com a direção, apresentar a ideia do projeto e, por conseguinte, saber se a escola cederia espaço, tempo e permitiria a realização desta etapa da pesquisa. Isso aconteceu na última semana de março de 2022.

Durante essa conversa, a diretora explicou que os alunos dos quintos anos participavam de um projeto no contraturno, às terças e quintas-feiras, e que haveria a possibilidade de trabalhar com os estudantes durante o projeto ou em sala de aula no período regular. Mas, tendo em vista as especificidades do projeto de Iniciação Científica planejado, optamos por desenvolvê-lo com a turma no contraturno.

Considerando que a professora pesquisadora possuía em um desses dias o turno da manhã disponível, conversamos com a professora regente da turma do quinto ano B (regular no período vespertino), que também acompanhava a turma no projeto desenvolvido pela escola no contraturno, se ela disponibilizaria uma das manhãs para a realização do nosso projeto.

Com o assentimento de ambas, diretora e professora da turma, ficou acordado que após a aprovação do projeto no comitê de ética<sup>9</sup>, a professora pesquisadora poderia ir até a escola conhecer a turma e convidá-los para participar do projeto, bem como explicar sobre o preenchimento do termo de consentimento e assentimento e a importância deles. Posteriormente, o trabalho com os estudantes poderia ser iniciado às quintas-feiras pela manhã na escola.

Deste modo, em seguida à aprovação do projeto no comitê de ética, a professora pesquisadora foi até a escola e conversou com os alunos que

---

<sup>9</sup> Número do parecer de aprovação no Comitê de Ética: 5.356.269. Anexo A

frequentavam o projeto com a professora regular, se apresentando e convidando os estudantes para participarem do projeto de Iniciação Científica e, de modo breve, explicou como seria a dinâmica deste projeto. Em outro momento, ainda antes de iniciar o projeto, a professora pesquisadora também estendeu o convite aos demais alunos do regular e que não estavam frequentando o projeto da escola no contraturno.

#### 4.1.2 O projeto de Iniciação Científica Júnior em e com Modelagem Matemática

O projeto de Iniciação Científica que realizamos com os estudantes do quinto ano, visava iniciar os estudantes em atividades investigativas em Modelagem Matemática e a partir dela, possibilitar a aprendizagem de conceitos matemáticos e conhecimentos científicos de modo geral, tendo em vista os temas trabalhados e desenvolvidos durante o projeto.

A participação no projeto era livre para qualquer aluno matriculado no quinto ano vespertino, não havendo nenhum tipo de seleção para escolha de quais fariam parte do projeto. Contudo, para a pesquisa utilizamos apenas as produções dos alunos que trouxeram os termos de consentimento livre e esclarecido assinados.

Os assuntos que trabalhamos durante a realização do projeto não eram exclusivos à área de Matemática, mas eram discutidos por meio da mesma, pois buscávamos mediar cada investigação por meio de situações que se aproximassem das vivências dos estudantes de alguma maneira, com o intuito de torná-la relevante para eles.

Além disso, também levamos em consideração os assuntos/temas de interesse dos estudantes, ou dos grupos de estudantes, para o desenvolvimento das atividades investigativas do projeto e, nesse sentido, de fato, os assuntos encontraram-se com outras áreas.

Por “atividades investigativas” nos referimos não somente à atividade de Modelagem Matemática em si, mas também às ações necessárias em um ambiente de investigação (com e em MM).

A fim de viabilizar a realização do projeto, formulamos um roteiro para cada encontro, uma vez que cada atividade investigativa levaria mais de um encontro para ser desenvolvida. Esse roteiro servia como um planejamento das tarefas e ações em

cada situação a ser investigada.

Deste modo, as atividades desenvolvidas no projeto pretendiam proporcionar que os estudantes refletissem sobre temas de importância social e que pudessem construir perguntas possíveis de investigação, bem como lidassem com diferentes formas de coletar dados e de lidar com eles. Além disso, tínhamos o objetivo de orientar investigações que partissem do interesse dos estudantes, isto é, de favorecer momentos para desenvolverem uma investigação com Modelagem Matemática sobre um assunto que fosse de escolha deles.

Para a realização do projeto, os encontros foram semanais, com carga horária diária de duas horas e meia a três horas, de maio a outubro de 2022. Cabe ressaltar que a professora regente acompanhava o desenvolvimento do projeto de IC com os estudantes e auxiliava nas questões de indisciplina. Às vezes, ainda, contribuía nas explicações ou enaltecia algum aspecto que havíamos discutido.

No projeto, cada estudante recebeu um caderno de campo (Figura 1) para anotações e desenvolvimento das atividades durante os encontros, isso porque entendemos que é importante aos cientistas aprendizes criarem hábitos de um investigador, que rabisca ideias e anota informações.



**Figura 1:** Cadernos de campo para os estudantes do projeto de IC  
Fonte: autores (2023)

A cada prática investigativa realizada, montamos algum tipo de produto para expor e comunicar o que tinha sido realizado. Em alguns momentos estes materiais foram expostos na escola e, em outros, levados para casa pelos alunos. Tais produtos serviam também para refletirmos durante o projeto, em grupo, sobre o que tinha sido

feito e para que os estudantes entendessem a comunicação dos resultados da investigação, como parte do processo de fazer ciência, de fazer Matemática.

#### 4.1.3 Os sujeitos da pesquisa – os estudantes do quinto ano

Os estudantes que participaram do projeto eram alunos que tinham entre 9 e 10 anos de idade. A maioria morava na cidade, ia de bicicleta ou com os pais para a escola. Os demais dependiam do transporte escolar, como alguns dos alunos indígenas.

Estes estudantes eram participantes do projeto chamado *Ampliação de Jornada Escolar dos Estudantes*, que foi implementado no início de 2022 e que aumentava a carga horária semanal dos estudantes em 8 horas, isto é, de 20 horas semanais passa a ser de 28 horas semanais (8 horas no contraturno ao turno regular de aula). Esse projeto é destinado aos estudantes do 1º ao 5º ano dos anos iniciais do Ensino Fundamental, matriculados nas instituições municipais de ensino de Santa Helena, PR.

A justificativa para a realização desse projeto municipal é embasada em fatores como: a defasagem na aprendizagem potencializada pela pandemia de Covid-19; que todos os estudantes são capazes de aprender; e que é possível melhorar o aproveitamento escolar com novas formas de ensinar e aprender. Assim, a fim de superar a defasagem na aprendizagem dos estudantes e oferecer-lhes uma educação que promova o desenvolvimento integral, isto é, nas dimensões intelectual, emocional, físico, cultural e social, é que tal projeto foi pensado e aprovado no município, conforme documento, ainda não oficial, apresentado pela diretora da escola.

Assim, de acordo com esse projeto, a complementação da carga horária deve acontecer com atividades dinâmicas, fazendo uso de ferramentas tecnológicas e desenvolvimento de projetos interdisciplinares, abrangendo diferentes temas, como Educação para o Trânsito, Sensibilização Ambiental, Empreendedorismo, Língua Portuguesa e Interpretação, Matemática e Raciocínio Lógico.

Essa proposta evidencia o entendimento de que o período da pandemia trouxe prejuízos ao desenvolvimento e sucesso escolar dos estudantes e que algo precisaria ser feito. Por isso, o nosso projeto de Alfabetização Científica e Modelagem, foi desde o início bem aceito pela comunidade escolar, devido à possibilidade de contribuir com

o objetivo da escola quanto ao desenvolvimento dos estudantes.

Em uma caracterização geral, a turma era receptiva às atividades desenvolvidas, participativos nas discussões, principalmente quando possuíam vivências relacionadas aos assuntos discutidos; eram animados em iniciá-las, mas inclinavam-se a desistências facilmente, por não serem atividades que eram concluídas rapidamente e que demandavam mais atenção e trabalho, vindo a se distraírem com mais facilidade com brincadeiras entre os colegas. Em geral, a turma era composta por alunos com problemas comportamentais.

Com relação à assiduidade houve muitas faltas e bastante rotatividade de estudantes. As faltas deviam-se sobretudo ao clima, pois a coleta de dados ocorreu em meses com bastante oscilação da temperatura e, na maioria das vezes, estava chovendo e frio.

Quanto à rotatividade, muitos alunos do período regular participavam uma ou duas vezes do projeto e, depois, faltavam várias semanas, e retornavam novamente, vindo mais uma vez ou outra. Houve também a situação de alunos novos na turma que eram encaminhados ao projeto depois que o mesmo já estava em andamento. Além disso, tivemos duas desistências, sendo uma por motivo de transferência do estudante e outra porque o aluno não quis mais participar devido a problemas externos à escola.

Desse modo, participaram do projeto, ao todo, 14 estudantes. Contudo, iremos utilizar os dados produzidos por apenas dez desses alunos (4 meninas e 6 meninos), os quais entregaram os termos de consentimento assinados e estiveram no projeto de Iniciação Científica desde as primeiras semanas.

Os termos de consentimento e assentimento para a participação na pesquisa foram entregues já no primeiro dia de projeto. Mas, toda vez que um estudante novo estava em sala, a professora pesquisadora entregava o termo ao estudante e explicava sobre a importância do mesmo, para que servia e quem deveria preencher, de modo individual, pedindo para trazerem no próximo encontro, ou que entregassem à professora regente. Aliás, cabe ressaltar que mesmo explicando aos estudantes sobre como preencher os termos e para que servia, muitos pais recorreram à professora da turma para tirar dúvidas quanto a isso e, nesse sentido, ela também foi bastante prestativa.

## 4.2 Da produção à coleta dos dados

Os dados são provenientes das interações dos estudantes ao realizarem as atividades com e em Modelagem Matemática. Os registros escritos e as manifestações dos estudantes constituem o que consideramos dados da pesquisa.

Portanto, os instrumentos de coleta de dados foram as atividades investigativas com e em Modelagem Matemática, o “caderno de campo” de cada estudante e demais registros escritos, como os cartazes e panfletos, bem como os gravadores de áudio e fotos de momentos de realização das investigações. As anotações no diário de campo da pesquisadora também compõem os dados.

Realizamos 4 atividades de Modelagem Matemática com os estudantes, cujos temas foram propostos por nós. Posteriormente, durante o projeto, orientamos 3 investigações cujos temas foram escolhidos pelos estudantes. Dois dos problemas de modelagem vinculados a estes temas foram elaborados com nossa orientação.

Essa maneira de pensar a coleta de dados se justifica por querermos investigar a relação entre a Alfabetização Científica e a Modelagem Matemática em um ambiente de Iniciação Científica, em que haveria mais tempo para discutir e realizar a ação de modelar com os estudantes, por meio de procedimentos característicos da Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática.

### 4.2.1 Um jeito de pensar as atividades de Modelagem Matemática para o projeto de Iniciação Científica em e com Modelagem Matemática

As atividades de Modelagem cujos temas foram propostos por nós eram: “O hábito de lavar as mãos na manutenção da saúde”<sup>10</sup> (1ª atividade); “O descarte das máscaras de proteção individual e seus impactos no meio ambiente” (2ª atividade); “A idade humana dos cães”<sup>11</sup> (3ª atividade); “Refrigerante e o açúcar”<sup>12</sup> (4ª atividade).

---

<sup>10</sup> Atividade inspirada em “SILVA, S. R. ; VERTUAN, Rodolfo E. 'O quanto das mãos não lavamos quando lavamos as mãos?' - relato de uma atividade de Modelagem Matemática. In: X Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática, 2017, Maringá - PR. **Anais da X Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática**, 2017”.

<sup>11</sup> Atividade inspirada na atividade “Situação cão: o melhor amigo do homem” encontrada em GOMES, J. C. S. P. **Modelagem Matemática nos anos iniciais do Ensino fundamental: algumas possibilidades**. Produto educacional (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Matemática Câmpus Londrina/ Cornélio Procópio – PPGMAT, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, p.48, 2018.

<sup>12</sup> Atividade inspirada em “LEÃO, E. M. **A Modelagem Matemática na Educação Matemática: Um**

Os procedimentos adotados para a realização das atividades foram orientados pelo que preconiza a literatura de Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática. As características desse modo de investigar uma situação não foram expostas previamente aos alunos, elas iam sendo sentidas e efetivadas com o desenvolvimento do projeto e com as discussões.

Porém, depois do desenvolvimento destas quatro atividades, este modo de fazer matemática e investigar uma situação foi retomado por meio de reflexões sobre de que maneiras tínhamos realizado as atividades, gerando, com a participação dos estudantes, um esquema de investigação com características do processo de fazer Modelagem Matemática, que seria utilizado para as próximas atividades do projeto – as pesquisas dos estudantes, com MM.

Logo, em se tratando das quatro atividades planejadas, elas tinham o objetivo de, além de contribuir com a formação escolar e integral dos estudantes, proporcionar o contato e a experiência dos estudantes com um ambiente novo de investigação, mediado e caracterizado pela Modelagem Matemática, na perspectiva da Educação Matemática.

Assim, com a primeira atividade, discutimos aspectos relacionados à higiene pessoal – o hábito de lavar as mãos, que são importantes à manutenção da saúde e prevenção de doenças. A matemática foi importante para viabilizar essa discussão e dar significado a ela.

Na segunda atividade, discutimos sobre saúde, meio ambiente e sociedade, tendo como pano de fundo (em memória, e por meio de textos) o momento da pandemia de covid-19, enfatizando o uso da máscara de proteção individual para todos como uma prática importante à saúde, destacando e discutindo os tipos de máscaras existentes (materiais componentes, recomendações de uso), sua durabilidade e formas de descarte. Nessa atividade, após a formulação do problema de modelagem, a matemática contribuiu para os estudantes refletirem sobre como a recomendação da máscara de tecido caseira impactava o meio ambiente positivamente quanto à produção de lixo.

Com a terceira atividade, sobre o tema idade humana dos cães, discutimos um assunto mais próximo ao cotidiano dos estudantes, pois todos tinham algum animal

---

**estudo sobre o consumo de refrigerante.** In: PARANÁ. Secretaria de Estado de Educação. Superintendência da Educação. Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE, 2013. Curitiba: SEED/PR, 2013. V1. (Cadernos PDE)”.

de estimação. O objetivo da atividade foi favorecer a interação dos alunos com dados tabelados e a articulação desses dados para a resolução do problema.

Com a quarta atividade, referente ao tema refrigerante e açúcar, discutimos também assuntos referentes à saúde e hábitos alimentares saudáveis e não saudáveis e os problemas de saúde que podem ser causados pelo excesso frequente de açúcar no organismo. A atividade se iniciou pela discussão acerca do açúcar presente no refrigerante à base de noz de cola, que era uma bebida que a maioria já tinha experimentado ou conheciam.

As atividades desenvolvidas com os estudantes no decorrer do projeto de ICJ são agrupadas em dois momentos. O primeiro momento corresponde ao desenvolvimento de atividades de investigação com Modelagem Matemática que haviam sido estruturadas pela professora/pesquisadora, isto é, tinham temas e procedimentos pré-definidos. O segundo momento, por sua vez, corresponde ao desenvolvimento de atividades de investigação com Modelagem Matemática em que as escolhas e ações dos estudantes definiriam os procedimentos realizados nas atividades, isto é, o momento em que fazem a própria pesquisa no âmbito do projeto. No quadro a seguir, destacamos as atividades referentes aos dois momentos do projeto, apresentando considerações sobre as mesmas.

<b>Atividades de Modelagem Matemática</b>	
<b>Primeiro Momento do Projeto de ICJ</b>	
<b>1º Atividade:</b> O hábito de lavar as mãos na manutenção da saúde	Para coletar dados para essa atividade os estudantes, em grupos, contornaram, sob uma folha quadriculada, as próprias mãos, e na sequência, com os olhos vendados, simularam a lavagem das mãos no dia a dia em um tempo de 10 segundos, com tinta guache. Com esta atividade, discutimos aspectos relacionados à higiene pessoal, como o hábito de lavar as mãos, que são importantes à manutenção da saúde e prevenção às doenças. A Matemática foi importante para viabilizar essa discussão e dar significado a ela.
<b>2ª atividade:</b> O descarte das máscaras de proteção individual e o impacto no meio ambiente	Nessa atividade discutimos, sobre saúde, meio ambiente e sociedade, considerando o momento da pandemia de covid-19, onde a manutenção de hábitos de higiene e proteção foi muito importante, enfatizando o uso das máscaras de proteção individual, como forma de inteirar os estudantes acerca do tema descarte de máscaras de proteção individual, que foi relacionado à questão da proteção ambiental. Assim, o problema de Modelagem delineado voltava-se a comparação do lixo gerado pelo descarte de máscaras descartáveis e de tecido.
<b>3ª atividade:</b> A idade humana dos cães	Nesta atividade discutimos um assunto bem próximo ao cotidiano dos estudantes, pois todos tinham algum animal de estimação. O objetivo da atividade foi favorecer a interação dos alunos com dados tabelados e a articulação desses dados para a resolução do problema de Modelagem.

<b>4ª atividade:</b> Refrigerante e o açúcar	Nessa atividade, discutimos também assuntos referentes à saúde e hábitos alimentares saudáveis e não saudáveis e os problemas de saúde que podem ser causados pelo excesso frequente de açúcar no organismo, por meio do estudo de um refrigerante sabor noz de cola. A problematização da situação nos levou a realizar um experimento em âmbito externo a sala de aula, de fervura do refrigerante, comparando o açúcar do refrigerante com a quantidade de açúcar recomendada pela Organização Mundial da Saúde, sendo que o problema de Modelagem Matemática relacionado a essa situação, voltou-se a estas comparações, tendo em vista diferentes latas do refrigerante sabor nós de cola considerado.
<b>Segundo Momento do Projeto de ICJ</b>	
Os estudantes desenvolveram investigações com a mediação da professora pesquisadora. <b>Atividade do Grupo 1:</b> Quanto de ração um gato adulto deve consumir por dia? E por mês? Quanto se gasta, no mês, com ração para o gato adulto? <b>Atividade do Grupo 2:</b> A partir de quantos metros um meteoróide deixa um rastro de luz no céu? <b>Atividade do Grupo 3:</b> Quantas horas de Pingue-pongue jogamos na escola até hoje (11/10/2022)? E até o final do ano?	

**Quadro 6:** Relação das atividade de Modelagem Matemática desenvolvidas no Projeto  
**Fonte:** autores (2023)

O tempo destinado a esses momentos foi distinto. O primeiro momento do projeto, ao ter como objetivo possibilitar a vivência dos estudantes em um ambiente de pesquisa, de IC, com a Modelagem Matemática como método de investigação, demandou um número maior de encontros (13 encontros) quando comparado ao segundo momento do projeto (5 encontros). Além disso, a quantidade de encontros necessários em cada encontro também se deve à intensidade das interações e do empenho dos estudantes nas atividades.

No segundo momento do projeto, os estudantes foram orientados no desenvolvimento das pesquisas e da atividade. Durante esse momento, orientamos os estudantes quanto à escolha de temas, no processo de formulação e definição do problema, na busca de dados, no tratamento dos dados e na reflexão sobre a solução que encontraram. Expressamos que, embora nesse momento esperávamos ter menos influência no processo de investigação dos estudantes, nossa intervenção e orientação tornava-se importante para avançarem na investigação.

No Quadro 7 apresentamos as datas dos encontros do projeto, descrevendo de modo breve o que ocorreu em cada encontro.

Data	Descrição do que que foi realizado	CH
12/05/2022	Apresentação e convite para participação no projeto de Iniciação Científica: Investigando com a Matemática. Observação da turma.	2h30
<i>1ª atividade - "O hábito de lavar as mãos na manutenção da saúde"</i>		
19/05/2022		2h30

	Entrega dos termos de consentimento. Discussão sobre o tema; determinação do problema a ser investigado e dos instrumentos de coleta de dados; coleta de dados para responder o problema.	
02/06/2022	Continuação da atividade - trabalho com os dados coletados; resolução do problema de investigação; confecção de cartaz sobre a atividade realizada.	3h
<i>2ª atividade - "O descarte das máscaras de proteção individual e o impacto no meio ambiente"</i>		
09/06/2022	Discussão e pesquisa sobre o tema; entrevista com os estudantes sobre o descarte de máscaras; explicação e entrega de roteiro de entrevista para fazerem com os pais.	3h
23/06/2022	Início do trabalho com os dados coletados com as entrevistas.	1h30
30/06/2022	Interpretação e organização dos dados coletados com as entrevistas. Definição do problema de investigação.	3h
07/07/2022	Retomada do que foi discutido no encontro anterior; seleção e organização das informações para a resolução do problema; resolução do problema de investigação.	3h
28/07/2022	Retomada do assunto investigado; reflexão sobre o tema e sobre as conclusões alcançadas com a investigação; confecção de cartaz para comunicar os resultados da investigação	3h
<i>3ª atividade - "A idade humana dos cães"</i>		
04/08/2022	Discussão e resolução da atividade; reflexões sobre o assunto.	3h
<i>4ª atividade - "Refrigerante e o açúcar"</i>		
11/08/2022	Contextualização, problematização e discussão do tema; inteiração sobre o tema; levantamento de informações; realização de experimento com o refrigerante de noz de cola.	3h
18/08/2022	Discussão sobre a quantidade de açúcar recomendada pela OMS para adultos e crianças; definição do problema de investigação; trabalho com os dados levantados; resolução do problema. Início da elaboração dos panfletos.	3h
25/08/2022	Continuação da construção dos panfletos individuais; análise e reflexão dos panfletos produzidos; discussão e reflexão sobre a atividade desenvolvida.	2h30
01/09/2022	Análise coletiva dos panfletos produzidos; e reelaboração coletiva.	2h30
<i>Início das orientações e desenvolvimento das pesquisas pelos estudantes</i>		
15/09/2022	Conversa e reflexão sobre o que trabalhamos até o momento no projeto. Pesquisa na sala de informática sobre os assuntos que tinham interesse em investigar.	1h50
22/09/2022	Retomada com os estudantes sobre o que trabalhamos desde o primeiro dia de projeto; como foram as investigações e as ações durante a investigação; formulação de esquema de investigação. Definição dos grupos e problemas de pesquisa de cada grupo.	3h

29/09/2022	Orientações nos grupos, enquanto se inteiravam com o tema, por meio de material entregue aos grupos.	3h
11/10/2022	Continuação das orientações por grupo. Resolução do problema investigado por dois dos grupos orientados; início da produção de cartazes sobre a investigação.	3h
13/10/2022	Continuação das orientações por grupo. Produção dos cartazes. Apresentação dos grupos aos demais alunos.	3h
<i>Finalização do Projeto de Iniciação Científica "Investigando com a Matemática"</i>		
20/10/2022	Fechamento do projeto de Iniciação Científica. Entrega dos certificados aos estudantes	2h

**Quadro 7:** Relação das atividades desenvolvidas no Projeto de ICJ

**Fonte:** autores (2023)

Como podemos observar, em algumas quintas-feiras, no período de maio a outubro de 2022, não teve projeto, devido a feriados municipais e nacionais, recesso escolar e eventos da escola. Aliás, em uma das semanas de outubro, o projeto também ocorreu na terça-feira.

### 4.3 Sobre a análise dos dados

De início, para a analisar os dados da pesquisa, a construção de indicadores de Alfabetização Científica que pudessem ser utilizados para analisar as ações dos estudantes quando desenvolvem atividades de Modelagem, especificamente, configurou-se como nosso primeiro passo para tornar a análise dos dados possível. Isso era importante, pois não encontramos indicadores de AC específicos para o trabalho com a Modelagem Matemática, da maneira como a compreendemos, na Educação Matemática, com as revisões de literatura.

Deste modo, formulamos a partir de revisão de literatura um total de oito indicadores, os quais chamamos de Aspectos Sinalizadores do processo de Alfabetização Científica em atividades de Modelagem Matemática, que já foram apresentados e discutido na seção 3.2 desta dissertação, e agrupados no Quadro 5. Portanto, será a partir da identificação de indícios da ocorrência desses aspectos que vamos considerar que a Alfabetização Científica e as atividades de Modelagem Matemática estão relacionadas, no sentido da primeira estar sendo promovida pela segunda e, quiçá, a segunda estar sendo influenciada pela primeira, no conjunto dos dados da pesquisa.

A título de ilustração, repetimos o quadro apresentado na seção 3.2 que agrupa os Aspectos Sinalizadores de AC em atividades de Modelagem Matemática e que constitui nosso quadro de análise da pesquisa.

<b>Aspectos Sinalizadores (AS) do processo de Alfabetização Científica em Modelagem Matemática</b>		<b>Aporte teórico</b>
<b>AS1</b>	Reflete criticamente sobre a situação estudada e aspectos a ela relacionados com a investigação.	Brito e Fireman (2016), Lorenzetti (2000), Fick (2015), Ferreira (2013).
<b>AS2</b>	Busca ou utiliza informações que podem ser justificadas para dar suporte a ideias, à investigação e à validade da solução.	Nascimento, Fernandes, Mendonça (2010), Sasseron (2008), Sasseron e Carvalho (2011)
<b>AS3</b>	Busca ou produz dados significativos para realizar a investigação da situação de forma responsável e organizada.	Krasilchik e Marandino (2007), Sasseron e Carvalho (2011).
<b>AS4</b>	Compreende/seleciona/organiza informações relevantes para a realização da investigação.	Sasseron e Carvalho (2011), Ferreira (2013).
<b>AS5</b>	Compreende e reconhece as implicações do avanço do conhecimento científico, a partir da situação estudada, no seu cotidiano e sociedade.	Sasseron e Carvalho (2011), Fick (2015).
<b>AS6</b>	Utiliza e relaciona as informações obtidas para compreender a situação e o problema, e também para solucioná-lo.	Silva e Fuzinato (2022), Sasseron e Carvalho (2011), Fick (2015)
<b>AS7</b>	Elabora perguntas ou hipóteses para a compreensão/resolução da situação/problema geradores da investigação.	Nascimento, Fernandes, Mendonça (2010), Sasseron e Carvalho (2011)
<b>AS8</b>	Compreende e explica a solução obtida como resultado do que foi realizado/considerado no processo de investigação.	Silva e Fuzinato (2022), Brito e Fireman (2016), Sasseron e Carvalho (2011), Fick (2015), Ferreira (2013).

**Quadro 5:** Aspectos sinalizadores de Alfabetização Científica em Modelagem Matemática  
**Fonte:** autores (2022)

Salientamos que, no decorrer da análise dos registros escritos ou falas dos estudantes, quando um destes aspectos sinalizadores for passível de discussão, evidenciaremos “o que” do aspecto se fez presente. Por exemplo, quanto ao aspecto sinalizador AS2, “Busca ou utiliza informações que podem ser justificadas para dar suporte a ideias ou à investigação, e à validade da situação”, se o estudante apenas utilizou informações (e não buscou) para dar suporte a ideias e à investigação, e isto ocorreu em um momento que não o de pensar sobre a validade da solução, apontaremos a ocorrência deste aspecto, AS2, e descreveremos apenas o que pode ser observado de fato, não utilizando as demais palavras que o compõe.

A escolha por esta maneira de identificar e descrever a possível ocorrência de

um aspecto sinalizador durante a análise, foi feita para evitar um número elevado de aspectos cujas formulações viriam a ser muito parecidas, embora pudessem destacar ações específicas.

No próximo capítulo, apresentamos a descrição e análise local de duas atividades de Modelagem Matemática que foram desenvolvidas durante o projeto com os estudantes. A primeira atividade analisada é a atividade “Refrigerante e o açúcar” realizada no primeiro momento do projeto e, a segunda atividade, corresponde a uma atividade do segundo momento do projeto, isto é, apresentamos a análise de uma atividade de modelagem empreendida por um dos grupo de estudantes no projeto.

Com a descrição das atividades, a transcrição dos áudios e organização do material produzido pelos estudantes, passamos a analisar as frases (verbais ou escritas) e as resoluções que empreenderam durante as atividades, em busca de indícios da ocorrência dos aspectos que foram descritos no quadro de análise. Desse modo, destacamos, por meio de Episódios, as manifestações e produções dos estudantes que, entendemos, podem ser associadas a estes aspectos, e os discutimos na análise local.

Além disso, de modo a destacar os aspectos sinalizadores de AC que fossem identificados em cada atividade, elaboramos, no decorrer das análises locais de cada uma, um esquema representativo da atividade de Modelagem em que apontamos os aspectos sinalizadores discutidos com relação as fases de Modelagem Matemática de Almeida, Silva e Vertuan (2016).

Após analisarmos as atividades localmente, apresentamos o capítulo 6, em que trazemos uma análise global, desenvolvida mediante reflexões sobre as manifestações e produções escritas dos estudantes discutidas localmente, com o intuito de discutir a nossa questão de pesquisa.

## CAPÍTULO 5

### DESCRIÇÃO E ANÁLISE DAS ATIVIDADES DE MODELAGEM MATEMÁTICA

Neste capítulo, apresentamos a descrição da quarta atividade de Modelagem realizada com os estudantes no projeto de IC, com o tema “Refrigerante e o açúcar”. Em seguida, tecemos a análise específica destas atividades, considerando os dizeres dos estudantes, suas representações escritas, as estratégias empregadas e a matemática utilizada nas atividades.

Identificamos os sujeitos envolvidos na pesquisa, quando da descrição e análise dos dados, por códigos. Os dez alunos que entregaram os termos de consentimento e assentimento foram enumerados de 1 a 10, considerando a ordem alfabética de seus nomes. Assim, quando nos referirmos a algum desses alunos, o identificaremos com a letra E, de estudante, seguido de um número de 1 a 10. Por exemplo, o estudante 2, será identificado por E2. Quando descrevermos a fala da professora pesquisadora utilizaremos a letra P e da professora regente da turma, P2.

#### 5.1 Atividade “Refrigerante e o açúcar”

##### 5.1.1 Descrição da atividade “Refrigerante e o açúcar”

O estudo sobre o tema “refrigerante e o açúcar”, foi iniciado pelos estudantes no dia 11 de agosto de 2022. Com a intenção de situá-los quanto à temática e de favorecer o envolvimento e interesse deles, provocamos a turma com as seguintes perguntas: 1) Vocês gostam de refrigerante? 2) Qual refrigerante vocês mais gostam? Pensem e falem dois tipos para a professora. 3) Quando vocês costumam tomar refrigerante? Uma vez por semana, só no final de semana? Todos os dias? Só quando vão em alguma festa? 4) Quando vocês tomam refrigerante, vocês tomam quantos copos (mais ou menos)? 5) Por que as pessoas gostam e consomem tanto refrigerante? 6) Qual, ou quais motivos fazem com que as pessoas gostem dessa bebida?

A partir da primeira pergunta, as demais iam sendo colocadas à medida que os estudantes iam respondendo às anteriores. Destacamos que essa temática favoreceu

maior participação e atenção dos estudantes em relação a outras vivenciadas durante o projeto e, ainda, que, também por isso, nenhuma dessas questões ficaram sem respostas.

Em nosso planejamento, roteiro de desenvolvimento da atividade, uma questão que viria a ser acrescentada após perguntarmos os motivos pelos quais as pessoas gostam tanto do refrigerante, caso os estudantes não soubessem o que responder, ou mesmo que suas respostas não viessem a destacar elementos da composição do refrigerante era: “Será que tem a ver com os ingredientes do refrigerante?”. Contudo, a presença do açúcar no refrigerante não passou despercebida pelos estudantes e foi citada por eles como um dos motivos pelas pessoas gostarem tanto da bebida, visto que, no período regular de aula tinham trabalhado, recentemente, acerca do tema alimentação saudável, como nos relatou a professora regente ao se atentar aos comentários dos alunos.

Deste modo, considerando as colocações dos estudantes e aproveitando que conheciam um dos ingredientes dos refrigerantes (o açúcar), os questionamos acerca dos demais ingredientes dos refrigerantes. Para fomentar uma discussão mais específica, levamos embalagens contendo os rótulos de um tipo de refrigerante à base de cola, considerando que era, de modo unânime, um dos dois refrigerantes de que os estudantes mais gostavam.

Antes de verificarem os ingredientes nas embalagens, conversamos sobre o que era a “cola” do refrigerante, perguntando aos alunos sobre o que seria o sabor noz de cola, de onde vinha esse sabor, se era uma fruta ou outra coisa. Para subsidiar a aprendizagem do que vinha a ser a cola, a noz de cola, passamos um vídeo (disponível pelo link <https://www.youtube.com/watch?v=ibbL160M1Hs>) que mostrava a árvore e suas características, de onde era nativa, como era o formato do fruto e como o mesmo era utilizado na indústria alimentícia.

