

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM  
REDE NACIONAL – PROFMAT

Julius Kahoru Yassaki Filho

**O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, MODELAGEM  
MATEMÁTICA E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMO  
POTENCIALIZADORES NO PROCESSO DE ENSINO E  
APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA NO SÉTIMO ANO DO ENSINO  
FUNDAMENTAL**

Santa Maria, RS  
2024

**Julius Kahoru Yassaki Filho**

**O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, MODELAGEM MATEMÁTICA E  
RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMO POTENCIALIZADORES NO PROCESSO  
DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA NO SÉTIMO ANO DO  
ENSINO FUNDAMENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Matemática**.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Valéria de Fátima Maciel Cardoso Brum

Santa Maria, RS  
2024

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001

Yassaki Filho, Julius Kahoru  
O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, MODELAGEM  
MATEMÁTICA E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMO  
POTENCIALIZADORES NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM  
DE MATEMÁTICA NO SÉTIMO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL /  
Julius Kahoru Yassaki Filho.- 2024.  
103 p.; 30 cm

Orientadora: Valéria de Fátima Maciel Cardoso Brum  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de  
Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional, RS, 2024

1. Inteligência Artificial 2. Modelagem Matemática 3.  
Equações I. Brum, Valéria de Fátima Maciel Cardoso II.  
Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, JULIUS KAHORU YASSAKI FILHO, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

**Julius Kahoru Yassaki Filho**

**O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, MODELAGEM MATEMÁTICA E  
RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMO POTENCIALIZADORES NO PROCESSO  
DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA NO SÉTIMO ANO DO  
ENSINO FUNDAMENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Matemática**.

Aprovado em 25 de outubro de 2024:

Valéria de Fátima Maciel Cardoso Brum, Dr.<sup>a</sup> (UFSM)  
(Presidente/Orientadora)

Vanilde Bisognin, Dr.<sup>a</sup> (UFN)

Janice Rachelli, Dr.<sup>a</sup> (UFSM)

Santa Maria, RS  
2024

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho ao Prof. Dr. Nilomar Vieira de Oliveira (*in memoriam*) ad Universidade Federal do Amazonas por me inspirar durante minha formação acadêmica.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me conceder a fé para persistir.

A minha mãe e primeira professora, pedagoga Rosália Yassaki, a quem segui os passos e me abençoou com seus cuidados e atenção.

A meu pai e a minhas irmãs, que serão sempre meu esteio emocional e afetivo.

A minha esposa pela compreensão de ter que sacrificar horas do convívio familiar para dedicá-las ao curso que gerou este trabalho.

A minhas professoras e meus professores que trabalharam comigo para que eu pudesse ser um cidadão pleno.

A meus alunos que são a razão de ser do meu trabalho e estudo.

À Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carmem Vieira Mathias que gentilmente aceitou aplicar a prova do Exame Nacional de Acesso após o horário do pôr do sol do sábado, dia santo para mim. A professora teve um olhar empático e de respeito às cosmovisões diferentes, demonstrando respeito pelas minorias religiosas.

Às professoras e aos professores do PROFMAT com quem tive o prazer de ser aluno, por todo aprendizado, conselhos e correção de rumos. São profissionais exemplares que contribuíram de maneira significativa para minha formação acadêmica e profissional.

Agradecimento especial à Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Valéria de Fátima Maciel Cardoso Brum pela orientação desse trabalho. Pela paciência, motivação, tempo dedicado e pelas excelentes intervenções que me auxiliaram na construção desse trabalho.

Agradeço ainda a coordenação do curso pelo trabalho silente de forma a me proporcionar o suporte administrativo necessário ao bom andamento do curso em todos os momentos.

Ao programa de Mestrado oferecido pela Sociedade Brasileira de Matemática que possibilitou, a este professor da rede pública de ensino, o acesso a um curso de excelência.

À CAPES, pelo apoio financeiro fundamental para realização dessa pesquisa.

## RESUMO

### **O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, MODELAGEM MATEMÁTICA E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMO POTENCIALIZADORES NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA NO SÉTIMO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL**

AUTOR: Julius Kahoru Yassaki Filho

ORIENTADORA: Valéria de Fátima Maciel Cardoso Brum

Esta pesquisa tem como objetivo principal verificar as potencialidades do uso da Inteligência Artificial, Modelagem Matemática e Resolução de Problemas no 7º ano do Ensino Fundamental. A motivação para este trabalho se deu pelo fato de que é comum surgirem novas tecnologias e a escola não absorver esses novos conhecimentos, sendo, em alguns casos, resistente ao uso delas. Como a Inteligência Artificial é o assunto atual, sendo relatada por alguns como a maior revolução cognitiva da nossa história, considera-se de grande importância verificar as possibilidades dessa ferramenta no ambiente escolar e, nesta pesquisa, no aprendizado de Matemática. Para tanto, foi elaborado uma sequência didática que inicia com a apresentação aos alunos das ferramentas tecnológicas, de alguns problemas a serem resolvidos, de algumas situações climáticas que podem ser modeladas e suas modelagens, da teoria matemática utilizada e apresentação dos resultados. A atividade foi desenvolvida com um grupo de cinco alunos do 7º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública da região metropolitana de Porto Alegre. A opção por alunos desse nível escolar deve-se ao fato de que nessa fase é introduzida o conteúdo de Álgebra, momento de uma considerável quebra de paradigmas conceituais e de abstração matemática, esta habilidade é um grande desafio para a atual geração conhecida como Geração Alpha que é movida pela agilidade, curiosidade, independência, dificuldade de concentração, rodeada de tecnologia e conectividade e que valoriza mais a experiência do que a teoria. Por outro lado, a IA pode fazer com que o aluno não se esforce na resolução dos exercícios propostos, prejudicando com isso, seu aprendizado. A pesquisa dimanou em algumas constatações relevantes sobre o uso dessa ferramenta, incentiva o engajamento dos estudantes nas aulas de Matemática, auxilia a individualização do ensino, apoia a transição do estágio operatório concreto para o operatório formal de acordo com a epistemologia genética de Piaget, o uso nas aulas de Matemática deve ser supervisionado e validado todos os resultados pois a Inteligência Artificial pode cometer erros, e por fim, pode causar dependência cognitiva pelo uso inadequado e sem acompanhamento do professor.

**Palavras-chave:** Inteligência Artificial. Modelagem Matemática. Equações do 1º grau.

## ABSTRACT

### THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE, MATHEMATICAL MODELING, AND PROBLEM SOLVING AS ENHANCERS IN THE TEACHING AND LEARNING PROCESS OF MATHEMATICS IN THE SEVENTH GRADE OF ELEMENTARY SCHOOL

AUTHOR: Julius Kahoru Yassaki Filho  
ADVISOR: Valéria de Fátima Maciel Cardoso Brum

The primary objective of this research is to verify the potential of using Artificial Intelligence, Mathematical Modeling and Problem Solving in the 7th grade of Elementary School. The motivation for this work stemmed from the fact that new technologies frequently emerge, yet schools often fail to absorb these new developments, sometimes even resisting their use. Given that Artificial Intelligence is currently a major topic, heralded by some as the greatest cognitive revolution in our history, it is considered highly important to examine the possibilities of this tool within the educational environment, and specifically in this research, in the learning of Mathematics. For this purpose, a didactic sequence was developed, beginning with the introduction of technological tools to the students, followed by presenting some problems to be solved, climatic situations that can be modeled and their modeling, the mathematical theory used, and the presentation of results. The activity was conducted with a group of five 7th-grade of Elementary School students from a public school in the metropolitan region of Porto Alegre. The choice of students at this educational level is due to the fact that Algebra content is introduced at this stage, marking a significant conceptual and mathematical abstraction paradigm shift. This skill is a substantial challenge for the current generation, known as Generation Alpha, which is driven by agility, curiosity, independence, difficulty concentrating, surrounded by technology and connectivity, and values experience over theory. On the other hand, AI might cause students not to exert effort in solving the proposed exercises, thus hindering their learning. The research resulted in some relevant findings about the use of this tool: it encourages student engagement in Math classes, aids in the individualization of teaching, supports the transition from concrete operational to formal operational stages according to Piaget's genetic epistemology. The use in Math classes must be supervised and all results validated, as Artificial Intelligence can make errors, and ultimately, it can cause cognitive dependence if used improperly and without teacher supervision.

**Keywords:** Artificial Intelligence. Mathematical Modeling. Problem Solving.



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Lista de trabalhos CAPES.....	19
FIGURA 2 – Ajuda com entendimento de um problema da OBMEP.....	35
FIGURA 3 – Construção de tabelas.....	43
FIGURA 4 – Alunos utilizando IA.....	44
FIGURA 5 – Extração de dados de uma situação utilizando IA.....	45
FIGURA 6 – Passo a passo do cálculo do salário líquido pela IA.....	46
FIGURA 7 – Resumo do modelo gerado por IA.....	46
FIGURA 8 – Aluno utilizando quadro branco.....	47
FIGURA 9 – Cálculos do aluno utilizando lápis e papel.....	48
FIGURA 10 – Modelo inconsistente gerado por IA.....	48
FIGURA 11 – Verificação da inconsistência da IA.....	49
FIGURA 12 – IA reconhecendo que cometeu um erro.....	49
FIGURA 13 – Equação simplificada após correção.....	50
FIGURA 14 – Uso da IA em crioulo haitiano.....	51
FIGURA 15 – Resolução de equações em idioma estrangeiro.....	52
FIGURA 16 – Comparação da precipitação em Canoas em setembro 2022 e setembro 2023.....	54
FIGURA 17 – Análise do gráfico de dispersão das médias das temperaturas.....	55
FIGURA 18 – Tabela de dados confeccionada por aluno da pesquisa.....	55
FIGURA 19 – Reta de regressão encontrada pelo aluno 1.....	56
FIGURA 20 – Reta de regressão encontrada pelo aluno 2.....	57
FIGURA 21 – Geração de equação da reta pela IA Microsoft Copilot.....	59
FIGURA 22 – Interação inicial com o Gemini.....	62
FIGURA 23 – Situação a ser modelada.....	63
FIGURA 24 – Modelo construído por IA.....	63
FIGURA 25 – Construção de equações.....	64
FIGURA 26 – Modelo encontrado por IA.....	65
FIGURA 27 – Modelo de altura versus tempo.....	66
FIGURA 28 – Cálculo da cota de inundação de um dos estudantes da pesquisa.....	66
FIGURA 29 – Demonstração da inconsistência do modelo gerado por IA aos alunos.....	67
FIGURA 30 – Apontando o erro cometido pela IA.....	68
FIGURA 31 – Refazendo a análise dos dados pela IA.....	68

FIGURA 32 – Solicitando a IA que corrija o modelo.....	69
FIGURA 33 – Modelo correto após correção da IA.....	69
FIGURA 34 – Aluno resolvendo problema utilizando equação encontrada com auxílio de IA.....	70
FIGURA 35 – Resolução do problema por um aluno da pesquisa.....	71
FIGURA 36 – Aplicações práticas do modelo dos alunos segundo a IA Gemini.....	72
FIGURA 37 – Melhoria no modelo de projeção de enchentes.....	73
FIGURA 38 – Sugestões da IA de modelos para taxa de chuva variável.....	74
FIGURA 39 – Sugestões da IA de modelos para capacidade de bombeamento variável....	74
FIGURA 40 – Exemplos de aplicação da função senoidal em nosso modelo.....	75
FIGURA 41 – Ressonância do aluno 1 da pesquisa.....	78
FIGURA 42 – Ressonância do aluno 2 da pesquisa.....	79
FIGURA 43 – Ressonância da aluna imigrante.....	79
FIGURA 44 – Tradução de relato da aluna imigrante.....	80

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Recursos matemáticos presentes no Microsoft Copilot.....	24
QUADRO 2 – Recursos matemáticos presentes no Google Gemini.....	25
QUADRO 3 – Exemplos da BNCC de habilidades em Álgebra do 1º ao 6º ano.....	37
QUADRO 4 – Habilidades da BNCC trabalhadas no quarto encontro da pesquisa.....	60

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CNC	Comando Numérico computadorizado
eClima	Escritório de Resiliência Climática da cidade de Canoas
IA	Inteligência Artificial
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
PROFMAT	Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>ESTUDOS CORRELATOS.....</b>	<b>18</b>
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>21</b>
3.1	A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL – IA.....	21
<b>3.1.1</b>	<b>Microsoft Copilot.....</b>	<b>23</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Google Gemini.....</b>	<b>24</b>
3.2	MODELAGEM MATEMÁTICA.....	26
3.3	RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS.....	31
3.4	ÁLGEBRA.....	35
3.5	PROPOSIÇÕES, SENTENÇAS ABERTAS E EQUAÇÕES DE 1º GRAU.....	37
<b>3.5.1</b>	<b>Proposição.....</b>	<b>38</b>
<b>3.5.2</b>	<b>Sentença aberta.....</b>	<b>38</b>
<b>3.5.3</b>	<b>Equação.....</b>	<b>39</b>
3.5.3.1	Grau de uma equação.....	39
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>40</b>
4.1	CONTEXTO INVESTIGATIVO.....	41
<b>5</b>	<b>ANÁLISE DAS ATIVIDADES REALIZADAS.....</b>	<b>42</b>
5.1	PRIMEIRO ENCONTRO.....	42
5.2	SEGUNDO ENCONTRO.....	44
<b>5.2.1</b>	<b>Uso da IA no trabalho com aluna imigrante.....</b>	<b>50</b>
5.3	TERCEIRO ENCONTRO.....	53
5.4	QUARTO ENCONTRO.....	54
5.5	QUINTO ENCONTRO.....	61
5.6	POSSIBILIDADES DE MELHORIA DO MODELO.....	72
<b>6</b>	<b>RESSONÂNCIAS.....</b>	<b>77</b>
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>81</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>85</b>
	<b>APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....</b>	<b>88</b>
	<b>APÊNDICE B – PRODUTO EDUCACIONAL: SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....</b>	<b>89</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Ao lembrar da minha jornada escolar na educação básica no final da década de 1980 e início da década de 1990, veio à tona um momento em que eu questionei o porquê de não aprender datilografia na escola pública em que eu estudava, já que eu observara o uso dessa tecnologia em vários ambientes de trabalho. Já no curso de Engenharia Mecânica em 2001, questionei a utilização de um torno mecânico manual em umas das disciplinas da academia enquanto as indústrias já utilizavam o torno por Comando Numérico Computadorizado (CNC) com mais tecnologia e mais precisão.

Agora, como professor, aspiro sempre uma educação que tenha sua práxis desenvolvida com o que há de mais moderno e atual à disposição dos estudantes, seja na área da cultura, social ou tecnológica, e em referência a esta última, a digital. Assim, o desejo de realizar uma pesquisa com essa temática surgiu desde minha infância.

Um dos primeiros programas que buscava implantar o uso de tecnologias de informática em educação no Brasil ocorreu na década de 1980 com o projeto Educação com Computadores (EDUCOM), que tinha o objetivo de implantar computadores nas escolas para melhorar o ensino e a aprendizagem. Em 2017, com a criação do Programa Nacional de Informática na Educação (ProInfo), houve os primeiros passos na formação de professores, geração de conteúdos e melhoria da infraestrutura das escolas em relação as tecnologias digitais. No ano de 2008, surgiu o Programa Um Computador por Aluno (PROUCA) onde basicamente eram adquiridos laptops para professores e estudantes com a finalidade de difundir o conhecimento digital com uso pedagógico. Em 2010, houve diversas iniciativas como o Programa Nacional de Tecnologia Educacional (ProInfo Integrado), onde iniciou-se a inclusão das tecnologias no currículo escolar de forma mais factual. Durante a pandemia de COVID-19, em 2020, a adesão de tecnologias digitais na educação teve o processo acelerado com a adoção do ensino híbrido na tentativa de mitigar os efeitos nocivos à educação causados pelo isolamento social.