Após este momento, continuamos a investigação de quais ingredientes, componentes, era feito o refrigerante. Para isso, os alunos manusearam as embalagens, anotaram os componentes do refrigerante no caderno de campo e, à medida que anotavam, percebiam que não conheciam o que era cada item listado na embalagem. Assim, discutimos a função de cada item mediante o trabalho com o vídeo “O que tem dentro do refrigerante” encontrado no canal Quintal da Saúde, disponível pelo link <https://www.youtube.com/watch?v=LtiXHmmT574>.



**Figura 2:** Registro do momento de trabalho com embalagens do refrigerante de cola  
**Fonte:** autores (2023)

Depois desse momento, passamos a discutir de maneira mais pontual a questão do açúcar no refrigerante. Assim, ainda com a embalagem em mãos, perguntamos em que lugar, no rótulo, podíamos observar a quantidade de açúcar que havia no refrigerante para aquela quantidade descrita na embalagem (350 mL).

Com a identificação da quantidade de açúcar em uma lata de refrigerante, perguntamos o quanto aquela quantidade representava em colheres (de sopa), de acordo com o que imaginavam. Na sequência, com o uso de uma balança de cozinha, medimos a quantidade de 37g de açúcar branco em um copo descartável transparente para melhor visualização. Também medimos quantas colheres de sopa eram necessárias para representar essa quantidade.



**Figura 3:** Representação da quantidade de açúcar presente no refrigerante com o uso da balança  
**Fonte:** autores (2023)

Em seguida, após o intervalo, realizamos um experimento em ambiente externo

e aberto para eliminar a água do refrigerante, por meio da evaporação, isto é, fervemos o refrigerante e analisamos o que ficou no recipiente depois disso. A intenção era discutir o que restava do refrigerante quando a água evaporava.



**Figura 4:** Momento do experimento em ambiente externo a sala de aula  
**Fonte:** autores (2023)

De volta à sala de aula, retomamos o que havia sido conversado e observado durante o experimento e continuamos a investigação sobre o açúcar no refrigerante.

Iniciamos o quarto momento da atividade de Modelagem Matemática perguntando aos alunos se eles já haviam se questionado se haveria uma quantidade de açúcar que fosse recomendada ao consumo. Diante disso, trabalhamos com o recorte de dois textos<sup>13</sup> (o primeiro encontrado na página *World Health Organization* – Organização Mundial da Saúde – e o outro na página do Instituto Brasileiro Para Segurança do Paciente) que informavam a quantidade de 25 gramas de açúcar livre como o valor diário recomendado para crianças e adultos - referindo-se ao açúcar que é adicionado aos alimentos pela indústria e pelas pessoas. Essa quantidade de açúcar também foi expressa em colheres de chá, correspondendo a aproximadamente 6 colheres de chá.

<sup>13</sup> Link dos textos originais que utilizamos para elaborar o texto que foi apresentado aos estudantes: <https://www.who.int/news-room/detail/04-03-2015-who-calls-on-countries-to-reduce-sugars-intake-among-adults-and-children> e <https://segurancadopaciente.com.br/noticia/menos-acucar-oms-diz-quanto-recomendaraospacientes/#:~:text=%E2%80%99CO%20novo%20guideline%20da%20OMS,sa%C3%BAde%E2%80%9D%2C%20sinaliza%20a%20OMS>.

Ao discutirmos como o açúcar se faz presente em nossa alimentação, mesmo não o percebendo, voltamos a relacioná-lo ao refrigerante e, assim, perguntamos aos estudantes se quando tomam uma lata de refrigerante de noz de cola, eles estariam ultrapassando essa quantidade. Nesse momento, a pergunta foi respondida rapidamente com um coletivo sim.

Comparamos as duas quantidades de açúcar, 37 g do refrigerante e 25 g do recomendado, usando copos descartáveis transparentes e uma balança de cozinha; a partir disso os alunos precisaram investigar quanto de açúcar estavam consumindo a mais do que o recomendado quando tomavam uma lata de refrigerante, bem como para 2, 3 e 4 latas, cuja as capacidades fossem de 350 mL, tendo em vista que ao iniciarmos o estudo desse tema, eles afirmaram tomar mais de um copo de refrigerante, o que passaria da quantidade de refrigerante em uma lata.

Para organizar essas informações, os alunos construíram um quadro relacionando a quantidade de refrigerante com a quantidade de açúcar presente e o quanto, para tal quantidade, o consumo estava ultrapassando a quantidade recomendada de açúcar.

Após a construção dos quadros pelos estudantes em seus cadernos de campo, realizamos medição da quantidade de açúcar para cada quantidade de refrigerante, utilizando açúcar branco, copos e balança de cozinha, comparando cada quantidade com a quantidade de 25 g de açúcar que descreve a quantidade recomendada para o consumo.

No segundo encontro dessa atividade de MM, ocorrido em 18 de agosto, retomamos os pontos importantes do que havíamos discutido sobre o açúcar, a fim de dar continuidade à atividade. Essa revisão também foi necessária porque havia alunos que não tinham participado do encontro anterior e precisavam ser situados quanto ao que estávamos estudando, para terem melhores condições de participação e envolvimento nas atividades programadas para esse dia.

Como para esse momento da investigação tínhamos a intenção de discutir sobre os males provocados ao nosso corpo em decorrência do consumo excessivo de açúcar, oportunizamos espaço para os estudantes exporem seus conhecimentos prévios sobre isso e, na sequência, para anotarem no caderno de campo comentários sobre o que conversamos.

A partir disso, assistimos a dois vídeos explicando qual o caminho do açúcar em nosso organismo e os efeitos do açúcar nele. O primeiro vídeo<sup>14</sup> continha material produzido por uma médica endocrinologista, Juliana Gabriel, e apresentava em linguagem acessível como o açúcar era utilizado pelo nosso corpo e o que acontecia com o açúcar até ser utilizado, bem como, explicava os motivos pelos quais o açúcar parece ser uma substância que “vicia” as pessoas. O segundo vídeo<sup>15</sup>, tratava de uma animação intitulada “Excesso de açúcar no sangue”, encontrada no canal do Dr. Drauzio Varella, com duração de aproximadamente 1 minuto e 10 segundos.

Deste modo, o primeiro vídeo, com duração de aproximadamente 8 minutos, tratava dos efeitos do açúcar no corpo e explicava o que acontecia com o açúcar até que chegasse ao nosso sangue para ser utilizado como fonte de energia e o que acontecia no nosso organismo quando ocorre o excesso do consumo de açúcar.

Assim, por este vídeo ter uma duração maior e muitas informações importantes, ao invés de discuti-lo apenas ao final, fazíamos algumas pausas no vídeo para frisar informações importantes trazidas pela médica e ouvimos os alunos à medida que assistiam.

Já o segundo vídeo, explicava de forma mais específica o que acontecia no organismo de uma pessoa que tinha diabetes e consumia açúcar em excesso, bem como os males à saúde física que isso causaria.

Após assistirem aos dois vídeos, conversamos sobre eles, retomando pontos importantes, tal como o “poder viciante do açúcar” que eles tinham visto e interiorizado em aula realizada no período regular, de modo a possibilitar a compreensão do porquê isso ocorre, pautados nos conhecimentos adquiridos com o estudo e reflexão dos conhecimentos trazidos nos vídeos. E, na sequência, tinham a tarefa de voltar ao que tinham escrito no caderno e complementar as informações.

Após o intervalo, havia “aula de tablet” na sala de informática da escola. Então, nesse momento, aproveitamos para aprofundar o assunto quanto aos efeitos do açúcar em uma parte específica do corpo – o cérebro. No entanto, essa atividade foi feita de maneira apressada pela maioria dos estudantes, uma vez que o tablet, para eles, ainda não era visto como um instrumento de pesquisa, e sim de lazer. Nesse

---

<sup>14</sup> Vídeo: Os efeitos do açúcar no corpo, disponível no canal Endocrinologia para todos e por meio do link <https://www.youtube.com/watch?v=l3pKNUlx5Ms>.

<sup>15</sup> Vídeo: Excesso de açúcar no sangue, disponível no canal Drauzio Varella e por meio do link <https://www.youtube.com/watch?v=7vr3loQKSH0>.

sentido, a pressa significava a vontade de jogar jogos online com os colegas.

Ao final da quarta aula, conversamos sobre o que conseguiram pesquisar, bem como sobre como o tablet seria útil para os nossos trabalhos como uma ferramenta para pesquisa.

No terceiro encontro para esta atividade, dia 25 de agosto, iniciamos retomando o que nós já tínhamos estudado sobre a temática refrigerante e o açúcar para seguir com o planejamento – elaboração de panfleto sobre os males provocados pelo açúcar em excesso no nosso organismo, utilizando apenas o refrigerante como exemplo de bebida que possui elevadas quantidades de açúcar e está acessível para muitas pessoas.

Assim, lembramos que o excesso de açúcar é um dos fatores que favorecem o desenvolvimento de doenças, mas que existem outros fatores como a falta da prática regular de exercícios físicos, predisposições às doenças; bem como que em muitos alimentos, e não só o refrigerante, há a presença de açúcares livres, cujo consumo, em uma única refeição, pode ultrapassar a quantidade diária recomendada.

Na sequência, cada estudante recebeu uma folha sulfite para realizarem a atividade de elaboração do panfleto.



**Figura 5:** Primeiro momento de elaboração dos panfletos  
**Fonte:** autores (2023)

Após o intervalo, os estudantes tiveram o momento de estudo na sala de informática. A orientação era de que pesquisassem algo a mais para acrescentar ao panfleto, bem como que realizassem leituras sobre o que eram as substâncias cafeína

e ácido fosfórico, que eram componentes que geraram bastante curiosidade e espanto na turma, quando da leitura do rótulo do ingrediente. Além disso, pesquisaram imagens de latas de refrigerante para poderem desenhar. Ao voltarem para a sala concluíram os panfletos.



**Figura 6:** Momento de pesquisa na sala de informática  
**Fonte:** autores (2023)

No próximo encontro, dia 01 de outubro, as carteiras ficaram dispostas de modo a descrever um “U”. Passamos a olhar e analisar os panfletos de cada estudante. Diferentemente do que estávamos esperando, os estudantes fizeram poucas contribuições ao trabalho dos colegas e quase não analisaram o conteúdo dos textos escritos, realizando uma apreciação mais artística dos trabalhos, denotando que a análise crítica do trabalho do outro e a aceitação da crítica são ações que precisam ser mais trabalhadas e desenvolvidas pelos estudantes.



**Figura 7:** Momento de análise coletiva dos panfletos produzidos no primeiro momento  
**Fonte:** autores (2023)

Deste modo, a construção coletiva de um panfleto da turma sobre a atividade, como vislumbramos, não foi realizada, porém, por notarem que podiam melhorar, cada estudante reelaborou o próprio panfleto.

Após o horário do intervalo, a aula na sala de informática já foi direcionada à pesquisa de assuntos que eles gostariam de investigar nos próximos encontros. Nesse momento, cada estudante pôde pesquisar informações sobre o tema de interesse, sem a formação de grupos, pois ainda precisávamos nos organizar quanto a isso, bem como definir os temas destes grupos.

Ao voltar para a sala, encerraram a reformulação individual dos panfletos. Conversamos sobre o que eles haviam alterado, de modo a refletirmos sobre o assunto, sobre como desenvolvemos a atividade, sobre a matemática envolvida, de modo a favorecer a compreensão de que algumas ideias que possuíam e advinham do senso comum foram esclarecidas e, também, de modo a compartilhar as mudanças, ou não, em seus hábitos, com a realização da atividade.

#### 5.1.2 Análise local da atividade “Refrigerante e o açúcar”

A atividade sobre a temática “Refrigerante e o açúcar” foi a quarta atividade desenvolvida com os estudantes. Portanto, o modo como foi estruturada, se deve a tentativa de possibilitar maior envolvimento e interesse dos estudantes, tendo em vista

o que foi observado com relação ao desenvolvimento das atividades anteriores.

A atividade foi realizada em quatro encontros, mas havia sido planejada para ser realizada em três, uma vez que notamos que quando a atividade se estendia por vários encontros, o nível de atenção e interesse na atividade parecia declinar e, nesse sentido, a intervenção docente precisava ser constante e, por vezes, voltava-se mais à motivar os estudantes na continuidade da atividade do que para orientá-los e incentivá-los em suas estratégias.

Todavia, embora a participação docente ainda fosse muito presente nessa atividade, buscamos possibilitar oportunidades para os estudantes exporem seus conhecimentos prévios, ideias, preocupações e curiosidades, o tempo todo.

Deste modo, na análise local desta atividade, iremos considerar as falas dos estudantes e seus registros escritos, tanto no caderno de campo em que realizavam as atividades, quanto os panfletos que produziram, para destacar aspectos sinalizadores da Alfabetização Científica, conforme o exposto no Quadro 5.

Destacamos, assim como Sasseron e Carvalho (2008) apontavam, que, nas argumentações dos estudantes, seria possível observar a presença de mais de um indicador de Alfabetização Científica, uma vez que “a presença de um indicador não inviabiliza a manifestação de outro” (SASSERON; CARVALHO, 2008, p. 339).

Assim, para o primeiro momento, no qual os estudantes deviam inteirar-se sobre o assunto e aproximarem-se do mesmo, selecionamos quatro episódios para análise.

### **Episódio 1 – Turma (11 de agosto)**

**P:** Por que as pessoas gostam, consomem, tanto refrigerante?

**E4:** Porque é bom! Tem bastante gás...

**E5:** Por que tem açúcar?!

**E3:** Porque é gostoso, tem açúcar.

**E7:** Vicia.

**E4:** Porque na primeira vez que a gente toma vira um vício.

**E3:** O açúcar vicia.

**E4:** É tipo uma cerveja para as crianças.

Esse episódio representa um trecho do diálogo estabelecido em sala de aula acerca da pergunta "Por que as pessoas gostam, consomem, tanto refrigerante?". As falas dos alunos E5 e E3 denotam conhecimento sobre a composição do refrigerante, e de modo inicial, sobre os efeitos que ele causa ao nosso organismo. Destacamos

estas falas como representantes do aspecto 1 - Reflete Criticamente sobre a situação e à aspectos a ela relacionados, durante a investigação - por terem externalizado uma explicação que advém de uma reflexão que engloba o refrigerante em sua composição, seus componentes, denotando uma avaliação sobre o refrigerante em termos de seus componentes, identificando um que possibilita o entendimento do porquê é tão apreciado pelas pessoas.

Embora os estudantes não tenham tecido uma argumentação estruturada do porque estão inclinados a responsabilizar o açúcar como causa para o grande consumo do refrigerante entre as pessoas, evidenciamos, pela forma como se deu a conversa expressa no episódio, a ocorrência do aspecto. Pois, suas colocações são representativas de um esforço em apresentar um argumento mais sólido e sustentável para explicar o que foi perguntado, com base nos seus conhecimentos prévios sobre o açúcar e sobre os refrigerantes, denotando a ocorrência de uma reflexão que permitiu-os apresentar esta leitura da situação (SILVA, FUZINATO, 2022)

No próximo episódio, destacamos a ocorrência do aspecto 6 – Utiliza e relaciona as informações obtidas para compreender a situação – e do aspecto 7 – Elabora perguntas para a compreensão da situação geradora da investigação.

### **Episódio 2 – Turma (11 de agosto)**

**P2:** O que é a cafeína?

**E3 e E5:** Café!

**P:** É uma substância estimulante, presente no café.

**P2:** É uma substância estimulante que te tira o cansaço, tira o sono, faz você ficar mais ativo, tira a preguiça...

**E5:** Como no *Monster*<sup>16</sup>?

**E4:** Então é boa?

**P:** Em quantidades adequadas sim. ... E, esse tipo de bebida, não deve ser consumida por crianças, e menores de 18 anos, porque geralmente possuem muita cafeína.

Nesse episódio, que se refere ao momento em que discutimos os ingredientes do refrigerante sabor noz de cola, temos a participação da professora regente reforçando a pergunta do que seria a cafeína aos estudantes, que rapidamente responderam café, ao, provavelmente, terem associado as duas palavras.

Contudo, diante do exposto pela professora regente sobre o que a cafeína pode

---

<sup>16</sup> *Monster* é uma marca de uma bebida energética.

causar, a estudante E4 fica intrigada, e lança uma pergunta a fim de compreender a situação - se cafeína podia ser considerada algo bom, pois pelas descrições parece ser algo bom, de acordo com o seu entendimento. Ou seja, considerando as informações que lhes foram apresentadas, acerca dos efeitos da cafeína e de que o refrigerante não seria uma bebida saudável, devido a seus ingredientes, questiona se essa substância é boa. Nesse sentido, além de fazer uma pergunta que contribui para a compreensão da situação em estudo (aspecto AS7), a estudante também relaciona as informações que obteve por meio da investigação para compreender a situação (sobre a cafeína), o que denota o aspecto AS6.

O estudante E5, articula o que foi expresso sobre a cafeína, com a função de bebidas energéticas como a que ele cita, o energético da marca *Monster*. Nesse sentido, o estudante apresenta o aspecto 6, ao tomarmos sua participação como forma de compreender os efeitos da cafeína, que se relaciona à temática estudada.

No próximo episódio, observamos e analisamos o aspecto 1 – Reflete criticamente sobre a situação e à aspectos relacionados a ela, durante a atividade – e também a presença dos aspectos 6 e 7.

### **Episódio 3 – Turma (11 de agosto)**

**E1:** Profe, não tem como fazer sem açúcar? [...] Zero açúcar? Ah, tem ... e então?

**P:** Sobre os refrigerantes sem açúcar... alguém já tomou? É amargo?

**E1:** Sim, e é doce.

**E7:** É muito doce. Muito ruim.

**E5:** Muito ruim.

**P:** Então, se não tem açúcar, mas continua doce, é que tem outros ingredientes para fazer esse papel, e deixar ele doce.

**E4:** Como o que?

**P:** Vamos analisar, segurem a lata que vocês têm, e vamos comparar.

*Mostrei o rótulo de uma lata de refrigerante de noz de cola, zero açúcar, utilizando o projetor.*

**P:** Olhando para os ingredientes, tem algo diferente?

**E7:** Tem!

**E2:** Muita coisa.

**E7:** Tem: edulcorantes ciclamato de sódio, acesulfame de potássio, e aspartame, conservador .... tudo estranho.

Esse trecho representa o anseio da estudante E1 de encontrar uma solução para o refrigerante, isto é, torná-lo mais saudável, tendo em vista que parece compreender o quanto a presença do açúcar no refrigerante torna-o uma bebida

capaz de trazer prejuízos à saúde das pessoas. Desse modo, coloca a pergunta, questionando a possibilidade de existir refrigerante zero açúcar e, ao terminar de fazê-la, se dá conta de que existe sim e, em seguida, acrescenta à pergunta se, então, esse tipo de refrigerante seria mais saudável que o outro.

Diante da formulação da sua dúvida, compreendemos que houve uma reflexão crítica sobre a composição do refrigerante. Além disso, percebemos que em sua formulação, há a apresentação de uma hipótese: refrigerante zero açúcar deve ser melhor, trazer menos prejuízos à saúde que o refrigerante com açúcar. Deste modo, observamos também os aspectos sinalizadores 6 e 7, por elaborar perguntas e formular uma hipótese diante da situação a fim de melhor compreendê-la e por fazer isso relacionando as informações discutidas.

Esse momento da atividade foi importante para discutirmos alguns tipos de adoçantes, cujos nomes não parecem sugerir que possuem esta função. Contudo, não aprofundamos este assunto.

Com o próximo episódio, que ainda trata do momento de conhecer o tema da atividade, identificamos com as colocações dos estudantes, os aspectos 1, 2 e 7.

#### **Episódio 4 – Turma (11 de agosto)**

**E4:** Profe eu tomo quando vou na casa do meu vô, no domingo, e é dia de churrasco, obviamente tem refrigerante, porque eu tomo e não acontece nada comigo?

**E7:** Ácido fosfórico.

**P2:** Exatamente!! Já colocaram o “remédio” lá dentro.

**P:** Por toda a composição, todos os ingredientes, que estamos vendo, nós não passamos mal assim que tomamos um copo ou dois, problemas como obesidade e diabetes, têm mais chances de acontecer se mantermos hábitos ruins, como consumir refrigerante todos os dias, não fazer exercício e ter uma alimentação ruim.

Esse episódio retrata um momento em que, no decorrer do vídeo sobre o que tem no refrigerante e a função de cada ingrediente, a aluna E4 pede para falar. Sua pergunta denota uma reflexão acerca da sua própria vivência para questionar as inferências apresentadas no vídeo, ou seja, apresenta a hipótese de que ao nunca passar mal depois de tomar refrigerante, este não deve fazer mal como vínhamos discutindo. Desse modo, destacamos os aspectos 1 e 7.

O estudante E7, ao ouvir a pergunta da colega, responde rapidamente que é por causa do ácido fosfórico que não se passa mal de imediato, tendo em vista o que foi trazido no vídeo sobre o mesmo: “fabricantes de refrigerante de cola colocam ácido

fosfórico que é para disfarçar esse gosto dessa mistura, [...] e se não fosse esse ácido e os aromatizantes sintéticos você não conseguiria tomar essa bebida” (QUINTAL DA SAÚDE, 2021).

Nesse sentido, o estudante utiliza uma informação que é justificável para responder a dúvida da colega, denotando o segundo aspecto, uma vez que, como discutimos a partir do vídeo, o ácido fosfórico é um acidulante que regula a doçura do açúcar, realça o paladar e baixa o pH da bebida, que é ácido, além de inibir a proliferação de microorganismos (LIMA; AFONSO, 2008).

Para Carvalho *et al.* (2010) citados por Silva e Lorenzetti (2020), o desenvolvimento da AC dos estudantes está condicionado ao espaço que os estudantes possuem para colocar suas opiniões e questionamentos, mesmo que em um primeiro momento as ideias não se pautem em conceitos científicos. Diante disso, percebemos que essa atividade de Modelagem favoreceu esse espaço, uma vez que o trabalho com a MM “favorece a ação investigativa como forma de conhecer, compreender e atuar naquela realidade [...] Assim, ao trabalhar um tema, procura-se conhecer as várias dimensões ou aspectos envolvidos que compõem essa realidade” (BURAK, 2004, p.5).

Os próximos episódios se referem ao momento de resolução da atividade e, portanto, a análise é voltada aos procedimentos adotados pelos alunos ao responder o problema do quanto de açúcar estamos consumindo além do recomendado para certas quantidades do refrigerante.

### **Episódio 5 – Turma (18 de agosto)**

**P:** Bom, considerando o que vimos até o momento, o que conversamos, tem muito açúcar no refrigerante, e vocês gostam de refrigerante, mas vocês estudaram que o açúcar em excesso faz mal, então, vamos calcular quanto de açúcar ingerimos além da quantidade recomendada, quando consumimos esse refrigerante de cola.

*Entreguei a pergunta de modo impresso.*

[...]

**P:** O que nós sabemos sobre isso?

**E5:** Que na lata tem 37 gramas.

**P:** E algo mais?

**E7:** tem 350 ml.

**P:** Mas e sobre a quantidade que é recomendada?

**E5:** Aah, seis colheres.

**P:** O quanto isso equivale em gramas?

**E4:** 25 gramas.

**P:** E então, como responder à pergunta?

**A4:** 10.

**E2:** 12!

**P:** E como que você fez?

**E2:** Fui somando.

**P:** Como?

**E2:** do 25, de um em um, até chegar no 37.

**P:** É uma estratégia. Teria outra maneira? [...] Pensem.

**P:** Olhem, se tomarmos uma lata de refrigerante que tem 37g de açúcar, e sabemos que a quantidade de açúcar recomendada para cada dia é 25g, estamos ingerindo açúcar a mais ou ainda não?

**Vários alunos:** a mais.

**P:** E como podemos descobrir esse "a mais"?

**E7:** Mais.

**P:** Será? Somar? Somar o que?

[...]

**E2:** 25 mais 12!

**P:** E como descobrimos esse 12?

**E2:** 37 menos 25.

**P:** Isso! 37 g menos 25 g é 12 g! Então, isso significa o que?

**E2:** Que a gente está tomando 12 a mais.

**P:** Isso aí! 12 g a mais do que é recomendado.

**E4:** E nos outros refrigerantes? Também?

**P:** Sim, tem açúcar também! E alguns até mais que esse.

**E4:** Então porque estamos falando só desse?

**P:** Pois é um refrigerante que todos vocês disseram que tomam, e o mais consumido no mundo.

**E7:** Profe, qual o refrigerante que tem menos açúcar?

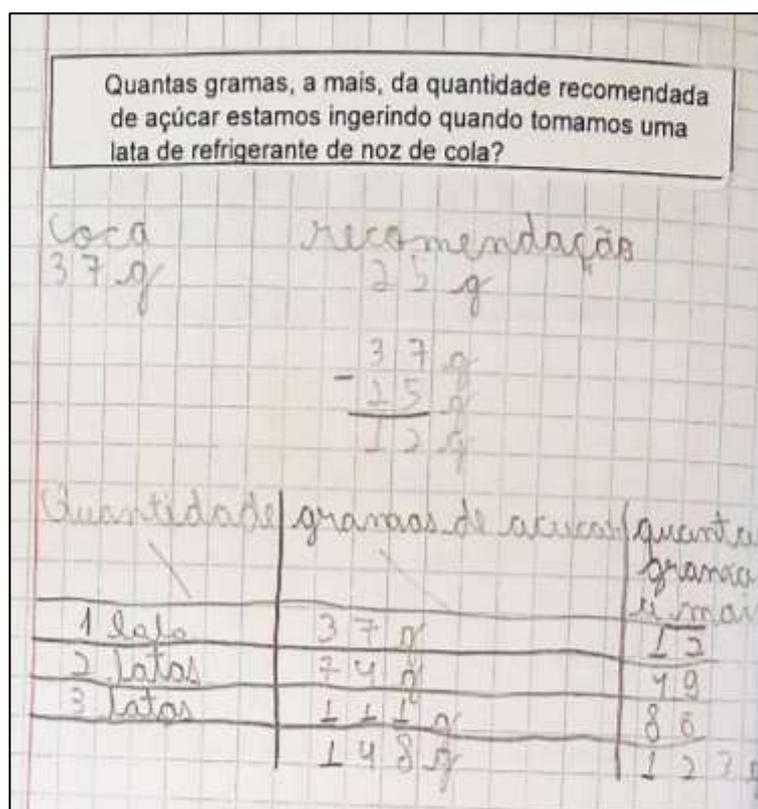
**P:** Temos que prestar atenção no rótulo, existem muitos tipos de refrigerantes, mas temos que cuidar, pois às vezes a palavra açúcar não está lá, e sim palavras como frutose e sacarose, que correspondem ao açúcar, ou mesmo os adoçantes que vimos antes, que são diferentes do açúcar, mas tem a função de adoçá-lo.

Este episódio se refere ao momento de sistematização, por meio da Matemática, da quantidade de açúcar que é recomendada pela Organização Mundial da Saúde em comparação com a quantidade de açúcar presente no refrigerante, tendo em vista o que discutimos e as atividades investigativas realizadas (uso de instrumentos de medida, observação direta utilizando embalagens/rótulo de refrigerante e realização de experimento).

Destacamos a fala do estudante E2 como indicativa do aspecto 4, ao compreender e organizar as informações relevantes para a realização da investigação, bem como a ocorrência do aspecto 6, ao relacionar as informações obtidas para compreender o problema e solucioná-lo. Contudo também evidenciamos a importância da participação dos estudantes E5 e E4, ao identificarem informações relevantes para solucionar o problema, após mediação docente.

Na figura a seguir (Figura 8), trazemos a resolução que o estudante E2 realizou em seu caderno de campo. Podemos observar que ele faz a identificação e seleção

de quantas gramas de açúcar havia no refrigerante e a quantidade que era recomendada e descreve essas informações de maneira organizada e, na sequência, realiza o algoritmo discutido e descrito ao final do Episódio 6, após questionarmos se haveria outro modo de obter a solução sem contar de um em um (ideia de completar uma quantidade), que pode ser compreendida pelas suas falas “E2: Do 25, de um em um, até chegar no 12.” ; E2: 25 mais 12!”.



**Figura 8:** Registro no caderno de campo do estudante E2  
**Fonte:** autores (2023)

Nesse sentido, por meio de suas falas e registro escrito, podemos ter acesso a indícios de sua forma de compreender o problema e de selecionar as informações necessárias e organizá-las de modo a expressar uma resolução coerente com o que verbalizou durante a atividade.

No próximo encontro, tendo em vista que os estudantes afirmaram consumir mais de um copo de refrigerante, pedimos que calculassem o total de açúcar que havia em mais de uma lata, isto é, para duas, três e quatro latas de refrigerante, e que calculassem, ainda, o quanto de açúcar ultrapassariam em relação à quantidade recomendada em cada caso.

### Episódio 6 - Turma (25 de agosto)

**P:** Pessoal! E se fossem duas latas de refrigerante, quanto de açúcar estaríamos ingerindo? Como podemos calcular isso?

**E5:** 37 vezes 2?!

**P:** Isso, podemos fazer assim. Pessoal entenderam porque ele disse 37 vezes 2?

**E1, E2, E4:** Sim!

**E2:** Dá 74! 74 gramas de açúcar.

**P:** ok, 37 g de uma lata mais 37 g da outra lata, 74 g de açúcar ao todo. E quanto a mais do recomendado é essa quantidade?

**E2:** O recomendado continua 25g?

**E7:** Acho que sim, porque é por dia.

**P:** É 25 g, pessoal?

**E5:** É 25 g, 6 colherzinhas de chá.

**P:** Isso! E então?

**E2:** Descobri! 49.

**P:** Ok, mas conta o que você fez.

**E2:** 74 g, das duas latas, menos 25 g, porque é só 25 que seria o certo.

Nesse episódio, destacamos a participação do estudante E2 como representativa do aspecto 8, ao compreender e explicar a solução obtida (*E2: Descobri ! 49 g*), como resultado do que foi realizado e considerado no processo de investigação (*E2: 74 g, das duas latas, menos 25 g, porque é só 25 que seria o certo*), isto é, considerou a quantidade recomendada de açúcar como fixa, para quantidades variáveis de latas do refrigerante.

Ressaltamos que a expressão oral do estudante nesse momento, resultado da compreensão do que estava sendo discutido, foi possível devido à participação dos demais estudantes, principalmente ao afirmarem que a quantidade recomendada continuava sendo 25 g, mesmo que a quantidade de refrigerante fosse maior, o que possibilitou que o estudante E2 continuasse com seu raciocínio na tentativa de determinar a solução. Ou seja, em atividades de Modelagem realizadas no âmbito de um grupo, não há reflexão e resolução que se empreenda sozinho, sem as vozes dos diferentes sujeitos que compartilham da tarefa de investigação.

A atividade de modelagem é uma “atividade essencialmente cooperativa, em que a cooperação e a interação entre os alunos e entre professor e aluno têm um papel importante na construção do conhecimento” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016, p. 32); deste modo, favorece que os estudantes participem mais ativamente e colaborem uns com os outros no processo de compreender a situação e resolver o problema de modelagem, pois se reconhece que:

Além do professor, as interações com as outras crianças contribuem para o avanço do conhecimento. Essa relação funciona como mediação

entre uma criança e outra, sendo ações relevantes como fonte de troca de informações, para a promoção do aprendizado e do desenvolvimento (ALMEIDA; ALVES, 2009, p. 113).

No próximo episódio, destacamos o diálogo estabelecido com os estudantes quando em uma aula seguinte precisamos retomar o modo como calculamos a quantidade de açúcar para diferentes quantidades de latas de refrigerante e o quanto de açúcar estaríamos consumindo a mais do recomendado, se tomássemos aquelas quantidades (expressas em latas e mL). Cabe salientar que os momentos de retomada eram realizados em todos os encontros e de maneira a possibilitar que os estudantes explicassem o que tinham feito no encontro anterior, com o intuito de se situarem acerca da atividade e de situarem os estudantes que não estavam no(s) encontro(s) anterior(es) sobre o que já tinha sido trabalhado.

#### **Episódio 7 – Turma (25 de agosto)**

**E5:** E se fossem 6 latas, profe?

**E4:** Vai dar muito diabete!

**P:** Pessoal! E se fossem 6 latas, como calcularíamos o açúcar total para essa quantidade de refrigerante?

**E4:** Profe e em 2 litros, quanto de açúcar?

**P:** Podemos calcular também! Tenta calcular já.

**E4:** Porque no final de semana, minha mãe compra a de 2 litros. A gente não toma tudo no almoço, mas até de noite não tem mais.

**P:** É, você não toma tudo sozinha, mas toma mais de um copo, não é? [...] Ok, voltando a pergunta do E5, nós sabemos que em 5 latas tem quanto de açúcar?