Apesar de todos os programas e legislações voltadas à inclusão das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's), há um claro descompasso entre as tecnologias mais atuais dessa área e o que existe realmente de prática na educação básica, principalmente no ensino público, seja por falta de formação adequada para o uso dessas ferramentas, seja por

resistência de parte dos atores envolvidos com a educação escolar entre outra série de questões sociopolíticas.

Na década de 1990, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) já alertavam para necessidade acompanhar as evoluções do mundo e que a sala de aula pudesse refletir as tendências da cultura presente:

A sociedade, de modo geral, está constantemente se beneficiando dos progressos da tecnologia sem, muitas vezes, ter consciência disso. Ler um jornal, uma revista ou um livro, assistir à programação de televisão, utilizar o telefone; tomar um refrigerante, pagar uma conta no banco, fazer compras no supermercado, viajar de ônibus, trem ou avião são usos da tecnologia que fazem parte do cotidiano. Ou seja, a sociedade usufrui de tecnologia, na medida em que a realização dessas atividades pressupõe a presença de recursos tecnológicos em algum estágio do processo: na produção do mercado editorial, na produção da mídia audiovisual, no sistema de telecomunicações, nas transações comerciais ou na produção de produtos de consumo. Cada vez mais a linguagem cultural inclui o uso de diversos recursos tecnológicos para produzir processos comunicativos, utilizando-se diferentes códigos de significação (novas maneiras de se expressar e de se relacionar). Além dos meios gráficos, inúmeros meios audiovisuais e multimídia disponibilizam dados e informações, permitindo novas formas de comunicação. (BRASIL, 1998, p.135).

Como a Inteligência Artificial (IA) é um assunto que está em plena ascensão, é uma oportunidade de incluí-la como ferramenta de ensino e aprendizagem em matemática, para que os estudantes tenham contato com essa tecnologia em época contemporânea ao seu surgimento, e não de forma inoportuna como é comum acontecer.

Assim, essa pesquisa tem como objetivo verificar as potencialidades do uso da IA na educação matemática para uma situação específica, com adolescentes que estão no 7º ano do ensino fundamental, público que não possui habilidade plena de domínio do pensamento abstrato.

Sobre essa fase do ensino, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) em seu complemento denominado Computação traz a habilidade “(EF07CO03) Construir soluções computacionais de problemas de diferentes áreas do conhecimento, de forma individual e colaborativa, selecionando as estruturas de dados e técnicas adequadas, aperfeiçoando e articulando saberes escolares”. (BRASIL, 2022, p. 42)

A parte matemática desta pesquisa tratará das expressões algébricas, principalmente na forma de equações de 1º grau, isso por ser um assunto que está sendo introduzido de maneira formal para o 7º ano do ensino fundamental. Para que haja resultados práticos e que possam ser aplicados em situações diárias da vida dos estudantes, foi trabalhado esse tema utilizando

a modelagem matemática e a resolução de problemas, além de trabalhar as ideias sobre construção de tabelas e gráficos e demais assuntos que são pré-requisitos.

Para atingir os objetivos desta pesquisa, foram realizados cinco encontros com um grupo de cinco estudantes do 7º ano de uma escola municipal da cidade de Canoas, sendo uma das estudantes imigrante haitiana. A atividade final foi encontrar um modelo matemático na forma de equação de 1º grau que relacionasse uma certa quantidade de chuvas a capacidade das bombas de drenagem de uma cidade.

A presente dissertação está estruturada em capítulos descritos em seguida. Neste capítulo, o primeiro, estamos apresentando a temática geral e as justificativas para sua escolha, os objetivos e uma breve descrição sobre como a dissertação está estruturada. Ademais, também será descrito brevemente as atividades realizadas com os estudantes no âmbito de cada encontro.

No capítulo 2, descrevemos os resultados de uma pesquisa realizada acerca dos estudos que guardam relação com a temática desse trabalho. Fazendo assim, pudemos perceber que, ao trabalhar temas atuais, a quantidade de publicações sobre a IA na educação matemática não é tão vasta como temáticas já conhecidas a mais tempo.

No capítulo 3, tratamos da fundamentação teórica dos principais assuntos abordados nessa dissertação, tais com a Inteligência Artificial, a Modelagem Matemática, a Resolução de Problemas, e outras definições importantes para o trabalho aqui desenvolvido.

A metodologia é apresentada no capítulo 4 como sendo do tipo qualitativa devido as suas características predominantes, apresentando alguns fundamentos dessa pesquisa e introduzindo a organização das atividades realizadas com os estudantes e suas características principais.

O trabalho realizado com os estudantes foi descrito de forma mais detalhada no capítulo 5, que analisa e revela toda sequência pedagógica realizada de modo a extrair o melhor resultado prático no aprendizado dos alunos. Finalizando o capítulo, será exposto uma demonstração de como essas atividades podem ser ampliadas para anos superiores da educação básica e superior.

O capítulo 6 revela a visão dos estudantes sobre a temática através de uma atividade denominada de ressonância, onde será explicado o porquê da escolha desse vocábulo



juntamente com as fundamentações acadêmicas sobre a importância de realizar esse tipo de abordagem ao final de um processo didático.

As considerações finais estão presentes no capítulo 7, juntamente com os resultados obtidos e a relevância deste trabalho para educação matemática no contexto nacional e para as convicções do Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT).

Encerramos esta dissertação com referências que aqui foram utilizadas de forma direta ou indireta no transcorrer das atividades desenvolvidas durante a pesquisa seguidos por documentos de suporte ao trabalho aqui desenvolvido.

## 2 ESTUDOS CORRELATOS

Apesar do estudo da Inteligência Artificial (IA) haver perpassado por vários anos, a aplicação na Educação Matemática não é comum, principalmente no ambiente das escolas públicas. Com o aumento significativo de sistemas e aplicativos que contém IA, houve aumento da facilidade de acesso a essa tecnologia, contudo o ambiente escolar nacional não acompanha essas evoluções tecnológicas e, nesse caso, as pesquisas são igualmente escassas.

Em busca realizada no repositório de dissertações do PROFMAT utilizando o sintagma: Inteligência Artificial, no filtro: Título da Dissertação, foi encontrado apenas um registro de trabalho nessa temática, sob o título: O uso da Inteligência Artificial no ensino da Matemática, com autoria de Arthur Peixoto Marques da Universidade Federal do Amapá. Contudo, o foco do trabalho não é realizar uma experiência prática com alunos, mas um estudo bibliográfico da área e apresentação de algumas ferramentas proeminentes da área, conforme relata o próprio autor.

Em pesquisa realiza no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, utilizando o sintagma Inteligência Artificial e o filtro Ensino de Matemática, foi encontrada apenas dois trabalhos, conforme Figura 1 – Lista de trabalhos CAPES.

Ao analisar as demais pesquisas encontradas, foi observado que diferem do presente trabalho em alguns aspectos, quer seja pela prática – alunos utilizando ferramentas baseadas em IA para modelar e resolver problemas de forma matemática, quer seja pelos sujeitos da pesquisa – estudantes do sétimo ano que estão no início do conhecimento da área algébrica e com pouca experiência na Matemática abstrata.

Dos resultados encontrados, poucos guardam relação direta com a educação matemática, a maioria trata da IA aplicada à educação geral, aplicada à outras áreas do conhecimento diferentes da matemática escolar, da Matemática existente na criação de uma aplicação de IA ou de aplicações técnicas da IA relacionadas a outras áreas que não são da educação. Como exemplo delas podemos citar a dissertação de Mestrado em Matemática com área de concentração em Estatística realizado na Universidade Federal da Bahia, onde Boaventura (2020) utilizou a IA juntamente com conhecimentos de controle estatístico para criar ferramentas de controle de processos.

Figura 01 – Lista de trabalhos CAPES

1.	BOAVENTURA, LAION LIMA. <b>GRÁFICOS DE CONTROLE DE APRENDIZAGEM DOS PROCESSOS: UMA FLEXIBILIZAÇÃO DE CEP COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA)</b> 13/02/2020 undefined f. Mestrado em MATEMÁTICA Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA, Salvador Biblioteca Depositária: undefined Detalhes
2.	FLORES, DIEGO. <b>Ensino de inteligência artificial : uma proposta de formação docente nas disciplinas STEAM</b> 14/12/2022 164 f. Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL, Caxias do Sul Biblioteca Depositária: <a href="https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/11917/Disserta%c3%a7%e3%9a%20Diego%20Flores.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/11917/Disserta% sequence=1&amp;isAllowed=y</a> Detalhes
3.	MATOS, LIDIENE COSTA DA SILVA. <b>Inteligência artificial &amp; educação online na escola pública: possibilidades e alcances</b> 26/01/2022 176 f. Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA, Uberlândia Biblioteca Depositária: <a href="https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/34600">https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/34600</a> Detalhes
4.	MATTOS, SILVANA GOGOLLA DE. <b>EM BUSCA DE COMPREENSÕES SOBRE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E PROGRAMAÇÃO INTUITIVA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA</b> 06/11/2022 169 f. Doutorado em Educação em Ciências e em Matemática Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, Curitiba Biblioteca Depositária: BIBLIOTECA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA UFPR Detalhes
5.	MOSELER, DAVID BARBOSA. <b>A Path to Unsupervised Semantics Extraction with Symbol Grounding</b> 27/04/2022 51 f. Mestrado em MATEMÁTICA Instituição de Ensino: INSTITUTO NACIONAL DE MATEMÁTICA PURA E APLICADA, Rio de Janeiro Biblioteca Depositária: IMPA Detalhes
6.	VIEIRA, JULIANNA DA SILVA. <b>A Educação Matemática e sua relação com os estereótipos de gênero feminino na Inteligência Artificial</b> 16/10/2023 71 f. Mestrado em EDUCAÇÃO MATEMÁTICA Instituição de Ensino: PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO, São Paulo Biblioteca Depositária: <a href="https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/handle/40016">https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/handle/40016</a> Detalhes
7.	BALBINO, RENATA OLIVEIRA. <b>UMA PROPOSTA PARA CONCEPÇÃO DE INTERFACES PARA PLATAFORMAS EDUCACIONAIS DE MATEMÁTICA ASSISTIDAS POR INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL</b> 20/11/2023 206 f. Doutorado em Educação em Ciências e em Matemática Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, Curitiba Biblioteca Depositária: BIBLIOTECA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA UFPR Detalhes
8.	CUGLER, LARISSA DOMINGUES. <b>Um estudo das Representações Sociais de estudantes universitários sobre o chatbot em apoio ao ensino de física</b> 11/12/2023 111 f. Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática Instituição de Ensino: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO, São Paulo Biblioteca Depositária: Francisco Montojos IFSP Detalhes
9.	SILVA, SONIA DE SOUZA E. <b>PERSPECTIVAS TEÓRICO-FILOSÓFICAS SOBRE A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL À LUZ DE PIERRE LÉVY :ONTOLOGIA, DESENVOLVIMENTO E POSSIBILIDADES EM PROCESSOS EDUCACIONAIS</b> 30/05/2023 159 f. Mestrado Profissional em Formação Científica, Educacional e Tecnológica Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, Curitiba Biblioteca Depositária: Repositório Institucional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná ( <a href="http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/31795">http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/31795</a> ), sob licença Creative Commons 4.0 internacional. Detalhes
10.	SCHAEFFER, ANDRE GUSTAVO. <b>Educação Científica e Educação Tecnológica: a identificação de relações a partir de atividades pedagógicas com robótica educativa.</b> 13/12/2018 368 f. Doutorado em EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Florianópolis Biblioteca Depositária: Biblioteca Universitária - UFSC Detalhes
11.	ZATTI, EVANDRO ALBERTO. <b>GeniA: PLATAFORMA PARA CONSTRUÇÃO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA QUE FAZ USO DE PROGRAMAÇÃO INTUITIVA E É ASSISTIDA POR INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL</b> 02/08/2023 212 f. Doutorado Profissional em Formação Científica, Educacional e Tecnológica Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, Curitiba Biblioteca Depositária: Depósito no Repositório Institucional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (RIUT) e na Biblioteca Central do Campus Curitiba da UTFPR, como Recurso Educacional Aberto, sob licença Creative Commons 4.0 internacional. Detalhes
12.	SILVA, ATILA LUNA AMBROSIO DA. <b>Physics Informed Neural Network Applied to Fractional Flow Equations</b> 28/09/2023 50 f. Mestrado em MATEMÁTICA Instituição de Ensino: PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO, Rio de Janeiro Biblioteca Depositária: Biblioteca Central da PUC-Rio Detalhes
13.	BONANGELO, RAFAEL VIEIRA. <b>Educação Estatística na Escola Básica: introduzindo software CODAP na análise descritiva e árvore de decisão</b> 30/11/2023 98 f. Mestrado Profissional em Ensino de Matemática Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, São Paulo Biblioteca Depositária: <a href="https://teses.usp.br/">https://teses.usp.br/</a> IME USP Detalhes

Fonte: Catálogo de Teses e Dissertações das CAPES.

Nesse parágrafo explicitamos os resultados encontrados que possuem alguma relação com a educação matemática. Na dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e

Matemática realizado na Universidade de Caxias do Sul, o autor Flores (2022) trabalha a IA ao realizar uma proposta de formação docente nas disciplinas STEAM – sigla inglesa para Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática. Já Matos (2022), em sua dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática realizado na Universidade Federal de Uberlândia, abordou a IA no contexto de pandemia em turmas de Ensino Médio de forma a buscar eficiência na aprendizagem em Matemática utilizando o ensino remoto. A tese de doutorado em Educação em Ciências e em Matemática realizado na Universidade Federal do Paraná, por Mattos (2022), trabalha a tese de uma relação entre a programação intuitiva e a Inteligência Artificial que tem possibilidade de oferecer suporte nos processos educacionais de Matemática.

Pode-se observar que o uso da IA na Educação Matemática é uma área pouco explorada nos estudos acadêmicos e, de igual forma, nos ambientes escolares da Educação Básica. Assim, essa pesquisa tem aspectos inovadores no uso da IA na educação matemática, como a possibilidade de utilizar a IA como suporte no processo de transição de fases do desenvolvimento cognitivo de Jean Piaget na educação matemática, na aplicação da IA para trabalhar modelagem matemática com alunos de sétimo ano do Ensino Fundamental.

Na comunidade acadêmica internacional há trabalhos relevantes nessa área, como as pesquisas desenvolvidas por Zachary A. Pardos da Universidade da Califórnia, que foca no uso da IA para personalizar a educação matemática explorando como os algoritmos de aprendizado de máquina podem ser usados para adaptar o ensino às necessidades individuais dos alunos, melhorando a eficácia do aprendizado.

No próximo capítulo, relatamos as fundamentações teóricas dos assuntos mais relevantes tratados nesta pesquisa.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Após realizar um estudo sobre os antecedentes da pesquisa, esta seção será dedicada a situar o trabalho no ambiente científico, conceituando e ambientando principais assuntos na visão de teorias consolidadas. Como os atores objetos do tema dessa pesquisa são da Educação Básica, as ideias serão apresentadas no contexto desta fase do ensino, por isso será citada, em diversos momentos, a importância desses assuntos na Base Nacional Comum Curricular – BNCC. Por vezes, as definições, conceitos e considerações doravante apresentadas, terá como base a temática principal da pesquisa e seus atores, alunos com habilidades e competências de 7º ano do Ensino Fundamental.

#### 3.1 A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL – IA

Há várias definições de IA ao longo do tempo e espaço, cada uma moldada ao interesse teórico do definidor. Ainda hoje, a definição de IA não tem uniformidade.