**E5:** 185 g.

**P:** Bom, então para seis latas, está fácil... o que temos que fazer.

**E5:** 185 mais 37g.

**E4:** Que dá... 222.

**P:** Isso aí, porque já vimos que nessa coluna o que acontece com os valores?

**E4:** Estão aumentando em 37.

**E5:** Ou multiplica 37 pela quantidade de latas, 37 vezes 6 também dá 222.

**P:** Muito bom! E agora, como responder a questão da colega E4 – 2 litros tem quanto de açúcar?

O que dá para usar desse quadro que pode ser útil? Nós calculamos o valor do açúcar para essas quantidades de latas, mas nós também calculamos a capacidade em mL para cada quantidade, vejam.... será que dá para usar alguma coisa daqui?

**E4:** Eu sei que em uma lata tem 350 mL...

**P:** Ok! E como usamos isso?

**E1:** profe quantas mL precisa para dar um litro? 100?

**E7:** Não, é 1000. Tem que ser 1000.

**P:** Sim, nós vamos ter que 1 litro corresponde a 1000 mL, ou podemos pensar que a cada 1000 ml, temos um litro.

**E4:** Ah, nesse quadro tem 2100 mL... então passa de 2 litros.

**E7:** mas, nós podemos usar esse valor.

**P:** Se olharmos, 2000 e 2100 estão próximos.

**E4:** E como a gente fala?

**E5:** que é aproximado?!

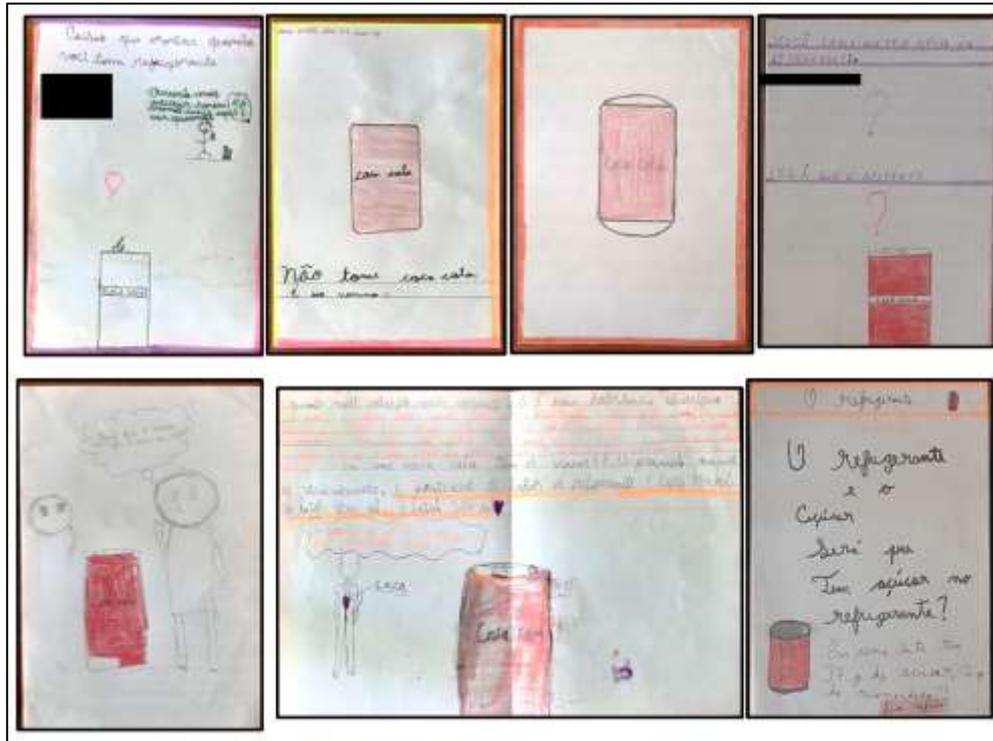
**E7:** É, podemos dizer que tem 222 g, só que é aproximação, seria um pouco menos se fosse para ser certinho, né profe?

**P:** Isso aí, podemos usar 222g como resposta para a quantidade de 2L, é uma aproximação que podemos considerar! E vamos medir quanto é tudo isso, para vocês visualizarem...

Nesse episódio, observamos que o estudante E7 explica como a solução 222 g pode ser considerada plausível à situação, denotando o aspecto sinalizador da AC número 8 (Compreende e explica a solução obtida como resultado do que foi realizado/considerado no processo de investigação). Todavia, compreendemos que embora E7 tenha feito a explicação, isso só foi possível devido a participação dos outros colegas que, de certo modo, confirmaram informações importantes para que o estudante continuasse com o seu raciocínio e sentisse confiança em apresentar a explicação.

Na atividade de elaboração dos panfletos, entendemos que para além de servir como um meio de comunicação e divulgação do que aprenderam com a atividade e o que acreditavam que as pessoas também deveriam saber, serviu, ainda, como um instrumento de avaliação da atividade realizada. A elaboração dos panfletos ocorreu em dois encontros, tendo em vista que os estudantes tiveram um momento para reformulá-los a partir de uma discussão com o grupo.

Deste modo, apresentamos na Figura 9 os panfletos elaborados pelos estudantes e na Figura 10 os panfletos após o momento de reformulação. Passamos, na sequência, a analisar aqueles que, entendemos, evidenciam aspectos sinalizadores do processo de Alfabetização Científica.



**Figura 9:** Panfletos elaborados pelos estudantes  
**Fonte:** autores (2023)



**Figura 10:** Panfletos elaborados pelos estudantes, após momento de reformulação  
**Fonte:** autores (2023)

No que tange ao primeiro momento da elaboração dos panfletos, destacamos dois deles, a começar pelo panfleto elaborado pela estudante E4, destacado no esquema abaixo (Figura 11).

**AS8:** Compreende e explica a solução obtida como resultado do que foi realizado no processo de investigação.

**Aspecto 8**

**AS2:** Utiliza informações que podem ser justificadas para dar suporte a ideias e à investigação, e à validade da solução.

**Aspecto 2**

**AS6:** Utiliza e relaciona as informações obtidas [om a investigação para a compreensão da situação e para solucioná-la.

**Aspecto 6**

**Aspecto 1**

**AS1:** Reflete criticamente sobre a situação com a investigação

1º: Coisas que acontecem quando você toma refrigerante.  
Quanto mais açúcar consumimos, mais açúcar queremos.

2º: O que acontece quando tomamos Coca-Cola?  
Por ter bastante açúcar, nos sentimos "bem" nos primeiros momentos, mas em seguida ao passar esse efeito, nos sentimos cansados, irritados e com fome de mais doces, entrando em um círculo vicioso.  
O que o açúcar pode nos causar se consumido em excesso?  
Ansiedade, depressão, cansaço, irritabilidade, ganho de peso, problemas no coração, problemas de concentração e dificulta a aprendizagem, entre outras coisas.  
Não é que eu to falando para você não tomar refrigerante, mas em poucas quantidades.

3º: Tome em poucas quantidades. Ok.  
Quanto mais colorido, mais corante, que é uma substância cancerígena.

**Figura 11:** Panfleto da estudante E4 (primeiro momento da elaboração)

**Fonte:** autores (2023)

Com a análise local deste panfleto, identificamos quatro dos oito aspectos sinalizadores do processo de Alfabetização Científica em atividades de Modelagem Matemática, elencados no quadro de análise – aspectos 1, 2, 6 e 8.

O aspecto AS1 foi sinalizado três vezes na elaboração da estudante, duas ao se posicionar sobre o consumo do refrigerante, após apresentar os malefícios causados pelo excesso de açúcar que há nele; e a terceira vez, ao enfatizar um efeito do açúcar no organismo advindo do consumo em excesso do mesmo.

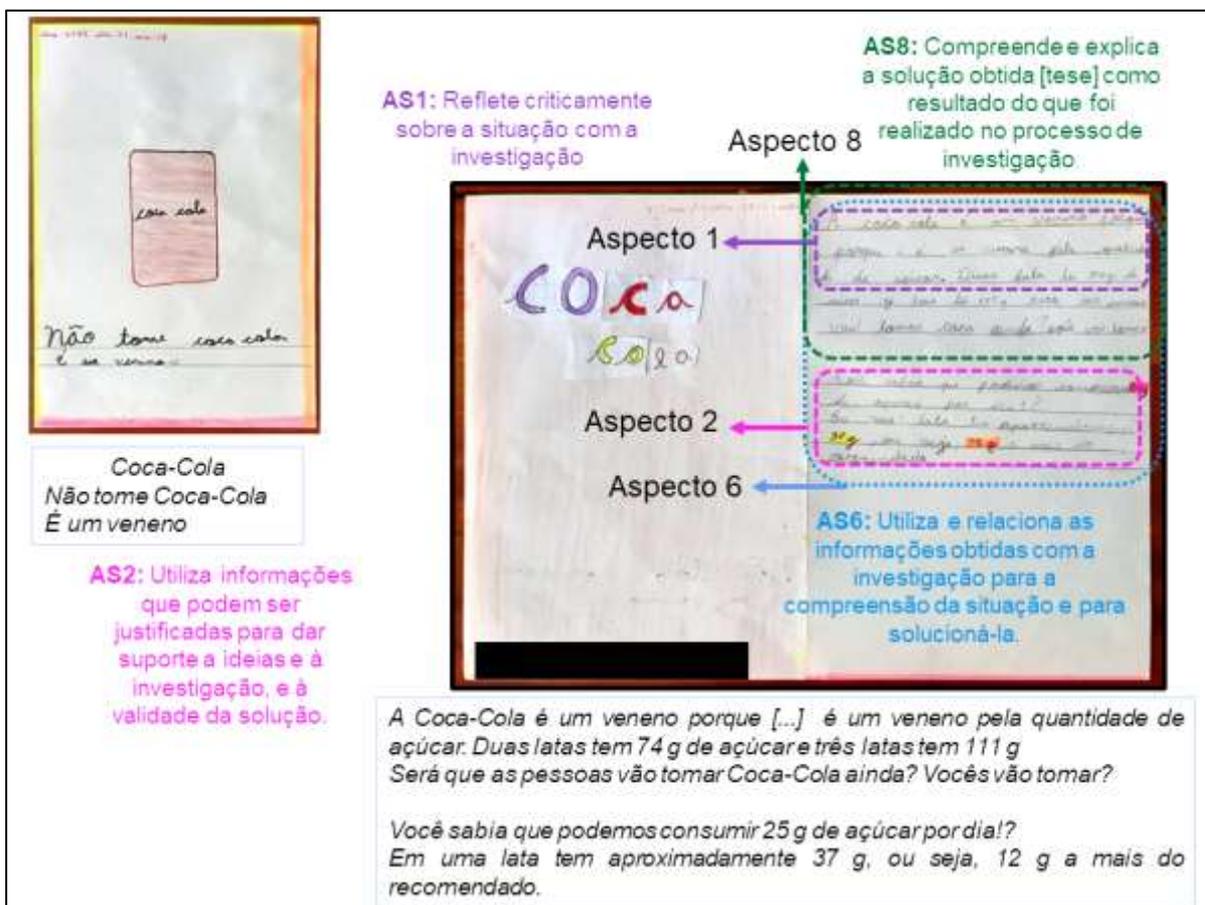
Os aspectos AS6 e AS8, aspectos sinalizadores 6 e 8, foram observados na segunda página do panfleto, no mesmo trecho – *“O que acontece quando tomamos Coca-Cola? Por ter bastante açúcar, nos sentimos “bem” nos primeiros momentos, mas em seguida ao passar esse efeito, nos sentimos cansados, irritados e com fome de mais doces, entrando em um círculo vicioso. O que o açúcar pode nos causar se consumido em excesso? Ansiedade, depressão, cansaço, irritabilidade, ganho de peso, problemas no coração, problemas de concentração e dificulta a aprendizagem, entre outras coisas”*.

Inferimos sobre a ocorrência do aspecto AS6, nesse trecho, devido a estudante utilizar e relacionar as informações discutidas no decorrer da atividade de Modelagem Matemática, para amparar o que quer comunicar – que o açúcar em quantidades exageradas traz prejuízos a nossa saúde.

Quanto ao aspecto AS8, que diz da compreensão e explicação da solução encontrada na atividade, foi destacado no panfleto devido a estudante buscar explicar, com base no que foi estudado, o que acontece em nosso organismo após tomarmos refrigerante, pelo viés do açúcar, que foi a substância que mais enfatizamos. Nesse caso, a situação-problema que podemos evidenciar para o qual foi tecida uma argumentação, foi: *“as coisas que acontecem quando você toma refrigerante”*, como podemos encontrar na primeira página do panfleto da estudante E4.

Em relação ao aspecto AS2, que se relaciona à busca ou utilização de informações que podem ser justificadas para dar suporte à investigação e à validade da solução, identificamos que a estudante utilizou informações que podem ser justificadas e serviram como suporte para validar o que apresentou como solução ao problema. Tais informações são oriundas de pesquisas realizadas na sala de informática e do que foi apresentado durante o projeto.

No panfleto elaborado pela estudante E9 (Figura 12) também destacamos a ocorrência dos aspectos sinalizadores do processo de Alfabetização Científica em Modelagem Matemática de número 1, 2, 6 e 8.



**Figura 12:** Panfleto da estudante E9 (primeiro momento da elaboração)  
**Fonte:** autores (2023)

O aspecto 1 (AS1) foi identificado no trecho “A Coca-Cola é um veneno porque [...] é um veneno pela quantidade de açúcar”. Embora utilize uma expressão que pode ser associada ao senso comum, “Coca-Cola é um veneno”, ela explica o porquê que, para ela, tal afirmação tem sentido, isto é, pela grande quantidade de açúcar que está concentrada nesse refrigerante, o que pode trazer problemas à saúde, conforme estudamos durante o projeto. Identificamos, com isso, o aspecto AS1, pois ela faz uma reflexão sobre o quanto o açúcar em excesso pode nos fazer mal, a ponto de ser comparado a um veneno. Ademais, o uso da palavra veneno, também pode ser compreendido como um recurso utilizado para chamar a atenção, de quem fosse ler seu panfleto, para o fato de que o refrigerante não traz benefícios à saúde.

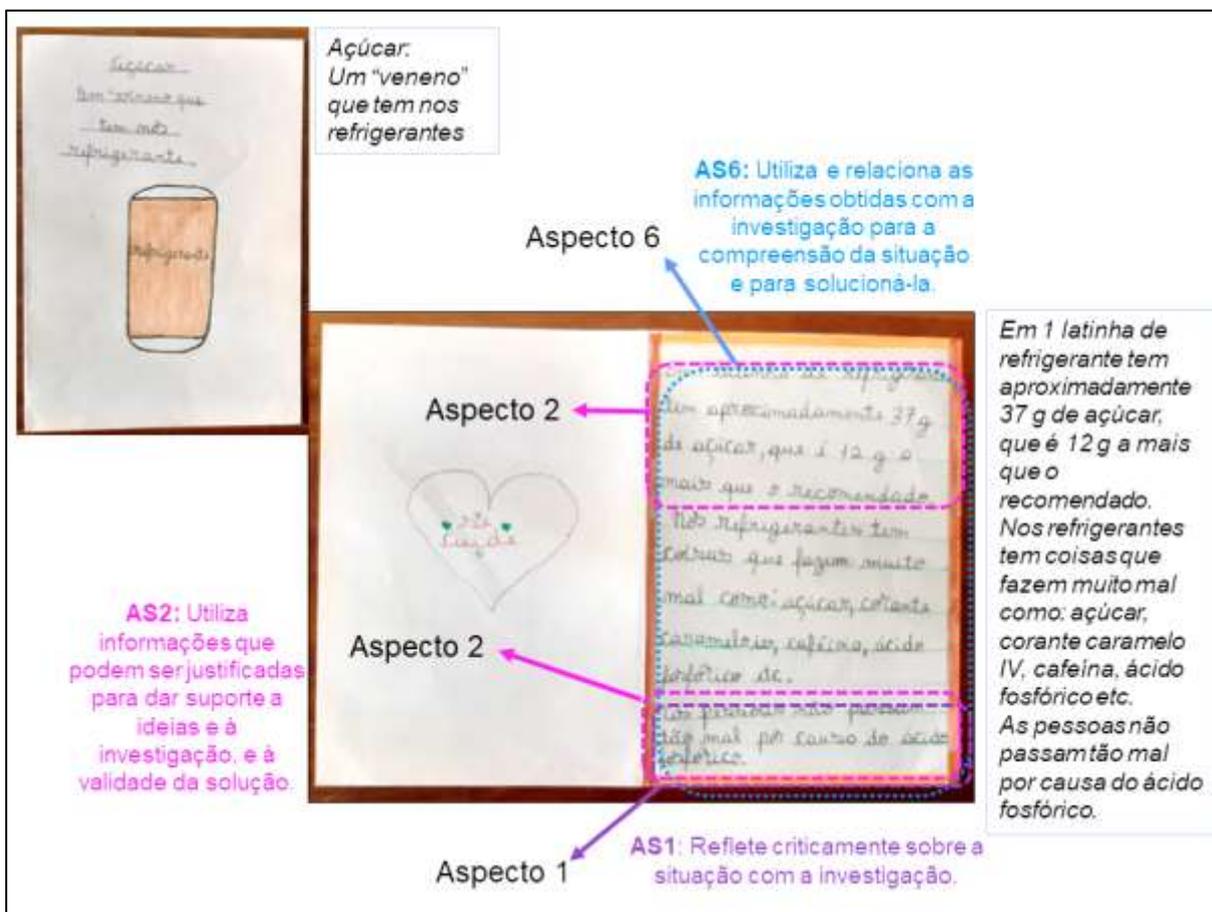
O aspecto AS2 pôde ser observado devido a estudante utilizar a informação da recomendação diária de açúcar atrelada à informação da quantidade de gramas de açúcar em uma lata de refrigerante, bem como o quanto isso ultrapassa a quantidade diária de açúcar recomendada, que são informações possíveis de justificação.

O aspecto AS6 foi identificado no panfleto da estudante quando utilizou e relacionou as informações que foram trabalhadas na atividade de Modelagem, para favorecer e subsidiar a compreensão do porquê escreve que tal refrigerante é um veneno.

O trecho que permite destacar a ocorrência do aspecto AS8 é: *“A Coca-Cola é um veneno porquê [...] é um veneno pela quantidade de açúcar. Duas latas têm 74 g de açúcar e três latas tem 111 g. Será que as pessoas vão tomar Coca-Cola ainda? Vocês vão tomar?”*. Nesse trecho, identificamos que a estudante compreende e explica a solução obtida, isto é, a sua tese de que este refrigerante é prejudicial à saúde, dando destaque para as informações oriundas do processo de desenvolvimento da atividade de Modelagem.

No segundo momento de elaboração dos panfletos, identificado como o de reelaboração, destacamos três construções: da estudante E4 (cuja produção do primeiro momento de elaboração do panfleto também foi analisada acima), da estudante E1 e do estudante E5. Tanto estes panfletos, como os que foram trazidos para análise e tratavam do primeiro momento de elaboração, foram selecionados devido a ser possível identificar uma linha de raciocínio na produção dos estudantes.

Assim, com o panfleto da estudante E1 (Figura 13), destacamos a ocorrência dos aspectos: AS1, AS2 e AS6.



**Figura 13:** Panfleto da estudante E1 (segundo momento da elaboração)

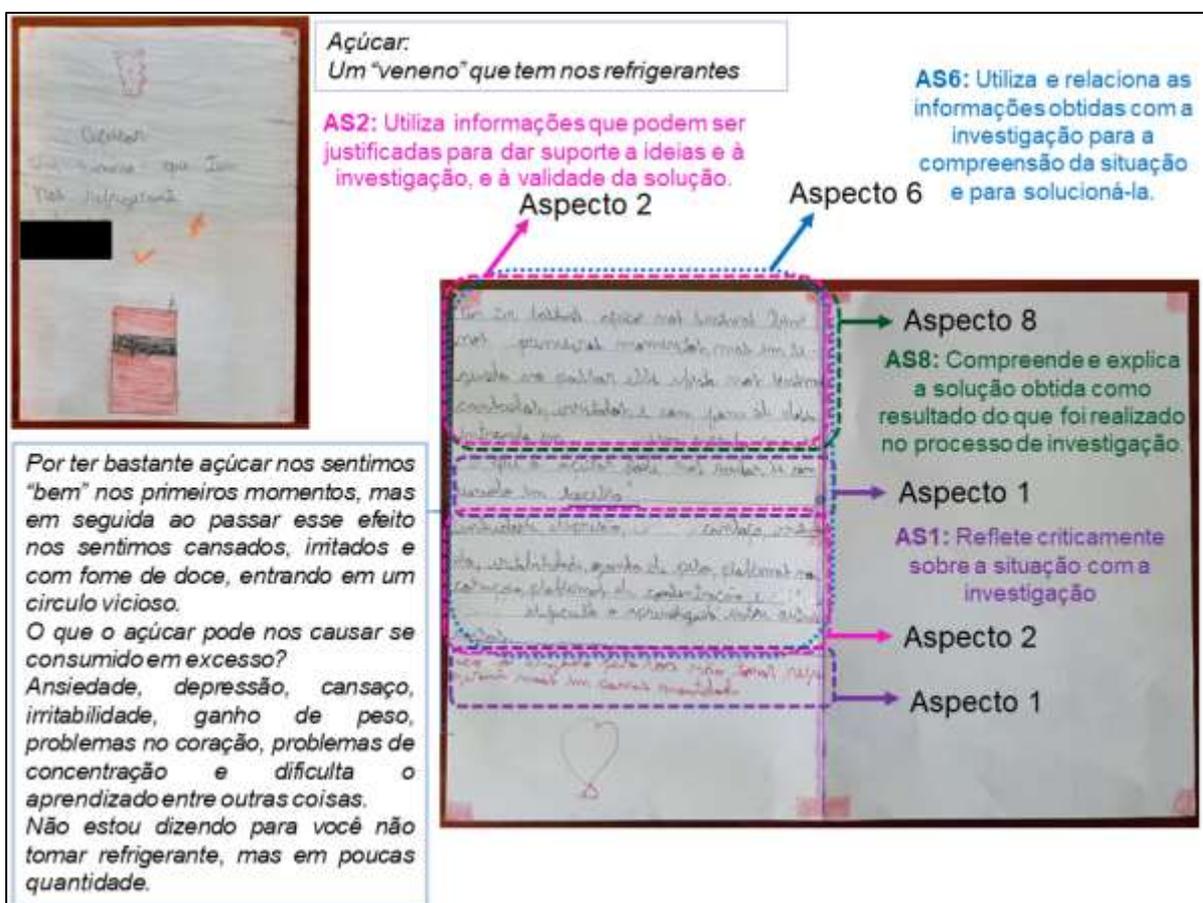
**Fonte:** autores (2023)

AS6 foi identificado em virtude da estudante elencar informações que permitem a compreensão do motivo pelo qual o açúcar no refrigerante pode ser considerado uma substância ruim, no caso, por estar em grande quantidade na bebida, ultrapassando a quantidade diária de açúcar recomendada pela Organização Mundial da Saúde, bem como entender que o refrigerante não deveria ser uma bebida tão apreciada, elencando seus ingredientes e os caracterizando como “*coisas que fazem muito mal*”; e de maneira a sustentar suas inferências, a estudante tenta informar sobre um dos papéis do ácido fosfórico no refrigerante que é o de realçar o sabor, tornando-o favorável ao paladar, impedindo que as pessoas venham a passar mal após tomá-lo, ao melhorar o sabor.

O aspecto AS2 pode ser observado na construção da estudante quando utiliza a informação da quantidade de açúcar presente em uma lata de refrigerante para expor o quanto “a mais” tal quantidade representa em relação à quantidade de açúcar diária recomendada, bem como quando utiliza o componente ácido fosfórico para subsidiar o porquê que as pessoas não passam mal ao consumir refrigerante.

A última frase escrita no folder, “As pessoas não passam tão mal por causa do ácido fosfórico”, nos permite inferir a presença do aspecto AS1, já que expressa uma reflexão crítica sobre a situação investigada, ou sobre características da situação. Nesse sentido, a estudante apresenta uma reflexão de o porquê o refrigerante, apesar de sua composição, ainda ser muito consumido e apreciado pelas pessoas. Relaciona este porquê à presença do ácido fosfórico, que é um acidulante que regula e realça o sabor do refrigerante.

Na sequência, destacamos o panfleto da estudante E4. As informações nesta versão do panfleto se assemelham àquelas do panfleto do primeiro momento. Contudo, neste, a estudante sintetiza algumas informações que deseja apresentar aos leitores e reduz o seu texto, bem como também adota o título “Açúcar: Um “veneno” que tem nos refrigerantes”.



**Figura 14:** Panfleto da estudante E4 (segundo momento da elaboração)  
**Fonte:** autores (2023)

Tal síntese pode ser evidenciada ao compararmos os aspectos 1, identificados na versão anterior, que são: “Não é que eu to falando para você não tomar

refrigerante, mas em poucas quantidades” e “Tome em poucas quantidades. OK”, que de certo modo, carregam a mesma informação e, na última versão, a estudante mantém apenas uma das frases – “Não é que eu to falando para você não tomar refrigerante, mas em poucas quantidades”.

Os demais aspectos, AS2, AS6 e AS8, foram indetificados nos mesmos trechos da primeira versão, devido à estudante manter o seu texto, bem como a formulação interrogativa “O que o açúcar pode nos causar se consumido em excesso?”, indicativa também do aspecto AS1.

O panfleto abaixo (Figura 15) foi elaborado pelo estudante E5. Como nos demais panfletos analisados nesse segundo momento, o estudante também utiliza o título “Açúcar: Um “veneno” que tem nos refrigerantes”. Além disso, assim como nos demais, percebemos a ocorrência dos aspectos AS1, AS2, AS6 e AS8 em seu panfleto.

The image shows a handwritten flyer on a yellow background. At the top left, there is a green box with the title "Açúcar Um 'veneno' que tem nos refrigerantes." Below it, a small drawing of a soft drink can is visible. The main body of the flyer is divided into two columns. The left column contains text about the amount of sugar in a can (37g) and the recommended amount (25g). The right column discusses the health effects of excess sugar, such as mood changes, concentration problems, and chronic diseases. At the bottom, there is a drawing of a spoon and a can of sugar, with the text "25g de açúcar".

Annotations around the flyer identify specific educational aspects:

- Aspecto 2 (AS2):** Utiliza informações que podem ser justificadas para dar suporte a ideias e à investigação, e à validade da solução. (Pointing to the top left section).
- Aspecto 6 (AS6):** Utiliza e relaciona as informações obtidas com a investigação para a compreensão da situação e para solucioná-la. (Pointing to the top right section).
- Aspecto 1 (AS1):** Reflete criticamente sobre a situação com a investigação. (Pointing to the right column text).
- Aspecto 8 (AS8):** Compreende e explica a solução obtida [tese] como resultado do que foi realizado no processo de investigação. (Pointing to the bottom section).

At the bottom of the flyer, there is a printed text box:

Você sabia que em uma lata de refrigerante tem 37 g de açúcar e que o recomendado é 25 g de açúcar por dia? Isso significa que consumimos 12 g a mais.  
 O açúcar em excesso pode nos fazer mal.  
 Podemos ter alteração de humor, problemas de concentração, memória, atenção, afetando nosso aprendizado. Também pode causar problemas cardíacos, diabetes e obesidades.

**Figura 15:** Panfleto do estudante E5 (segundo momento da elaboração)

**Fonte:** autores (2023)

O aspecto 1, AS1, foi identificado na seguinte inferência do estudante: “O açúcar em excesso pode nos fazer mal”. Destacamos, desse modo, que esta frase

abarcava uma reflexão do estudante sobre a temática, sendo ainda uma conclusão que buscávamos que todos os estudantes alcançassem com as atividades desenvolvidas nessa atividade de MM, isto é, que o excesso nos faz mal, e que temos condição de controlar o que consumimos.

O aspecto 6 foi identificado no panfleto do estudante quando relaciona as informações discutidas anteriormente com a atividade de MM, para fortalecer a ideia de que o açúcar em excesso faz mal e que uma lata de refrigerante já faz ultrapassar a quantidade de açúcar recomendada por dia; e além disso, menciona problemas de saúde que podem ser ocasionados pelo consumo em excesso de açúcar.

Diante disso que denotou o aspecto 6, inferimos também a ocorrência do aspecto AS2, pois trouxe informações que podem ser justificadas para dar suporte à validade da solução, ou da tese, que apresentou.

Quanto ao aspecto AS8, a justificativa que nos permite inferir sua ocorrência é a de que o estudante consegue explicar porque infere que o açúcar é um problema, a partir do seu título, devido às informações que trouxe – quantidade de açúcar em uma lata, quantidade de açúcar recomendada (em linguagem natural e por meio de desenho), quantidade de açúcar que ultrapassa a recomendada ao tomar uma lata do tipo do refrigerante estudado e problemas associados ao consumo em excesso de refrigerante.

Os panfletos produzidos pelos alunos no segundo momento de elaboração (Figura 10), conforme pôde ser observado, possuíam o mesmo título: *Açúcar: um “veneno” que tem nos refrigerantes*. A construção dessa frase foi realizada e apresentada pela estudante E9 à turma, em um momento em que conversávamos sobre a importância de um título para o panfleto que fosse convidativo e provocasse interesse nas pessoas de o lerem por completo. Em meio a outras ideias, essa foi a que os estudantes escolheram. Também foi bem acolhida pela professora da turma, a qual possuía bastante influência sobre os seus alunos. Deste modo, sugerimos o uso das aspas afim de relativizar a palavra veneno e, também, que os estudantes explicassem em seus panfletos porque consideravam o açúcar um veneno, o que não aconteceu em todos os casos.

Com a análise local dos panfletos elaborados pelos estudantes, percebemos que foram apresentados e respondidos problemas diferentes daqueles propostos com a atividade inicial de Modelagem Matemática, isto é, que se referiam à quantidade de

açúcar que ultrapassava a quantidade diária recomendada, para diferentes quantidades de latas de refrigerante.

Nesse sentido, a atividade de Modelagem Matemática possibilitou que os estudantes interagissem com várias informações enquanto investigavam a temática “refrigerante e açúcar” e, na dinâmica final, observamos quais relações foram mais marcantes para eles e quais características da situação mereciam, segundo seus critérios, serem de conhecimento das outras pessoas e, portanto, consideradas em seus panfletos.

### 5.1.3 Aspectos Sinalizadores do processo de Alfabetização Científica evidenciados na atividade “Refrigerante e o açúcar”

Tendo em vista o que foi observado e discutido na análise local, nem todos os aspectos sinalizadores do processo de Alfabetização Científica em Modelagem Matemática foram identificados na atividade intitulada “Refrigerante e o açúcar”.

Os aspectos identificados foram: AS1, AS2, AS4, AS6, AS7 e AS8. Ou seja, os aspectos 3 (AS3 – busca ou produz dados significativos para realizar a investigação da situação de forma responsável e organizada) e 5 (AS5 – compreende e reconhece as implicações do avanço do conhecimento científico, a partir da situação estudada, no seu cotidiano e sociedade), não foram identificados com a análise das produções orais e escritas dos estudantes durante a atividade. Ainda, a análise dos diálogos e conversas desenvolvidas durante os encontros e registros no caderno de campo dos estudantes, permitiram-nos evidenciar os demais seis aspectos, porém, nos panfletos, evidenciamos a ocorrência de apenas quatro deles: AS1, AS2, AS6 e AS8.

O aspecto AS1 foi observado quando os estudantes manifestaram uma ação de reflexão sobre a atividade ou sobre aspectos a ela relacionados que advinham de um pensamento mais elaborado, mesmo que, às vezes, não viesse acompanhada de uma fundamentação pautada em saberes científicos ou, ainda, explicitamente formulada, mas que denotasse a busca por uma compreensão que fosse além do senso comum de algum modo.

Diante disso, destacamos que este aspecto foi mais evidenciado no momento em que os estudantes se inteiravam acerca da situação e novas informações eram acrescentadas ao estudo, possibilitando que questionassem e buscassem compreender o que estavam estudando, de modo relacionado às suas vivências e à

acontecimentos da vida diária, já que se tratava de um tema familiar, e logo “já traziam consigo uma série de concepções e saberes oriundos do cotidiano e suas vivências” (RODRIGUES, *et al.*, 2020, p.97).