Uma definição ingênua é: “a área que se ocupa de construir artefatos artificiais que apresentam comportamento inteligente”. A dificuldade é definir o que é comportamento inteligente. A definição de “inteligência” é fluida, e o ser humano tem considerável flexibilidade em relação ao termo; aceitamos facilmente a inteligência limitada de certos animais, e nos acostumamos rapidamente com artefatos digitais com claras limitações cognitivas. ... Outro problema é que existem diferenças importantes entre reproduzir um comportamento similar ao humano, inteligente por definição, mas talvez não totalmente racional baseado em princípios. (COZMAN, NERI, PLONSKI, 2021, p. 21-22)

Uma definição que tem se tornado popular é a que IA é uma máquina que pensa como um ser humano, porém para tornar acadêmica essa definição, teríamos que investigar a ciência cognitiva mais a rigor. Aprofundar-se nessa área não é objetivo desse trabalho, porém durante a aplicação das atividades com os alunos, essa linha de pensamento não pode ser descartada. Segundo Russel e Norvig (2013, p. 26):

Se pretendemos dizer que dado programa pensa como um ser humano, temos de ter alguma forma de determinar como os seres humanos pensam [...] O campo interdisciplinar da ciência cognitiva reúne modelos computacionais da IA e técnicas experimentais da psicologia para tentar construir teorias precisas e verificáveis a respeito dos processos de funcionamento da mente humana.

Apesar dos significativos avanços tecnológicos e científicos, ainda não foi concebida uma IA geral, com respostas para todas as áreas indistintamente. Temos encontrado

aplicativos e máquinas fazendo uso de IA em áreas específicas ou várias áreas. Além de não existir uma IA geral, não há uma IA com total conhecimento em determinada área, pois se desejamos obter um programa que pensa como ser humano, temos a limitação da inteligência humana.

Sobre a inteligência humana alinhada com a visão de Wallon, escreveu Dantas, Oliveira e Taille (1992, p. 97), “O produto último da elaboração de uma inteligência, concreta, pessoal, corporificada em alguém, é uma pessoa. A construção da pessoa é uma autoconstrução”.

No sentido da citação anterior, ao desenvolver uma inteligência artificial, parte da construção do conhecimento e até da inteligência deve ser realizada pelo próprio programa. Nesse sentido, há uma área da IA chamada Aprendizado de Máquina, mais conhecida como Machine Learning. Nessa aplicação, a máquina pode aprender, corrigir e desenvolver métodos e modelos de tomadas de decisões.

A importância dessas aplicações no campo da Educação em Matemática é relevante, pois ao implementar essas tecnologias baseadas no aprendizado da mente humana temos que estudar como o ser humano constrói o conhecimento matemático, ratificando que o desenvolvimento em IA é intimamente ligado as teorias da aprendizagem.

A relevância desse assunto fez o Ministério da Educação no Complemento a BNCC acrescentar a IA no rol de Habilidades e Competências do Documento normativo.

Competência Específica: Analisar situações do mundo contemporâneo, selecionando técnicas computacionais apropriadas para a solução de problemas. Habilidade EM13CO10: Conhecer os fundamentos da Inteligência Artificial, comparando-a com a inteligência humana, analisando suas potencialidades, riscos e limites. (BRASIL, 2022, p. 64)

Portanto, é inegável a importância da inclusão dessa área interrelacionada com a matemática escolar, de forma que as novas gerações de professores e estudantes estejam se preparando para os atuais e os novos momentos das constantes revoluções tecnológicas que transformam a forma de pensar o espaço social.

No caso dessa pesquisa, utilizamos os modelos de IA generativa, pois esta é capaz de criar informações e soluções inéditas ao analisar os grandes conjuntos de dados disponíveis. A IA generativa tem a capacidade de autodidatismo fazendo uso das redes neurais generativas adversativas que cria um sistema onde uma rede aperfeiçoa um conjunto de dados e outra avalia esse aperfeiçoamento, após essa avaliação o sistema volta a melhorar os dados

repetindo o processo até encontrar uma solução ótima. Já a IA não generativa precisa de um suporte humano para poder aprender, muito próprio da área de aprendizagem de máquina.

Para que a IA generativa possa realizar esse processo de busca e melhoramento dos dados para gerar novas informações, é necessário que a programação da ferramenta contenha em sua base conceitos avançados em Matemática que são fundamentais para implementação desses modelos de IA. Como exemplo, a Álgebra Linear é essencial na parte de redes neurais através das operações com vetores e matrizes; o Cálculo é usado de forma muito particular para calcular gradientes durante o processo de *backpropagation* que ajusta os pesos da rede neural para minimizar o erro; a Probabilidade e Estatística é importante para modelagem de incertezas e para construção de modelos probabilísticos, como os modelos de difusão, fundamentais para remover ruídos de forma controlada para gerar novos dados a partir de distribuições probabilísticas; as Equações Diferenciais Estocásticas (SDEs) são importantes nos modelos de difusão, que são uma classe de modelos generativos; e a Otimização que utiliza o gradiente descendente para ajustar os parâmetros dos modelos de IA para melhorar seu desempenho.

Dentre as IA generativas, escolhemos aquelas que fazem uso da tecnologia GPT (Generative Pre-trained Transformer), pois estas fazem uso da linguagem natural nos famosos chats que fazem uso de IA. A tecnologia GPT foi desenvolvida pela OpenAI com a finalidade de responder chats com linguagem natural, interagir entre diversos idiomas simultaneamente e diversas outras atividades que se exija alguma forma de comunicação através das linguagens naturais. Assim, ao escolher ferramentas de IA com essas características obtemos poderosas ferramentas de auxílio ao aprendizado utilizando a linguagem própria do usuário, inclusive absorvendo a cultura do usuário.

A seguir, serão apresentadas as ferramentas dessa natureza que foram utilizadas pelos sujeitos desse trabalho durante as atividades práticas.

### **3.1.1 Microsoft Copilot**

Inicialmente o Copilot foi apresentado por Steve Ballmer em 2009, durante a conferência All Things D, na cidade de San Diego, para ser uma ferramenta de busca substituindo o Live Search. Essa ferramenta de busca ocupou rapidamente o segundo lugar em relação a quantidade de usuários em comparação com as outras aplicações dessa natureza.

O Microsoft Copilot evoluiu do Microsoft Bing para uma ferramenta de IA através de uma série de avanços tecnológicos e parcerias estratégicas como a parceria com a OpenAI,

criadora do ChatGPT, que permitiu a integração de tecnologias avançadas como o GPT-4 utilizando um modelo de linguagem de chat de última geração. Em relação a função de buscas foi implementado o modelo Microsoft Prometheus melhorando a precisão e relevância nas respostas. Essas implementações permitem que os usuários obtenham respostas mais completas e contextualmente relevantes. O Copilot, ainda, pode gerar imagens a partir de descrições textuais, criar resumos de conteúdos longos e gerar códigos de programação.

A opção por utilizar essa aplicação de IA para desenvolver parte das atividades desta pesquisa deve-se ao fato dela possuir recursos avançados de Matemática que aprimora as capacidades da IA resolver situações que exijam conhecimentos matemáticos. Os principais recursos matemáticos presentes no Copilot estão relacionados no Quadro 1:

Quadro 1 – Recursos matemáticos presentes no Microsoft Copilot.

Ferramenta	Capacidades
Microsoft Math Solver	Esta ferramenta permite resolver uma ampla gama de problemas matemáticos, desde aritmética básica até cálculo avançado. Ela oferece soluções passo a passo e gráficos para ajudar na compreensão.
Modelos de IA avançados	O Copilot integra modelos de IA, como o MathGPT, que são treinados em grandes bancos de dados de consultas matemáticas. Esses modelos podem resolver equações complexas e fornecer respostas precisas e confiáveis.
Reconhecimento de problemas	Ferramentas como o Socratic, que utilizam IA para reconhecer problemas matemáticos a partir de texto, voz ou imagens, ajudam a fornecer explicações detalhadas e recursos educacionais relevantes.
Calculadoras e solucionadores de problemas	O Copilot também incorpora diversas calculadoras e solucionadores de problemas que podem lidar com álgebra, trigonometria, matrizes etc.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Essas ferramentas fazem do Copilot uma plataforma poderosa para resolver problemas matemáticos e desenvolver novos conceitos.

### 3.1.2 Google Gemini

O Gemini é uma ferramenta de IA de linguagem multimodal desenvolvida pela Google DeepMind. Apresentada em 10 de maio de 2023 durante o evento chamado Google I/O, sendo projetado para substituir o PaLM21 de forma mais eficaz.

Os responsáveis pelo desenvolvimento do Gemini foram Sundar Pichai, CEO da Google, e por Demis Hassabis, CEO da DeepMind. O modelo foi lançado em 6 de dezembro



de 2023 com várias versões, como Gemini Ultra, Gemini Pro, Gemini Flash e Gemini Nano. A intenção desse lançamento é competir com o GPT-4 da OpenAI e é usado principalmente nas aplicações e aparelhos do conglomerado Google.

Assim como toda IA generativa, o modelo é construído com base em áreas da matemática avançada como a teoria dos Grafos que permite as redes neurais otimizarem sistemas de buscas e a Análise Numérica utilizada para resolver problemas matemáticos de forma aproximada, importante para simulações e cálculos complexos.

Para lidar com questionamentos que exigem modelos matemáticos, o Gemini dispõe de recursos avançados como listados no Quadro 2:

Quadro 2 – Recursos matemáticos presentes no Google Gemini

<b>Recursos</b>	<b>Capacidades</b>
Bibliotecas Matemáticas	Para realizar cálculos numéricos e simbólicos utiliza as bibliotecas NumPy, SciPy e SymPy.
Ambientes de programação	Para modelagem matemática e análise de dados, interpreta e executa códigos em linguagem Python e R.
Algoritmos de Aprendizado de Máquina	Emprega algoritmos de aprendizado de máquina para identificar padrões e realizar previsões baseadas em dados matemáticos
Sistemas de Álgebra Computacional	Integra ferramentas como Mathematica e MATLAB para resolver problemas complexos de Álgebra e de Cálculo.
Simulações e Modelagem	Utiliza técnicas de simulação para modelar fenômenos físicos, econômicos e outros sistemas complexos.
Visualização de Dados	Ferramentas como Matplotlib e Seaborn são usadas para criar gráficos e visualizações que ajudam a interpretar os resultados matemáticos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Apesar desse modelo de IA apresentar precisão em suas respostas em grande parte dos casos, devemos ter o cuidado de verificar a veracidade das soluções apresentadas, pois o próprio site do Gemini contém recomendações quanto a possíveis imprecisões. Uma dessas imprecisões são as chamadas alucinações artificiais. Conforme a própria Google Gemini:

Você já deve ter ouvido sobre alucinação artificial em tecnologias de IA como o Gemini. É um termo estranho, mas significa basicamente que, às vezes, o Gemini pode entender os comandos de forma errada ou dizer coisas que não são verdade. Essas alucinações podem parecer reais e o Gemini ainda é capaz de dizer que são confidenciais. (GEMINI, 2024)

Assim, não só esse modelo de IA, mas qualquer outro, carece de verificação da veracidade e consistência dos dados e retornos apresentados. Mesmo assim, constitui uma poderosa ferramenta de auxílio a pesquisa e desenvolvimento de áreas multimodais.

### 3.2 MODELAGEM MATEMÁTICA

A Modelagem Matemática, como um elo entre o abstrato e o concreto, transcende os limites da mera disciplina para se tornar uma ferramenta essencial na construção do conhecimento científico e na formação de cidadãos conscientes e críticos. Através da criação de modelos matemáticos, somos capazes de compreender a natureza, prever eventos futuros e otimizar processos complexos. No caso de alunos do Ensino Fundamental, é possível desenvolver o pensamento computacional, mentalidade científica e compreensão além de apenas números e fórmulas com pouca aplicabilidade prática.

De acordo com as ideias de Blum (2000), a Modelagem Matemática é a atividade de construir, analisar e validar modelos matemáticos como ferramentas para compreender, explicar e prever fenômenos do mundo real.

Um conceito mais amplo que engloba o da Modelagem Matemática é o de Letramento Matemático. Epistemologicamente a definição de letramento é mais ampla que o de alfabetização, pois de acordo com o texto presente no Sae Digital, “a principal diferença entre ambos é que a alfabetização ensina a codificar e a decodificar o sistema de escrita, enquanto o letramento ensina a dominar e utilizar a linguagem na prática social”.

O Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP através da Matriz de Avaliação de Matemática de 2012 para o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes – PISA trouxe a seguinte definição:

Letramento matemático é a capacidade individual de formular, empregar, e interpretar a matemática em uma variedade de contextos. Isso inclui raciocinar matematicamente e utilizar conceitos, procedimentos, fatos e ferramentas matemáticas para descrever, explicar e prever fenômenos. Isso auxilia os indivíduos a reconhecer o papel que a matemática exerce no mundo e para que cidadãos construtivos, engajados e reflexivos possam fazer julgamentos bem fundamentados e tomar as decisões necessárias. (BRASIL, 2012)

O Letramento Matemático está interrelacionado com o conceito de Modelagem Matemática de tal forma que o PISA, um dos principais instrumentos mundiais de avaliação do ensino básico, inclui a Modelagem Matemática dentro de suas avaliações, consoante a matriz referida anteriormente.

A definição de letramento matemático também procura empregar o conceito de modelagem matemática, que vem sendo um alicerce da avaliação matemática do PISA desde a edição de 2003. O modelo de letramento matemático na prática oferece uma visão geral sobre este constructo e como suas partes se relacionam. (INEP, 2012)

A importância da abordagem prática desse tema na Educação Básica é reconhecida na BNCC em diferentes assertos, pois a trabalho em Modelagem Matemática tende a representar a melhor estratégia do fazer da matemática escolar um aprendizado para vida de forma que o aluno consiga traduzir sua realidade espacial, social e cultural através das habilidades matemáticas. De acordo com a BNCC (2017, p. 261):

A Matemática não se restringe apenas à quantificação de fenômenos determinísticos – contagem, medição de objetos, grandezas – e das técnicas de cálculo com os números e com as grandezas, pois também estuda a incerteza proveniente de fenômenos de caráter aleatório. A Matemática cria sistemas abstratos, que organizam e inter-relacionam fenômenos do espaço, do movimento, das formas e dos números, associados ou não a fenômenos do mundo físico. Esses sistemas contêm ideias e objetos que são fundamentais para a compreensão de fenômenos, a construção de representações significativas e argumentações consistentes nos mais variados contextos.

Há inclusive na BNCC (2017, p. 261) uma recomendação de ir além de apenas provar, deduzir ou problematizar situações nas aulas de Matemática, mas de fazer o estudante criar, inventar ou investigar: “[...] é de fundamental importância também considerar o papel heurístico das experimentações na aprendizagem da Matemática.”.

Ainda sobre o potencial do uso dessa ferramenta na sala de aula, temos uma conclusão que:

Atividades que levem assuntos reais para a sala de aula e que possibilitem as construções e discussões de ideias pelos alunos, nos diferentes níveis de ensino, são relevantes para que a Educação Matemática esteja alicerçada nos preceitos de aprendizagens com significado e, ainda, envolvidos com a necessidade da formação crítica e reflexiva do aluno, que precisa ser hábil e competente para viver e conviver na construção de uma sociedade em pleno desenvolvimento científico e humano. (TATSCH; RACHELLI; BISOGNIN, 2016)

Diante do exposto, a Modelagem Matemática é uma ferramenta, à disposição dos educadores matemáticos, capaz de prover as atuais demandas pedagógicas com relevante eficácia. Ao modelar, o aluno está transferindo a teoria e técnica matemática para fatos e casos práticos, sejam cotidianos ou não, inclusive revelando a Matemática além de uma disciplina de cálculos exatos e não suscetíveis a aperfeiçoamento, pois os modelos matemáticos são por vezes criados de forma a aproximar a situação a ser modelada.

A respeito desse olhar sobre a modelagem, escreveu Bean (2001, p. 53):

A essência da modelagem matemática consiste em um processo no qual as características pertinentes de um objeto ou sistema são extraídas, com a ajuda de hipóteses e aproximações simplificadoras, e representadas em termos matemáticos (o modelo). As hipóteses e as aproximações significam que o modelo criado por esse processo é sempre aberto a críticas e ao aperfeiçoamento.