Assim, a configuração da atividade desenvolvida permitiu aos estudantes refletirem sobre o tema considerando o conhecimento que possuíam e que advinham de suas experiências escolares e não escolares, permitindo-os ampliarem suas conceituações sobre o açúcar, sobre o refrigerante, sobre a cafeína e conhecerem novos termos como ácido fosfórico e sua função no refrigerante, que se relaciona ao que Silva e Fuzinato (2022) e Lorenzetti (2000) destacam sobre compreender o seu entorno e ampliar seu universo de conhecimentos, ao descreverem sobre a AC e o processo de tornar-se alfabetizado cientificamente.

Nos panfletos, este aspecto foi identificado quando os estudantes manifestavam uma posição que decorria do processo investigativo. No Quadro 8, agrupamos as ocorrências deste aspecto na atividade e sinalizamos qual o momento da atividade de Modelagem Matemática em que este ocorreu.

<b>Aspecto AS1 - Relação de ocorrências na atividade</b>		
<b>AS1</b>	<b>Reflete criticamente sobre a situação estudada e à aspectos a ela relacionados, com a investigação.</b>	<b>Momento da atividade em que ocorreu</b>
<i>Falas dos estudantes</i>		
Episódio 1	E5: Porque tem açúcar?!	Inteiração e problematização do tema
Episódio 1	E7: O açúcar vicia.	
Episódio 3	E1: Profe, não tem como fazer sem açúcar? [...] Zero açúcar? Ah, tem ... e então?	Inteiração e problematização do tema
Episódio 4	E4: Profe eu tomo quando vou na casa do meu vô, no domingo, e é dia de churrasco, obviamente tem refrigerante, porque eu tomo e não acontece nada comigo?	Inteiração e problematização do tema
<i>Panfletos do primeiro momento de elaboração</i>		
Figura 11 (panfleto - E4)	Quanto mais açúcar consumimos, mais açúcar queremos.	Elaboração de produto para a comunicação e divulgação de informações e relações possibilitadas com a atividade
	Não é que eu to falando para você não tomar refrigerante, mas em poucas quantidades.	
	Tome em poucas quantidades.	
Figura 12 (panfleto - E9)	A Coca-Cola é um veneno porque [...] é um veneno pela quantidade de açúcar”	
<i>Panfletos do segundo momento de elaboração</i>		
Figura 13 (panfleto - E1)	As pessoas não passam tão mal por causa do ácido fosfórico.	Elaboração de produto para a comunicação e divulgação de informações e relações possibilitadas com a atividade
Figura 14 (panfleto - E4)	O que o açúcar pode nos causar se consumido em excesso?	
	Não é que eu to falando para você não tomar refrigerante, mas em poucas quantidades.	
Figura 15 (panfleto - E5)	O açúcar em excesso pode nos fazer mal.	

**Quadro 8:** Relação de ocorrências do aspecto AS1 na atividade "Refrigerante e o açúcar"

**Fonte:** autores (2023)

Assim, com a análise dos panfletos, percebemos que a atividade favoreceu aos estudantes compreenderem o refrigerante e o açúcar com outro olhar, um olhar mais atento e crítico com relação ao consumo em excesso de bebidas açucaradas, como o refrigerante, e a manutenção da própria saúde. Ou seja, além de compreenderem o quão intensa é a presença do açúcar no refrigerante, também viram a necessidade de mudança de hábitos para não prejudicarem a saúde, como pode ser visto pelas frases “E4: Quanto mais açúcar consumimos, mais açúcar queremos”; “E4: Não é que estou falando para você não tomar refrigerante, mas tome em poucas quantidades”; “E5: o açúcar em excesso pode nos fazer mal”, “E1: As pessoas não passam tão mal por causa do ácido fosfórico”.

O aspecto AS2 – Busca ou utiliza informações que podem ser justificadas para dar suporte a ideias e à investigação, e à validade da solução, apareceu uma única

vez na análise de diálogos estabelecidos com e pelos estudantes na atividade. Todavia, ao olharmos para os panfletos, foi possível identificar a presença desse aspecto nos cinco panfletos analisados. No Quadro 9, elencamos as ocorrências desse aspecto na atividade.

Durante o momento de inteiração e problematização do assunto da atividade, o estudante E7, diante da indagação da colega E4, sobre nunca passar mal tomando refrigerante, tendo em vista que discutimos a ocorrência de algumas doenças atreladas ao consumo do refrigerante e do açúcar, respondeu que, isso aconteceria por causa da presença do ácido fosfórico, ao entender que esse era um componente responsável por tornar a bebida saborosa ao nosso paladar, mesmo com uma grande quantidade de açúcar.

Nesse sentido, sinalizamos a participação do estudante como indicativa do processo de Alfabetização Científica por relacionar informações de teor científico e utilizá-la, aplicá-la, para dar suporte ao pensamento da colega. Ou seja, o estudante E7, ao compreender a função do ácido fosfórico no refrigerante, aplicou-a em uma situação da vida prática – seu apreço pelo gosto do refrigerante – com o intuito de explicá-la, uma ação que, conforme Lorenzetti e Delizoicov (2001), sinalizam o processo de AC.

<b>Aspecto AS2 - Relação de ocorrências na atividade</b>		
<b>AS2</b>	<b>Busca ou utiliza informações que podem ser justificadas para dar suporte a ideias e à investigação, e à validade da solução</b>	<b>Momento da atividade em que ocorreu</b>
<i>Falas dos estudantes</i>		
Episódio 4	E7: Ácido fosfórico.	Inteiração e problematização do tema
<i>Panfletos do primeiro momento da elaboração</i>		
Figura 11 (panfleto - E4)	Por ter bastante açúcar nos sentimos “bem” nos primeiros momentos, mas em seguida ao passar esse efeito nos sentimos cansados, irritados e com fome de doce, entrando em um círculo vicioso.	Elaboração de produto para a comunicação e divulgação de informações e relações possibilitadas com a atividade
	Ansiedade, depressão, cansaço, irritabilidade, ganho de peso, problemas no coração, problemas de concentração e dificuldade de aprendizado entre outras coisas.	
Figura 12 (panfleto - E9)	Você sabia que podemos consumir 25 g de açúcar por dia!? Em uma lata tem aproximadamente 37 g, ou seja, 12 g a mais do recomendado.	
<i>Panfletos do segundo momento da elaboração</i>		
Figura 14 (panfleto - E4)	Por ter bastante açúcar nos sentimos “bem” nos primeiros momentos, mas em seguida ao passar esse efeito nos sentimos cansados, irritados e com fome de doce, entrando em um círculo vicioso.	Elaboração de produto para a comunicação e divulgação de informações e relações possibilitadas com a atividade
	Ansiedade, depressão, cansaço, irritabilidade, ganho de peso, problemas no coração, problemas de concentração e dificuldade de aprendizado entre outras coisas.	
Figura 13 (panfleto - E1)	Em 1 latinha de refrigerante tem aproximadamente 37 g de açúcar, que é 12 g a mais que o recomendado.	
	As pessoas não passam tão mal por causa do ácido fosfórico.	
Figura 15 (panfleto - E5)	Você sabia que em uma lata de refrigerante tem 37 g de açúcar e que o recomendado é 25 g de açúcar por dia? Isso significa que consumimos 12 g a mais	
	O açúcar em excesso pode nos fazer mal. Podemos ter alteração de humor, problemas de concentração, memória, atenção, afetando nosso aprendizado. Também pode causar problemas cardíacos, diabetes e obesidades.	

**Quadro 9:** Relação de ocorrências do aspecto AS2 na atividade “Refrigerante e o açúcar”  
**Fonte:** autores (2023)

Inferimos que um motivo para o aspecto AS2 ser observado apenas uma vez durante as colocações orais dos estudantes e em todos os panfletos destacados, seja devido aos estudantes, na primeira situação, ainda estarem assimilando as informações discutidas nos encontros e, na segunda (elaboração dos panfletos), já terem mais condições de articular as informações trabalhadas, tendo em vista que anteriormente à elaboração dos panfletos, discutiram e levantaram informações sobre os efeitos do açúcar no organismo, os problemas de saúde associados ao consumo

em excesso de açúcar, por exemplo, e que foram informações que destacaram em suas elaborações.

O aspecto AS4 – compreende/seleciona/organiza informações relevantes para a realização da investigação – foi destacado no Episódio 5, quando discutíamos coletivamente como resolver parte do problema de Modelagem proposto. Assim, destacamos a participação do estudante E2 como indicativa desse aspecto ao compreender e organizar informações relevantes para a realização da investigação (Quadro 10).

Aspecto AS4 - Relação de ocorrências na atividade		
AS4	Compreende/Seleciona/Organiza informações relevantes para a realização da investigação	Momento da atividade em que ocorreu
<i>Falas dos estudantes</i>		
Episódio 5	<p>P: E então, como responder à pergunta?  A4: 10.  <b>E2: 12!</b>  P: E como que você fez?  <b>E2: Fui somando.</b>  P: Como?  <b>E2: Do 25, de um em um, até chegar no 37.</b>  P: É uma estratégia. Teria outra maneira? [...] Pensem.  P: Olhem, se tomarmos uma lata de refrigerante que tem 37g de açúcar, e sabemos que a quantidade de açúcar recomendada para cada dia é 25g, estamos ingerindo açúcar a mais ou ainda não?  Alguns alunos: a mais.  P: E como podemos descobrir esse "a mais"?  E7: Mais.  P: Será? Somar? Somar o que?  [...]  <b>E2: 25 mais 12!</b>  P: E como descobrimos esse 12?  <b>E2: 37 menos 25.</b>  P: Isso! 37 g menos 25 g é 12 g! Então, isso significa o que?  <b>E2: Que a gente está tomando 12 a mais.</b></p>	Momento de resolução do problema de modelagem

**Quadro 10:** Relação de ocorrência do aspecto AS4 na atividade “Refrigerante e o açúcar”  
**Fonte:** autores (2023)

Em uma atividade de Modelagem, o momento de resolução é caracterizado como aquele em que se realiza a seleção de variáveis que auxiliarão na busca por uma solução para o problema e pelo uso de ferramentas matemáticas que se tem disponível para isso. Assim, pode ser caracterizada como uma “fase na qual o aluno representa matematicamente o problema e o resolve utilizando conhecimentos matemáticos já adquiridos ou construindo novos” (KMITA; CASTRO; VERONEZ, 2018, p. 2).

Nesse caso, os estudantes já podiam utilizar a operação de subtração como ferramenta de comparação entre as quantidades de 37 g de açúcar do refrigerante com a quantidade de 25 g de açúcar diária recomendada. Todavia, o que se evidenciou é que a subtração, para esse caso, não foi realizada ou os alunos tiveram dificuldades para expressá-la.

A partir do Episódio 5, elencado nesse quadro (Quadro 10), observamos que os estudantes, com a mediação da professora pesquisadora, estão buscando compreender o problema (a fim de resolvê-lo) por meio da Matemática, isto é, realizam esta ação fundamentados na interpretação matemática que estão desenvolvendo para o problema.

Essa estruturação vem a ser “mediada por conhecimentos e habilidades que levam à identificação de regularidades e relações até então desconhecidas” que caracterizam ações de matematização, conforme Almeida, Silva e Vertuan (2016).

Quando o estudante realiza ações desse tipo, referentes à compreensão e à organização de informações para responder a uma situação, de acordo com Sassseron (2008), temos indícios de que o processo de Alfabetização Científica está em desenvolvimento, e tais ações relacionam-se, em específico, às “bases por meio das quais se compreende um assunto ou situação” (SASSERON, 2008, p. 67).

O aspecto AS6 – utiliza e relaciona as informações obtidas para compreender a situação e o problema, e também para solucioná-lo – foi observado em três episódios de falas dos estudantes (Episódios 2, 3 e 5) e em todos os panfletos elaborados pelos alunos que foram destacados na análise. No Quadro 11, agrupamos as ocorrências deste aspecto na atividade e sinalizamos em qual momento da atividade de Modelagem ocorreu.

Aspecto AS6 - Relação de ocorrências na atividade		
AS6	Utiliza e relaciona as informações obtidas para compreender a situação e o problema, e também para solucioná-lo.	Momento da atividade em que ocorreu
<i>Falas dos estudantes</i>		
Episódio 2	E4: Então é boa? E5: Como no <i>Monster</i> ?	Inteiração e problematização do tema
Episódio 3	E1: Profe, não tem como fazer sem açúcar? [...] Zero açúcar? Ah, tem ... e então?	Inteiração e problematização do tema
Episódio 5	<p>P: O que nós sabemos sobre isso? E5: Que na lata tem 37 gramas. P: E algo mais? E7: tem 350 ml. P: Mas e sobre a quantidade que é recomendada? E5: Aah, seis colheres. P: O quanto isso equivale em gramas? E4: 25 gramas. P: E então, como responder à pergunta? A4: 10. <b>E2: 12!</b> P: E como que você fez? <b>E2: Fui somando.</b> P: Como? <b>E2: Do 25, de um em um, até chegar no 37.</b> P: É uma estratégia. Teria outra maneira? [...] Pensem. P: Olhem, se tomarmos uma lata de refrigerante que tem 37 g de açúcar, e sabemos que a quantidade de açúcar recomendada para cada dia é 25 g, estamos ingerindo açúcar a mais ou ainda não? Alguns alunos: a mais. P: E como podemos descobrir esse "a mais"? E7: Mais. P: Será? Somar? Somar o que? [...] <b>E2: 25 mais 12!</b> P: E como descobrimos esse 12? <b>E2: 37 menos 25.</b> P: Issol! 37 g menos 25 g é 12 g! Então, isso significa o que? <b>E2: Que a gente está tomando 12 a mais.</b></p>	Resolução do problema

**Quadro 11:** Relação de ocorrência do aspecto AS6 na atividade “Refrigerante e o açúcar”  
**Fonte:** autores (2023)

Nos episódios 2 e 3, esse aspecto foi evidenciado quando os estudantes se inteiravam sobre o tema e o problematizavam, mais especificamente quando relacionavam as informações obtidas com a investigação para compreender a situação trabalhada.

Já o Episódio 5 descreve o momento em que discutimos a resolução do problema de Modelagem. O aspecto AS6 foi identificado com as falas do estudante

E2 destacadas em azul. Nesse caso, porém, destacamos a ocorrência do aspecto por completo, isto é, o estudante utiliza e relaciona as informações obtidas para compreender a situação e o problema e também para solucioná-lo.

Com relação a análise dos panfletos, o aspecto AS6 foi observado em todos os panfletos analisados, o que de fato era esperado, devido a natureza desse gênero textual que é apresentar e divulgar informações sobre produtos ou serviços, com objetivo de incentivar seu leitor a adquiri-los, ou divulgar ideias e opiniões, com a intenção de mudar o comportamento de seu leitor (ARMAZEM DE TEXTO, 2020).

Assim, diante do objetivo de elaborar os panfletos, a utilização de informações, para subsidiar suas inferências ou o que gostariam de destacar, era necessária para dar credibilidade e isso ocorreu de maneira espontânea.

No Quadro 12, destacamos as ocorrências desse aspecto nos panfletos elaborados pelos estudantes. Ressaltamos, porém, que não repetimos a descrição da estudante E4 em sua segunda elaboração para o panfleto apresentado na Figura 14, devido a ser a mesma que é descrita no panfleto associado à Figura 11.

Com relação ao texto que os estudantes elaboraram em seus panfletos e que denotavam o aspecto 6, observamos que, em sua maioria, os estudantes utilizavam relações e informações numéricas para subsidiar a mensagem (Figura 12 - panfleto da estudante E9, Figura 13 – panfleto da estudante E1, Figura 15 – panfleto do estudante E5), isto é, fizeram uso da Matemática para comunicar relações e ideias que foram trabalhadas, demonstrando a necessidade de utilizar conhecimentos matemáticos como meio para compreender (a problemática do açúcar no refrigerante) e atuar no mundo (divulgar conhecimento para as pessoas) (BRASIL, 2017).

<b>Aspecto AS6 - Relação de ocorrências na atividade</b>		
<b>AS6</b>	<b>Utiliza e relaciona as informações obtidas para compreender a situação e o problema, e também para solucioná-lo.</b>	<b>Momento da atividade em que ocorreu</b>
<i>Panfletos do primeiro momento da elaboração</i>		
Figura 11 (panfleto - E4)	<p>O que acontece quando tomamos Coca-Cola? Por ter bastante açúcar, nos sentimos “bem” nos primeiros momentos, mas em seguida ao passar esse efeito, nos sentimos cansados, irritados e com fome de mais doces, entrando em um círculo vicioso.</p> <p>O que o açúcar pode nos causar se consumido em excesso? Ansiedade, depressão, cansaço, irritabilidade, ganho de peso, problemas no coração, problemas de concentração e dificulta a aprendizagem, entre outras coisas. Não é que eu to falando para você não tomar refrigerante, mas em poucas quantidades.</p>	Elaboração de produto para a comunicação e divulgação de informações e relações possibilitadas com a atividade
Figura 12 (panfleto - E9)	<p>A Coca-Cola é um veneno porque [...] é um veneno pela quantidade de açúcar. Duas latas tem 74 g de açúcar e três latas tem 111 g Será que as pessoas vão tomar Coca-Cola ainda? Vocês vão tomar?</p> <p>Você sabia que podemos consumir 25 g de açúcar por dia! Em uma lata tem aproximadamente 37 g, ou seja, 12 g a mais do recomendado.</p>	
<i>Panfletos do segundo momento de elaboração</i>		
Figura 13 (panfleto - E1)	<p>Em 1 latinha de refrigerante tem aproximadamente 37 g de açúcar, que é 12 g a mais que o recomendado. Nos refrigerantes tem coisas que fazem muito mal como: açúcar, corante caramelo IV, cafeína, ácido fosfórico etc. As pessoas não passam tão mal por causa do ácido fosfórico.</p>	Elaboração de produto para a comunicação e divulgação de informações e relações possibilitadas com a atividade
Figura 15 (panfleto - E5)	<p>Você sabia que em uma lata de refrigerante tem 37 g de açúcar e que o recomendado é 25 g de açúcar por dia? Isso significa que consumimos 12 g a mais. O açúcar em excesso pode nos fazer mal Podemos ter alteração de humor, problemas de concentração, memória, atenção, afetando nosso aprendizado. Também pode causar problemas cardíacos, diabetes e obesidades.</p>	

**Quadro 12:** Relação de ocorrência de AS6 na atividade “Refrigerante e o açúcar” - Panfletos  
**Fonte:** autores (2023)

Com relação ao aspecto AS7 – Elabora perguntas ou hipóteses para a compreensão/resolução da situação/problema, geradores da investigação – este foi identificado apenas nas produções orais dos estudantes, como é apresentado no Quadro 13.

AS7 - Relação de ocorrências na atividade		
AS7	Elabora perguntas ou hipóteses para a compreensão/resolução da situação/problema, geradores da investigação	Momento da atividade em que ocorreu
<i>Falas dos estudantes</i>		
Episódio 2	E4: Então é boa?	Inteiração e problematização do tema
Episódio 3	E1: Profe, não tem como fazer sem açúcar? [...] Zero açúcar? Ah, tem ... e então?	Inteiração e problematização do tema
Episódio 4	E4: Profe eu tomo quando vou na casa do meu vô, no domingo, e é dia de churrasco, obviamente tem refrigerante, porque eu tomo e não acontece nada comigo?	Inteiração e problematização do tema

**Quadro 13:** Relação de ocorrência do aspecto AS7 na atividade “Refrigerante e o açúcar”  
**Fonte:** autores (2023)

A formulação de perguntas ou hipóteses é uma ação necessária para avançar no conhecimento de uma situação e também para viabilizar a resolução de um problema atrelado a ela. De acordo com Sasseron (2008, p.68), ações desta natureza apontam “instantes em que são alçadas suposições acerca de um certo tema” que podem ser perguntas ou mesmo afirmações (SASSERON, 2008).

Em atividades de Modelagem Matemática tal como essa, a ação de formular hipóteses é importante para seleção de informações viáveis à compreensão e resolução da situação e, embora possam ocorrer desde o início da atividade, é na fase de matematização (que abrange o processo de compreensão, transição, tradução da situação em termos de um problema matemático) que, comumente, são destacadas ações de seleção de variáveis, de levantamento de hipóteses e da simplificação das informações obtidas (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016).

Na atividade realizada, as falas dos estudantes representantes do aspecto AS7 (Quadro 13), sinalizam a ocorrência de ações de formulação de perguntas e hipóteses importantes para a compreensão da situação e decorrentes do envolvimento das estudantes em um momento da atividade em que o(s) problema(s) de modelagem vinculado(s) à situação estava(m) em via de serem proposto(s).

O aspecto AS8, por sua vez, foi evidenciado durante dois episódios de fala (Episódios 6 e 7) e nos panfletos produzidos pelos estudantes (Figuras 11, 12, 14 e 15) – Quadro 14.

<b>AS8 - Relação de ocorrências na atividade</b>		
<b>AS8</b>	<b>Compreende e explica a solução obtida como resultado do que foi realizado/considerado no processo de investigação</b>	<b>Momento da atividade em que ocorreu</b>
<i>Falas dos estudantes</i>		
Episódio 6	<b>E2: Descobri! 49.</b> P: Ok, mas conta o que você fez. <b>E2: 74 g, das duas latas, menos 25 g, porque é só 25 que seria o certo.</b>	Resolução do problema
Episódio 7	E7: É, podemos dizer que tem 222 g, só que é aproximação, seria um pouco menos se fosse para ser certinho, né profe?	Resolução do problema
<i>Panfletos do primeiro momento da elaboração</i>		
Figura 11 (panfleto - E4)	O que acontece quando tomamos Coca-Cola? Por ter bastante açúcar, nos sentimos “bem” nos primeiros momentos, mas em seguida ao passar esse efeito, nos sentimos cansados, irritados e com fome de mais doces, entrando em um círculo vicioso.	Elaboração de produto para a comunicação e divulgação de informações e relações possibilitadas com a atividade
Figura 12 (panfleto - E9)	A Coca-Cola é um veneno porque [...] é um veneno pela quantidade de açúcar. Duas latas tem 74 g de açúcar e três latas tem 111 g.	
<i>Panfletos do segundo momento da elaboração</i>		
Figura 15 (panfleto - E5)	Você sabia que em uma lata de refrigerante tem 37 g de açúcar e que o recomendado é 25 g de açúcar por dia? Isso significa que consumimos 12 g a mais. O açúcar em excesso pode nos fazer mal Podemos ter alteração de humor, problemas de concentração, memória, atenção, afetando nosso aprendizado. Também pode causar problemas cardíacos, diabetes e obesidades.	Elaboração de produto para a comunicação e divulgação de informações e relações possibilitadas com a atividade

**Quadro 14:** Relação de ocorrências do aspecto AS8 na atividade “Refrigerante e o açúcar”

**Fonte:** autores (2023)

A explicação das soluções, pelos estudantes, e apresentadas pelos episódios de falas, decorrem de um momento específico da atividade de Modelagem Matemática que é a resolução, momento em que os estudantes utilizam conhecimentos matemáticos para obter uma solução para o problema (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016). Além disso, ao explicarem as soluções (E2 - Episódio 6; E7 – Episódio 7, Quadro 14), os estudantes acabam realizando uma espécie de validação da solução encontrada, o que caracteriza um momento importante da atividade de Modelagem Matemática – pois além de indicar se a solução encontrada é satisfatória,

favorece a capacidade de avaliação e de análise dos estudantes quanto ao processo de modelagem (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016).

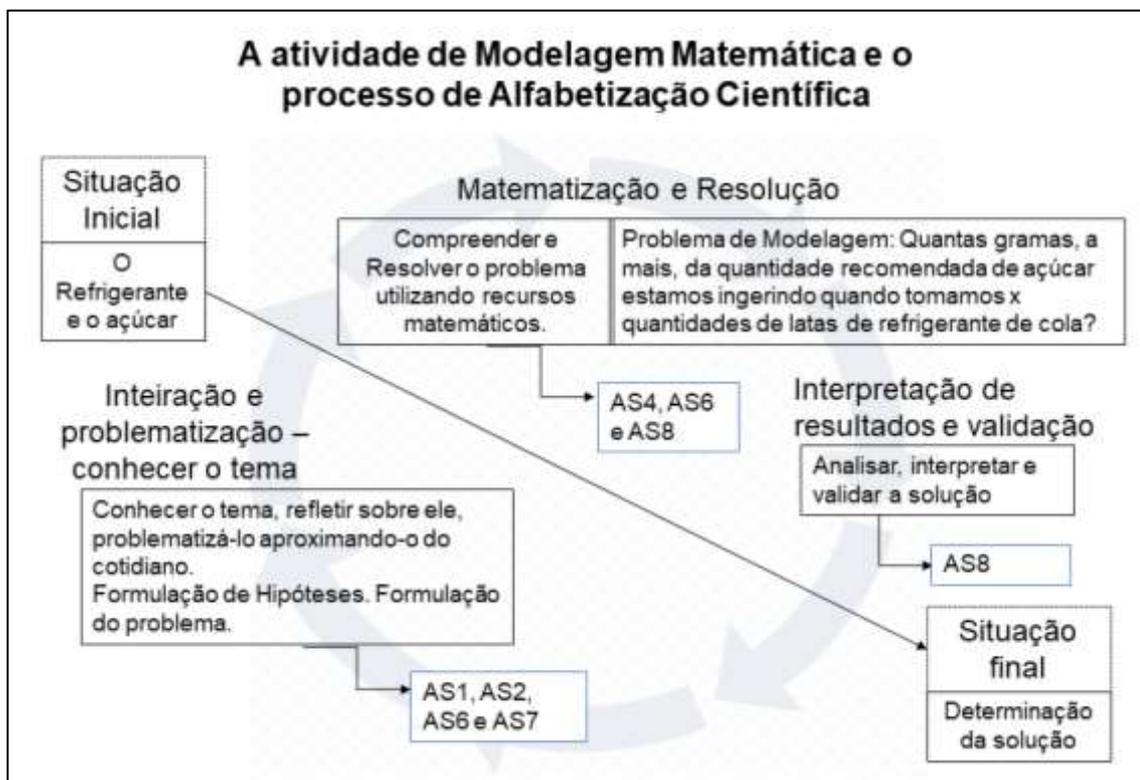
Ao analisar as produções orais dos estudantes, percebemos que eles buscam justificar suas soluções: o estudante E2 (no Episódio 6) explica que sua resolução está correta, devido a quantidade de 25 g se manter fixa mesmo para duas latas de refrigerante, pois 25 g é uma quantidade que não depende da quantidade de latas de refrigerante; o estudante E7, explica que a solução de 222 g de açúcar para 2 litros de refrigerante é aceitável, considerando-a como uma aproximação, e que utilizar este recurso não inviabilizaria a solução ou processo que usaram para determinar esse valor como resposta.

Com a análise dos panfletos, percebemos que a identificação do aspecto AS8 decorreu da identificação dos problemas que os estudantes formularam como potencial recurso para comunicar o consumo em excesso do refrigerante e, conseqüentemente, de açúcar. Desta maneira, identificamos que a formulação dos problemas e a estruturação de suas soluções englobaram, quase que integralmente, as informações que foram trabalhadas e discutidas em momentos anteriores à formulação dos panfletos.

Esse aspecto sinalizador do processo de Alfabetização Científica foi identificado com maior intensidade, nesse momento da atividade, devido a caracterizar-se como um momento em que tinham mais espaço para expor suas interpretações após os momentos de conversa e aprofundamento em sala.

Assim, com a análise desta atividade de Modelagem, embora nem todos os aspectos descritos no Quadro 5 tenham sido identificados, inferimos que a atividade tenha contribuído com o processo de Alfabetização Científica dos estudantes pela ocorrência de seis aspectos (AS1, AS2, AS4, AS6, AS7 e AS8). Conforme afirmam Sasseron e Carvalho (2008, p. 73), “atividades que, em sala de aula, permitam as argumentações entre alunos e professor em diferentes momentos da investigação e do trabalho envolvido” (SASSERON; CARVALHO, 2008, p. 73) são atividades capazes de levar os estudantes a iniciarem o processo de Alfabetização Científica.

Assim, considerando o que foi exposto nesta análise específica, formulamos um esquema representativo dos aspectos sinalizadores do processo de Alfabetização Científica na atividade de Modelagem Matemática “Refrigerante e o açúcar”, com relação aos momentos da Modelagem.



**Figura 16:** Esquema representativo dos AS analisados com a atividade de MM “Refrigerante e o açúcar”

**Fonte:** autores (2023)

Esses aspectos sinalizadores foram construídos mediante interpretação de confluências entre o fazer em uma atividade de Modelagem e os comportamentos, ou ações, que se espera observar no estudante que está em processo de Alfabetização Científica.

Assim, representamos, com o esquema, que em todos os momentos da atividade de Modelagem os estudantes realizam ações que são indicativas dos aspectos estabelecidos para considerar o processo de AC, embora nem todos sejam alcançados com o desenvolvimento da mesma.

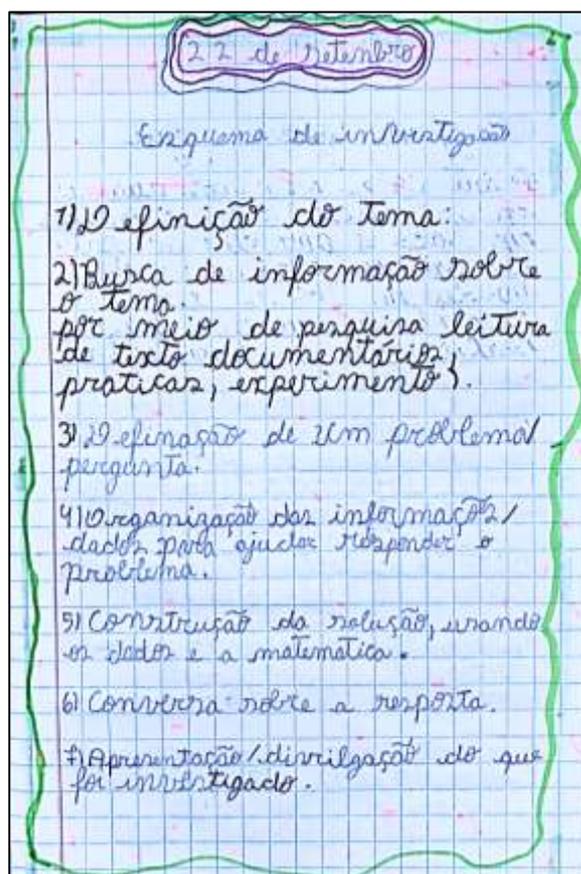
Sasseron e Carvalho (2008, p. 4), ponderam que a AC não será completamente alcançada em aulas do Ensino Fundamental, pois “é um processo em constante construção, apesar disso é possível almejá-la e buscar desenvolver certas habilidades entre os alunos”. Nesse sentido, podemos vislumbrar, até o presente momento da construção dessa dissertação e mesmo antes de realizar os próximos encaminhamentos que, a princípio, o trabalho com a Modelagem Matemática tem condições de contribuir com o processo de Alfabetização Científica dos estudantes.

## 5.2 As investigações empreendidas por escolha dos estudantes no projeto de Iniciação Científica Júnior

Após o desenvolvimento de quatro atividades de Modelagem, iniciamos o segundo momento do projeto – a realização de investigações com e em Modelagem a partir de temas escolhidos pelos próprios estudantes, sob orientação da professora pesquisadora.

Para tanto, primeiramente, realizamos uma roda de conversa para retomarmos as atividades e refletirmos sobre como foram desenvolvidas e quais as ações empreendidas nas investigações, bem como o que fazíamos depois de resolvê-las.

Esta ação levou à formulação de um esquema de investigação para as atividades que desenvolvemos no projeto de IC e que, por conseguinte, auxiliaria os estudantes na realização de suas próprias investigações. Na figura abaixo, trazemos um registro do que foi pontuado, com a participação dos estudantes, resultando neste esquema:



**Figura 17:** Registro do caderno de campo da estudante E10 com o Esquema de investigação.  
**Fonte:** autores (2023)

Em seguida, organizamos um momento para os estudantes pensarem, juntos,

em temas que os interessassem. Os temas pontuados pelos estudantes foram agrupados em três grupos: a) animais (furão, gato, coelho, cachorro), b) brincadeiras/jogos (bolita, *pingue-pongue*, jogos online e c) curiosidades (meteoros; futebol americano, folha de papel).

Antes de decidirem sobre quais temas, de fato, pesquisariam, conversamos sobre a importância de cada membro para o sucesso do grupo na atividade, reforçando a responsabilidade de cada um. Formaram-se três grupos. O Grupo 1, constituído pelos estudantes E1, E4, E9 e E10; o Grupo dois constituído pelos estudantes E5, E6, E8 e o Grupo 3, constituído por E2, E3 e E7. Em seguida, cada grupo decidiu o tema que investigariam: Grupo 1, tema gatos; Grupo 2, tema meteoros e Prupo 3, *pingue-pongue*.