Ao obter o modelo com os estudantes, o trabalho deve continuar na busca de respostas sobre o modelo e sobre a situação objeto da modelagem, e para isso interligamos outras ferramentas como a resolução de problemas por exemplo. Para Giovanni Júnior (2022, p. XXVIII): “A resolução de problemas, na maioria dos casos, não envolve hipóteses e aproximações simplificadoras na criação de modelos, O problema dado já é bem definido. [...]”.

A modelagem matemática no âmbito escolar não tem foco em encontrar modelos robustos semelhantes aos desenvolvidos pelos cientistas da área, mas desenvolver nos estudantes a capacidade de compreenderem as situações e fatos ao seu redor com um olhar lógico, objetivo e matemático, mesmo com modelos que não sejam ótimos. A preocupação em não cumprir cronogramas de conteúdos, a falta de formação específica nessa área e o temor de parecer estar se distanciando da pureza matemática ao ter que trabalhar de forma interdisciplinar levam muitos professores a não optarem pelo uso da modelagem nas aulas.

Sobre isso escreveu Bassanezi:

A falta de tempo para “cumprir” um programa, a inércia dos estudantes para desenvolver a modelagem e a inexperiência de professores são dificuldades que podem ser minoradas quando modificamos o processo clássico de modelagem, levando-se em conta o momento de sistematização do conteúdo e utilizando uma analogia constante com outras situações problemas. A modelagem no ensino é apenas uma estratégia de aprendizagem, onde o mais importante não é chegar imediatamente a um modelo bem sucedido mas, caminhar seguindo etapas onde o conteúdo matemático vai sendo sistematizado e aplicado. Com a modelagem o processo de ensino-aprendizagem não mais se dá no sentido único do professor para o aluno, mas como resultado da interação do aluno como seu ambiente natural. (BASSANEZI, 2009, p. 38)

Contudo, apesar de haver necessidades de realizar adaptações para uso na sala de aula da educação básica, não podemos perder a essência das técnicas de modelagem praticadas profissionalmente, pois delas é que extraímos o conhecimento para o emprego adequado com os estudantes.

Podemos abordar a modelagem matemática seguindo três linhas de pensamento: a fenomenológica, a empírica e a híbrida. A modelagem matemática fenomenológica é uma

técnica que visa entender e representar fenômenos naturais ou sociais por meio de modelos matemáticos, com um enfoque especial na experiência e percepção humana desses fenômenos. Diferente de outras abordagens que se concentram apenas em dados quantitativos e fórmulas, essa técnica também leva em conta aspectos qualitativos e subjetivos. Inspirada pela fenomenologia, uma corrente filosófica que busca compreender a essência das experiências humanas, essa abordagem envolve não apenas a coleta e análise de dados, mas também a captura de como as pessoas vivenciam e interpretam o fenômeno em questão. Por exemplo, ao modelar o tráfego urbano, uma abordagem fenomenológica consideraria não apenas os fluxos de veículos e tempos de viagem, mas também como motoristas e pedestres percebem e reagem ao trânsito, suas frustrações e estratégias para lidar com congestionamentos.

Descrevendo a abordagem fenomenológica na condução de uma pesquisa em particular, escreveu Bicudo e Klüber (2012):

A postura de investigação assumida é fenomenológica, pois visamos compreender e expor os sentidos e os modos pelos quais o fenômeno focado se mostra (Bicudo, 2000). Assim, nosso olhar sobre todos os trabalhos (14) do GT-Modelagem Matemática busca os significados que são concernentes à pesquisa nessa área. O procedimento sustenta-se na abordagem fenomenológica que, ao efetuar o movimento hermenêutico, põe em "evidência a *linguagem*, entendida como expressão do sentir, e o *discurso*, entendido como articulação daquilo que faz sentido" (Bicudo, 2006, p.112). Essa é uma análise rigorosa que conduz aos invariantes da manifestação do fenômeno, em uma articulação entre a análise estrutural e a hermenêutica.

A modelagem matemática empírica é uma técnica que se baseia em dados observacionais e experimentais para criar modelos matemáticos que descrevem e preveem fenômenos. Diferente da modelagem teórica, que se fundamenta em princípios e leis básicas, a modelagem empírica se concentra na análise de dados reais para identificar padrões e relações. Esse tipo de modelagem possui algumas características particulares como a dependência de dados de forma que utiliza dados coletados de experimentos ou observações para desenvolver modelos, a identificação de padrões através de técnicas estatísticas e outras ferramentas matemáticas, a previsão e simulação onde os modelos empíricos são frequentemente usados para fazer previsões sobre comportamentos futuros ou resultados, e tem grande aplicabilidade em diversas áreas, incluindo economia, biologia, engenharia e ciências sociais.

A modelagem empírica trabalha com dados que podem ser quantificados ou ordenados por alguma grandeza científica. Sobre essa forma de modelagem escreveu (Klüber e Burak (2008):

Essa essência da modelagem, como já esclarecido anteriormente, é advinda das ciências naturais (matemática aplicada), nas quais os pesquisadores têm o objetivo de modelar situações empíricas que são sempre aproximativas para explicar fenômenos mensuráveis. Não que isso seja ruim, entretanto, as finalidades da modelagem na educação matemática e da modelagem na matemática aplicada devem ser esclarecidas.

A abordagem híbrida na modelagem matemática é uma metodologia que integra aspectos empíricos e fenomenológicos ou teóricos para criar modelos matemáticos robustos e aplicáveis. Essa abordagem permite que os alunos utilizem dados reais para validar teorias matemáticas ou apliquem conceitos teóricos para interpretar dados coletados. O processo começa com a identificação de um problema ou fenômeno que requer modelagem. Os alunos coletam dados através de observações ou experimentos (abordagem empírica) e, em seguida, utilizam teorias matemáticas para desenvolver um modelo que explique os dados observados (abordagem teórica). Esse ciclo de coleta de dados e aplicação teórica promove uma compreensão mais profunda e prática da matemática. Uma das principais vantagens da abordagem híbrida é que ela oferece uma visão mais completa e realista dos problemas, permitindo que os alunos vejam como a matemática pode ser aplicada de maneira prática e teórica. Além disso, essa abordagem incentiva o desenvolvimento de habilidades críticas, analíticas e de resolução de problemas. Esta pesquisa utilizou a IA para trabalhar a forma de modelagem híbrida com a finalidade de criar nos estudantes o pensamento crítico através da matemática.

As etapas de aplicação da modelagem matemática, utilizando a proposta de Burak (2004), são: a escolha do tema, a pesquisa exploratória, o levantamento de problemas, a resolução de problemas ampliando a aplicabilidade dos conteúdos matemáticos e finalizando com a análise crítica das soluções.

Na escolha do tema, o professor realiza a sondagem inicial sobre os temas mais relevantes para os estudantes, ou melhor, aqueles temas que têm a capacidade de engajar os estudantes nos trabalhos que virão. Nessa etapa é ideal que os alunos tenham a sensação de protagonismo, pois ela é fundamental para o sucesso do trabalho.

Após a escolha do tema, inicia-se a fase da pesquisa exploratória, onde os estudantes através da mediação do professor vão em busca dos dados. Nessa fase, é importante trabalhar o conceito de dados confiáveis, inclusive orientando como verificar as notícias falsas, *fakenews*, que podem gerar dados imprecisos comprometendo o resultado de todo ofício realizado.

De posse dos dados, é hora da terceira etapa, o levantamento dos problemas, momento em que pode ser realizado uma tempestade de ideias, o conhecido *brainstorm* do meio corporativo, onde os alunos deverão relacionar os dados coletados a tudo que possa ter ligação com a possibilidade de aplicação matemática. Até aqui, o professor é um mero articulador ou mediador.

Levantado os problemas, é hora de resolvê-los utilizando os conteúdos matemáticos próprios para o nível de ensino, iniciando de forma mais simples possível aumentando a graduação de dificuldade após cada estágio for vencido.

Finalizando o ciclo, é hora de realizar a análise crítica das soluções, essa fase é predominantemente interdisciplinar, pois não deve ser realizadas as críticas apenas em relação a solução matemática, mas também as mais diversas ilações que puderem ser feitas, sejam no campo social, cultural, econômico ou o que puder ser avaliado, assim como a viabilidade do modelo encontrado.

De maneira mais prática, no capítulo 5, denominado Análise das atividades realizadas, podemos perceber claramente o desenvolvimento de cada uma dessas etapas.

No próximo tópico, tratamos da ferramenta de suporte a Modelagem Matemática mais importante no contexto educacional, principalmente relacionados as competências e habilidades previstas para as séries finais do ensino fundamental que é o campo de atuação desta pesquisa.

### 3.3 RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

A necessidade de desenvolver a competência para resolver problemas tem significativa importância na BNCC, pois é citada em uma das dez competências gerais para Educação Básica:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (BRASIL, 2017. p. 9)

Ao considerar aplicar o excerto anterior no contexto de escolas públicas de educação básica, onde há uma grande quantidade de estudantes com dificuldade de interpretar textos na linguagem vernacular, percebemos que há um desafio de realizar essa transição do concreto para o abstrato onde devem desenvolver a habilidade de formular e resolver problemas numa linguagem matemática interrelacionados com as diferentes áreas do conhecimento.

Assim, não há de se trabalhar com resolução de problemas sem haver o mínimo de literacia matemática entre os alunos. Sobre a relevância do estudo da linguagem matemática como requisito prévio à resolução de problemas, há uma ideia de que:

O estudo da linguagem matemática deve ter tanta importância quanto a prática de cálculos algébricos. Ao resolver problemas em matemática, o estudante está, na realidade, traduzindo uma situação para uma nova linguagem de segunda ordem e, sem domínio da morfologia e sintaxe dessa forma de expressar as soluções, o aluno não consegue encontrar sentido (semântica) no problema e no resultado. (YASSAKI FILHO, 2020, p. 79)

Outro aspecto relevante é que, de acordo com as ideias de Piaget (1971), esta é a fase do desenvolvimento cognitivo em que todos os estudantes do Ensino Fundamental estão no final da etapa Operacional Concreto que ainda não formula hipóteses ou estão no início da etapa Operacional Formal que pode levar mais alguns anos para se consolidar. Sobre esta última escreveu Munari (2010, p. 138): “Com efeito, a primeira característica das operações formais é a de poder recair sobre hipóteses e não mais apenas sobre os objetos [...]”. Assim, usar a metodologia de resolução de problemas nessa fase não é uma tarefa simplória. Porém, há uma característica dessa fase que pode ser explorada com grande utilidade ao resolver problemas, as crianças são mais suscetíveis à criatividade, elemento fundamental para desenvolver as estratégias de resolução dos problemas.

Segundo Acciarri (2014, p. 42):

A verdade é que o matemático profissional, para resolver um problema difícil, tem de recorrer a doses cavalares de criatividade ... matemáticos muitas vezes agem como crianças. “Eles deixam a mente bem aberta, pois caso contrário as ideias não aparecem ... reconhece ainda: se as pessoas não conhecem bem a matemática, é culpa dos matemáticos, que não sabem se comunicar direito.



O Matemático húngaro George Pólya, de forma heurística, afirma que o processo completo de resolução de problemas é composto de quatro etapas, sendo elas, compreensão do problema, estabelecimento de um plano, execução do plano e retrospecto. Na primeira etapa, a compreensão do problema, é o momento que o estudante deve verificar se entendeu o problema de forma que ele consiga identificar os aspectos fundamentais do problema de forma que ele tenha motivação de resolvê-lo. Observe que, para a aplicação dessa etapa, é mister que os alunos tenham domínio da linguagem matemática conforme mencionado nos parágrafos anteriores.

Sobre isso, Pólya (1995, p. 4) comenta a importância da compreensão do problema e da atuação do professor:

É uma tolice responder a uma pergunta que não tenha sido compreendida. É triste trabalhar para um fim que não se deseja. Estas coisas tolas e tristes fazem-se muitas vezes, mas cabe ao professor evitar que elas ocorram nas suas aulas. O aluno precisa compreender o problema, mas não só isto: deve também desejar resolvê-lo. Se lhe faltar compreensão e interesse, isto nem sempre será culpa sua. O problema deve ser bem escolhido, nem muito difícil nem muito fácil, natural e interessante, e um certo tempo deve ser dedicado à sua apresentação natural e interessante.

Compreendido o problema, temos a consciência de onde queremos chegar, agora na segunda fase, sugerida por Pólya, temos que verificar quais caminhos devemos utilizar para chegar no objetivo, ou seja, estabelecer um plano, momento em que devemos pensar em quais técnicas matemáticas que melhor nos ajudam a encontrar a solução, essa é uma fase onde acontecem relevantes aprendizados mesmo ao escolher um caminho incorreto, pois ao incorrer nos fracassos das tentativas é onde há as maiores reflexões. Encontrado o plano ideal, é hora de trabalhar com o concreto, ou seja, a execução do plano valendo-se das ferramentas matemáticas escolhidas no planejamento. Após a execução, mesmo que encontrada a solução, deve ser realizada uma reflexão sobre se o resultado encontrado é coerente, ou ainda, imaginar se não haveria caminhos melhores para alcançar a solução.

Outra forma de refletir sobre a didática da resolução de problemas é que ainda há o pensamento que a matemática escolar é apenas para ensinar a realizar operações de forma metódica e sem aplicação, inclusive em boa parcela docente. A abstração que se exige ao resolver problemas em Matemática não é trabalhada de forma epistemológica, por isso é comum que muitos estudantes, que eram tidos como proeminentes em Matemática nas Séries Iniciais, passam a ter grandes dificuldades após depararem-se com problemas que exigem certo grau de abstração mesmo que não apresentem trabalho algorítmico e aritmético. É

comum que tentem realizar cálculos com os números que estão no enunciado do problema sem ao menos realizar uma reflexão do que trata o problema, pois não tem a ideia de que o problema matemático é uma aplicação de uma situação prática. Dessa forma, os estudantes perdem a dimensão da Matemática como ciência que pode explicar o cotidiano nas mais variadas cosmovisões. Sobre isso mencionou Cook (2009, p. 76) em referência a uma frase dita por William Paul Thurston: “Matemática não é sobre números, equações, computações, ou algoritmos, é sobre entender.”<sup>1</sup>.

Observe que as outras três etapas da resolução de problemas propostas por Polya só será possível e razoável após a compreensão exata do problema proposto, pois como estabelecer e executar um plano de ação para resolver algo que não foi compreendido, mais difícil ainda será realizar uma reflexão sobre o que foi resolvido.

Conforme tudo o que foi mencionado anteriormente e com suporte da Teoria da Epistemologia Genética (PIAGET, 1971), essa pesquisa também teve o cuidado de observar subsidiariamente se, de algum modo, o uso da IA pode colaborar com a fase de transição entre o concreto e o abstrato ao realizar as tentativas de compreensão do problema na primeira etapa do processo de resolução de problemas de Pólya.

Para finalizar esta seção, será exposto um exemplo onde foi solicitado à IA Microsoft Copilot que explicasse uma questão específica da Olimpíada Brasileira de Matemática do nível 1, primeira fase de 2015. Inicialmente foi solicitado se a IA poderia explicar um problema sem respondê-lo, com a resposta positiva da IA foi digitado o problema e o Copilot iniciou demonstrando como se organiza os dados, em seguida deu a sugestão de resposta e finaliza lembrando das hipóteses dadas pelo problema. Relembrando que, de acordo com a Teoria da Epistemologia Genética, alunos em idade de sétimo ano ainda não têm autonomia plena de fazer a ligação entre hipóteses de um problema para a resolução do problema.

Percebam na Figura 2 – Ajuda com entendimento de um problema da OBMEP, que a IA, ao responder os pedidos, adiantou as duas primeiras fases da teoria de Pólya, a compreensão do problema e o estabelecimento de um plano onde oferece dicas de resolução e faz recomendações de atenção quanto ao número de algarismos, paridades e outros detalhes muito específicos, restando apenas a execução do plano e uma reflexão após a execução que ele chama de retrospecto.

---

<sup>1</sup> Traduzido do original: “Mathematics is not about numbers, equations, computations, or algorithms: it is about understanding.”