No próximo encontro (29/09/2022), os estudantes, em seus respectivos grupos, levantaram informações sobre os temas de interesse, por meio da leitura de textos impressos e conteúdos acessados via internet, na sala de informática, anotando informações que julgavam importantes.



**Figura 18:** Momentos de levantamento de informações e interação com o tema, pelos grupos  
**Fonte:** autores (2023)

Após este primeiro momento de busca de informações sobre o tema, a professora pesquisadora chamou a atenção para o esquema de investigação que

havia sido formulado, questionando-os sobre em qual etapa desse esquema eles estavam e, diante das colocações dos grupos, orientou que todos passassem para a próxima etapa, a formulação de um problema.

Neste encontro, dois dos grupos conseguiram definir os problemas que investigariam. O Grupo 3 definiu o problema que seria investigado apenas no encontro seguinte. E, dentre os três grupos, apenas no grupo dois a formulação do problema ocorreu com mínima intervenção da professora pesquisadora.

Os problemas foram:

- Grupo 1: Quanto de ração um gato adulto deve consumir por dia? E por mês? Quanto se gasta, no mês, com ração para o gato adulto?
- Grupo 2: A partir de quantos metros um meteoróide deixa um rastro de luz no céu?
- Grupo 3: Quantas horas de *Pingue-pongue* jogamos na escola até hoje (11/10/2022)? E até o final do ano?

Na sequência, apresentamos a Seção 5.2.1 em que descrevemos o desenvolvimento da atividade do terceiro grupo, cujo tema é *Pingue-pongue*. O critério para escolha dessa atividade foi a presença dos estudantes durante o projeto, e principalmente no primeiro momento do mesmo. Olhamos, assim, para o grupo em que pelo menos um estudante tenha participado de todas as atividades, e com a menor quantidade de faltas, que no caso foram três, e que os demais integrantes tenham participado de atividades do primeiro momento.

A atividade, para esse segundo momento do projeto, foi proposta de modo que os estudantes tivessem maior responsabilidade pelo seu desenvolvimento e autonomia. As orientações e mediações realizadas pela professora pesquisadora, aconteceram de modo a acompanhar a investigação que realizavam, ressaltando pontos importantes para os quais, nem sempre, os estudantes estavam atentos.

### 5.2.1 Descrição da Investigação realizada pelo Grupo 3 – *Pingue-pongue* na escola

A escolha do tema “*Pingue-pongue*” pelos integrantes do grupo foi unânime, uma vez que jogar *Pingue-pongue*, na escola, constituía-se uma prática de diversão frequente para eles.

A elaboração do problema de investigação, após contato com informações por meio de pesquisas, necessitou de intervenção e mediação da professora pesquisadora, pois os problemas que formularam podiam ser rapidamente respondidos com uma pesquisa na internet ou no texto que leram, o que não ia ao encontro das características dos problemas que nós havíamos trabalhado durante o projeto, como pode ser observado no diálogo<sup>17</sup> seguinte:

### Grupo 3

- P:** Gente, o que vocês poderiam investigar então?  
**E2:** Qual o tamanho da mesa?  
**E7:** Quantas calorias gastamos em 1 hora? No texto estava escrito que era 272...  
**P:** Sim, mas para essas perguntas temos uma resposta já, não é?  
**E7:** E para duas horas, profe?  
**P:** Como você calcularia?  
**E2:** Fazer vezes dois.  
**P:** Já temos uma resposta!

Aproveitando que o estudante E7 apresentou, indiretamente, a questão do tempo, questionei-os sobre o tempo que já dedicaram ao jogo, se já tinham pensado nisso.

### Grupo 3

- P:** Mas, quantas vezes vocês jogam *pingue-pongue* na escola?  
**E7:** quando chegamos, no recreio, e no final da aula, ... Três vezes!  
**P:** E isso é bastante tempo?  
**E7:** Não, uns 20 min, 30.  
**P:** Humm, e se vocês trabalharem sobre o tempo primeiro?  
[...]  
**E2:** Quantas horas nós jogamos?!  
**P:** Sim, buscar saber o tempo que vocês já jogaram até agora.  
**E7:** Tá.  
**P:** E o problema como ficaria?  
**E7:** Quantas horas... nós já jogamos de *Pingue-pongue*?  
**P:** Sim. E se acrescentasse mais uma coisa, para ficar mais claro para quem for ver o trabalho de vocês depois, a data de hoje, ... assim: “Quantas horas de *Pingue-pongue* jogamos na escola até hoje (11/10/2022)?”.  
**E7:** Pode ser também, né?  
**E2:** É.

---

<sup>17</sup> Acerca das descrições de diálogos, tanto nesse momento de descrição, quanto da apresentação de Episódios de fala selecionados para análise, cabe salientar que as gravações de áudio desses momentos da atividade, em que o grupo estava se inteirando com informações, buscando dados e trabalhando com eles, tiveram partes comprometidas, que não nos possibilitaram compreender o que os alunos explanaram entre si (sem intervenção da professora) e, em alguns momentos, com as intervenções da professora pesquisadora, devido as falas ficarem abafadas por conta do barulho externo à sala (chuva) e interno da sala de aula, pois todos estavam fazendo coisas diferentes ao mesmo tempo.

**P:** Então anotem esse problema. Temos que ver o que precisam saber para responder.

Com a definição do problema de modelagem, os estudantes passaram a levantar mais uma vez, informações e, também, a organizá-las, para elaborarem uma solução para o problema, com a mediação da professora pesquisadora.

### Grupo 3

**P:** Já estão pensando em como resolver? Vai dar para resolver esse problema?

**E7:** A gente sabe que joga mais ou menos 20 minutos, todo dia.

**P:** Todo dia? Sábado e domingo? Na escola?

**E7:** Só quando estamos na escola, a gente joga [juntos], de segunda até sexta.

**P:** E desde quando vocês jogam?

**E2:** É.. esse ano.

**P:** Desde o início do ano a mesa estava ali?

**E2, E7:** Não, foi colocado depois.

**P:** Quando? Essa informação é importante para vocês.

**E7:** Na metade do ano, [...] quando voltamos das férias ela estava ali para a gente jogar.

**E2:** Julho!

**P:** E quando, que dia, vocês retornaram de “férias”?

**E7:** Profe (se dirigindo à professora regente da turma), quando que voltou as aulas em julho?

**P2:** Dia 25 de julho, uma segunda-feira.

**P:** Ok, e o tempo que jogaram a cada dia? Como vão fazer?

**E7:** Nós chegamos e jogamos, no recreio jogamos um pouquinho, e na hora de ir para casa um pouco também, jogamos mais antes da aula.

**E3:** Uma hora!?

**E7:** Nunca! Não dá uma hora ... são minutos.

**P:** Então quanto? Que horas vocês chegam?

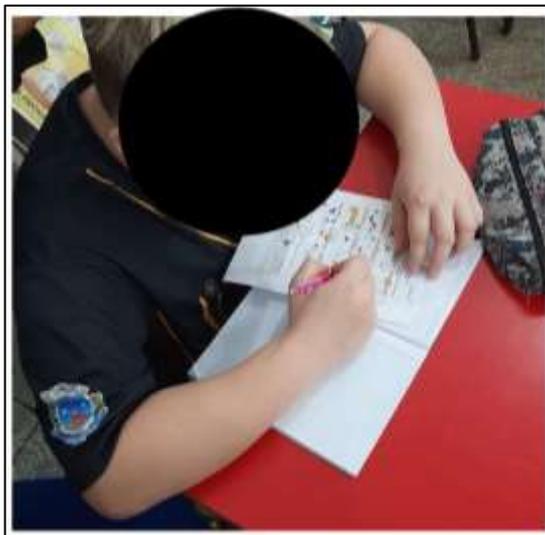
**E7:** Ele chega às uma [13 horas], mas eu chego antes, só que eu espero para jogar.

**P:** Então?

**E7:** Dá uns 20 minutos mesmo... pode ser 20 minutos, profe? Por que a gente não fica todo o tempo jogando *pingue-pongue*

**P:** Vai ser uma aproximação, já que não contamos o tempo exato, e pode variar de um dia para o outro também. Considerem 20 minutos por dia... Anotem essas informações que vocês estão considerando: desde quando tem a mesa, quanto tempo jogaram por dia, ...

Após a organização das primeiras informações (a partir de quando tiveram a possibilidade de jogar *pingue-pongue* todos os dias na escola, e quanto tempo dedicavam nessa atividade diariamente enquanto estavam na escola), passaram, com o auxílio de um calendário, a contar os dias e calcular os minutos e horas, e, em meio a esse processo, outras considerações e hipóteses, precisaram ser pontuadas, para permitir o encaminhamento que estavam dando a investigação.

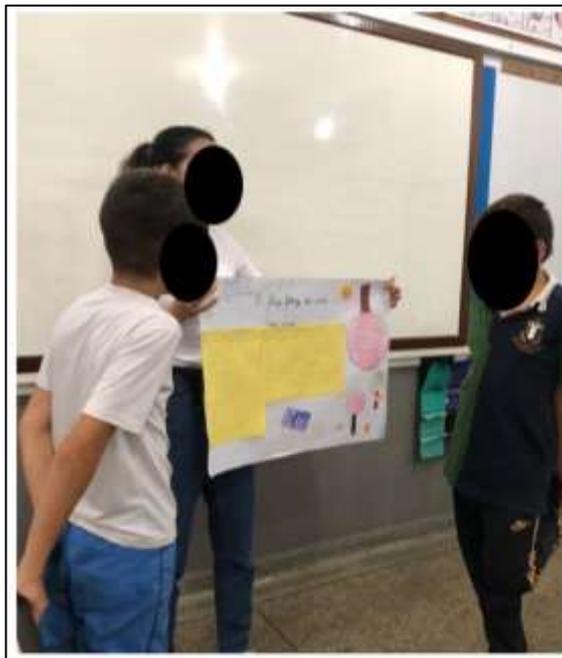


**Figura 19:** Coleta e organização de dados para a investigação – Grupo 3  
**Fonte:** autores (2023)

A realização da investigação, e determinação da solução, foi realizada durante o encontro do dia 11/10/2022 pelos estudantes desse grupo. Aliás, ao problema inicial, foi acrescentada mais uma interrogação: “[...] E até o final do ano?”.

Neste dia, eles, e os demais estudantes do projeto, não realizaram a aula na sala de tablet, pois queriam continuar com a atividade que estavam fazendo (Grupo 1 e Grupo 2 estavam na etapa de elaboração do cartaz e, o Grupo 3, estava finalizando a resolução do problema para determinar uma solução).

No próximo encontro, 13/10/2022, esse grupo (G3) iniciou e finalizou a confecção do cartaz, em cartolina, para divulgar a pesquisa realizada para os colegas, apresentando o que realizaram para todos da turma. Na Figura 20, temos apenas dois integrantes do grupo apresentando e a professora pesquisadora segurando o cartaz para que os dois estudantes não ficassem de costas para os demais estudantes do projeto enquanto apresentavam, bem como para que os dois apresentassem o que tinham feito e não apenas um deles.



**Figura 20:** Apresentação da investigação - Grupo 3  
**Fonte:** autores (2023)

### 5.2.2 Análise local da atividade desenvolvida pelo Grupo 3 – *Pingue-pongue*

A investigação empreendida pelo Grupo 3 (E2, E3 e E7), a partir da definição do problema, foi desenvolvida e concluída em dois encontros (11/10 e 13/10/2022).

A análise local da atividade desenvolvida por este grupo é constituída por três episódios de fala dos estudantes e por registros escritos (um registro no caderno de campo e o cartaz produzido para apresentação da investigação).

O primeiro episódio apresenta o momento em que o grupo, já com o problema definido, busca organizar e selecionar informações sobre ele, para pensar em uma maneira de solucioná-lo. Nesse episódio, identificamos os aspectos sinalizadores do processo de Alfabetização Científica AS1, AS2, AS3 e AS7, pois os estudantes, à medida que o diálogo foi ocorrendo, foram estabelecendo informações importantes ao estudo do problema e verificando sua validade/pertinência.

#### **Episódio 1 – Grupo 3 (Inteiração com o tema – 11/10/2022)**

**E7:** A gente sabe que joga mais ou menos 20 minutos, todo dia.

**P:** Todo dia? Sábado e domingo? Na escola?

**E7:** Só quando estamos na escola, a gente joga [juntos], de segunda até sexta.

**P:** E desde quando vocês jogam?

**E2:** É.. esse ano.

**P:** Desde o início do ano a mesa estava ali?

**E2, E7:** Não, foi colocado depois.

**P:** Quando? Essa informação é importante para vocês.

**E7:** Na metade do ano, [...] quando voltamos das férias ela estava ali para a gente jogar.

**E2:** Julho!

**P:** E quando, que dia, vocês retornaram de “férias”?

**E7:** Profe, quando que voltou as aulas em julho?

**P2:** Dia 25 de julho, uma segunda-feira.

**P:** Ok, e o tempo que jogaram a cada dia? Como vão fazer?

**E7:** Nós chegamos e jogamos, no recreio jogamos um pouquinho, e na hora de ir para casa um pouco também, jogamos mais antes da aula.

**E3:** Uma hora!?

**E7:** Nunca! Não dá uma hora ... são minutos.

**P:** Então quanto? Que horas vocês chegam?

**E7:** Ele chega às uma [13 horas], mas eu chego antes, só que eu espero para jogar.

**P:** Então?

**E7:** Dá uns 20 minutos mesmo... pode ser 20 minutos, profe? Por que a gente não fica todo o tempo jogando *Pingue-pongue*.

De modo geral, nesse episódio, as intervenções realizadas pela professora pesquisadora, se deram no sentido de possibilitar que os estudantes percebessem que para considerarem um tempo de 20 minutos, eles precisariam de justificativas, as quais precisavam ser estabelecidas, especificadas, mostradas, para continuarem com o desenvolvimento da atividade.

O aspecto AS1 – Reflete criticamente sobre a situação estudada e aspectos a ela relacionados com a investigação – foi identificado após o grupo ser questionado sobre as afirmações que faziam, de modo a entenderem que precisavam fundamentar essas afirmações e pensar nos porquês de tais posicionamentos.

Nesse sentido, as reflexões foram apoiadas na experiência/vivência dos estudantes e mediada pelos questionamentos da professora pesquisadora (P). Como exemplos, o momento em que o estudante E7 diz: “*A gente sabe que joga mais ou menos 20 minutos, todo dia*”, e a professora questiona, se a expressão “todo dia” indicava sábados e domingos, e assim o estudante esclarece: “*E7: Só quando estamos na escola, a gente joga [juntos], de segunda até sexta*”, e também na sequência de falas do estudante E7, ao dizer: “*Nós chegamos e jogamos, no recreio jogamos um pouquinho, e na hora de ir para casa um pouco também, jogamos mais antes da aula*” e “*Ele chega às uma [13 horas], mas eu chego antes, só que eu espero para jogar*” e “*Dá uns 20 minutos mesmo... pode ser 20 minutos, profe? Por que a gente não fica todo o tempo jogando Pingue-pongue*” para argumentar sobre a pertinência de se considerar o tempo de 20 minutos, apoiando-se na própria

experiência.

O aspecto AS2 – Busca ou utiliza informações que podem ser justificadas para dar suporte às ideias e à investigação – foi identificado nesse episódio quando os estudantes buscaram e confirmaram com a professora regente (P2) a data de retorno do recesso escolar em julho, uma vez que essa informação era importante para o encaminhamento que estavam propensos a realizar, e para a investigação como um todo.

As informações que os estudantes apresentaram como justificativa, argumentos, para determinadas escolhas, como o tempo de 20 minutos diários (de segunda a sexta-feira), também são representativas desse aspecto, pois embora tais justificativas sejam apoiadas em suas memórias, foram refletidas no grupo e receberam aval de todos, já que tratam acerca das ações deles próprios.

Embora tenha sido necessária intervenção docente para que tais argumentos fossem explanados pelos estudantes, compreendemos que o ato de perguntar à professora regente (P2), por exemplo, sobre a data da volta às aulas após o recesso escolar de julho, denota a intenção de utilizar um dado com validade, verdadeiro, pelos estudantes.

Possibilitar aos estudantes pensarem e elaborarem argumentos durante uma investigação, promove “a busca por entendimento, validação e aceitação de proposições e processos de investigação, em que justificativas e condições de contorno e de refutação precisam ser explicitadas” (SASSERON, 2015, p. 60), o que constituem ações de processos e características da construção do conhecimento (SASSERON, 2015).

Em Modelagem Matemática, explicitar o que se está considerando no processo de modelagem de uma situação também é condição importante para se validar a solução para a situação-problema. Logo, é possível que devido à mediação (docente, e de suas experiências vivenciadas no projeto), os estudantes engajaram-se na atividade e escolheram se atentar a estas justificativas, para dar prosseguimento à investigação.

O aspecto AS3 – Busca dados significativos para realizar a investigação de forma responsável e organizada – foi identificado nesse episódio quando os estudantes, de maneira pontual, buscaram dados para pensar em quanto tempo jogam diariamente, especificando considerar os dias de aula de segunda à sexta-feira, bem

como a data em que a mesa de *pingue-pongue* havia sido colocada no pátio da escola.

O aspecto AS7, Elabora hipóteses para a compreensão/resolução da situação/problema geradores da investigação, foi identificado nesse Episódio quando os estudantes consideram os dias de segunda à sexta-feira, apenas no período da tarde, em que estão na escola no período regular, como sendo dados relevantes; iniciam a coleta de dados, referente aos dias que jogaram e jogariam, a partir da data de 25 de julho; bem como, como hipótese implícita, que não aconteceu nenhum imprevisto (ou viria a acontecer algum) que os impossibilitasse de ter jogado *pingue-pongue* nesses dias.

Nesse sentido, essas considerações estabelecidas pelo grupo tendem a subsidiar os próximos encaminhamentos em busca de solucionar o problema. Aliás, para Almeida, Souza e Tortola (2015, p. 3) “[...] a formulação de hipóteses em atividades de modelagem matemática, ao mesmo tempo em que requer algum conhecimento sobre o fenômeno, também funciona como a linha diretiva para a leitura ou a descrição desse fenômeno”.

De acordo com Sasseron (2015), construir e testar hipóteses, buscar evidências e justificativas para afirmar ou aceitar um posicionamento, também perpassam as ações do fazer científico, importante para a promoção da Alfabetização Científica. Com a realização de diferentes investigações, é possível compreender como o conhecimento científico é produzido e, deste modo, vir a possibilitar o entendimento pelos estudantes sobre “como os novos conhecimentos produzidos pelos cientistas podem trazer avanços e consequências para sua vida e sociedade” (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 62).

O Episódio 2 destaca um momento da investigação empreendida pelo grupo que viabiliza o encaminhamento dado à atividade e que lhes permite apresentar uma solução ao problema: Quantas horas de pingue-pongue jogamos na escola até hoje (11/10/2022)?

### **Episódio 2 – Início do trabalho com os dados/ definindo estratégia de resolução (11/10/2022)**

**P:** Vamos lá! O que vocês podem fazer para responder o problema?

**E3:** somar?

[...]

**E7:** Profe, mas o nosso calendário marca só esse mês...

**P:** Ah... Eu acho que tenho um, esperem, vou ver!

*(Entreguei um calendário para eles)*

E agora o que vão fazer?

E7: Contar os meses!

P: ok.

E2: 3 meses?

P: 3 meses inteiros?

E3: Não, em julho é.... só... quase metade...

E7: E outubro, é só até hoje.

P: E então como podem contar os meses?

E7: Por dia? Dá para contar os dias.

E2: E daí somar.

E7: É!

P: Humm, ok, então precisam calcular, e vão anotando... talvez ir anotando por mês, para ficar mais fácil para vocês verem os resultados de cada mês depois.

Com esse episódio, temos indícios da ocorrência do aspecto AS3, mais uma vez, pois o diálogo evidencia que as próximas ações que os estudantes vão ter se destinam à busca de demais dados necessários à investigação com o auxílio do calendário (quantidade de dias, de segunda a sexta-feira que “jogaram” pingue-pongue) até a data em que estavam realizando a atividade (11/10/2022).

O próximo Episódio, Figura 21, apresenta um registro do caderno de campo do estudante E7, no qual observamos os aspectos AS3 e AS4.

### Episódio 3 – Registro do caderno de campo

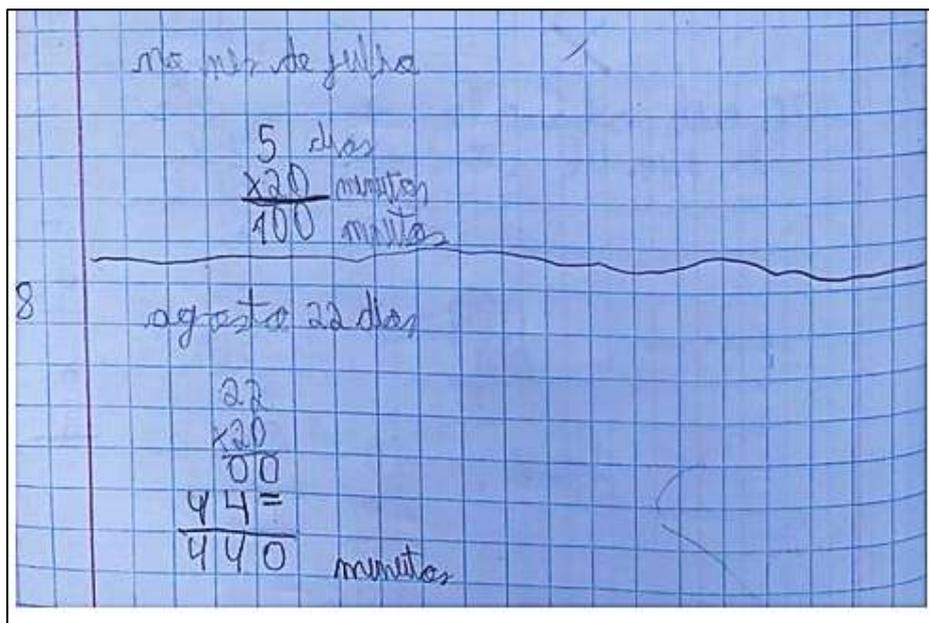


Figura 21: Registro do caderno de campo do estudante E7  
Fonte: autores (2023)

O aspecto sinalizador AS3 foi identificado na Figura 21, ao observarmos a definição dos dados - quantidade de dias e do tempo mensal que jogaram *pingue-*

*pingue*, de maneira organizada, especificando as informações coletadas (quantidades de dias) e as que foram produzidas (quantidade de minutos), mês a mês.

O aspecto sinalizador AS4 - Compreende/seleciona/organiza informações relevantes para a realização da investigação - pode ser associado, na Figura 21, ao fato de compreenderem a relevância de mensurar os dias em que estavam na escola e tinham a possibilidade de jogar *pingue-pongue* (5 dias para julho e 22 dias para agosto), bem como por compreenderem que por meio dessas informações, quantidade de dias e o tempo de 20 minutos, podem determinar a quantidade de minutos jogados em cada mês.

O próximo episódio, Episódio 4, trazido nessa análise, refere-se ao momento de apresentação da investigação empreendida pelo Grupo 3 aos demais estudantes do projeto. Porém, nem todos os estudantes deste grupo estavam presentes na apresentação (E7 não participou desse momento).

Nesse episódio, conseguimos observar seis dos oito aspectos – AS2, AS3, AS4, AS6, AS7 e AS8. Contudo, para os aspectos AS2, AS3, AS4 e AS7 os motivos que nos levaram a assinalá-los foram apresentados com a análise dos Episódios 1, 2 e 3. Sendo assim, nos deteremos na análise do aspecto AS6 e AS8, que não apareceram anteriormente.

#### **Episódio 4 – Apresentação da investigação pelos estudantes do Grupo 3 à turma (13/10/2022)**

**E3:** O título é *Ping-pong* na escola. E o tema é *pingue-pongue*.

Daí vem a pergunta. É... “Quantas horas de *pingue-pongue* jogamos na escola até hoje 11/10/2022, e até o final do ano?”

Nós sabemos que a mesa de *pingue-pongue* da escola foi colocada no dia 27 de julho, esse ano, e que jogamos aproximadamente 20 minutos na escola, um pouco antes da aula e um pouco no final da aula.

**Estudante grupo 2:** Só 20?

**P:** Eles fizeram algumas considerações, eles vão contar!

**E3:** É, de manhã não contamos, nem terça e nem quinta, nem na aula de Educação Física. Só de tarde.

**E3:** Aí no mês de julho, 5 dias de 20 minutos, deu 100 minutos.

No mês de agosto, 22 dias de 20 minutos, nós... é... como fala mesmo, é.. multiplicamos 22 por 20, deu 440 minutos.

**E2:** Setembro, 22 dias. Fizemos 20 vezes 22, deu 440 também.

Outubro: 7 dias, 20 x 7 que deu 140 minutos.

**E3:** Aí isso é até hoje.

**P:** E depois disso, vocês fizeram o que com esses resultados?

**E3, E2:** Somamos.

**E3:** Somamos tudo, deu 1120 minutos, que nós jogamos até dia 11.

**P:** E quantas horas?

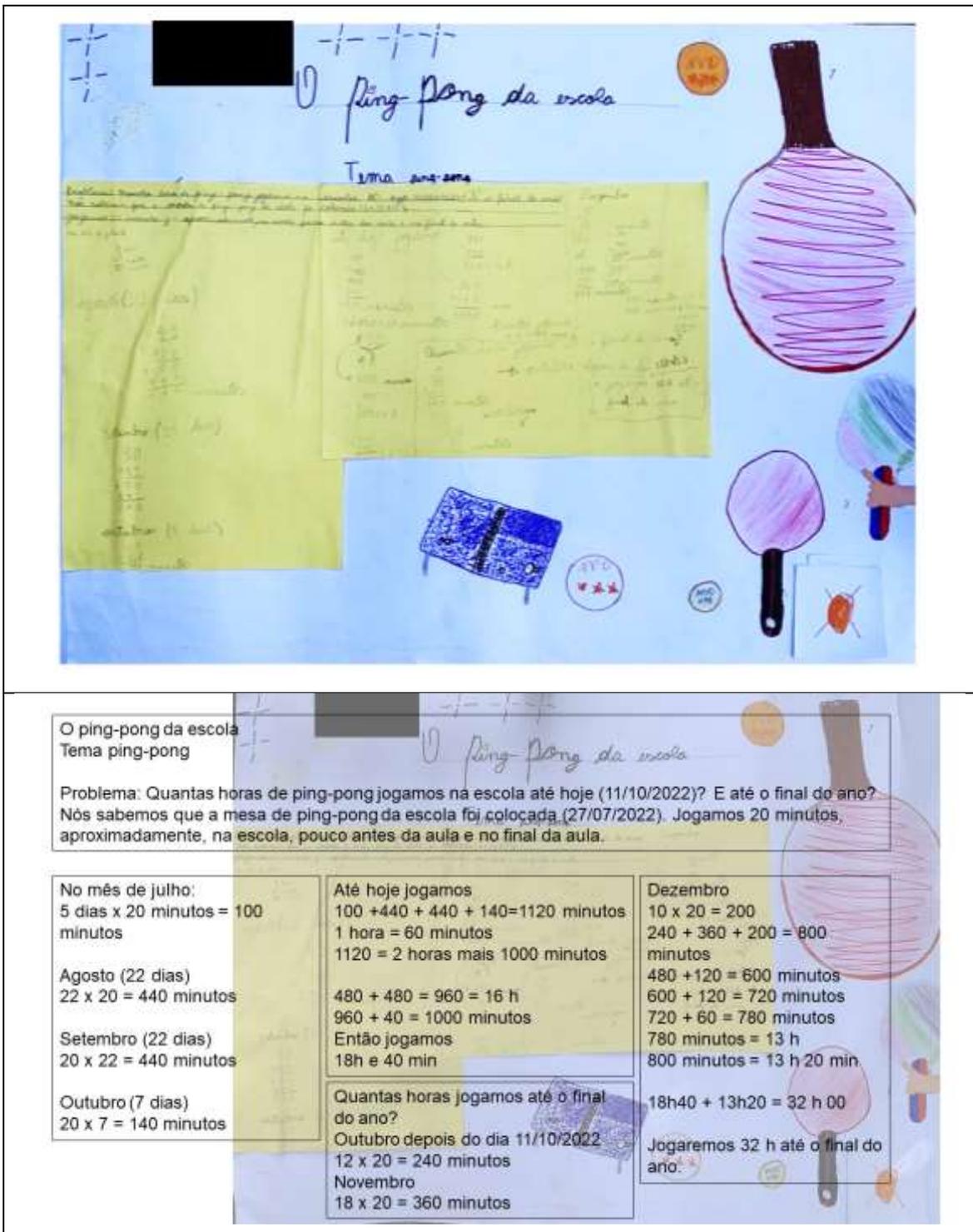
**E3:** 18 horas e 40 minutos, deu.  
E, depois, tinha a outra pergunta né! É ... quantas horas nós jogamos até fim de ano?  
**E2:** fim “do” ano!  
**E3:** É ... Fizemos as contas, de cada mês,  
**E2:** Outubro, novembro e, dezembro, até dia 14.  
**E3:** É, e deu 32 horas.  
**P:** Isso é bastante?  
**E2:** Deu... uns três dias!  
**P:** Três dias?  
**E2:** Não... um dia e algumas horas...  
**E3:** Um dia e “oito” horas jogando sem parar é bastante!

O aspecto AS6 – Utiliza e relaciona as informações obtidas para compreender a situação e o problema, e também para solucioná-lo, foi observado nesse episódio, pois os estudantes, enquanto grupo 3, utilizaram e relacionaram as informações referentes à quantidade de dias de cada mês que estiveram na escola, desde a data em que a mesa de *pingue-pongue* estava à disposição deles, até a data de 11 de outubro de 2022, com o tempo de 20 minutos, considerado o tempo aproximado que se dedicaram ao *pingue-pongue*. Isso possibilitou que determinassem uma solução ao problema.

O aspecto AS8 – Compreende e explica a solução obtida como resultado do que foi realizado/considerado no processo de investigação, pode ser observado na apresentação do grupo e com as falas dos estudantes E2 e E3, pois ao apresentarem a pesquisa que realizaram, explicaram, trazendo detalhes do processo de resolução, bem como de algumas simplificações que realizaram e as soluções encontradas: 18 horas e 40 minutos (de 25/07 até 11/10/2022) e 13 horas e 20 minutos (de 12/10 até 14/12/2022) e, logo, jogariam de 11/10 até 14/12/2022 o total de 32 horas, que são resultados do que foi realizado, isto é, do processo de investigação que desenvolveram, conforme explicaram.

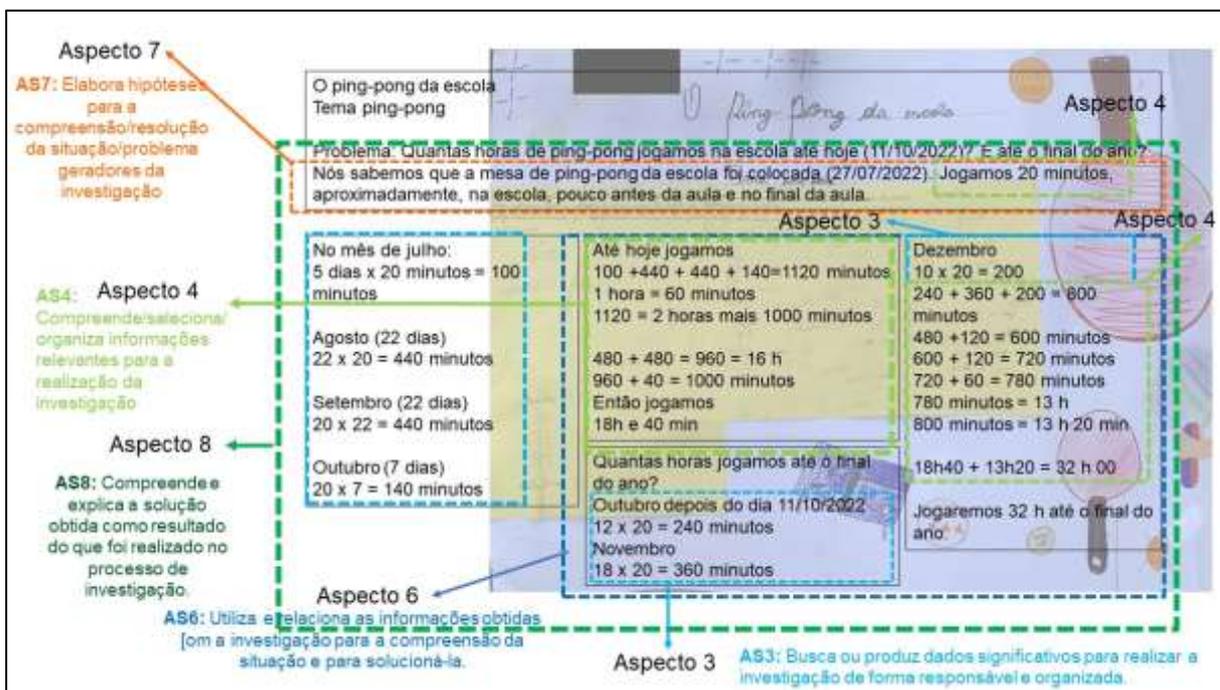
Na figura abaixo apresentamos o Episódio 5, constituído pela imagem do cartaz produzido pelos estudantes (em cartolina) para auxiliar na apresentação da investigação com Modelagem que realizaram, seguida da transcrição da parte textual que os estudantes originalmente escreveram no cartaz, que de certo modo, sintetiza o processo de resolução da atividade de Modelagem.

## Episódio 5 – Cartaz do Grupo 3



**Figura 22:** Cartaz produzido pelo Grupo 3, seguido de transcrição  
**Fonte:** autores (2023)

Para a identificação dos aspectos sinalizadores do processo de alfabetização científica no cartaz produzido pelos estudantes, utilizaremos a transcrição sob o cartaz.



**Figura 23:** Cartaz do Grupo 3 e os Aspectos Sinalizadores do Processo de AC  
**Fonte:** autores (2023)

Os aspectos AS1 e AS2 não foram identificados no cartaz, uma vez que, detalhes sobre o porquê das hipóteses e simplificações apresentadas, ou reflexões pessoais, não foram destacadas por eles no cartaz, o que poderia levar a sinalização de tais aspectos.

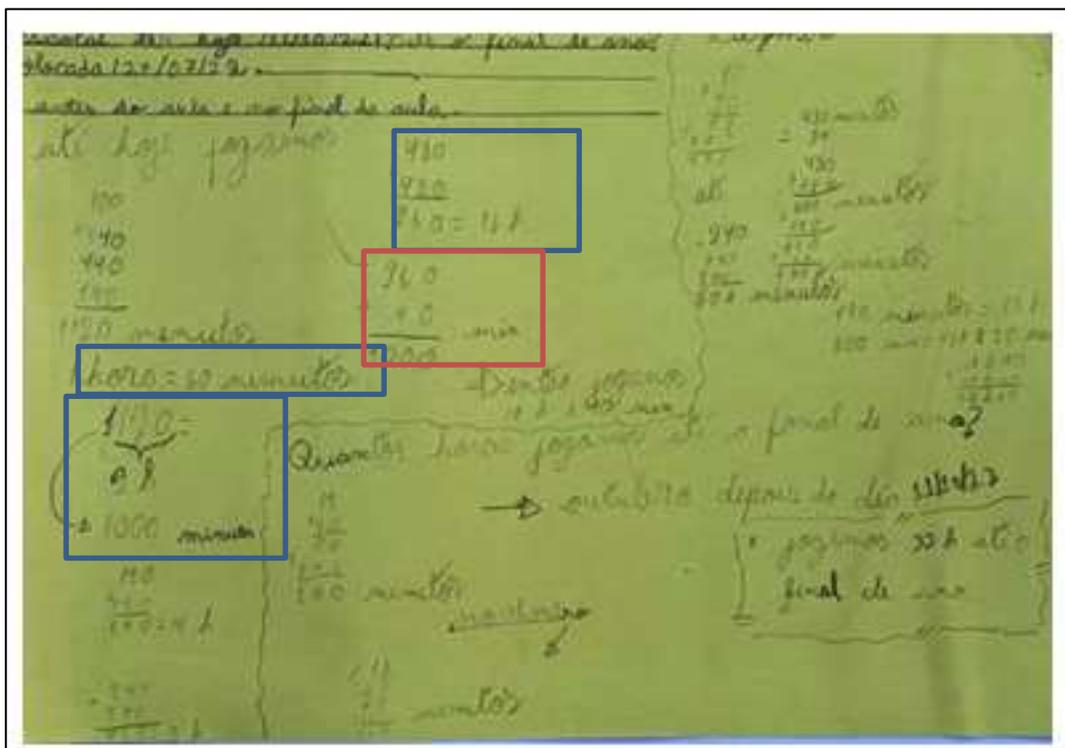
O aspecto AS7 foi identificado ao trazerem hipóteses e considerações logo no início do cartaz, após a descrição do problema, as quais foram utilizadas ao longo da investigação para a resolução do problema e orientaram o caminho da investigação, refletindo o modo como os estudantes compreenderam a situação (JUNIOR; ALMEIDA, 2019).

O aspecto AS3 foi identificado no cartaz quando os estudantes calcularam a quantidade de minutos em que jogavam *pingue-pongue* em cada mês (de julho a dezembro de 2022), isto é, produziram os dados que precisariam para solucionar o problema que formularam.

O aspecto AS4 foi identificado quando os estudantes compreenderam, selecionaram e organizaram esses dados (quantidade de minutos que jogaram *pingue-pongue* por mês) em uma adição de várias parcelas.

Podemos perceber que os estudantes utilizam a relação entre minutos e horas (que em uma hora tem-se 60 minutos, como melhor se observa na Figura 24) para as determinações das quantidades de horas de *pingue-pongue* jogadas até dia 11/10 e

do dia 12/10 até 14/12, utilizando o raciocínio proporcional em muitos momentos. Na Figura 24 percebemos o uso desse raciocínio quando os estudantes decompõem 1120 minutos em 2 horas mais 1000 minutos, e que 1000 minutos correspondem à soma de 960 minutos (480 + 480 minutos, que resulta em 16 horas) com 40 minutos.



**Figura 24:** Recorte do cartaz produzido pelo Grupo 3  
**Fonte:** autores (2023)

O aspecto AS6 pode ser identificado quando os estudantes articulam todas as informações obtidas e as relacionam (mês de julho, agosto, setembro, outubro até dia 11) para determinar o total de horas jogadas e responder à primeira interrogação; e também as informações obtidas quanto aos meses de outubro (a partir do dia 11), novembro e dezembro (até dia 14), para conseguir determinar uma solução para a segunda interrogação do problema.

Quanto ao aspecto AS8 (compreende e explica a solução obtida como resultado do que foi realizado no processo de investigação), observamos indícios desse aspecto quando nos detemos à apresentação do cartaz como um todo, isto é, ao modo como eles organizaram as informações e quais informações foram trazidas para a compreensão dos demais alunos da turma sobre o trabalho desenvolvido por eles.

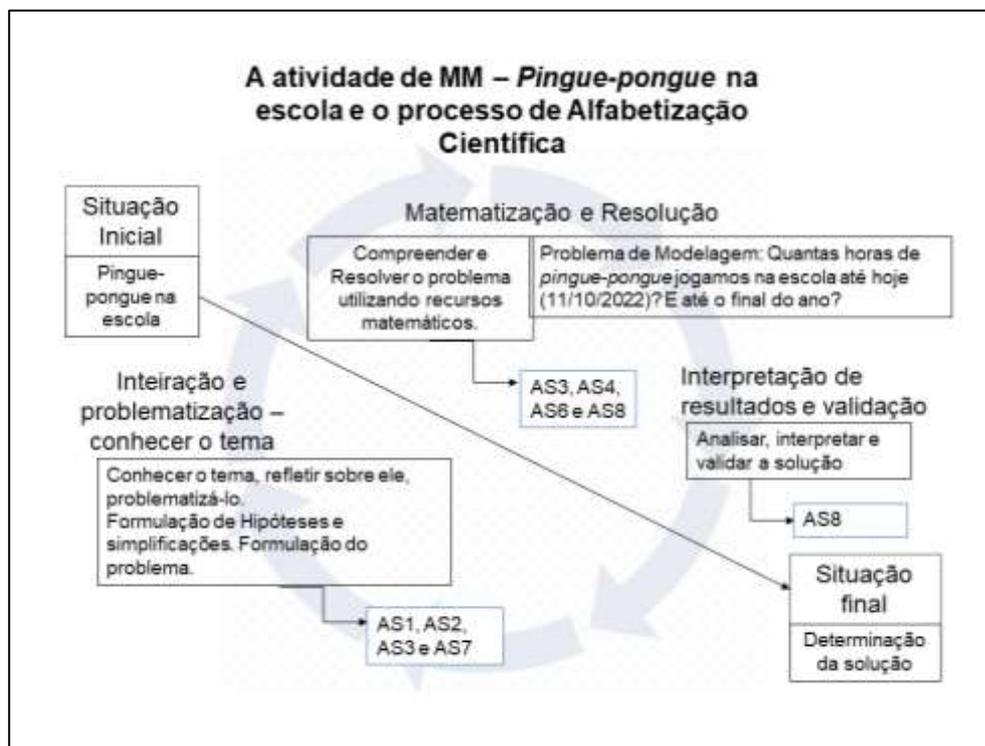
A investigação realizada pelo Grupo 3, por meio da Modelagem Matemática, proposta com o vislumbre de que os estudantes desenvolvessem com maior

autonomia o processo de desenvolvimento da atividade e a vivenciassem com maior intensidade, possibilitou que os alunos realizassem encaminhamentos que muito se aproximam do processo científico de construção do conhecimento, como a tomada de decisões conscientes, embasadas em justificativas aceitáveis; consideração de hipóteses; definição do processo de resolução, bem estruturado, utilizando conhecimentos matemáticos; e de produção, coleta e organização de informações, para poderem apresentar uma solução coerente ao problema investigado.

Assim, com a atividade analisada, observamos a ocorrência de sete aspectos entre os oito listados no quadro de análise (Quadro 5), sendo que com os Episódios 1, 2, 3 e 4, observamos os aspectos sinalizadores AS1, AS2, AS3, AS4 e AS6, AS7, e AS8 e com o Episódio 5 (apresentação e descrição do cartaz), identificamos os aspectos AS3, AS4, AS6, AS7 e AS8.

Os Episódios 1, 2 e 3 descrevem momentos da etapa de inteiração, matematização e resolução da situação-problema que os estudantes formularam “Quantas horas de *pingue-pongue* jogamos até hoje (11/10/2022)?”. O Episódio 4, já descreve o momento em que apresentaram a pesquisa que empreenderam. O Episódio 5, de certa forma, acrescenta à compreensão da identificação dos aspectos sinalizadores destacados no Episódio 4, pois no cartaz podemos visualizar como os estudantes organizaram e manipularam os dados, para chegarem às conclusões que estabeleceram.

Assim, para esta atividade de Modelagem Matemática, Pingue-pongue na escola, podemos visualizar o seguinte esquema representativo dos aspectos sinalizadores do processo de Alfabetização Científica, com relação aos momentos da atividade de Modelagem Matemática (inteiração, matematização, resolução, interpretação de resultados e validação).



**Figura 25:** Esquema representativo dos AS analisados com a atividade de MM “Pingue-pongue na escola”

**Fonte:** autores (2023)

Nesse sentido, podemos perceber que nessa atividade tivemos indícios da ocorrência de sete aspectos sinalizadores (AS1, AS2, AS3, AS4, AS6, AS7 e AS8), atrelados as fases de MM, ou seja, em todos os momentos da atividade, os estudantes desenvolveram ações que sinalizaram que o processo de AC estaria em desenvolvimento.

Com a análise da atividade, ressaltamos que seja possível a identificação de um mesmo aspecto em mais de uma fase da atividade, já que nessa atividade (Pingue-pongue na escola) alguns aspectos puderam ser analisados em diferentes fases da atividade de Modelagem, como também foi percebido ao analisar a atividade de Modelagem sobre o refrigerante e o açúcar. Compreendemos que isso seja plausível, devido ao ambiente investigativo gerado por meio da Modelagem Matemática, em que os estudantes ao participarem mais ativamente do processo de resolução de uma situação-problema de MM, têm maiores condições de refletir sobre a situação, de criar e utilizar estratégias, de articular os conhecimentos científicos já aprendidos com a situação, e com os conhecimentos que estão sendo desenvolvidos na atividade, em todas as fases da mesma.

## CAPÍTULO 6

### ANÁLISE GLOBAL

A Alfabetização Científica, conforme compreensão do termo apoiada em referenciais como Sasseron e Carvalho (2008, 2011), Sasseron (2015), Lorenzetti (2000), é uma expressão que faz referência ao conjunto de conhecimentos que, ao serem desenvolvidos, podem possibilitar ao estudante compreender o mundo e as transformações que nele ocorre, bem como se posicionar diante de acontecimentos e tomar decisões conscientes.

Este conjunto de conhecimentos envolve mais que termos e conceitos científicos, envolve também conhecimentos sobre o fazer científico, o fazer ciência, ou conhecimentos sobre a produção do conhecimento científico, uma vez que os produtos provenientes do desenvolvimento científico impactam (positivamente ou negativamente) toda e qualquer sociedade. Assim, saber como e porque algumas conclusões científicas podem ser apresentadas, contribui para ser e estar no mundo, de maneira consciente.

Sasseron (2008; 2015) descreve a Alfabetização Científica como processo, pressupondo que não seja adequado afirmar que o desenvolvimento da AC tenha uma máxima, mas que seja considerado um *continuum*. Em nossa análise específica, consideramos alguns aspectos sinalizadores para avaliar a realização do processo de AC dos estudantes em atividades de Modelagem Matemática. Tais aspectos englobam ações específicas que, com base na literatura sobre AC e Modelagem Matemática, podem sinalizar que os estudantes estejam no processo de tornarem-se alfabetizados cientificamente, quando estão em um ambiente de investigação gerado pela Modelagem Matemática, enquanto prática pedagógica.

O desenvolvimento das atividades de Modelagem Matemática com os estudantes foi marcado por dois momentos: o momento em que realizavam atividades de Modelagem planejadas pela professora pesquisadora e eram orientados e mediados por ela; e o momento em que os estudantes, após vivenciarem esse primeiro momento, tiveram a oportunidade de realizar uma investigação por meio da Modelagem, ainda com orientação da professora, mas com maior responsabilidade e participação no desenvolvimento da atividade, como escolha do tema, elaboração do problema, busca ou produção de dados e o modo de lidar com os dados em busca de

solucionar um problema.

Nesse contexto, com as análises locais considerando uma atividade de Modelagem desenvolvida em cada um desses momentos do projeto, podemos perceber que ao realizarem investigações por meio da Modelagem Matemática, os estudantes vivenciaram, de certo modo, elementos da cultura científica, pois “na busca de resolução de um problema, exercitam práticas e raciocínios de comparação, análise e avaliação, bastante utilizados na prática científica (SASSERON, 2015, p. 58), que são, e foram, ações também necessárias à resolução dos problemas investigados com Modelagem Matemática.

Embora nem todos os aspectos sinalizadores do processo de Alfabetização Científica construídos nessa pesquisa, tenham sido identificados nestas duas atividades de Modelagem Matemática (Refrigerante e o açúcar e Pingue-pongue na escola), a análise local dos dados nos permitiu a formulação de três categorias ou vertentes da Alfabetização Científica, as quais chamaremos de: vertente conhecimento, vertente estratégias e vertente sensibilidade para investigação, nas quais, entendemos, que podemos agrupar os dados analisados localmente.

A *vertente conhecimento* refere-se aquilo que os estudantes aprendiam do conceito que eles discutiam a partir da situação investigada, seja esse conceito de Ciências ou de Matemática. A *vertente estratégia* engloba os passos que utilizaram para fazer uma investigação com rigor. Já a *vertente sensibilidade para a investigação* abrange as ações dos estudantes quando eles não estão usando uma estratégia em si, não estão discutindo um conceito em si, mas estão manifestando jeitos de fazer que denotam uma aprendizagem que pode ser associada ao fazer ciência, fazer pesquisa, para além de uma estratégia que resolve o problema.

Assim, nessa análise global, analisaremos as produções orais e escritas dos estudantes que denotaram os aspectos sinalizadores do processo de Alfabetização Científica em Modelagem Matemática, conforme as análises locais, agrupando-as nas vertentes de Alfabetização Científica delineadas.

## **6.1 Vertente conhecimento**

Esta vertente abrange as produções dos estudantes em que formularam afirmações ou explicações, e que denotam aprendizagem do conhecimento; e quanto

aos conhecimentos de Matemática, de modo específico, quando expressavam uma relação matemática que contribuía, e era utilizada, para o desenvolvimento da atividade e resolução do problema.

Deste modo, na atividade de Modelagem sobre o refrigerante e o açúcar, as produções e manifestações dos estudantes sobre a função do ácido fosfórico no refrigerante, foram compreendidas como representantes dessa vertente, pois os estudantes demonstraram conhecimento a respeito desse ingrediente. No Quadro 15, retomamos essas manifestações.

Atividade de MM	Localização na análise local	Produção do estudante (oral ou escrita)	Circunstâncias que envolveram a produção do aluno
<b>Refrigerante e o Açúcar</b>	Episódio 1	E5: Porque tem açúcar?! E3: o açúcar vicia.	Quando a professora pesquisadora pergunta “Por que as pessoas gostam, consomem, tanto refrigerante?”
	Episódio 4.	E7: Ácido fosfórico.	Ao responder o questionamento da colega: “E4: <i>Profe eu tomo quando vou na casa do meu avô, no domingo, e é dia de churrasco, obviamente tem refrigerante, porque eu tomo e não acontece nada comigo?</i> ”
	Figura 13 (Panfleto -E1)	As pessoas não passam tão mal por causa do ácido fosfórico.	Após escrever sobre os componentes do refrigerante, listando-os e identificando-os como substâncias ruins.
	Figuras 11 e 14 (Panfletos – E4)	Por ter bastante açúcar nos sentimentos “bem” nos primeiros momentos, mas em seguida ao passar esse efeito nos sentimos cansados, irritados e com fome de doce, entrando em um círculo vicioso	Formulação explicativa, sobre o que acontece quando se consome o refrigerante.
		- Não é que estou falando para você não tomar refrigerante, mas em poucas quantidades. - Tome em poucas quantidades	Reflexões da estudante, e posicionamento.
		Quanto mais açúcar consumimos, mais açúcar queremos.	Reflexões da estudante, e posicionamento
Episódio 6	E7: Acho que sim, porque é por dia. E2: 74 g, das duas	Ao lidarem com os dados para responder o problema de modelagem, compreendem que a	

		latas, menos 25, porque é só 25 que seria o certo	quantidade recomendada de 25g de açúcar é constante para n latas de refrigerante.
--	--	---	---

**Quadro 15:** Agrupamento de episódios da vertente conhecimento  
**Fonte:** autores (2023)

No Episódio 4, o estudante E7 responde ao questionamento da colega E4, dizendo que o motivo para ela não passar mal ao tomar refrigerante está na própria formulação do refrigerante, no ácido fosfórico, como ele coloca. A estudante E1, em seu panfleto, apresenta, após escrever sobre o que tem no refrigerante, que as pessoas não passam tão mal ao ingerir a bebida por causa do ácido fosfórico, uma vez que estudamos que esse ácido tem a função de regular o sabor da bebida.

O momento da atividade em que essas passagens aconteceram foram de inteiração com o tema e de elaboração de um produto para apresentar a atividade, em termos do que gostariam de informar às pessoas considerando o que aprenderam com a atividade, quando já havíamos realizado a investigação e discutido os conceitos pertinentes.

Para Marques e Marandino (2018), a AC é uma condição necessária, mesmo que não suficiente, para que ocorra a inserção crítica dos sujeitos na sociedade, de modo a possibilitar-lhes a ampliação de sua leitura de mundo e a análise das informações que circulam na sociedade.

Nesse sentido, percebemos que estes estudantes construíram uma compreensão acerca do refrigerante, e do ácido fosfórico, em específico, que lhes permitem compreender que embora seja uma bebida que pode trazer prejuízos à saúde se consumida em excesso e frequência, ainda assim ela é bastante consumida porque tem um sabor que agrada ao paladar das pessoas em geral.

A compreensão de que o consumo excessivo, ou constante, de açúcar, provoca a necessidade de seu consumo, também foi evidenciada com o desenvolvimento da atividade de Modelagem Matemática ao analisarmos as manifestações dos estudantes (Quadro 15). No Episódio 1, os estudantes E5 e E3 respondem que um motivo para as pessoas gostarem tanto de refrigerante seria devido a bebida conter açúcar, que conforme os estudantes, é responsável por causar um tipo de dependência. E nas Figuras 11 e 14, quando a estudante E4 se posiciona “Panfletos-E4: *Por ter bastante açúcar nos sentimos “bem” nos primeiros momentos, mas em seguida ao passar esse efeito nos sentimos cansados, irritados e com fome de doce,*

*entrando em um círculo vicioso” e, ainda, ao escrever “Panfletos-E4: Quanto mais açúcar consumimos, mais açúcar queremos”.*

No Episódio 1, as falas ainda não estavam tão bem fundamentadas e significavam uma reflexão sobre a pergunta trazida pela professora pesquisadora, mas que denotavam uma avaliação prévia, pelos alunos, do refrigerante, tendo em vista suas vivências anteriores. Conforme Marques e Marandino (2018, p. 10), “as crianças participam ativamente da sociedade mediante um processo de reprodução interpretativa, [...] à medida que selecionam ou se apropriam criativamente de informações do mundo adulto, ressignificando-as”, ou seja, as manifestações desses estudantes, nesse momento, tendem a significar uma interpretação que advém de sua vivência na sociedade.

A análise do que foi descrito no panfleto da estudante E4, denota uma tentativa de explicar o que acontece no organismo após a ingestão de açúcar, tomando como objeto para contextualização, o refrigerante. A escolha da estudante em trazer essa informação no seu panfleto, com mais detalhes em comparação à sua fala no Episódio 1, demonstra o desenvolvimento dessa ideia.

Para Sasseron (2015), as atividades investigativas realizadas em sala de aula têm relação direta com o desenvolvimento do processo de Alfabetização Científica e “deve oferecer condições para que os estudantes resolvam problemas e busquem relações causais entre variáveis para explicar o fenômeno em observação, [...], possibilitar a mudança conceitual, o desenvolvimento de ideias” (SASSERON, 2015, p. 58).

Viecheneski e Carletto (2013, p. 527), afirmam que colocar os estudantes frente a questões que envolvam as ciências, a tecnologia e a sociedade, buscando construir relações entre essas e o cotidiano, permite, gradualmente, que os estudantes “adquiram conhecimentos científicos que lhes possibilitem agir e tomar decisões responsáveis, tendo em vista uma melhor qualidade de vida” (VIECHENESKI; CARLETTO, 2013, p. 527), de modo que “sejam “capazes de utilizá-los [assuntos científicos] para o entendimento crítico do meio social em que vivem” (VIECHENESKI; CARLETTO, 2013, p. 527).

Nos panfletos da estudante E4 observamos, também, alguns posicionamentos que permitem inferir uma tomada de consciência quanto ao consumo do refrigerante: *Panfleto-E4: Não é que estou falando para você não tomar refrigerante, mas em*

*poucas quantidades; E4: Tome em poucas quantidades*, o que significa a compreensão de que por conta dos riscos à saúde, é importante evitar ou consumir a bebida em pouca quantidade e frequência.

Com relação aos conhecimentos de Matemática, esta vertente foi identificada quando os estudantes utilizaram uma relação matemática para formular estratégias e resolver o problema. Assim, identificamos dois momentos da atividade de Modelagem sobre o refrigerante e o açúcar e um momento da atividade desenvolvida com o tema *pingue-pongue*, pelo Grupo 3, que associamos à essa vertente, retomadas no Quadro 16, a seguir.

Atividade de MM	Localização na análise local	Produção do estudante (oral ou escrita)	Circunstâncias que envolveram a produção do aluno
Refrigerante e o açúcar	Episódio 5	E2: 37 menos 25.	Ao pensarem sobre as variáveis do problema e as relações entre elas, a professora questiona se não há outro modo de saber quanto de açúcar “a mais” do recomendado se consome ao tomar uma lata de refrigerante.
	Episódio 6	E7: Acho que sim, porque é por dia. E2: 74 g, das duas latas, menos 25, porque é só 25 que seria o certo	Ao lidarem com os dados para responder o problema de modelagem, compreendem que a quantidade recomendada de 25g de açúcar é constante para n latas de refrigerante.
Pingue-pongue na escola	Figura 22	1 hora = 60 min	Ao lidarem com os dados produzidos, que estavam em minutos, e precisariam mudar a unidade para horas.

**Quadro 16:** Segundo agrupamento de episódios para a vertente conhecimento  
**Fonte:** autores (2023)

Na atividade sobre o refrigerante e o açúcar, a compreensão de que a quantidade recomendada de 25g de açúcar é constante para n latas de refrigerante (Episódio 6 – “E7: Acho que sim, porque é por dia”; E2: 74 g, das duas latas, menos 25, porque é só 25 que seria o certo”), representa essa vertente.

Ainda nesta atividade, os estudantes tiveram que lidar com uma situação matemática, formulada com a expressão “a mais”, que inicialmente gerou confusão, no sentido de qual operação era mais apropriada usar. Todavia, com os diálogos estabelecidos e com a participação dos estudantes, a identificação da operação de subtração como representativa do que fazer diante da situação que indicava a ideia

de comparar, foi realizada.

Diante desses momentos em que a Matemática era utilizada e em que os estudantes tiveram dificuldades em compreender e explicar o que estavam fazendo ou pensando em fazer para resolver uma situação, a participação dos colegas no desenvolvimento de um raciocínio permitia que o grupo avançasse no desenvolvimento de uma ideia e da atividade.

Identificamos, nesse sentido, o quanto o trabalho em grupo na Modelagem é importante para o estabelecimento de aprendizagem de conceitos e estratégias pelos estudantes, à medida que se envolvem na atividade. Assim, para o estabelecimento de conceitos em Matemática, com a atividade, a constituição de grupos aparentemente foi decisiva, pois estimulou a participação e argumentação dos estudantes.

Sasseron (2015), propõe que a argumentação e a investigação em sala de aula seja um recurso para promover a AC, de modo que ela possa “se manifestar em distintas formas e em distintos momentos de produção e proposição de um conhecimento. Utilizando de estratégias para [...] a superação de um conflito” (SASSERON, 2015, p. 61).

Quanto à investigação realizada pelo Grupo 3, sinalizamos como representativo dessa categoria o uso pelos estudantes da relação existente entre minutos e horas, isto é, que 60 minutos equivalem a uma hora, para transformar minutos em horas e responder ao problema que formularam. Utilizando a estratégia de cálculo por aproximação, embasada por um raciocínio proporcional, descreveram e trabalharam com os minutos totais em agrupamentos de 60 minutos e seus múltiplos, mantendo a correspondência (relação constante) de que a cada 60 minutos eles podiam considerar o tempo de uma hora.

Esse conhecimento de Matemática possibilitou que os estudantes desenvolvessem a atividade, diante dos dados e com vistas à resolução do problema. Sasseron (2015), expressa que a AC pode ser entendida como uma capacidade para a análise e a avaliação de uma situação, que leve a tomada de decisão e a posicionamentos. Observamos que a aprendizagem da matemática e de termos relacionados à composição do refrigerante, possibilitou a análise e avaliação da situação, permitindo aos estudantes se posicionarem e tomarem decisões que favoreceram a resolução de um problema.

Nesse sentido, compreendemos que a atividade de Modelagem Matemática desenvolvida e os encaminhamentos que foram dados visando contemplar os desdobramentos do tema, possibilitou que as participações dos estudantes fossem mais ricas em aspectos sinalizadores do processo de Alfabetização Científica, que refletiam essa vertente.

## 6.2 Vertente estratégias

As manifestações orais e produções escritas dos estudantes que permitiram resolver o problema de Modelagem Matemática e que, principalmente, caracterizam passos para a realização de uma investigação com rigor, foram destacadas como representativas dessa vertente.

Assim, para a primeira atividade analisada, identificamos encaminhamentos que caracterizam essa vertente quando os estudantes determinaram a quantidade de açúcar que se consome a mais do recomendado para mais de uma lata de refrigerante, bem como buscam saber quanto de açúcar teria em 6 latas e em 2 litros de refrigerante. No quadro abaixo (Quadro 17), trazemos trechos dos episódios da atividade que representam esses momentos e as estratégias dos estudantes para resolver as situações que iam sendo propostas.

Atividade de MM	Localização na análise local	Produção do estudante (oral ou escrita)	Circunstâncias que envolveram a produção do aluno
Refrigerante e o açúcar	Episódio 6	<p><b>E2:</b> Descobri! 49.</p> <p><b>E2:</b> 74 g, das duas latas, menos 25g, porque é só 25 que seria o certo.</p>	<p>Ao ser proposto que determinassem a quantidade de açúcar que se consumia além da recomendada, para duas latas, três e quatro latas, o estudante E2, nessa atividade utiliza os algoritmos da multiplicação para determinar a quantidade de 74g (trinta e sete vezes dois), e depois diminui 25g, pois a quantidade recomendada não se altera para demais quantidades de latas.</p>

	Episódio 7	E5: 185 mais 37 g. E4: que dá... 222 g. P: Isso aí, porque já vimos que nessa coluna, o que acontece com os valores? E4: Estão aumentando em 37. E5: Ou multiplica 37 pela quantidade de latas, 37 vezes 6 também dá 222.	Quando o colega E5 pergunta sobre a quantidade de açúcar total para 6 latas, e essa questão é colocada para todos. Tanto a estudante E4 quanto o E5, demonstraram entendimento acerca do que estavam fazendo e apresentaram modos diferentes de responder a pergunta relacionando os dados que já tinham obtido anteriormente.
	Episódio 7	E7: Não, é 1000. Tem que ser 1000. [...] E4: Ah, nesse quadro tem 2100 mL, então passa de 2 litros. E7: Mas nós podemos usar esse valor. [...] E4: E como a gente fala. E7: Que é aproximado?! E7: É podemos dizer que tem 222 gramas, só que é aproximação [...].	A estudante E4, pergunta sobre a quantidade de açúcar presente em 2 litros de refrigerante, porque a mãe compra refrigerante com essa capacidade aos fins de semana. E mais uma vez, a questão foi discutido e resolvida no grupo.

**Quadro 17:** Agrupamento de episódios para a vertente estratégia atividade “Refrigerante e o açúcar”  
**Fonte:** autores (2023)

No episódio 6, a fala do estudante E2, “74 g, das duas latas, menos 25 g, porque é só 25 que seria o certo” representa uma estratégia, pautada na observação e reflexão sobre as variáveis do problema (quantidade de latas, que é variável, e quantidade de açúcar recomendada, que aparentemente identificam como fixa), e que servem para responder as próximas perguntas que foram colocadas, cujas respostas o estudante E2, em específico, apresentou por meio de uma tabela (Figura 8).

No primeiro trecho do Episódio 7, destacado no quadro anterior, os estudantes utilizam e relacionam informações que foram determinadas para duas, três, quatro e cinco latas de refrigerante, para obter a quantidade total de açúcar para 6 latas, nesse caso a estratégia é, justamente, utilizar a relação encontrada na tabela para calcular informações que ainda não se tinha.

No segundo trecho do Episódio 7, os estudantes buscavam respostas à interrogação da estudante E4 sobre a quantidade de açúcar presente em 2 litros de refrigerante, enquanto concluíam outros cálculos. Observamos que os estudantes E4 e E5, também buscaram utilizar os dados que já tinham obtido para determinar uma

solução, porém, ao identificarem que possuem o valor da quantidade de açúcar apenas para 2100 mL e ao observarem este valor no quadro, o qual ia sendo construído à medida que iam desenvolvendo a atividade, utilizam como estratégia a aproximação do valor conhecido de açúcar relacionado a 2100 mL como sendo válido para 2 litros.

Estas estratégias tornam-se pertinentes e relevantes dentro do contexto de investigação e denotam rigor à determinação dos resultados, pois seguem de uma construção plausível a partir das informações fundamentais que tiveram acesso com o desenvolvimento da atividade de MM: quantidade de açúcar de uma lata de refrigerante, quantidade de açúcar recomendada diariamente e quantidade de mL de uma lata de refrigerante.

No que se refere a segunda atividade analisada, as ações e as intenções subentendidas, quando os estudantes optam por selecionar os dias (de cada mês) e não apenas os meses, para produzir dados (tempo em minutos) para a pesquisa, pois percebem que nem todos os dias dos meses eles estão na escola ou há aula, são identificadas como representantes da vertente estartégias. Neste contexto, os estudantes identificam e utilizam um calendário como ferramenta para extrair dados.