Figura 2 – Ajuda com entendimento de um problema da OBMEP

**Você**

Pode me explicar sem resolver o que está sendo pedido no problema:

**Copilot**

Claro, estou aqui para ajudar. Por favor, compartilhe o problema que você gostaria que eu explicasse.

**Você**

Ana listou todos os números de três algarismos em que um dos algarismos é par e os outros dois são ímpares e diferentes entre si. Beto fez outra lista com todos os números de três algarismos em que um dos algarismos é ímpar e os outros dois são pares e diferentes entre si. Qual é a maior diferença possível entre um número da lista de Ana e um número da lista de Beto?

**Copilot**

Para resolver este problema, você precisa entender como construir os números nas duas listas de acordo com as condições dadas e depois encontrar a maior diferença possível entre um número de cada lista.

**Lista de Ana:**

- Um algarismo é par (0, 2, 4, 6, 8).
- Os outros dois são ímpares e diferentes entre si (1, 3, 5, 7, 9).

**Lista de Beto:**

- Um algarismo é ímpar (1, 3, 5, 7, 9).
- Os outros dois são pares e diferentes entre si (0, 2, 4, 6, 8).

Para encontrar a maior diferença possível:

1. Considere o maior número na lista de Ana.
2. Considere o menor número na lista de Beto.
3. Calcule a diferença entre esses dois números.

Lembre-se de que os números são de três algarismos e devem seguir as condições de paridade e diferença entre os algarismos conforme especificado.

Espero que isso ajude! Você precisa de mais alguma explicação ou ajuda com outro problema?

Fonte: Da pesquisa.

Como estamos tratando de uma turma de 7<sup>o</sup> ano, momento escolar onde são introduzidos conceitos iniciais formais da álgebra, que será relevante nas modelagens trabalhadas nessa pesquisa, o próximo subcapítulo tratará dessa área de estudo da Matemática.

### 3.4 ÁLGEBRA

Antes da Álgebra ser considerada uma área fundamental no ensino da Matemática, havia o estudo de equações específicas relacionadas a observações de padrões tabulados e observados. Com o desenvolvimento humano, essa área foi sendo aprofundada e adquirindo

elementos formais para sua consolidação como área do conhecimento. Atualmente, a álgebra não é uma área que tem seus estudos baseados apenas em transformismo algébrico<sup>2</sup>, mas também na construção do pensamento algébrico. Numa ação com fins de modernizar a educação brasileira, a BNCC abarca a Álgebra como uma unidade temática e sobre o pensamento algébrico relata:

A unidade temática Álgebra, por sua vez, tem como finalidade o desenvolvimento de um tipo especial de pensamento – pensamento algébrico – que é essencial para utilizar modelos matemáticos na compreensão, representação e análise de relações quantitativas de grandezas e, também, de situações e estruturas matemáticas, fazendo uso de letras e outros símbolos. Para esse desenvolvimento, é necessário que os alunos identifiquem regularidades e padrões de sequências numéricas e não numéricas, estabeleçam leis matemáticas que expressem a relação de interdependência entre grandezas em diferentes contextos, bem como criar, interpretar e transitar entre as diversas representações gráficas e simbólicas, para resolver problemas por meio de equações e inequações, com compreensão dos procedimentos utilizados. As ideias matemáticas fundamentais vinculadas a essa unidade são: equivalência, variação, interdependência e proporcionalidade. Em síntese, essa unidade temática deve enfatizar o desenvolvimento de uma linguagem, o estabelecimento de generalizações, a análise da interdependência de grandezas e a resolução de problemas por meio de equações ou inequações. (BRASIL, 2017. p. 266)

Do primeiro ao sexto ano do Ensino Fundamental a Álgebra é tratada sem as formalidades da linguagem matemática e, a partir do sétimo ano do Ensino Fundamental, inicia-se o estudo da Álgebra com suas formalidades iniciais como, por exemplo, as equações e as expressões algébricas e suas características. Contudo, ratificando as afirmações anteriores, os estudantes não entram em contato com as habilidades desse tema de forma inédita, pois desde o primeiro ano do Ensino Fundamental é apresentado os primeiros fundamentos da Álgebra. Quanto a esta última informação, podemos perceber na BNCC há previsão de habilidades que fomentam o pensamento algébrico desde o 1º ano do ensino fundamental, vide os exemplos no Quadro 3 – Exemplos da BNCC de habilidades em Álgebra do 1º ao 6º ano.

---

<sup>2</sup> Segundo Coelho (2018), transformismo algébrico é o processo de obtenção de expressões algébricas equivalentes entre si mediante o emprego de regras e propriedades válidas, resultando, em última instância, em um mero jogo, muitas vezes artificial, de habilidades visando a resolução de problemas.

Quadro 3 – Exemplos da BNCC de habilidades em Álgebra do 1º ao 6º ano

Ano do Ensino Fundamental	Exemplo de uma habilidade da Unidade Temática: Álgebra
1º ano	(EF01MA09) Organizar e ordenar objetos familiares ou representações por figuras, por meio de atributos, tais como cor, forma e medida.
2º ano	(EF02MA10) Descrever um padrão (ou regularidade) de sequências repetitivas e de sequências recursivas, por meio de palavras, símbolos ou desenhos.
3º ano	(EF03MA11) Compreender a ideia de igualdade para escrever diferentes sentenças de adições ou de subtrações de dois números naturais que resultem na mesma soma ou diferença.
4º ano	(EF04MA14) Reconhecer e mostrar, por meio de exemplos, que a relação de igualdade existente entre dois termos permanece quando se adiciona ou se subtrai um mesmo número a cada um desses termos.
5º ano	(EF05MA11) Resolver e elaborar problemas cuja conversão em sentença matemática seja uma igualdade com uma operação em que um dos termos é desconhecido.
6º ano	(EF06MA15) Resolver e elaborar problemas que envolvam a partilha de uma quantidade em duas partes desiguais, envolvendo relações aditivas e multiplicativas, bem como a razão entre as partes e entre uma das partes e o todo.

Fonte: BNCC (BRASIL, 2017)

Comparando as habilidades descritas no Quadro 3 com uma habilidade de Álgebra prevista na BNCC para os sétimos anos verifica-se nitidamente a mudança no nível de abstração e da linguagem utilizada que passa a ter um maior rigor técnico. Observe como uma delas está descrita na BNCC: “(EF07MA18) Resolver e elaborar problemas que possam ser representados por equações polinomiais de 1º grau, redutíveis à forma  $ax + b = c$ , fazendo uso das propriedades da igualdade.” (BRASIL, 2017, p. 307)

No próximo capítulo, vamos apresentar algumas importantes definições matemáticas para o entendimento do material que será exposto.

### 3.5 PROPOSIÇÕES, SENTENÇAS ABERTAS E EQUAÇÃO DE 1º GRAU

As definições aqui abordadas foram baseadas nos livros de lógica e Álgebra de Boole, Livros didáticos da coleção A conquista da Matemática (GIOVANNI JÚNIOR, 2022) e Fundamentos de Matemática Elementar (IEZZI e MURAKAMI, 1985).

### 3.5.1 Proposição

Definição: A proposição é uma sentença declarativa afirmativa e que deve exprimir um pensamento no sentido completo, podendo ser escrita de forma simbólica ou na linguagem usual. Então são proposições:

p:  $1 + 2 = 3$ ;

q:  $\sqrt{3} < \pi$ ;

r: O sol é verde.

Dizemos que o valor lógico de uma proposição é verdade (V) se a proposição é verdadeira; e há falsidade (F) se a proposição for falsa.

### 3.5.2 Sentença aberta

Sejam as proposições:

p:  $3 + 5 \leq 1$ ;  $V(p) = F$

q:  $x + 5 \leq 11$ ;  $V(q) = ?$

Note que a proposição p é falsa, ao passo que nada podemos afirmar sobre a proposição q. Neste caso dizemos que a proposição q é uma sentença aberta.

Definição: Uma sentença aberta com uma variável num conjunto U, ou uma sentença  $p(x)$  em U é tal que  $p(a)$  é verdadeira (V) ou falsa (F) para todo o elemento a pertencente ao conjunto U, ou seja, para todo  $a \in U$ .

O conjunto U é também chamado de conjunto universo.

Exemplos de sentenças abertas:

Exemplo 1:  $p(x): x + 5 \leq 11$  com conjunto  $U = \mathbb{N}$ .

Seja  $a = 3$  e  $p(a) = 3 + 5 \leq 11$ . Nesse caso a sentença  $p(a)$  deixa de ser aberta e é denominada sentença fechada.

Definição: Chama-se conjunto verdade de uma sentença aberta  $p(x)$  num domínio U, o conjunto de todos os elementos  $a \in U$  tais que  $p(a)$  é uma proposição verdadeira.

Exemplo 2: Dada a sentença aberta  $p(x): x + 2 > 5$ , onde  $U = \mathbb{R}$ . Determine o conjunto verdade.

Solução:  $V_p = \{x \in \mathbb{R}/x > 3\}$

Exemplo 3: Dada a sentença aberta  $p(x): x + 11 = 21$ , onde  $U \in \mathbb{N}$ . Determine o conjunto verdade.

$$\text{Solução: } V_p = \{10\}$$

### 3.5.3 Equação

Definição: equação é toda sentença aberta que exprime uma relação de igualdade. A palavra equação tem origem do latim *aequatio,ōnis*, que significa repartição igual ou igualdade.

Exemplos de equações:

$$3x + 10 = 1$$

$$x - 2 = 5$$

Para resolver uma equação, basta determinar o conjunto verdade  $V_p$  dentro do conjunto universo  $U$ .

Os elementos de  $V_p$ , quando existirem, são denominados solução da equação.

Exemplo:

Para equação  $3x + 10 = 1$  com  $U \in \mathbb{Z}$ . Temos a solução:

$$V_p = \{x \in \mathbb{Z} / 3x + 10 = 1\} = \{-3\}.$$

#### 3.5.3.1 Grau de uma equação

O grau de uma equação é dado pelo maior expoente da variável contida na expressão. Por exemplo:

Exemplo 1: A equação  $x^4 - 3x^2 + 2 = 0$  é uma equação de quarto grau, pois o maior expoente de  $x$  é 4.

Exemplo 2: A equação  $5x^2 + 2x = 0$  é uma equação de segundo grau, pois o maior expoente de  $x$  é 2.

Exemplo 3: A equação  $3y + 5 = 0$  é uma equação de 1º grau, pois o maior expoente de  $y$  é 1.

## 4 METODOLOGIA

O objetivo dessa pesquisa é verificar as potencialidades do uso da Inteligência Artificial, Modelagem Matemática e Resolução de Problemas no 7º ano do Ensino Fundamental. Na atividade principal desejamos verificar se o uso dessa ferramenta contribuiu para o entendimento abstrato das equações, ou seja, compreender conceitos e definições de modo a percebê-los em situações da vida comum. Dessarte, essa é um tipo de pesquisa qualitativa, que segundo Minayo (2014, p. 408), “A pesquisa qualitativa se preocupa com o nível de realidade que não pode ser quantificado, ou seja, ela trabalha com o universo de significados, de motivações, aspirações, crenças, valores e atitudes”.

Conforme as ideias de Creswell (2014), a pesquisa qualitativa envolve uma abordagem naturalista e interpretativa do mundo. Isso significa que os pesquisadores qualitativos estudam as coisas em seus ambientes naturais, tentando dar sentido ou interpretar os fenômenos em termos dos significados que as pessoas trazem para eles.

Pesquisadores qualitativos tendem a coletar dados no campo, no local onde os participantes vivenciam a questão ou problema em estudo. Eles não trazem os indivíduos para um laboratório (uma situação artificial), nem costumam enviar instrumentos para os indivíduos preencherem. Essas informações detalhadas, coletadas ao conversar diretamente com as pessoas e observá-las se comportarem e agirem dentro de seu contexto, são uma característica importante da pesquisa qualitativa. No ambiente natural, os pesquisadores têm interação face a face, muitas vezes ao longo do tempo<sup>3</sup>. (CRESWELL, 2014, p.234)

Esta pesquisa incorpora características do método qualitativo, pois busca verificar questões subjetivas relacionadas à aprendizagem e ao engajamento dos estudantes. Para isso, utiliza observações naturalísticas que não podem ser quantificadas com exatidão, uma vez que envolvem aspectos pessoais de cada indivíduo, como é próprio da medição da cognição humana. Especificamente, esta pesquisa, por vezes, adota uma abordagem fenomenológica, que se concentra em compreender as experiências vividas pelos participantes e os significados que eles atribuem a essas experiências. A fenomenologia permite explorar profundamente as percepções e sentimentos dos estudantes, proporcionando uma compreensão rica e detalhada de seus processos de aprendizagem e engajamento.

---

<sup>3</sup> Texto no idioma original: Qualitative researchers tend to collect data in the field at the site where participants experience the issue or problem under study. They do not bring individuals into a lab (a contrived situation), nor do they typically send out instruments for individuals to complete. This up-close information gathered by actually talking directly to people and seeing them behave and act within their context is a major characteristic of qualitative research. In the natural setting, the researchers have face-to-face interaction, often over time.



#### 4.1 CONTEXTO INVESTIGATIVO

O condutor da pesquisa é professor de Matemática em dois municípios da região metropolitana de Porto Alegre. Além de ser licenciado em Matemática, ele também é pedagogo e possui vasta experiência docente em diversos estados do Brasil. A pesquisa foi desenvolvida com cinco alunos do sétimo ano de uma escola pública municipal na cidade de Canoas, onde o pesquisador atua. Os alunos selecionados possuem diferentes contextos sociais, culturais e cognitivos, permitindo verificar a possibilidade de individualização do ensino utilizando as ferramentas desenvolvidas neste trabalho.

Durante a pesquisa, os estudantes utilizaram notebooks, Chromebooks, material escolar básico, internet, saídas de campo para coleta de dados, livros didáticos e ferramentas tecnológicas empregadas para o desenvolvimento das atividades. Embora tenhamos obtido o termo de consentimento livre e esclarecido dos participantes, julgamos adequado não divulgar os nomes dos estudantes. Assim, referimo-nos a eles como aluno 1, 2, 3, 4, 5 ou utilizamos termos genéricos como “estudante da pesquisa”, pois a identificação não interfere nos resultados deste trabalho.

No próximo capítulo, apresentaremos um detalhamento mais aprofundado de como foram realizadas as atividades com os estudantes.

## 5 ANÁLISE DAS ATIVIDADES REALIZADAS

As atividades foram desenvolvidas em cinco encontros de 2 horas de duração cada, com objetivos específicos a cada encontro. No primeiro encontro, buscava-se sondar o nível de conhecimento e prática dos alunos com uso de correio eletrônico, ferramentas de buscas, tratamento de dados, uso da internet e Inteligência Artificial. No segundo encontro, reforçou-se conceitos usados em Expressões Algébricas e Equações de 1º grau, depois iniciou-se o uso da IA para modelar problemas simples. No terceiro encontro, visitou-se o Escritório de Resiliência Climática – eClima, da Prefeitura Municipal da cidade de Canoas, RS, com fins de conhecer o trabalho ali desenvolvido e coletar dados para realizar uma modelagem matemática utilizando uma situação concreta vivenciada pela cidade de Canoas. No quarto encontro, já de posse dos dados existentes, foram realizadas as tentativas de montagem de uma situação-problema. No quinto encontro, foi utilizada IA para as tentativas de modelagem matemática do problema escolhido. Segue-se nos próximos subcapítulos como foram desenvolvidas as atividades nesses encontros.