Atividade de MM	Localização na análise local	Produção do estudante (oral ou escrita)	Circunstâncias que envolveram a produção do aluno
Pingue-pongue na escola	Episódio 2	E7: Por dia? Dá para contar os dias.	Quando decidem contar os meses, mas percebem que não é viável contar por mês, pois há dias que não estão no colégio, ou que a mesa de <i>pingue-pongue</i> não existia ali ainda.
	Episódio 2	E7: Profe, mas o nosso calendário marca só esse mês...	O estudante E7, percebe que o calendário deles não é útil para efetivar sua estratégia, a qual subentendemos que seja de contar o tempo (em meses ou dias) pelo calendário.

**Quadro 18:** Agrupamento de episódios para a vertente estratégia

**Fonte:** autores (2023)

Essas ações dos estudantes, portanto, podem descrever a intenção de construir uma solução que seja a mais fiel à realidade, ao perceberem a possibilidade de buscar uma quantidade de dias de maneira precisa. Além disso, a forma como realizam e apresentam os cálculos, de maneira organizada e justificada, tende a

respaldar e validar o processo de trabalho com os dados, pois delimita o contorno em que seus resultados são válidos, atribuindo autenticidade à solução.

Embasados nas considerações de Sasseron (2015) acerca da Alfabetização Científica e do desenvolvimento do trabalho investigativo e argumentativo com os estudantes, entendemos que quando eles buscam resolver o problema que formularam, precisaram, por exemplo, fazer a delimitação do que poderia ser considerado e que afeta a situação em estudo, isto é, compreender as variáveis e controlá-las; trabalhar com hipóteses, formulação e verificação; e analisar os dados e os resultados. Estas ações os aproximam da cultura científica (SASSERON, 2015; MARQUES; MARANDINO, 2018) e, conforme afirmam Marques e Marandino (2018), a aproximação a elementos da cultura científica é um caminho para o desenvolvimento da Alfabetização Científica com as crianças.

A cultura científica, a partir de uma reflexão sobre ideias relacionadas ao trabalho científico, conforme exposto por Sasseron (2015), pode ser concebida “como o conjunto de ações e de comportamentos envolvidos na atividade de investigação e divulgação de um novo conhecimento sobre o mundo natural” (SASSERON, 2015, p. 55).

No contexto da sala de aula, Brito e Firemam (2016) exemplificam que ações ou práticas da cultura científica podem se fazer presentes por meio da proposição de situações-problema para serem investigadas pelos estudantes e que, ao ser oportunizado tempo e espaço para elaborarem hipóteses, testarem-nas, observarem as variáveis da situação, discutir e interpretar resultados e socializar suas conclusões, estar-se-à possibilitando a vivência de práticas pertencentes à cultura científica.

Nesse sentido, entendemos que as ações que os estudantes tiveram diante do problema de MM relacionadas a cada atividade de Modelagem analisada, são ações que se aproximam das ações empregadas no fazer científico e pertencentes à cultura científica. Aliás, cabe salientar, que ações sublinhadas como de investigação são fundamentais em atividades de Modelagem Matemática, isto é, faz parte do processo de obtenção de uma solução a um problema de MM, trabalhar com dados, informações, e buscar relações entre eles, como os estudantes fizeram (nesse momento, em especial, nas ações descritas no Quadro 18).

Observamos, com os momentos das atividades (e trechos de fala) destacados, que os estudantes, em situação de aprendizagem sobre a Modelagem, e dispostos a

determinar uma resposta aos problemas propostos, se colocaram em movimento de investigação, seja criando dados, os organizando e os relacionando, buscando demonstrar qual a compreensão que possuíam sobre os mesmos ou sobre o modo como pretendiam usá-los, ou mesmo se questionando se tal modo estaria correto. Compreendemos, também, que essas ações se intensificam de acordo com a autonomia que é concedida aos estudantes no desenvolvimento da atividade, e também com a familiaridade em torno de atividades dessa natureza.

Nesse sentido, da atividade do refrigerante e o açúcar, desenvolvida com maior mediação e interferência da professora pesquisadora, para a atividade de MM que tinha como premissa a maior autonomia dos estudantes em todos os momentos da realização de uma atividade de Modelagem (atividade Pingue-pongue na escola), estes estudantes demonstraram estar em processo de se apropriar de um jeito de propor e resolver problemas por meio da Modelagem que, de acordo com nossa interpretação sobre Sasseron (2015) e Brito e Fireman (2016) acerca da cultura científica, pode se aproximar ao fazer específico desta cultura, quanto ao “jeito” que o cientista produz conhecimento científico.

Assim, de certa maneira, episódios que se classificassem como dessa vertente já eram esperados, tendo em vista a natureza investigativa da Modelagem Matemática e ao modo como a entendemos e a propomos, e, logo, o próprio projeto de ICJ proposto, que visava propiciar melhores condições de participação e envolvimento dos estudantes no processo de resolução de cada atividade de Modelagem Matemática, almejando tanto a aprendizagem de Matemática, quanto sobre o fazer Modelagem Matemática, como já explicitado no Capítulo 4.

### **6.3 Vertente sensibilidade para investigação**

Nessa vertente, agrupamos os jeitos de fazer dos estudantes que denotam uma aprendizagem de fazer ciência, que não estejam relacionadas apenas à resolução do problema e que foram observadas durante as atividades de Modelagem Matemática.

Nesse sentido, destacamos a sensibilidade dos estudantes de apresentarem informações (sobre os conceitos estudados) para subsidiar/apoiar seus posicionamentos. Essa sensibilidade pode ser observada, principalmente, com a análise dos panfletos e das falas durante a realização da atividade de Modelagem

sobre o refrigerante e o açúcar, quando, para a tarefa de produzir um panfleto e divulgar aquilo que eles consideravam importante para as outras pessoas, trouxeram informações sobre a composição do refrigerante, quantidade de açúcar de uma lata, ou n latas, a quantidade diária de açúcar recomendada, problemas de saúde associados ao consumo excessivo do açúcar, efeito do açúcar no organismo, isto é, trouxeram dados para apoiar suas ideias e argumentos.

Atividade de MM	Localização na análise local	Produção do estudante (oral ou escrita)	O que sinaliza a vertente sensibilidades para a investigação (Recortes)	Circunstâncias associadas a produção do estudante
Refrigerante e o açúcar	Figura 11	Panfleto da estudante E4	“Por ter bastante açúcar nos sentimos “bem” nos primeiros momentos, mas em seguida ao passar esse efeito nos sentimos cansados, irritados e com fome de doce, entrando em um círculo vicioso.”	No panfleto, a estudante busca explicar o que acontece quando se consome o refrigerante, que tem açúcar.
	Figura 12	Panfleto da estudante E9	Duas latas têm 74g de açúcar e três latas tem 111 g.	No panfleto, a estudante procura enfatizar que tem muito açúcar no refrigerante.
			Você sabia que podemos consumir 25 g de açúcar por dia?! Em uma lata tem aproximadamente 37 g, ou seja, 12 g a mais que o recomendado.	No panfleto, a estudante procura chamar atenção para o fato de ao tomar uma lata de refrigerante, se estar consumindo uma quantidade alta de açúcar.
	Figura 13	Panfleto da estudante E1	Em uma latinha tem aproximadamente 37 g de açúcar, que é 12 g a mais que o recomendado.	No panfleto, a estudante procura chamar atenção para o fato de ao tomar uma lata de refrigerante, se estar consumindo uma quantidade alta de açúcar
As pessoas não passam tão mal por causa do ácido fosfórico.			Após escrever sobre os componentes do refrigerante, listando-os e identificando-os como substâncias ruins.	

	Figura 15	Panfleto do estudante E5	O açúcar em excesso pode nos fazer mal. Podemos ter alteração de humor, problemas de concentração [...]	O estudante busca enfatizar que o açúcar em excesso faz mal, citando problemas derivados do consumo em excesso de açúcar.
			Você sabia que em uma lata de refrigerante tem 37 g de açúcar e que a recomendação de 25 g de açúcar por dia? Isso significa que consumimos 12 g a mais.	Para chamar a atenção de quem ler, para o fato de ao tomar uma lata de refrigerante, se estar consumindo uma quantidade alta de açúcar.

**Quadro 19:** Agrupamento dos episódios (panfletos) para a vertente sensibilidades para a investigação

**Fonte:** autores (2023)

Na atividade sobre o jogo de *pingue-pongue*, identificamos essa sensibilidade quando os estudantes, antes de trabalharem com os dados, definem e descrevem que consideram 60 minutos como sendo igual a uma hora, pois essa informação lhes permite afirmar que até a data de 11 de outubro, jogaram 16h e 40 minutos e que até o final do ano (14 de dezembro), jogariam 32 horas de *pingue-pongue*, pois ampara o trabalho com os dados.

A ação de justificar as ideias vem ao encontro dos objetivos da Alfabetização Científica de formação cidadã dos estudantes, uma vez que essa ação pode ser avaliada como resultado do desenvolvimento de um sujeito crítico, capaz de realizar análises e reflexões sobre acontecimentos e fatos. Para Lima (2012), um sujeito pode ser chamado de crítico, quando é capaz de argumentar e avaliar o que se afirma. Nesse sentido, observamos que os estudantes passam, à medida que conhecem mais acerca das situações em estudo, a argumentar melhor e a ponderar o que afirmam, com base no que realmente aprenderam e podem considerar como legítimo.

A sensibilidade de buscar (e perguntar) informações que julgam úteis à investigação ou para compreender uma situação, foram identificadas nas produções dos estudantes quando eles questionavam acerca das informações que iam tendo acesso com o desenvolvimento da atividade, como por exemplo, quando a estudante E4 questiona, ao saber que tomar refrigerante causava problemas à saúde (Episódio 4), o fato de nunca ter passado mal mesmo consumindo refrigerante; ou quando questionaram se os efeitos da cafeína podiam ser semelhantes ao de um energético,

ao ampliarem o conceito de cafeína (Episódio 2, estudantes E4 e E5). Trazemos, no Quadro 20, esses episódios.

Atividade de MM	Localização na análise local	Produção do estudante (oral ou escrita)	Circunstâncias que envolveram a produção do aluno
Refrigerante e o açúcar	Episódio 2	E5: Como no Monster? E4: Então é boa?	Ao ouvirem as colocações da professora regente, fazem esses questionamentos em busca de entender o que é cafeína.
	Episódio 4	E4: Profe eu tomo quando vou na casa do meu vô, no domingo, e é dia de churrasco, obviamente tem refrigerante, porque eu tomo e não acontece nada comigo?	Diante dos nossos estudos sobre os problemas associados ao consumo do refrigerante, a estudante questiona se isso realmente é verdade, uma vez que ela não passa mal.

**Quadro 20:** Agrupamento de episódios para a vertente sensibilidade para a investigação - atividade “Refrigerante e o açúcar”  
**Fonte:** autores (2023)

Na segunda atividade, ações como estas foram observadas quando os estudantes do Grupo 3 perguntam à professora regente o início das aulas após o recesso escolar em julho, para limitarem a partir de qual data fazia sentido começar a coleta e produção de dados para a investigação. Também quando se propõe a contar os meses que já jogaram, e que jogariam *pingue-pongue*, por meio da contagem dos dias, buscando saber o total de dias que teriam jogado *pingue-pongue* para realizarem os cálculos, como o modo mais prático e com menor propensão ao erro.

Atividade de MM	Localização na análise local	Produção do estudante (oral ou escrita)	Circunstâncias que envolveram a produção do aluno
Pingue-pongue na escola	Episódio 1	E7: Profe, quando que voltou as aulas em julho?	Precisavam da informação para limitar de onde começariam a considerar os dados necessários. Então, perguntam a professora regente.
	Episódio 2	E7: Por dia? Dá para contar os dias.	Quando decidem contar os meses, mas percebem que não é viável contar por mês, pois há dias que não estão no colégio, ou que a mesa de <i>pingue-pongue</i> não estava.

**Quadro 21:** Agrupamentos de episódios para a vertente sensibilidades para a investigação – atividade “Pingue-pongue na escola”  
**Fonte:** autores (2023)

A ação de buscar saber aquilo que não se sabe, também é uma habilidade que é almejada quando se deseja que os estudantes se tornem alfabetizados cientificamente, uma vez que “a Alfabetização Científica deve estar sempre em construção, englobando novos conhecimentos pela análise e decorrência de novas situações” (SASSERON, 2015, p.56), isto é, ela não se encerra no tempo. À medida que novas informações são necessárias para compreender uma situação (o que por si só já denota uma reflexão), torna-se necessário acessar novos conhecimentos e, para tanto, a ação de perguntar e buscar sobre aquilo que não se sabe é um movimento associado ao tornar-se alfabetizado cientificamente.

Também sinalizamos a sensibilidade dos estudantes em apresentar o que consideram como hipóteses e simplificações, que justificam a(s) solução(ões) encontrada(s). Compreendemos que as ações de formular, estabelecer hipóteses e simplificações, fizeram parte do processo de resolução das atividades de Modelagem Matemática.

Na primeira atividade analisada, sobre o refrigerante e o açúcar, por exemplo, observamos ações nesse sentido quando os estudantes se preocupam em explicar que a quantidade de açúcar para dois litros de refrigerante de noz de cola, seria aproximadamente 222 g, uma vez que esse valor corresponde à quantidade de açúcar para 2 litros e 100 mL. Mesmo não sendo exatamente o valor de 222g, eles aceitam utilizá-lo como válido por ser um valor aproximado. No Quadro 22, retomamos esse momento do Episódio 7.

Atividade de MM	Localização na análise local	Produção do estudante (oral ou escrita)	Circunstâncias que envolveram a produção do aluno
Refrigerante e o açúcar	Episódio 7	E7: É podemos dizer que tem 222 g, só que é aproximação, seria um pouco menos, se fosse para ser certinho, né profe?	Ao analisarem os dados tabelados, e buscarem responder quanto de açúcar teria em 2 L de refrigerante.

**Quadro 22:** Segundo agrupamento de episódios para a vertente sensibilidade para a investigação - atividade “Refrigerante e o açúcar”

**Fonte:** autores (2023)

Na segunda atividade, atividade do Grupo 3, ao analisar o Episódio 4 e o cartaz produzido pelos estudantes (Figura 22), por exemplo, percebemos que os estudantes

optaram por explicitar, antes de mostrar como trabalharam com os dados, o que estavam considerando para realizar a investigação, uma vez que a construção do cartaz era livre, eles precisavam fazê-lo com a finalidade de apresentar a pesquisa e essa ação expor hipóteses e simplificações tende a oferecer credibilidade ao que estavam fazendo.

Atividade de MM	Localização na análise local	Produção do estudante (oral ou escrita)	Circunstâncias que envolveram a produção do aluno
Pingue-pongue na escola	Episódio 4	E3: Nós sabemos que a mesa de <i>pingue-pongue</i> da escola foi colocada no dia 27 de julho, esse ano, e que jogamos aproximadamente 20 minutos na escola, um pouco antes da aula e um pouco no final da aula. E3: É, de manhã, não contamos, nem terça e nem quinta, nem na aula de Educação Física. Só de tarde.	Apresentação da pesquisa que realizaram aos colegas de projeto.
	Figura 22.	Cartaz: Nós sabemos que a mesa de <i>pingue-pongue</i> da escola foi colocada no dia 27 de julho, esse ano, e que jogamos aproximadamente 20 minutos na escola, um pouco antes da aula e um pouco no final da aula.	Cartaz produzido para divulgar a pesquisa que realizaram.

**Quadro 23:** Segundo agrupamento de episódios para a vertente sensibilidade para a investigação - atividade "Pingue-pongue na escola"

**Fonte:** autores (2023)

A ação de apresentar, ter a sensibilidade de evidenciar o que considerou para alcançar um resultado, denota preocupação com a forma de comunicar conhecimentos e ideias, que se relaciona a argumentação (SASSERON, 2015), que corresponde a um elemento do fazer científico, que é associado a um trabalho argumentativo de envolvimento com a linguagem científica.

Nesse sentido, essas sensibilidades que foram notadas – sensibilidade dos estudantes de apresentarem informações (sobre os conceitos estudados) para subsidiar/apoiar seus posicionamentos; a sensibilidade de buscar (e perguntar) informações que julgam úteis à investigação ou para compreender uma situação; a sensibilidade dos estudantes em apresentar o que consideraram como hipóteses e simplificações, que justificam a solução encontrada – correspondem a sensibilidades

que são necessárias a uma investigação que, conjecturamos, seja resultado de toda vivência dos estudantes durante o projeto ao realizarem investigações com a Modelagem Matemática.

Sasseron (2015), acerca da investigação e argumentação dos estudantes, possibilitadas em ambiente escolar ou por meio de trabalho educativo intencional, explica que elas “não são idênticas à prática realizada por aquele que faz ciência, mas, [...] podem permitir o desenvolvimento de entendimento sobre o que sejam as ciências” (SASSERON, 2015, p. 61).

Nessa perspectiva, Silva e Sasseron (2021, p.13), explicam que “processos de investigação, argumentação e modelagem, confere situações por meio das quais o domínio epistêmico esteja em curso”, pois caracterizam “elementos sociais da atividade científica”.

Diante do exposto, compreendemos que em alguma medida, as atividades de modelagem que os estudantes desenvolveram contribuíram para acessarem e vivenciarem elementos de uma nova cultura, a cultura científica, e lhes permitiram avançar no processo de tornar-se alfabetizados cientificamente com o desenvolvimento de algumas capacidades que foram destacadas com a identificação dos aspectos sinalizadores do processo de Alfabetização Científica.

#### **6.4 Alfabetização Científica com Modelagem Matemática – os indicadores e as vertentes**

Considerando as produções e manifestações dos estudantes analisadas neste capítulo, sintetizamos, no quadro abaixo, quando é que cada vertente foi identificada e quais aspectos sinalizadores do processo de Alfabetização Científica podem ser associados, para cada atividade de Modelagem Matemática analisada nessa pesquisa.

<b>Alfabetização Científica com Modelagem Matemática</b>	<b>Aspectos Sinalizadores</b>	<b>Atividade de MM</b>
Vertente conhecimento		
Quando os estudantes demonstram compreender que o ácido fosfórico regula o sabor do refrigerante.	AS1, AS2	Refrigerante e o açúcar
Quando compreendem que o consumo excessivo/constante de açúcar, provoca a sensação de necessidade de seu consumo.	AS2, AS1, AS6	Refrigerante e o açúcar

Quando compreendem que a quantidade recomendada de 25g de açúcar é constante para n latas de refrigerante.	AS4	Refrigerante e o açúcar
Quando compreendem e utilizam que a cada 60 minutos tem-se uma hora.	AS4, AS6, AS8	Pingue-pongue na escola
<b>Vertente estratégia</b>		
Quando determinaram a quantidade de açúcar que se consome a mais do recomendado para mais de uma lata de refrigerante.	AS8	Refrigerante e o açúcar
Quando decidem contar os dias, identificando e utilizando o calendário como ferramenta.	AS3, AS4	Pingue-pongue na escola
Quando produzem os dados (minutos jogados nos meses considerados).	AS4, AS6, AS8	Pingue-pongue na escola
<b>Vertente sensibilidade para a investigação</b>		
Quando há a preocupação em definir como irão utilizar a informação – aproximação de 2100 litros para 2000 – na investigação.	AS8	Refrigerante e o açúcar
Quando apresentam e frisam informações para subsidiar/apoiar seus posicionamentos.	AS2	Refrigerante e o açúcar/Pingue-pongue na escola
Quando buscam (perguntam) informações que julgam úteis à investigação.	AS2, AS7	Refrigerante e o açúcar/Pingue-pongue na escola
Quando sentem a necessidade de apresentar o que consideraram e o que justifica a solução encontrada.	AS2, AS7	Pingue-pongue na escola

**Quadro 24:** Síntese das manifestações e produções dos estudantes relacionadas às vertentes e aos AS

**Fonte:** autores (2023)

Assim, a realização de atividades de Modelagem Matemática pelos estudantes durante o projeto, que foram planejadas no sentido de possibilitar aos estudantes vivenciarem o desenvolvimento das atividades cada vez com maior autonomia, nos permitiram evidenciar que características da Alfabetização Científica estiveram presentes nesse processo, ao identificarmos os aspectos sinalizadores da AC nas atividades que desenvolveram e ao aprofundarmos nossa análise sobre eles, culminando nas vertentes de AC denotadas.

Silva e Sasseron (2021, p. 7), afirmam que para que a Alfabetização Científica se concretize são necessárias “intensas e delicadas simultaneidade e interveniências entre a abordagem de conceitos, de modos de construção de conhecimentos e de formas de posicionamento e atuação em situações da vida em sociedade por meio e a partir de características da atividade científica”. Nesse sentido, a Modelagem Matemática constitui-se um modo de construir conhecimentos e estabelecer aprendizagens, tendo potencial para levar os estudantes a se posicionarem sobre diferentes situações. Trata-se de um trabalho com Modelagem Matemática, em uma perspectiva da Educação Matemática, que tem semelhanças com elementos da atividade científica.

Vislumbramos, a partir desses resultados, que a sensibilidade dos estudantes (vertente sensibilidade para a investigação), pode sugerir, ainda, que o processo de Alfabetização Científica possibilita a aprendizagem do fazer **em** Modelagem Matemática, isto é, que o envolvimento dos estudantes em atividades de Modelagem Matemática, de maneira contínua, além de favorecer o desenvolvimento do processo de Alfabetização Científica, ao mesmo tempo, possibilita o desenvolvimento de competências que implicam a aprendizagem de (saber) fazer Modelagem Matemática.

Essa análise decorre do fato de que, para fazer Modelagem Matemática, esses jeitos de fazer vislumbrados e realizados pelos estudantes são jeitos necessários ao desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática, que busca responder um problema originado em uma situação da realidade ou de interesse dos estudantes, por meio de procedimentos matemáticos e não matemáticos, em que a interpretação e a validação da solução dependem da situação a qual é associada e dos procedimentos adotados.

Portanto, quando os estudantes, ao buscarem responder as situações-problemas por meio da Modelagem Matemática, questionam sobre o que estão estudando, elaboram perguntas sobre os assuntos e fazem simplificações acerca das variáveis que interferem na situação, bem como possuem a sensibilidade de apresentar isso em suas produções, entendemos que a atividade de MM possibilita aos estudantes o processo de AC, mas também entendemos que estas ações são características de uma atividade de MM, do fazer MM; ou ainda, quando eles se pautam na Matemática para trabalhar com os dados e encontram relações entre eles, e as utilizam para a resolução do problema, entendemos que estão no processo de AC, em que a linguagem matemática se faz presente para a compreensão/reflexão da situação e para a proposição de uma solução, também notamos que essas ações se relacionam ao fazer específico da MM, pois é por meio da Matemática, em particular, que a solução de um problema de Modelagem Matemática é construída.

Deste modo, embora nosso problema de pesquisa vise compreender e estabelecer características da AC em atividades de Modelagem Matemática, quando os estudantes se envolvem com atividades dessa natureza, também acreditamos que o processo de desenvolver-se cientificamente traz contribuições à compreensão da Modelagem Matemática, como meio de investigar uma situação.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nessa pesquisa, investigamos acerca de dois temas que são comumente discutidos em áreas distintas – a Modelagem Matemática na área da Educação Matemática e a Alfabetização Científica na área da Educação em Ciências –, por meio do desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática, em uma perspectiva da Educação Matemática. Neste contexto, identificamos indícios de que o envolvimento de alunos na realização de atividades de Modelagem Matemática pode contribuir com a Alfabetização Científica dos estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Com buscas em plataformas e bibliotecas virtuais que integram produções acadêmicas, observamos que são poucas as pesquisas que se dedicam a investigar a Alfabetização Científica e a Modelagem Matemática, simultaneamente. Contudo, dentre os poucos resultados, encontramos assinalada que a Modelagem Matemática pode favorecer o processo de Alfabetização Científica dos estudantes, tendo em vista os instrumentos de análise utilizados pelos pesquisadores e considerando os contextos de realização destas pesquisas, a partir dos anos finais do Ensino Fundamental.

Tendo em vista esses resultados e que convergências podem ser assinaladas quanto aos objetivos da AC e da MM no que diz respeito à formação dos estudantes, nossa pesquisa foi norteada pela seguinte interrogação: “*Que características da Alfabetização Científica se mostram nas produções de estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental ao vivenciarem atividades de Modelagem Matemática?*”. Ou seja, nos propomos a investigar o que podia emergir nas atividades dos estudantes, que denotasse, ou se aproximasse, do processo de Alfabetização Científica, quando esses estudantes vivenciassem atividades de Modelagem Matemática.

Para realizar essa pesquisa, portanto, levamos até uma escola municipal de uma cidade do oeste do Paraná, a ideia e proposta de desenvolver um projeto de Iniciação Científica com estudantes do quinto ano, no contraturno. A ideia, que foi bem aceita pela comunidade escolar, era possibilitar aos estudantes vivenciarem investigações com a Modelagem Matemática, como caminho para a aprendizagem dos conteúdos que fossem necessários às situações-problemas que seriam investigadas. Assim, o projeto foi organizado tendo em vista possibilitar que os estudantes conhecessem a MM, realizando atividades de Modelagem com orientação

e mediação, e que viessem a empreender uma investigação com Modelagem com maior autonomia. Denotamos, dessa maneira, que o projeto foi constituído de dois momentos, o momento em que as atividades foram planejadas pela professora pesquisadora e o momento em que as atividades partiram dos próprios estudantes, das investigações que empreenderam em grupos.

Assim, a realização desse projeto, de acordo com nossas análises, proporcionou bons resultados quanto à aprendizagem e o desenvolvimento de ações, em um contexto de aprendizagem e pesquisa por meio da Modelagem Matemática que puderam contribuir com o processo de Alfabetização Científica dos estudantes. Acreditamos que o modo como esse projeto de ICJ foi estruturado e realizado foi importante ao que buscávamos investigar, pois, sendo no contraturno, tínhamos mais tempo para retomar com os estudantes faltantes o que havia sido trabalhado anteriormente, mais tempo para alongar discussões que eram necessárias, desde o planejamento da atividade, ou pelo interesse dos estudantes que ia se mostrando, mais tempo para ouvir os estudantes, o que muitas vezes não acontece em uma turma regular, onde há um cronograma de conteúdos a ser vencido, e períodos curtos de aula, entre outros fatores.

Nessa pesquisa, consideramos os dados provenientes de duas atividades, uma do primeiro momento e uma do segundo momento do projeto. Os dados constituíram-se da transcrição de áudios e do material escrito gerados com o desenvolvimento das atividades durante o projeto. Para analisar os dados, elaboramos e utilizamos um quadro de análise com oito aspectos sinalizadores do processo de AC em atividades de Modelagem Matemática, formulado a partir de leituras, interpretação e análise das produções sobre AC e MM, e AC com MM.

Com esse quadro de análise, passamos a analisar as manifestações orais e produções escritas dos estudantes, buscando indícios da ocorrência ou não dos aspectos sinalizadores do processo de Alfabetização Científica. Apresentamos nas análises locais dessas atividades, episódios (registros das manifestações orais e produções escritas dos estudantes) que apresentavam indícios destes aspectos.

A observação dos aspectos se deu durante os vários momentos das atividades de Modelagem Matemática. O momento de inteiração, em que se busca informações sobre a situação em estudo, os aspectos sinalizadores que mais tiveram indícios de ocorrência, foram os aspectos AS1, AS2, AS3, AS4 e AS6, sendo que na primeira

atividade analisada tivemos mais indícios para analisar, do que em relação à segunda atividade, sobre o tema pingue-pongue. Acreditamos que isso se deva à forma como as atividades foram desenvolvidas, em que na primeira foram explorados mais aspectos da situação do que na segunda atividade, tendo em vista os objetivos que foram propostos com a mesma, em que o grupo buscou e refletiu sobre informações que se relacionavam, e eram necessárias, à resolução do problema de pesquisa propriamente.

Na fase de resolução e matematização da situação-problema, os aspectos que foram possíveis de serem discutidos foram o AS3, AS4, AS6, AS7 e AS8, em que os estudantes tiveram que lidar com as informações que obtiveram para determinar uma solução aos problemas que investigaram com as duas situações, por meio de conhecimentos matemáticos. Na fase de interpretação de resultados e validação, discutimos os aspectos AS8 com as duas atividades de MM analisadas. Esse aspecto foi discutido toda vez que observávamos que os estudantes construíam explicações para o que afirmavam e que podiam ser relacionadas à forma como a investigação foi realizada.

A análise global, por sua vez, considerou as análises locais e novas reflexões sobre as produções/manifestações dos estudantes. A partir da concepção de AC associada à formação global do estudante, para além da aquisição de conceitos científicos e conhecimentos sobre o fazer ciência, mas atrelada necessariamente ao desenvolvimento de capacidades quanto ao conhecer e saber utilizar informações e conhecimentos científicos para se posicionar e tomar decisões conscientemente, identificamos três categorias da AC as quais denominamos de: vertente conhecimento, vertente estratégias e vertente sensibilidade para a investigação.

O estabelecimento dessas vertentes tanto norteou o desenvolvimento da análise global da pesquisa, quanto constituiu os resultados apresentados nela. Isto é, percebemos, com a análise dos dados, que os estudantes, ao discutirem conceitos necessários ao desenvolvimento das atividades, demonstraram estabelecer aprendizagens acerca de alguns deles (vertente conhecimento); que os estudantes, durante a realização das atividades de MM, utilizaram estratégias que denotavam maior rigor na pesquisa e na obtenção de resultados (vertente estratégia); e que os estudantes tiveram ações, durante todo o desenvolvimento das atividades, que podiam ser agrupadas como sendo “jeitos” de fazer ciência, de estabelecer ou

produzir conhecimentos (vertente sensibilidade para a investigação).

Visto isso, com a análise global das atividades, percebemos como características da Alfabetização Científica que emergiram das produções dos estudantes ao realizarem atividades de Modelagem Matemática, orientados inicialmente pela identificação dos aspectos sinalizadores desse processo e, depois, a partir das vertentes da AC resultantes da análise dos dados, o seguinte:

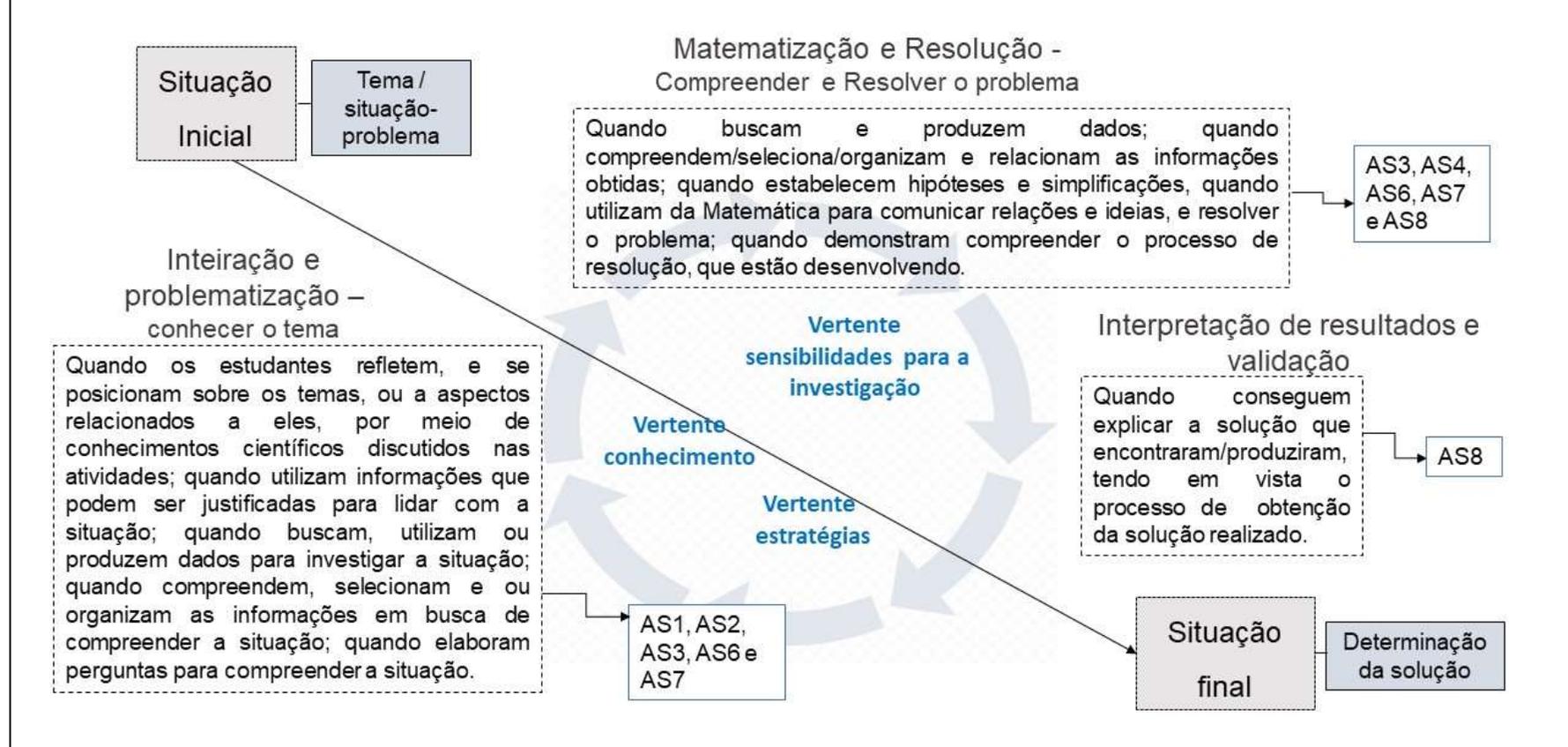
- A utilização de conhecimentos científicos para embasar ideias e reflexões, denotando o estabelecimento de aprendizagem sobre os mesmos;
- A utilização de conhecimentos científicos para subsidiar posicionamentos e estratégias durante a resolução de um problema;
- A realização de perguntas para refletir sobre a situação estudada, ou aspectos relacionados à ela, em busca de compreensão;
- A busca e a utilização de informações confiáveis no processo de resolução de uma situação-problema;
- A sensibilidade para evidenciar as simplificações e hipóteses assumidas na investigação e para a proposição de uma solução, a fim de torná-la válida também;
- A sensibilidade para explicar e, possivelmente, entender uma solução que foi determinada como devida ao modo como a investigação foi realizada.