### 5.1 PRIMEIRO ENCONTRO

No primeiro encontro foi apresentado aos alunos o objetivo do projeto, ou seja, resolver problemas diversos utilizando ferramentas matemáticas como a Modelagem, Equações, técnicas de Resolução de Problemas utilizando IA. Após as combinações iniciais, foi realizada uma sondagem para verificar qual o nível das habilidades dos estudantes em relação ao uso de tecnologias de informática e internet. Verificou-se que os alunos, apesar de dispendem demasiado tempo conectados, não possuem habilidades básicas como uso do correio eletrônico ou até mesmo com ferramentas de buscas, principalmente no ato de verificar se as informações são úteis ou confiáveis. De acordo com Luísa Adib, coordenadora de pesquisa TIC Kids Online:

Elas sabem em proporção maiores que palavras elas usam para encontrar algum conteúdo. Elas sabem voltar num site para encontrar informação, mas passar para selecionar esse conteúdo e fazer uma análise crítica, as proporções são menores. Então, se a gente considera numa perspectiva de busca, de seleção e de crítica sobre esse conteúdo, a gente percebe uma gradação de proporções maiores para busca e menores para essa análise crítica ao conteúdo. (JORNAL HOJE, 2023)

Verificado as deficiências, foram desenvolvidas atividades para sanar essas dificuldades, iniciando com a criação de conta em correio eletrônico, onde cada discente criou

a sua conta, ressaltando a importância de se guardar a senha em local seguro, mas acessível a cada usuário. Feito isso, apresentamos dicas de como realizar pesquisas e obtenção de dados da internet de forma a mitigar a dificuldade de diferenciação entre informações úteis ou inúteis, verdadeiras ou falsas. Foi utilizado a reportagem da Revista Arco da UFSM que cita cinco itens para checagem de informações quanto a veracidade:

- (1) a escolha do discurso a ser analisado;
- (2) a busca das fontes com informações referentes ao tema tratado;
- (3) a reconstrução do contexto do discurso contrastado ou corroborado pelas informações obtidas junto às fontes;
- (4) a classificação do discurso de acordo com as categorias elaboradas – por exemplo, verdadeiro, falso, impreciso, exagerado, entre outras;
- (5) a representação gráfica da checagem. (REVISTA ARCO, 2020)

Após isso foi apresentada, pelo professor condutor da pesquisa, a ferramenta Chat Copilot da Microsoft, valendo-se de exemplos simples de interação com a Inteligência Artificial, como solicitando a escrita de um poema inédito utilizando temas específicos, pedido de conselhos, construção de tabelas ou solicitando explicações sobre palavras usuais da Matemática. Na Figura 3 é apresentado um dos exemplos de tabela construída por IA com a respectiva solicitação.

Figura 3 – Construção de tabelas

The screenshot shows a chat interface with a blue header bar containing the prompt: "Construa uma tabela com a distância de Canoas - RS para outras cinco maiores cidades do Rio Grande do Sul". Below the header, there are two green checkmarks indicating the AI's progress: "Procurando por distance from Canoas - RS to other five largest cities in Rio Grande do Sul" and "Gerando respostas para você...". The main content area displays a table with the following data:

Cidade	Distância (km)
Porto Alegre	12.6
Caxias do Sul	103.1
Pelotas	232.9
Santa Maria	287.8
Gravataí	18.4

Below the table, there is a note: "Essas informações foram obtidas usando uma ferramenta de cálculo de distância. Espero que isso ajude!".

Fonte: Elaborada pelo autor.

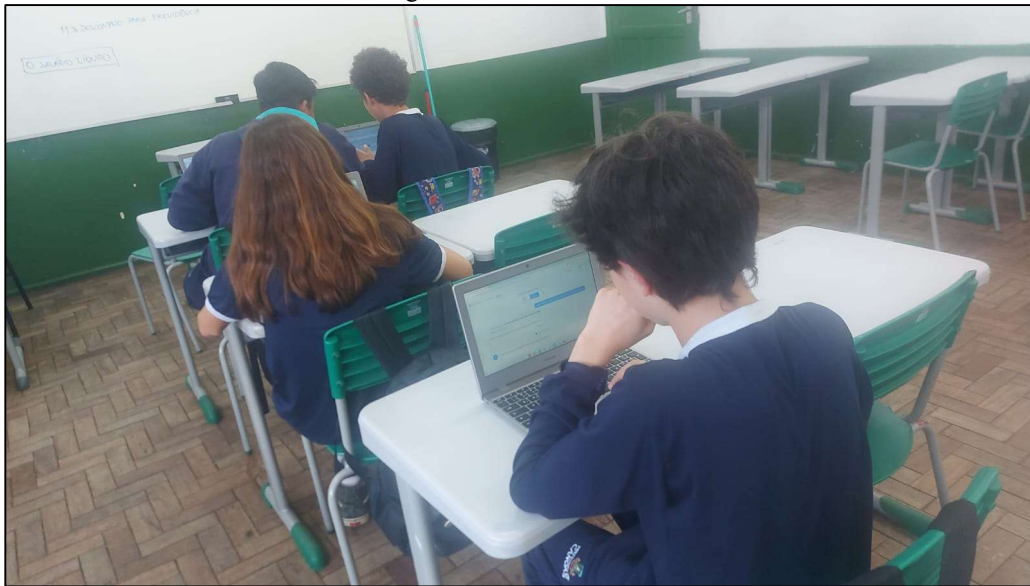
Após as atividades desenvolvidas nesse encontro, verificou-se que os alunos já possuíam fundamentos suficientes para iniciar a fase de aprendizado utilizando IA com a ferramenta Chat Copilot.

## 5.2 SEGUNDO ENCONTRO

Iniciamos essa atividade lembrando o significado de variável, incógnita, expressão algébrica, valor numérico de uma expressão algébrica, equação e grau da equação. Essa parte já havia sido apresentada aos alunos em aula regular.

Após uma pequena revisão teórica, passamos a buscar modelos para algumas situações-problemas, onde cada aluno deveria formular sua pergunta ou conversa com a IA de forma que ela retornasse um modelo correto para a situação. A atividade principal foi encontrar um modelo matemático para a seguinte situação-problema – saber o salário líquido de Marcos que trabalha como vendedor em uma loja e recebe 1600 reais por mês de salário fixo mais 3% de tudo o que ele vender, contudo há um desconto de 11% do rendimento bruto mensal para previdência.

Figura 4 – Alunos utilizando IA



Fonte: Da pesquisa.

Após as tentativas, foram encontradas pelo menos três modelos diferentes, sendo que um deles só calculava o desconto previdenciário da parte variável do salário, excluindo do desconto a parte fixa, ou seja, mil e seiscentos reais. Dos outros dois modelos encontrados, um obteve apenas uma equação que gera um modelo inconsistente:

$$\text{salário\_líquido}(\text{vendas}) = 1549,92 + 0,0291 * \text{vendas}$$

Essa equação não traduz a situação a ser modelada, pois ao tentar validar o modelo para a situação em que o funcionário não ter conseguido vendas, teríamos que:

$$\text{salário}_\text{líquido}(\text{vendas}) = 1549,92 + 0,0291 * 0$$

Ou seja,

$$\text{salário}_\text{líquido}(\text{vendas}) = 1549,92$$

Contudo, para a situação apresentada, quando o funcionário não realiza vendas, ele recebe apenas a parte fixa de 1600,00 reais, desse modo, ao aplicar o desconto de 11%, o salário líquido deve ser 1424,00 reais.

Uma das resoluções que obteve um modelo consistente iniciou a resolução organizando os dados da situação descrita pelo aluno conforme a Figura 5.

Figura 5 – Extração de dados de uma situação utilizando IA.

encontrar um modelo matemático para a seguinte situação-problema – saber o salário líquido de Marcos que trabalha como vendedor em uma loja e recebe 1600 reais por mês de salário fixo mais 3% de tudo o que ele vender, contudo há um desconto de 11% do rendimento bruto mensal para previdência.

Vamos criar um modelo matemático para determinar o salário líquido de Marcos.

1. **Salário fixo:** R\$1600 por mês
2. **Comissão sobre vendas:** 3% das vendas totais
3. **Desconto para previdência:** 11% do rendimento bruto

Fonte: Da pesquisa

Utilizando os dados da situação descrita, a IA nomeou as variáveis e desenvolveu um modelo utilizando quatro equações. Primeiro calculou a comissão ( $C$ ) de Marcos pelas das vendas realizadas ( $V$ ) através da equação:

$$C = 0,3V$$

Utilizando esse resultado, pode apresentar uma equação para o rendimento bruto ( $R$ ):

$$R = 1600 + c$$

Para questão do desconto da previdência ( $P$ ), foi apresentada a equação:

$$P = 0,11R$$

E finalizando o modelo gerado pela IA, o salário líquido de Marcos ( $SL$ ) pode ser calculado utilizando a equação:

$$SL = R - P$$

Nas figuras 6 e 7, estão expostas a construção desse modelo pela IA:

Figura 6 – Passo a passo do cálculo do salário líquido pela IA

<b>Passo a passo para encontrar o salário líquido:</b>	
<b>1. Calcular o valor da comissão (C):</b>	
	$C = 0,03 \times V$
Onde $V$ é o total de vendas no mês.	
<b>2. Calcular o rendimento bruto (R):</b>	
	$R = 1600 + C$
<b>3. Calcular o desconto para previdência (P):</b>	
	$P = 0,11 \times R$
<b>4. Calcular o salário líquido (SL):</b>	
	$SL = R - P$

Fonte: Da pesquisa

Na Figura 6, a IA oferece um algoritmo para encontrar o salário líquido de acordo com os dados da situação descrita.

Figura 7 – Resumo do modelo gerado por IA

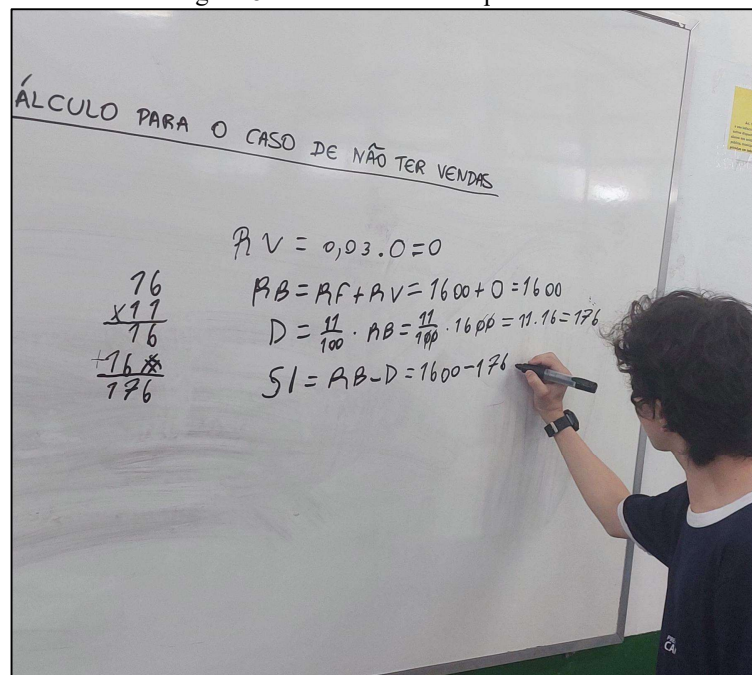
<b>Modelo final:</b>
<b>1.</b> $C = 0,03 \times V$
<b>2.</b> $R = 1600 + C$
<b>3.</b> $P = 0,11 \times R$
<b>4.</b> $SL = R - P$

Fonte: Da pesquisa

Na Figura 7, a IA resume o modelo enumerando as equações geradas. Os alunos resolveram dois problemas aplicados a esse modelo, para o caso de Marcos não ter conseguido vendas e o caso de ter vendido 20000 reais.

As Figuras 8 e 9 mostram o processo de resolução de um dos alunos utilizando o quadro branco para o caso de não ter vendido e utilizando lápis e papel para o caso de ter vendido 20000 reais.

Figura 8 – Aluno utilizando quadro branco.



Fonte: Da pesquisa

Na Figura 8, o aluno utilizou as equações geradas pela IA, só utilizou outras letras para expressar algumas das variáveis, a comissão ele chamou de Renda Variável ( $RV$ ) e o rendimento ele chamou de Renda Bruta ( $RB$ ). Ao final, o aluno encontrou uma resposta coerente com o modelo e a situação dada.

$$SI = RB - D = 1600 - 176 = 1424$$

Ou seja, Marcos receberá 1424 reais de salário líquido caso não obtenha vendas. Para o cálculo do salário líquido de Marcos para o caso de ter obtido 20000 reais em vendas, optou-se por realiza-lo utilizando lápis e papel para que não seja preterido os cálculos manuais em detrimento do uso de calculadoras e outras tecnologias.

Figura 9 – Cálculos do aluno utilizando lápis e papel.

CÁLCULO PARA O CASO  
DE TER VENDIDO R\$ 200.000,00

Rendimento variável:  $= 0,03 \cdot 200.000,00$

$0,03 \cdot 200.000,00 = 6.000$

Rendimento Bruto  $= 16.000 + 6.000 = 22.000$

Desconto  $= \frac{11\%}{100} \cdot 22.000$

Salário líquido  $= 22.000 - 2.420 = 19.580$

RESPOSTA: SL = R\$ 19.580,00

Fonte: Da pesquisa

Na Figura 9, o aluno preferiu utilizar o nome do significado das variáveis no lugar das letras de forma a dar a resolução um aspecto mais natural e relacionado com as práticas cotidianas fora do ambiente escolar. Do ponto de vista conceitual, foi esclarecido aos alunos que todas as equações podem ser simplificadas em uma única equação. Ao solicitar que a IA realizasse essa simplificação, na Figura 10 temos a última etapa que gerou a equação:

$$SL = 1424 + 0,146V$$

Figura 10 – Modelo inconsistente gerado por IA.

4. Salário líquido ( $SL$ ) em função do rendimento bruto ( $R$ ) e do desconto para previdência ( $P$ ):

$$SL = R - P$$

Substituindo  $R$  e  $P$ :

$$SL = (1600 + 0,03 \times V) - 0,11 \times (1600 + 0,03 \times V)$$

Simplificando:

$$SL = 1600 + 0,03 \times V - 0,176 \times V - 176$$

$$SL = 1600 - 176 + (0,03 \times V - 0,176 \times V)$$

$$SL = 1424 - 0,146 \times V$$

Equação final:

$$SL = 1424 + 0,146V$$

Fonte: Da pesquisa



A equação gerada não é consistente, pois só funciona para o caso em que não tem vendas, ou seja,  $V = 0$ . Já para qualquer outro caso, a equação não funciona, pois o termo que contém a variável ( $0,146V$ ) está errada.

Para comprovar o erro da equação foi explicado aos alunos as etapas da simplificação do modelo utilizando o quadro branco como demonstrado na Figura 11.

Figura 11 – Verificação da inconsistência da IA.

<p>MODELO DA IA BING-COPILOT</p> <p>1 <math>C = 0,03 \times V = 0,03V</math></p> <p>2 <math>R = 1600 + C</math></p> <p>3 <math>P = 0,11 \times R = 0,11R</math></p> <p>4 <math>SL = R - P</math></p> <p>SIMPLIFICANDO O MODELO</p> <p>SUBSTITUINDO 1 EM 2</p> <p><math>R = 1600 + C</math></p> <p>5 <math>R = 1600 + 0,03V</math></p>	<p>SUBSTITUINDO 5 EM 3:</p> <p><math>P = 0,11R</math></p> <p><math>P = 0,11(1600 + 0,03V)</math></p> <p>APLICANDO A PROPRIEDADE DISTRIBUTIVA:</p> <p><math>P = 0,11 \cdot 1600 + 0,11 \cdot 0,03V</math></p> <p>6 <math>P = 176 + 0,0033V</math></p> <p>SUBSTITUINDO 6 EM 4:</p> <p><math>SL = R - P</math></p> <p><math>SL = (1600 + 0,03V) - (176 + 0,0033V)</math></p> <p><math>SL = 0,03V - 0,0033V + 1600 - 176</math></p> <p><math>SL = 0,0267V + 1424</math> (RESUMO DO MODELO)</p>	<p>APLICAÇÃO PARA O CASO DE NÃO TER VENDAS:</p> <p><math>V = 0</math></p> <p><math>SL = 0,0267 \cdot 0 + 1424</math></p> <p><math>SL = 0,0267 \cdot 0 + 1424</math></p> <p><math>SL = 1424</math></p> <p>OBS:  <math>\frac{1424}{1600} = 0,89 = 89\%</math>  <math>100\% - 89\% = 11\%</math>          DESCONTO</p> <p>APLICAÇÃO PARA O CASO DE TER R\$ 20000,00 EM VENDAS:</p> <p><math>V = 20000</math></p> <p><math>SL = 0,0267V + 1424</math></p> <p><math>SL = 0,0267 \cdot 20000 + 1424</math></p> <p><math>SL = 534 + 1424</math></p> <p><math>SL = 1958</math></p>
---	--	--

Fonte: Da pesquisa

Após realizar a simplificação e as aplicações com fins de validação do modelo, encontramos a equação:

$$SL = 0,0267V + 1424$$

De imediato, foi informada através do chat da IA, a etapa em que ocorreu a falha e, ao responder, a IA reconheceu o erro e corrigiu o modelo como descrito nas Figuras 12 e 13.

Figura 12 – IA reconhecendo que cometeu um erro.

Acredito que há um erro na passagem do "Simplificando" já que  
 $-0,11 \times (1600 + 0,03V) = -176 - 0,0033V$

Você está absolutamente certo! Vamos corrigir essa simplificação.

Fonte: da pesquisa

Após ser informada, a IA iniciou a reformulação do modelo simplificado gerando a equação correta. Como se trata de um modelo de IA generativa, é previsto que nas próximas solicitações similares a esta aplicação de IA, não ocorram erros similares, pois a diferença da IA para aplicativos que resolvem problemas e operações matemáticas de forma automatizada, não possuem essa capacidade de autoaprendizado.

Figura 13 – Equação simplificada após correção.

4. Salário líquido ( $SL$ ) em função do rendimento bruto ( $R$ ) e do desconto para previdência ( $P$ ):

$$SL = R - P$$

Substituindo  $R$  e  $P$ :

$$SL = (1600 + 0,03 \times V) - (176 + 0,0033 \times V)$$

Simplificando:

$$SL = 1600 + 0,03 \times V - 176 - 0,0033 \times V$$

$$SL = 1424 + (0,03 - 0,0033) \times V$$

$$SL = 1424 + 0,0267 \times V$$

**Equação final:**

$$SL = 1424 + 0,0267V$$

Obrigado por apontar o erro! Se precisar de mais alguma coisa ou de mais ajustes, estou à disposição!

Fonte: Da pesquisa

Ao finalizar o encontro, foi enfatizado junto aos alunos da importância em verificar todos os resultados matemáticos gerados por IA, pois puderam perceber *in loco* que, mesmo sendo uma ferramenta robusta e poderosa, comete equívocos significativos.

### 5.2.1 Uso da IA no trabalho com aluna migrante

Nos últimos anos, o Brasil tem recebido imigrantes e refugiados advindos de diversos países, principalmente Haiti e Venezuela. Ao instalarem-se em uma das cidades que as acolhem, as famílias de imigrantes matriculam suas crianças nas escolas públicas em sua grande maioria. Em Canoas, há um número considerável de imigrantes devido a uma política pública que decidiu alocar parte considerável deles na referida localidade. Assim sendo, o professor de Matemática deve fazer uso de ferramentas e estratégias para não deixar esses estudantes desassistidos quanto ao aprendizado.

O crioulo haitiano não é uma língua com grande difusão mundial, o que dificulta, em muitos casos, o trabalho do professor de Matemática tendo que lidar com as dificuldades comuns da área de conhecimento com as dificuldades socioculturais trazidas pelos jovens imigrantes.

Assim, mantendo o foco no objetivo dessa pesquisa, trabalhamos o nivelamento das habilidades com auxílio da IA para vencer a questão do idioma. De forma que a IA, além de auxiliar a esclarecer a parte matemática, pudesse auxiliar na questão do idioma, ora realizando pesquisas no idioma nativo, ora realizando as traduções necessárias à boa comunicação entre professor e alunos.

Dentre as atividades realizadas, houve uma sobre a resolução de equações com uma aluna de origem haitiana, onde foi realizada uma sondagem do conhecimento e habilidade da estudante de forma a realizar um planejamento para realizar as práticas direcionadas ao tema da pesquisa. Na prática, pudemos verificar como a IA pode auxiliar na explicação e resolução de uma equação linear específica e dentro dos padrões de um sétimo ano. Como exemplo de uma das práticas, a Figura 7 – uso da IA em crioulo haitiano revela a interação inicial da estudante com a ferramenta Copilot da Microsoft.

Figura 14 – Uso da IA em crioulo haitiano.



Fonte: Da pesquisa.

A estudante iniciou a comunicação com a IA com uma pergunta, “Você pode me ajudar a resolver uma equação?”, ao que foi respondido pela IA: “Sim, eu posso te ajudar a fazer uma equação! Que tipo de equação você precisa de ajuda? É uma equação algébrica, uma equação diferencial ou outro tipo de equação? Dê-me mais detalhes para que eu possa te ajudar melhor. Se precisar de mais alguma coisa, estou à disposição!”. Em seguida, a estudante apenas digitou a equação a ser resolvida:

$$3x + 80 = 750$$

Ao responder a demanda solicitada pela aluna, a IA aplicou a propriedade aditiva da igualdade, avisando que teria que retirar 80 de cada lado. Em seguida, utilizou a propriedade multiplicativa realizando o produto por um terço em ambos os lados. No início da resolução, a IA usou o termo: “Para isolar  $x$ ”, usado com frequência nas salas de aulas brasileiras. Apesar de estar em outro idioma, como a linguagem matemática é universal, não é necessário realizar uma tradução completa para compreensão da resposta por parte do professor. Podemos observar essas considerações na Figura 8 – Resolução da equação em idioma estrangeiro.

Figura 15 – Resolução de equações em idioma estrangeiro.

**Copilot**

✓ Gerando respostas para você...

Ann rezoud ekwasyon an ansanm:

$$3x + 80 = 750$$

Pou izole ( $x$ ), nou bezwen fè kèk etap:

1. Retire 80 sou tou de bò ekwasyon an:

$$3x + 80 - 80 = 750 - 80$$

$$3x = 670$$

2. Divize tou de bò ekwasyon an pa 3:

$$\frac{3x}{3} = \frac{670}{3}$$

$$x = \frac{670}{3}$$

$$x \approx 223.33$$

Se konsa, valè ( $x$ ) se apeprè 223.33. Si ou gen nenpòt lòt kesyon oswa bezwen plis èd, fè m konnen! 😊

Fonte: Da pesquisa.

Um detalhe sutil é que na resposta final, a IA utilizou o símbolo matemático para aproximação ( $\approx$ ), que não é muito comum aos estudantes dessa etapa escolar, sétimo ano. Sendo assim, o professor deve estar atento para verificar se as respostas são dadas dentro de uma linguagem natural ao aluno, e o que não for, devem ser realizadas as devidas explicações e apresentações para que o aluno desenvolva sua literacia matemática.

A atividade exposta nesta seção não foi o objetivo principal desta pesquisa, mas decidimos apresentá-la devido ao grau de relevância do uso da IA por professores de Matemática que têm de lidar com a atual demanda de lecionar à alunos de origens estrangeiras.

### 5.3 TERCEIRO ENCONTRO

Com a finalidade de coletar dados para realizar uma modelagem prática utilizando dados da cidade de Canoas, foi realizada, com os estudantes, sujeitos dessa pesquisa, uma visita ao Escritório de Resiliência Climática da cidade de Canoas – eCLIMA, na ocasião fomos recebidos pelo Exmo. Sr. Secretário Municipal Aristeu Ismailow Duarte que aprovou a iniciativa de ver estudantes da rede de educação pública municipal participando de atividades de pesquisa em Matemática utilizando tecnologias atuais de forma multidisciplinar. Em seguida, foi realizada uma ambientação nas dependências do escritório onde foi apresentado a equipe técnica e instruções sobre o trabalho ali desenvolvido.

Sobre o eCLIMA, em reportagem na Zero Hora, escreveu Duarte (2023):

À medida que as cidades enfrentam uma série de desafios oriundos de mudanças climáticas, crescimento desordenado e pressões socioeconômicas, o conceito de resiliência urbana vem ganhando destaque em todo o mundo. Em linhas gerais, resiliência é a capacidade que uma cidade tem de resistir e se recuperar, de maneira célere e eficaz, dos efeitos de um desastre natural ou de situações de grande risco, como as fortes chuvas que atingiram o sul do Brasil nos últimos meses.

Neste contexto, surge em Canoas uma iniciativa pioneira no Rio Grande do Sul com a criação do Escritório de Resiliência Climática –ECLIMA, em maio deste ano, cujo objetivo é enfrentar estes temas de modo transversal, centralizando ações e diálogo permanente com estruturas do poder público, da sociedade civil organizada e de organismos internacionais. Ao identificar, compreender e usar cenários atuais e futuros para avaliar os riscos aos quais o município está exposto, a administração municipal desenvolve estratégias para mitigá-los.

[...]

O ECLIMA vem em busca de respostas e desenvolvendo ações conjuntas entre poder público, iniciativa privada e população em geral.

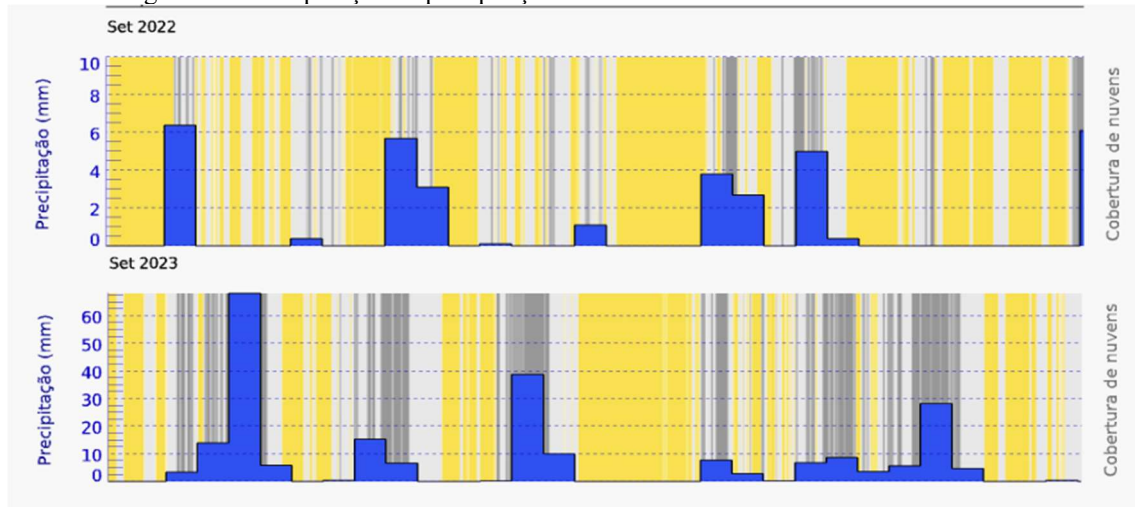
Cidades resilientes precisam ser capazes de resistir e se recuperar após situações adversas – de caráter natural, social ou econômico –, usando o passado para criar plano de ação futuro.

Nesse contexto, ao visitar o local, os estudantes puderam ter acesso a imagens de satélites em tempo real com gráficos vetoriais indicando múltiplas variáveis climáticas que podem oferecer dados suscetíveis a serem modelados linearmente, citamos modelos lineares porque os alunos de sétimo ano, pela primeira vez, estão em contato com equações do 1º grau e estão descobrindo o ambiente formal da álgebra. Assim, a visita foi importante em vários aspectos: no campo psicológico, os estudantes tiveram a percepção de estar fazendo algo relevante através de seus estudos de forma a sentirem-se motivados a compreender a relação entre a Matemática e o mundo real, em contato com diversas áreas técnicas que utilizam Matemática para desempenhar suas funções; no campo cognitivo puderam aperfeiçoar a abstração matemática que se exige nesse tipo de atividade, no campo social puderam entrar

em contato com pessoas de diversos nichos sociais fora do ambiente formal de aprendizado de forma que, ao socializar com pessoas de diversas áreas do conhecimento possam agregar valores e mais possibilidades profissionais.

Ao término da visita, retornamos à escola, e foram realizadas diversas pesquisas na internet sobre dados climáticos da cidade de Canoas ao longo do tempo. Uma delas foi a comparação das precipitações em setembro de 2022 e setembro de 2023 através do site da MeteoBlue, conforme Figura 16:

Figura 16 – Comparação da precipitação em Canoas em setembro 2022 e setembro 2023.



Fonte: Meteoblue (2023).

#### 5.4 QUARTO ENCONTRO

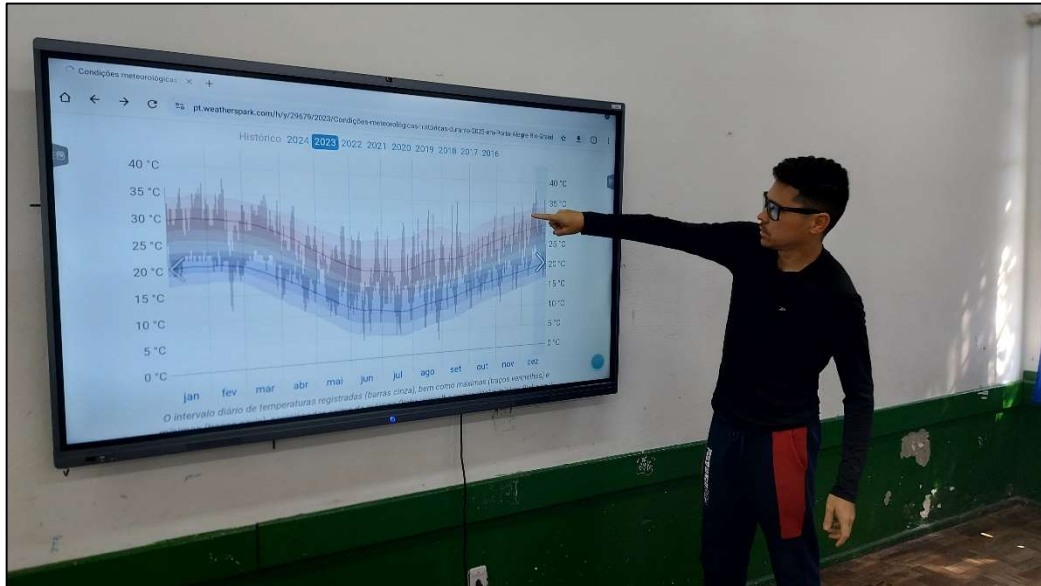
Com base nas práticas, conhecimentos compartilhados e dados levantados nos encontros anteriores, iniciamos os trabalhos discutindo quais dados podem fornecer subsídios para uma modelagem que atenda ao que a BNCC apregoa sobre um sétimo ano. Destarte, foi decidido utilizar algo que pudesse ser traduzido através de uma equação de primeiro grau.

Dentre as principais análises realizadas, destaca-se um modelo de projeção futura de aumento da temperatura média anual na região metropolitana de Porto Alegre, realizado em grande parte de forma manual e utilizando apenas materiais escolares que os alunos podem ter fácil acesso.

Inicialmente analisamos gráficos do site Weather Spark que contém relatórios meteorológicos históricos e atuais sobre o clima com intervalos em horas, dias e meses. Foi explicado aos alunos o modelo de gráfico de dispersão constante na Figura 10 onde fica

evidente e intuitivo o traçado das médias máximas e mínimas de temperatura ao longo dos meses do ano escolhido.

Figura 17 – Análise do gráfico de dispersão das médias das temperaturas.