Compreendemos que a inferência dessas características é plausível considerando a pesquisa realizada, o público participante, as atividades planejadas e o modo como encaminhamos e desenvolvemos as atividades de Modelagem Matemática durante o projeto empreendido com os estudantes. Além disto, conjecturamos que a realização de apenas uma atividade de Modelagem Matemática, por exemplo, não nos possibilitaria evidenciar indícios de AC com a MM, visto que a AC é um processo contínuo e os estudantes apresentaram algum avanço no decorrer das atividades, conforme vivenciavam e se dedicavam às investigações.

Elaboramos, a partir da realização dessa pesquisa e dos resultados pontuados acima, que se agrupam nos aspectos sinalizadores formulados e nas vertentes de AC estabelecidas com as análises locais, um esquema que busca representar o que aconteceu em cada momento das atividades de Modelagem Matemática que nos possibilitou indícios da ocorrência dos aspectos sinalizadores discutidos e pontuados

em cada uma, nas análises locais (Figura 16 e Figura 25), e também indicar que as vertentes de AC tendem a permear o desenvolver da atividade de Modelagem Matemática de maneira dinâmica.

## Atividades de Modelagem Matemática e o Processo de Alfabetização Científica



**Figura 26:** Esquema das ações denotativas do processo de Alfabetização Científica em Atividades de Modelagem Matemática  
**Fonte:** autores (2023)

Além disso, ao passo que evidenciamos essas características e inferimos como possível o desenvolvimento do processo de AC por meio de atividades de Modelagem Matemática, também vislumbramos que a compreensão acerca do fazer MM também estaria sendo influenciado pelo desenvolvimento da AC dos estudantes, pois muitas das ações que eles tiveram diante das atividades, também são importantes e necessárias ao fazer em MM e, nesse sentido, estaria em jogo o que chamaríamos de Alfabetização Científica em Modelagem Matemática, isto é, os estudantes estariam aprendendo a fazer Modelagem Matemática ao passo que estão vivenciando situações na e com MM que viabilizam o desenvolvimento da AC.

Ao concluirmos essa pesquisa, destacamos que durante o desenvolvimento dela, vivenciamos também alguns desafios: escassez de trabalhos sobre o tema que investigamos (AC com MM); muitas faltas dos alunos participantes, devido ao clima chuvoso e frio; dificuldades para se adaptarem ao ambiente investigativo gerado pela Modelagem Matemática, por demandar novos comportamentos; dificuldades em relação a modificar a relação entre professor e estudantes; e dificuldade na transcrição dos áudios quando os estudantes trabalhavam em grupos menores e não no grande grupo, devido a ruídos externos e barulho gerado pelo envolvimento dos estudantes nas atividades, em seus respectivos grupos, em um mesmo espaço.

Além dessas dificuldades, também destacamos dificuldades em relação à construção do referencial teórico dessa pesquisa, isto é, de encontrar textos sobre AC que fossem adequados e que avançassem no estudo do termo Alfabetização Científica, bem como textos que a discutissem em situações de aprendizagem parecidas com a que propomos. E, principalmente, de se apropriar, durante a pesquisa, de uma linha de estudo discutida fortemente em outra área, que não a nossa – a área de Educação em Ciências – daquilo que se diz nessa área sobre AC, e de como articular e utilizar todo o conhecimento que ia sendo construído com as muitas leituras e análises de textos, para o nosso campo que é a Educação Matemática e, em particular, para analisar o que se mostrava do envolvimento dos estudantes em atividades de Modelagem, com relação ao processo de Alfabetização Científica.

Também importa destacar que a realização dessa pesquisa, com relação aos estudantes participantes, sem apontar os resultados alcançados com o processo de AC, possibilitou-os à vivência de um modo diferente de estudar Matemática, ao realizarem Modelagem Matemática para investigar situações e, nesse processo,

discutir e refletir sobre aspectos das situações-problemas investigadas e de Matemática, com mediação e orientação.

Além disso, também entendemos que esta pesquisa traz contribuições importantes para o campo da Modelagem Matemática, na EM, e da Alfabetização Científica. Para o campo da MM, ao trazermos a AC como um tema que pode ser discutido na e com MM, e para a AC, ao trazermos como possibilidade para o seu desenvolvimento a realização de atividades de Modelagem Matemática enquanto uma estratégia pedagógica. Em ambos os casos, um trabalho envolvendo Ciências (e demais áreas relacionadas) e a Matemática, em conjunto, em prol da AC dos estudantes, seria interessante.

Ainda, é importante enfatizar que a realização dessa pesquisa evidencia que no campo da EM, com a MM, também é possível discutir e contribuir com a AC dos estudantes, isto é, que existe a possibilidade de discutir AC em outras áreas de conhecimento para além das Ciências.

Apresentamos como sugestões para pesquisas futuras acerca do desenvolvimento da Alfabetização Científica por meio da Modelagem Matemática, investigações sobre: possíveis influências que o desenvolvimento da AC pode exercer sobre a aprendizagem do fazer MM; como privilegiar o desenvolvimento da AC dos estudantes por meio da MM na Educação Matemática; quais implicações do trabalho em grupo em atividades de MM com enfoque na AC; as limitações da MM para o desenvolvimento da AC dos estudantes.

Diante disso, enquanto professora de Matemática e pesquisadora, a realização dessa pesquisa mostrou-me que a Modelagem Matemática, tomada como prática pedagógica, permite ao professor e aos estudantes vivenciarem um ambiente que proporciona uma formação escolar ampla, reflexiva e também humana, que favoreça o desenvolvimento de capacidades que podem se refletir no ser e agir dos estudantes para além do espaço escolar, como é almejado com o processo de AC, com a proposição de atividades de MM de modo não esporádico e que, enquanto professora de Matemática, é possível assumir o compromisso de contribuir com a AC dos estudantes.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F.; ALVES, M. possibilidades para a construção do conhecimento humano. **Revista Encontros de Vista**, Recife, v. 3, n. 1, p. 109-116, jan./jun. 2009.

ALMEIDA, L. M. W.; BRITO, D. S. Atividades de modelagem matemática: que sentido os alunos podem lhe atribuir?. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 11, n. 3, p. 483-498, 2005.

ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, K. P.; VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na Educação Básica**. 1. Ed., 2ª reimpressão, São Paulo: Contexto, 2016.

ALMEIDA, L. M. W.; SOUSA, B. N. P. A.; TORTOLA, E. Desdobramentos para a modelagem matemática decorrentes da formulação de hipóteses. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 6., 2015, Pirenópolis. **Anais...** Pirenópolis: SBEM, 2015.

ALMEIDA, L. M. W.; TORTOLA, E. Reflexões a respeito do uso da Modelagem Matemática em aulas nos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Revista Brasileira Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 94, n. 237, p. 619-642, mai./ago. 2013.

AULER, D. Enfoque ciência-tecnologia-sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência e Ensino**, v. 1, n. especial, nov. 2007.

ARMAZEM de texto. Panfleto - gênero textual. 2020. Disponível em: <https://armazemdetexto.blogspot.com/2020/11/folheto-genero-textual-com-atividades.html>. Acesso em: 12 dez. 2022.

BARBOSA, J. C. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: Reunião Anual da ANPED, 24., 2001, Caxambu. **Anais...** Rio Janeiro: ANPED, 2001.

BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática: O que é? Por quê? Como?. **Veritati**, Salvador, n. 4, p. 73-80, 2004.

BARCELOS, R. G. **A Educação Integral e a Iniciação Científica: interfaces e desenvolvimento pleno**. 2020. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências: Química da vida e saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

BERTOLDI, A. Alfabetização científica versus letramento científico: um problema de denominação ou uma diferença conceitual?. **Revista Brasileira de Educação**, v.25, p. 1-17, abr. 2020.

BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem Matemática como Método de ensino-aprendizagem de Matemática em cursos de 1º e 2º graus**. 1990. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São Paulo, 1990.

BIEMBENGUT, M. S. **Mapeamento na Pesquisa Educacional**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2008.

BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem matemática no ensino fundamental**. Blumenau: Edifurb, 2014.

BIEMBENGUT, M. S. 30 Anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das Propostas primeiras às propostas atuais. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 2, p. 7-32, jul. 2009.

BISPO, J. S. G., BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática: um método possível para a Educação de Jovens e Adultos. In: XI EBRAPEM – ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2008, Rio Claro. **Anais...** Rio de Janeiro: 2008.

BOCASANTA, D.M. **Dispositivo da tecnocientificidade: a iniciação científica ao alcance de todos**. 2013. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2013.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora, 1994.

BONFIM, H. C. C. **A alfabetização científica e tecnológica no ciclo II do ensino fundamental: um estudo nas escolas municipais de Curitiba**. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

BORGIO, V. T. K.; BURAK, D. Modelagem Matemática e Interdisciplinaridade: Perspectivas para o Ensino de Matemática nas Séries Iniciais. **Seminário de Pesquisa do PPE**. Disponível em: [http://www.ppe.uem.br/publicacoes/seminario\\_ppe\\_2011/pdf/1/012.pdf](http://www.ppe.uem.br/publicacoes/seminario_ppe_2011/pdf/1/012.pdf). Acesso em: 10 set. 2021.

BURAK, D. Modelagem Matemática sob um olhar de Educação Matemática e suas implicações para a construção do conhecimento matemático em sala de aula. **Revista de Modelagem na Educação Matemática**, v. 1, n. 1, p. 10-27, 2010.

BURAK, D. **Modelagem matemática: ações e interações no processo de ensinoaprendizagem**. 1992. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Unicamp, 1992.

BURAK, D. Modelagem Matemática e a Sala de Aula. In: Encontro Paranaense da Modelagem na Educação Matemática, I, Londrina, 2004. **Anais...** Londrina: UEL, p. 1-11, 2004.

BURAK, D.; KAVIATKOVSKI, M. A. C. Considerações sobre a Modelagem Matemática nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental a Partir de Atividades Desenvolvidas em Sala de Aula. In: ALENCAR, E. S.; LAUTENSCHLAGER, E. (orgs). **Modelagem Matemática nos anos iniciais**. São Paulo: Sucesso, 2014. p. 51- 62.

BRANCO, A. B. G.; *et al.* Alfabetização e letramento científico na BNCC e os desafios para uma educação científica e tecnológica. **Revista Valore**, Volta Redonda, v. 3, n. Especial, p.702-713, 2018.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017.

BRITO, L. O.; FIREMAN, E. C. Ensino de Ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.18, n. 1, p. 123-146, jan./abr. 2016.

CALDEIRA, A. D. Modelagem Matemática: um outro olhar. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 2, p.33-54, jul. 2009.

CARVALHO, G. S. Literacia científica: Conceitos e dimensões. In: AZEVEDO, F.; SARDINHA, M. G. (Coord.). **Modelos e práticas em literacia**. Lisboa: Lidel, 2009. p. 179- 194.

CIVIERO, P. A. G.; *et al.* Alfabetização científica e tecnológica no currículo da formação de professores de matemática. X Congresso internacional sobre investigação em didática das ciências, 2017, Sevilla.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, p. 89-100, jan./fev./mar./abr. 2003.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 1ª ed. Ijuí: Unijuí, 2000.

DE BRITO, J. R.; FONSECA, C. V. Iniciação Científica na Educação Básica: estudo de caso envolvendo uma escola privada de Porto Alegre. **Cadernos do Aplicaçãõ**, Porto Alegre, v. 34, n. 2, 2021. DOI: 10.22456/2595-4377.111162.

DEMO, Pedro. Educação científica. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, [S.I.], v. 1, n. 1, p. 02-22, jun. 2014. ISSN 2359-232X.

DE OLIVEIRA, C. B.; GONZAGA, A. M. As contribuições de Paulo Freire a uma Educação Científica na formação docente. **Itinerarius Reflectionis**, Goiânia, v. 8, n. 1, 2012. DOI: 10.5216/rir.v1i12.1325.

DOURADO, D. A. O., ALMEIDA, C. de F. C. B. R. de. Alfabetização e Iniciação Científica na escola: conceitos e perspectivas nas áreas de Botânica no Ensino Médio. **Diversitas Journal**, v. 6, n. 1, p.1318–1345, jan./mar. 2021.

DUTRA, Í. M. et al. Trajetórias criativas: jovens de 15 a 17 anos no ensino fundamental: uma proposta metodológica que promove autoria, criação, protagonismo e autonomia. In: Caderno 7: **Iniciação Científica**. Brasília: Ministério da Educação, 2014.

ESSÊNCIA AGRO. Conheça a Árvore Noz-de-cola. **Youtube**, 2022. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ibbL160M1Hs>. Acesso em: 15 jun. 2022.

FERNANDES, J. R. C. Sitophilus zeamais e Sitotroga cerealella: Pragas do Milho. **Agronegócios.eu**, Porto, Jan. 2015. Disponível em: <http://www.agronegocios.eu/noticias/sitophilus-zeamais-e-sitotroga-cerealella-pragas-do-milho/>. Acesso em: 28 dez. 2022.

FERREIRA, L. M. S. **Modelação matemática e alfabetização científica da educação básica**. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

FICK, C. R. **Modelagem nas Ciências e Matemáticas: Das ideias às expressões dos estudantes de Ensino Fundamental**. Dissertação (Mestrado em Educação e Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**, São Paulo: Paz e Terra, 1980.

GABRIEL, J. Endocrinologia para todos. Os efeitos do açúcar no corpo. Youtube, 2017. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=l3pKNUix5Ms>. Acesso em: 20 jun. 2022.

GERMANO, M. G. **Uma nova ciência para um novo senso comum**. Campina Grande: EDUEPB, 2011.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **RAE - Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.

GONZAGA, G. B.; OLIVEIRA, E. C. L. Práticas inovadoras caminhos para a iniciação científica na Educação Básica. **Revista de Educação ANEC**, [S. l.], v. 47, n. 160, p. 110-125, 2019.

HERMÍNIO, M. H. G. B.; BORBA, M. C. A Noção de Interesse em Projetos de Modelagem Matemática. **Revista Educação, Matemática e Pesquisa**, São Paulo, v.12, n.1, pp.111-127, 2010.

INEP. Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA): Resultados nacionais – PISA 2009. Brasília: O instituto, 2012.

JUNIOR, A. P.; ALMEIDA, L. M. W. As hipóteses definidas pelos alunos em uma atividade de Modelagem Matemática. XV Eprem, Londrina, 2019. **Anais... SBEM**, 2019.

KMITA, D. J.; CASTRO, E. M. V.; VERONEZ, M. R. D. A Matematização em uma atividade de Modelagem Matemática. VIII EPMEM, Cascavel, 2018. **Anais... SBEM**, 2018.

KRASILCHIK, M., MARANDINO, M. **Ensino de Ciências e Cidadania**. 2a ed. São Paulo: Editora Moderna, 2007.

LIMA, R. C. S. M. S. O que é ser crítico, afinal? ou responsabilidade e ato no ensino. **Revista Cocar**, Belém, v. 6, n.12, p. 79-85, ago./dez. 2012.

LIMA, A. C. S.; AFONSO, J. C. A química do Refrigerante. **Química nova na escola**. v. 31, n. 3, ago. 2009.

LEITE, R. F. **Dimensões da alfabetização científica na formação inicial de professores de química**. Tese – (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2015.

LEITE, E. G.; PEREIRA, R. C. M.; BARBOSA, M. do S. M. F. A iniciação científica nos contextos da educação básica e superior: dos documentos oficiais aos aspectos formativos. **ALFA: Revista de Linguística**, São Paulo, v. 66, 2022. DOI: 10.1590/1981-5794-e13679.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização Científica no Contexto das Séries Iniciais. **Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n.1, p. 1-13, jun. 2001.

LORENZETTI, L. **Alfabetização Científica no contexto das séries iniciais**. Dissertação (Mestrado de Educação e Ciência) – Curso de Mestrado em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

MALHEIROS, A. P. S. **A produção matemática dos alunos em um ambiente de modelagem**. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.

MARQUES, AM. C. T. L.; MARANDINO, M. Alfabetização científica, criança e espaços de educação não formal: diálogos possíveis. **Revista Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 44, e170831, 2018.

MARTIN, R. W. S. **Modelagem Matemática e Autonomia: um Olhar para Atividades no Ensino Fundamental**. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2019.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

NASCIMENTO, F. do; FERNANDES, H. L.; MENDONÇA, V. M. de. O Ensino de Ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista. HISTEDBR On-line**, Campinas, n.39, p. 225-249, set. 2010.

OECD. Pisa 2012. Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy, OECD Publishing. Disponível em: [https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/PISA%202012%20framework%20e-book\\_final.pdf](https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/PISA%202012%20framework%20e-book_final.pdf) . Acesso em: 03 ago. de 2022.

OLIVEIRA, A. S. **Iniciação Científica na Educação Básica. Reinvenção das relações de ensino e aprendizagem?**. Dissertação (Mestrado em Gestão Educacional) –Mestrado Profissional, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2021.

OLIVEIRA, A.; BIANCHETTI, L. Iniciação Científica: Possibilidades e limites à

Instauração de um círculo virtuoso. **Revista Educação em Perspectiva**, Viçosa, v. 8, n. 1, p.124-140, jan./abr. 2017.

OLIVEIRA, W. P.; OLIVEIRA, M. D. D. Uma olhar para as práticas de modelagem matemática nos anos iniciais do ensino fundamental. Encontro Internacional de Produção Científica, **Anais...** 2017.

OVIGLI, D. F. B. Iniciação Científica na Educação Básica: uma atividade mais do que necessária. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**. v. 1, n. 1, p. 1-13, mai. 2014.

PALMA, R. M. **Manifestações da Criatividade em Modelagem Matemática nos Anos Iniciais**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2019.

POLLAK, H. O. Introduction: what is mathematical modeling? In: GOULD, H.; MURRAY, D. R.; SANFRATELLO, A. (Eds.). **Mathematical Modeling Handbook**. Bedford: Comap, 2012. p. viii-xi.

PONTEL, T. L.; VIEIRA, J. A. A iniciação científica na educação básica sob a ótica docente. **Revista Contemporânea de Educação**, Rio Grande do Sul, v. 15, n. 32, jan/abr. 2020.

QUINTAL da Saúde. O que tem dentro do refrigerante é BIZARRO. Youtube, 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=LtiXHmmT574>. Acesso em: 15 jun. 2022.

ROMAIS, C. **Modelagem nas Ciências e Matemática como método de ensino com pesquisa no Ensino Médio**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino e Ciências Naturais e Matemática) – Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2014.

RODRIGUES, B. D. G. **A Iniciação Científica Júnior multidisciplinar como facilitadora da alfabetização científica**. 2016. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2016

RODRIGUES, B. S. *et al.* Alfabetização científica nos anos iniciais do ensino fundamental: uma sequência didática com o tema “conservação de alimentos”. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 3, p. 90-107, 2020.

RODRIGUES, G. G. D.; LACERDA, R. P. **Iniciação científica na escola contemporânea: ressignificando saberes a partir de experimentações no**

**projeto trajetórias criativas**. 2015. Monografia (Especialização) - Curso de Iniciação Científica na Escola Contemporânea: Ressignificando Saberes a Partir de Experimentações no Projeto Trajetórias Criativas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

ROSA, C. C.; ALMEIDA, L. M. W. Influências do Fenômeno de Congruência e Não-Congruência para a Compreensão dos Objetos Matemáticos em atividades de Modelagem Matemática: um estudo. In: XI EBRAPEM - Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós Graduação em Educação Matemática., 2008, Rio Claro. **Anais...** 2008.

SANTOS, M. N.; *et al.* Alfabetização científica: análise em atividades desenvolvidas nos anos finais do ensino fundamental. **Revista REAMEC**, Cuiabá, v. 9, n. 1, e21026, jan./abr. 2021.

SANTOS, J. K. R. **Oportunidades de aprender sobre pesquisa na Iniciação Científica Júnior de uma bolsista do clube de ciências da UFPA**. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Educação Matemática e Científica da Universidade Federal do Pará, Belém, 2011.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação Brasileira. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 110-132, jul./dez. 2000.

SASSERON, L. H. **Alfabetização científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula**. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.16, n. 1, p.59-77, 2011.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, v.17, n. Especial, novembro, p. 49-67, 2015.

SETTI, E. J. K.; WAIDEMAN, A. C.; VERTUAN, R. E. Percursos da Elaboração de um Problema no Contexto de uma Atividade de Modelagem Matemática. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 35, n. 70, p. 959-980, ago. 2021.

SILVA, S. R.; DUARTE, A. A.; VERTUAN, R. E. Práticas de Modelagem Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental: uma análise dos anais do enem.. In: Anais do Encontro Nacional de Educação Matemática. Anais...Brasília(DF) On-line, 2022.

SILVA, S.; FUZINATO, P. A. Alfabetização Científica ou Letramento Científico? Uma investigação sobre os caminhos para a educação científica. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 9, e55911932075, 2022.

SILVA, V. R.; LORENZETTI, L. A alfabetização científica nos anos iniciais: os indicadores evidenciados por meio de uma sequência didática. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 46, 2020.

SILVA, D. J.; NOBRE, S. B. A Educação Científica nos anos iniciais do ensino fundamental: olhares e reflexões sobre o Letramento Científico. **Pesquisa em Foco**, São Luís, v. 26, n. 1, jan./jun. 2021.

SILVA, C.; KATO, L. A. Quais Elementos Caracterizam uma Atividade de Modelagem Matemática na Perspectiva Sociocrítica?. **Bolema**, Rio Claro, v. 26, n. 43, p. 817-838, ago. 2012.

SILVA, V. da S.; KLÜBER, T. E. Modelagem Matemática nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: Reflexões e Apologia aos Seus Usos. In: Org(s): Edvonete Souza de Alencar, Etienne Lautenschlager et al. **Modelagem Matemática nos Anos Iniciais**. São Paulo: Sucesso, 2014. p. 7-24.

SILVEIRA, J. C. **Entre dizeres e silêncios sobre Iniciação Científica na Educação Básica: o movimento de sentidos na escola**. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

SILVEIRA, M. R. A. A Dificuldade da Matemática no Dizer do Aluno: ressonâncias de sentido de um discurso. **Revista Educação e Realidade**, Porto Alegre, v. 36, n. 3, p. 761-779, set./dez. 2011.

SILVA, M. B.; SASSERON, L. H. Alfabetização Científica e domínios do conhecimento científico: proposições para uma perspectiva formativa comprometida com a transformação social. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 23, p. 1-20, 2021.

SOUZA, E. S. R.; SANTO, A. O. E. Alfabetização Científica em Ambiente de Modelagem Matemática. **Revista REAMEC**, Cuiabá, v. 5, n.1, jan./jun. 2017.

SOUZA, E. G.; LUNA, A. V. de A. Modelagem Matemática nos Anos Iniciais:

pesquisas, práticas e formação de professores. **REVMAT**, Florianópolis, v. 9, Ed. Temática (junho), p. 57- 73, 2014.

SOUZA, B. N. P. A.; TORTOLA, E.; SILVA, C. da. Modelos matemáticos em atividades de Modelagem Matemática: uma terapia filosófica. In: VII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática, 7º, 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: SIPEM, 2018. p.1-13.

SCHRENK, M. J. **Tomada de consciência em atividades de Modelagem Matemática no Ensino Fundamental**. 2020. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Cascavel, 2020.

SCHRENK, M. J.; VERTUAN; R. E. Modelagem Matemática como prática pedagógica: uma possível caracterização em Educação Matemática. **Educação Matemática Pesquisa – EMP**, São Paulo, v. 24, n. 1, p.194-224, 2022.

TEODORO, F. P.; KATO, L. A. A prática pedagógica com Modelagem Matemática nos anos iniciais do ensino fundamental. **Em Teia**, v. 12, n. 3, p. 01-25, 2021.

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

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

TORTOLA, E.; SILVA, K. A. P. Sobre modelos matemáticos nos anos iniciais: das pesquisas as práticas. **Em Teia**, v. 12, n. 3, p.1-26, jun. 2021.

VARELLA, D. Drauzio Varella. O excesso de açúcar no sangue. Youtube, 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=7vr3loQKSH0>. Acesso em: 14 jun. 2022.

VIANA, E. R. **Estratégias de estímulo do pensamento criativo em atividades de modelagem matemática**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2020.

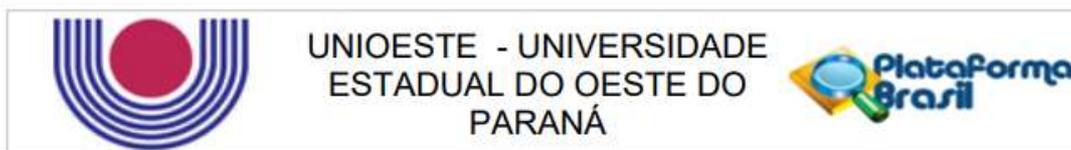
VIECHENESKI, J. P.; CARLETTO, M. R. Iniciação à alfabetização científica nos anos iniciais: contribuições de uma sequência didática. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.18, n.3, 2013, p. 525-543.

VOGT, C. F. G. **Iniciação à Ciência: Uma análise de atividades investigativas com crianças.** 2020. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2020.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

## ANEXOS

### Anexo A – Parecer Consubstanciado do CEP



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Alfabetização Científica em/com Modelagem Matemática

**Pesquisador:** SIMONE RIBEIRO DA SILVA

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 57927522.8.0000.0107

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANA

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 5.356.269

##### Apresentação do Projeto:

Modelagem Matemática, na perspectiva da Educação Matemática, e Alfabetização Científica, são expressões que provêm de áreas distintas: uma é bastante discutida na Educação Matemática, enquanto que a Alfabetização Científica é na Educação em Ciências. Entretanto, a possibilidade de articulá-las tem sido enfoque, ainda que sutil, de pesquisas em ambas as áreas supracitadas. Assim, a pesquisa veiculada por este projeto, tratará sobre a Alfabetização Científica e Modelagem Matemática, quando estudantes realizam práticas de Modelagem Matemática em contexto de Iniciação Científica. O objetivo geral da pesquisa é investigar como a Iniciação Científica em/com Modelagem Matemática pode favorecer a Alfabetização Científica dos estudantes por meio da realização de práticas de Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática. Nesse sentido, buscamos responder a seguinte questão de pesquisa: Quais características da Alfabetização Científica se mostram nas produções de estudantes dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental ao realizarem Iniciação Científica em/com Modelagem Matemática? Para tanto, o percurso metodológico é estruturado pelo desenvolvimento de um projeto de Iniciação Científica com estudantes do quinto anos dos Anos Iniciais do Ensino

**Endereço:** RUA UNIVERSITARIA 2069

**Bairro:** UNIVERSITARIO

**UF:** PR

**Telefone:** (45)3220-3092

**Município:** CASCAVEL

**CEP:** 85.819-110

**E-mail:** cep.prppg@unioeste.br



Continuação do Parecer: 5.356.269

Fundamental, pela elaboração de situações problemáticas para desenvolver práticas de Modelagem Matemática, e pela coleta de dados (as produções escritas e orais dos alunos). Para a análise dos dados iremos nos basear no método de análise de conteúdo proposto por Laurence

Bardin. Buscamos alcançar uma compreensão mais profunda a partir do que se mostra nas produções dos alunos integrantes do projeto, para inferir sobre as características da Alfabetização Científica em e com Modelagem Matemática

#### **Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo Primário:

Investigar como a Iniciação Científica em e com Modelagem Matemática pode favorecer a Alfabetização Científica dos estudantes por meio da realização de práticas de Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática.

Objetivo Secundário:

- Identificar quais são os indicadores da Alfabetização Científica para o Ensino Fundamental a partir de referencial teórico da área;- Inferir sobre articulações entre características de práticas de Modelagem Matemática, na Educação Matemática, com as características da Alfabetização

Científica.- Analisar as influências e contribuições (se houver) das práticas de Modelagem Matemática no processo de Alfabetização Científica dos

estudantes;- Investigar relações entre as características da Modelagem Matemática e do processo de Alfabetização Científica, a partir dos diálogos e

produções empreendidos pelos estudantes, quando desenvolvem Iniciação Científica.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos:

Os estudantes participantes do projeto podem se sentir constrangidos ao serem perguntados de algo referente às atividades desenvolvidas no projeto de Iniciação Científica, e diante disso, pode ocorrer a não realização (parcial ou total) das atividades por ele, ou mesmo, sua saída da pesquisa, caso manifeste a intenção.

Benefícios:

Aos estudantes participantes, os benefícios referem-se às aprendizagens relacionadas à iniciação científica, ao processo de investigar e desenvolver

**Endereço:** RUA UNIVERSITARIA 2069

**Bairro:** UNIVERSITARIO

**CEP:** 85.819-110

**UF:** PR

**Município:** CASCAVEL

**Telefone:** (45)3220-3092

**E-mail:** cep.prppg@unioeste.br



Continuação do Parecer: 5.356.269

práticas de Modelagem Matemática; e à academia, a possibilidade de trazer resultados que propiciem um novo olhar para a prática de Modelagem Matemática no contexto escolar.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Indica ser importante para a área e para os envolvidos

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Presentes e adequados

**Recomendações:**

Sem recomendações

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Sem pendências

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Apresentar o Relatório Final na Plataforma Brasil até 30 dias após o encerramento desta pesquisa.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1907950.pdf	14/04/2022 20:02:32		Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Termo_campo_de_pesquisa.jpg	14/04/2022 19:17:34	SIMONE RIBEIRO DA SILVA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	pesquisa_nao_iniciada.jpg	14/04/2022 19:16:47	SIMONE RIBEIRO DA SILVA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Pesquisa_SIMONE.pdf	13/04/2022 23:08:56	SIMONE RIBEIRO DA SILVA	Aceito
Cronograma	cronograma_pesquisa.pdf	13/04/2022 23:04:44	SIMONE RIBEIRO DA SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_TALE.pdf	13/04/2022 22:31:35	SIMONE RIBEIRO DA SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_CEP_Simone.pdf	13/04/2022 22:11:35	SIMONE RIBEIRO DA SILVA	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_DE_ROSTO_ASSINADA_Simo	11/04/2022	SIMONE RIBEIRO	Aceito

**Endereço:** RUA UNIVERSITARIA 2069

**Bairro:** UNIVERSITARIO

**CEP:** 85.819-110

**UF:** PR

**Município:** CASCAVEL

**Telefone:** (45)3220-3092

**E-mail:** cep.prppg@unioeste.br



UNIOESTE - UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO OESTE DO  
PARANÁ



Continuação do Parecer: 5.356.269

Folha de Rosto	e.pdf	22:32:05	SILVA	Aceito
----------------	-------	----------	-------	--------

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

CASCAVEL, 18 de Abril de 2022

---

**Assinado por:**  
**Dartel Ferrari de Lima**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** RUA UNIVERSITARIA 2069

**Bairro:** UNIVERSITARIO

**UF:** PR

**Telefone:** (45)3220-3092

**CEP:** 85.819-110

**Município:** CASCAVEL

**E-mail:** cep.prppg@unioeste.br