Fonte: Da pesquisa

A partir dos dados obtidos através desses dados, os alunos passaram a tabular em papel quadriculado as médias máximas mensais da temperatura na Grande Porto Alegre e, em seguida, calcularam a média anual dos últimos oito anos utilizando a média aritmética simples. Na Figura 18 está apresentada uma tabela feita por um aluno, que contém as médias de temperaturas mensais e as respectivas médias anuais com arredondamento em centésimos.

Figura 18 – Tabela de dados confeccionada por aluno da pesquisa.

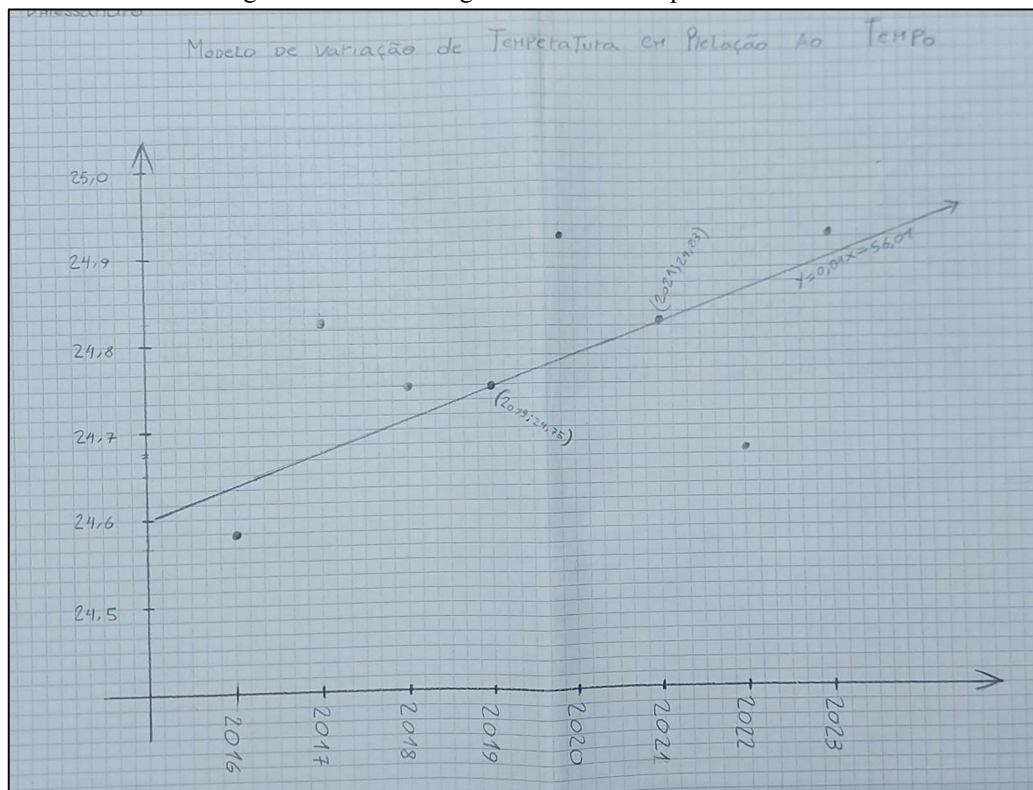
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA <sup>o</sup> C
2023	30°C	29°C	27°C	24°C	21°C	19°C	20°C	22°C	23°C	26°C	28°C	30°C	24,92
2022	30°C	29°C	25°C	24°C	20°C	19°C	20°C	22°C	23°C	26°C	28°C	30°C	24,67
2021	30°C	29°C	27°C	24°C	20°C	19°C	20°C	22°C	23°C	26°C	28°C	30°C	24,83
2020	30°C	29°C	27°C	24°C	20°C	19°C	20°C	22°C	24°C	26°C	28°C	30°C	24,92
2019	30°C	29°C	27°C	24°C	20°C	19°C	20°C	22°C	23°C	26°C	27°C	30°C	24,75
2018	30°C	29°C	27°C	24°C	20°C	19°C	20°C	22°C	23°C	26°C	27°C	30°C	24,75
2017	30°C	29°C	27°C	24°C	20°C	20°C	20°C	22°C	23°C	26°C	27°C	30°C	24,83
2016	30°C	29°C	27°C	24°C	20°C	19°C	20°C	21°C	23°C	26°C	27°C	29°C	24,58

Fonte: Da pesquisa

De posse desses dados os alunos construíram um gráfico de dispersão, onde foi solicitado que eles utilizassem a coordenada referente ao ano em relação a outra coordenada com a média da temperatura anual. Depois de marcarem os pontos, os alunos deveriam traçar uma reta que melhor se adequasse aos pontos encontrados. Foi lembrado que dois pontos definem uma reta, e com base nessa informação, foi discutido com o grupo que, para encontrar com maior facilidade uma equação da reta, seria interessante que a reta de regressão contenha pelo menos dois dos pontos encontrados. Por se tratar de uma turma de sétimo ano, os termos técnicos utilizados no estudo das equações da reta, gráfico de dispersão e regressão linear não foram utilizados por não ser o momento ideal previsto na BNCC. Porém, pela pesquisa, pude constatar que as ideias gerais foram bem recebidas pelos estudantes de forma que, ao estudarem formalmente esses assuntos nos anos posteriores, terão maior facilidade de entendimento.

As Figuras 19 e 20 contêm os gráficos construídos por dois alunos, ora denominados aluno 1 e aluno 2, que atenderam a sugestão de traçar suas retas de regressão através de dois pontos do próprio conjunto de dados.

Figura 19 – Reta de regressão encontrada pelo aluno 1



Fonte: Da pesquisa



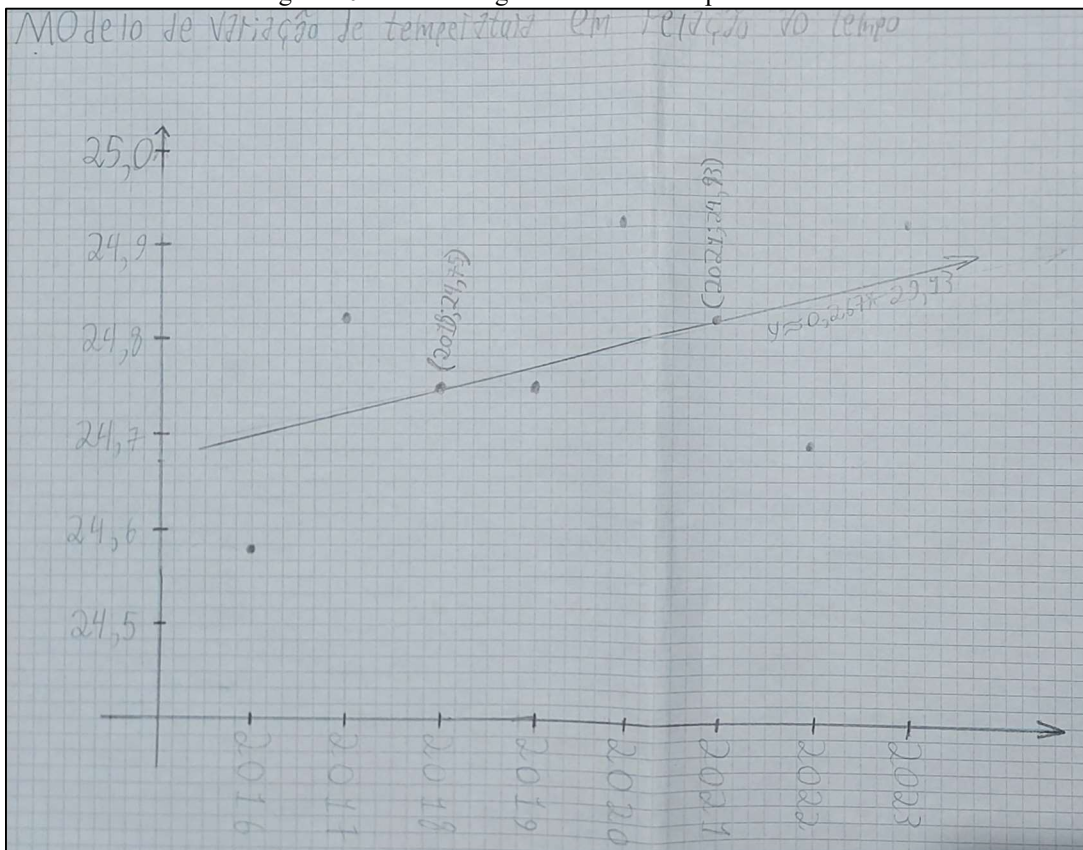
Realizado o esboço acima, foi solicitado a IA Microsoft Copilot que encontrasse a equação da reta esboçada na figura que contém os pontos (2019; 24,75) e (2021; 24,83), pois nessa fase os alunos ainda não conhecem as ferramentas algébricas para encontrar a equação da reta que passa por dois pontos. Contudo, já conhecem o conceito de equação. Assim, foi gerada a equação abaixo.

$$y = 0,04x - 56,01$$

Na equação acima o termo  $x$  (variável independente) refere-se ao ano e o termo  $y$  (variável dependente) refere-se a média da temperatura máxima referente ao ano  $x$ .

Foi solicitado que o aluno usasse seu modelo para prever em quantos graus a temperatura aumentaria em 100 anos, onde apenas tiveram que utilizar o número 2123 no lugar de  $x$ , encontrando a resposta  $y = 28,91$  °C. Como no ano dessa pesquisa, 2023, a temperatura média anual foi de 24,92 °C, temos uma previsão de aumento da média anual da temperatura máxima de 3,99 °C.

Figura 20 – Reta de regressão encontrada pelo aluno 2



Fonte: Da pesquisa

Da mesma forma, foi solicitado a IA Microsoft Copilot que encontrasse a equação da reta esboçada na Figura 20 que contém os pontos (2018; 24,75) e (2021; 24,83), sendo gerada a equação abaixo.

$$y = 0,0267x - 29,22$$

De igual modo, foi solicitado que o aluno usasse seu modelo para prever em quantos graus a temperatura aumentaria em 100 anos, encontrando a resposta  $y = 27,46$  °C. Como no ano dessa pesquisa, 2023, a temperatura média anual foi de 24,92 °C, temos uma previsão de aumento da média anual da temperatura máxima de 2,54 °C.

O aluno 2 cometeu uma inconformidade ao transcrever a equação gerada pela IA no papel quadriculado conforme está na Figura 21, copiando  $y = 0,267x - 29,43$ . Ao realizar diversas tentativas de realizar o cálculo da previsão para 2123 encontrava  $y = 537,41$  °C, resultado completamente descabido. Pedi que o aluno deixasse com este equívoco porque gostaria de salientar aqui a importância de um professor de forma presencial que possa de imediato auxiliar os estudantes diante desses descuidos ao trabalhar com novas tecnologias. Assim, os estudantes puderam perceber que erros que parecem pequenos, na casa dos decimais nesse caso, podem gerar enormes inconformidades no modelo prático. Para efeito de comparação e constatação, a Figura 21 apresenta a tela da IA Microsoft Copilot que gerou a equação correta.

Como parte final desse encontro, foi realizada uma pesquisa das projeções científicas oficiais do aumento de temperatura para 100 anos, e o resultado foi surpreendente, pois os modelos gerados de forma semiartesanal pelos alunos de 7º ano do Ensino Fundamental estão no intervalo de aumento das melhores previsões técnicas atuais. Segundo o do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas, a temperatura média mundial aumentará nos próximos 100 anos entre 1,8 °C e 4,0 °C:

As projeções do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) indicam que nos próximos 100 anos poderá haver um aumento da temperatura média global entre 1,8°C e 4,0°C, e um aumento do nível médio do mar entre 0,18 m e 0,59 m, o que pode afetar significativamente as atividades humanas e os ecossistemas terrestres. (BRASIL, 2023)

Realizando a comparação percebe-se que o modelo encontrado pelos alunos é razoável, pois  $1,8\text{ }^{\circ}\text{C} < 2,54\text{ }^{\circ}\text{C}$  (*aluno 2*)  $< 3,99\text{ }^{\circ}\text{C}$  (*aluno 1*)  $< 4,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Figura 21 – Geração de equação da reta pela IA Microsoft Copilot.

**Você**

Poderia dizer qual equação da reta que passa pelos pontos (2018; 24,75) e (2021; 24,83)?

**Copilot**

✓ Gerando respostas para você...

Claro! Para encontrar a equação da reta que passa pelos pontos ((2018, 24,75)) e ((2021, 24,83)), podemos seguir os seguintes passos:

**1. Calcular a inclinação (coeficiente angular) da reta:** A fórmula para a inclinação (m) é:

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

Substituindo os valores:

$$m = \frac{24,83 - 24,75}{2021 - 2018} = \frac{0,08}{3} \approx 0,0267$$

**2. Usar a fórmula da equação da reta na forma ponto-inclinação:** A fórmula é:

$$y - y_1 = m(x - x_1)$$

Substituindo (m) e um dos pontos, por exemplo, ((2018, 24,75)):

$$y - 24,75 = 0,0267(x - 2018)$$

**3. Simplificar a equação:**

$$y - 24,75 = 0,0267x - 53,9706$$

$$y = 0,0267x - 53,9706 + 24,75$$

$$y = 0,0267x - 29,2206$$

Portanto, a equação da reta que passa pelos pontos ((2018, 24,75)) e ((2021, 24,83)) é:

$$y = 0,0267x - 29,2206$$

Se precisar de mais alguma coisa, é só avisar! 😊

Fonte: Da pesquisa

Um fator positivo ao utilizar esse tipo de abordagem em aula, seja usando IA ou outra tecnologia, é a possibilidade de se trabalhar em um período curto, 1 hora e meia nesse caso, diversas habilidades previstas na própria BNCC. Evidentemente que ao trabalhar conjuntamente diversas habilidades pode não abranger a teoria esperada de cada uma delas, contudo, seguindo a filosofia das nossas legislações educacionais atuais, há de se privilegiar em alguns momentos o entendimento prático, sendo o caso desta atividade. O Quadro 4 ordena algumas delas trabalhadas apenas nesse encontro.

Quadro 4 – Habilidades da BNCC trabalhadas no quarto encontro da pesquisa

Habilidade	Descrição
EF07MA10	Comparar e ordenar números racionais em diferentes contextos e associá-los a pontos da reta numérica.
EF07MA12	Resolver e elaborar problemas que envolvam as operações com números racionais.
EF07MA13	Compreender a ideia de variável, representada por letra ou símbolo, para expressar relação entre duas grandezas, diferenciando-a da ideia de incógnita.
EF07MA18	Resolver e elaborar problemas que possam ser representados por equações polinomiais de 1º grau, redutíveis à forma $ax + b = c$ , fazendo uso das propriedades da igualdade.
EF07MA29	Resolver e elaborar problemas que envolvam medidas de grandezas inseridos em contextos oriundos de situações cotidianas ou de outras áreas do conhecimento, reconhecendo que toda medida empírica é aproximada.
EF07MA35	Compreender, em contextos significativos, o significado de média estatística como indicador da tendência de uma pesquisa, calcular seu valor e relacioná-lo, intuitivamente, com a amplitude do conjunto de dados.
EF08MA06	Resolver e elaborar problemas que envolvam cálculo do valor numérico de expressões algébricas, utilizando as propriedades das operações.
EF08MA07	Associar uma equação linear de 1º grau com duas incógnitas a uma reta no plano cartesiano.
EF08MA08	Resolver e elaborar problemas relacionados ao seu contexto próximo, que possam ser representados por sistemas de equações de 1º grau com duas incógnitas e interpretá-los, utilizando, inclusive, o plano cartesiano como recurso.
EF07CI07	Caracterizar os principais ecossistemas brasileiros quanto à paisagem, à quantidade de água, ao tipo de solo, à disponibilidade de luz solar, à temperatura etc., correlacionando essas características à flora e fauna específicas.
EF07CI13	Descrever o mecanismo natural do efeito estufa, seu papel fundamental para o desenvolvimento da vida na Terra, discutir as ações humanas responsáveis pelo seu aumento artificial (como a queima de combustíveis fósseis, desmatamento, queimadas etc.) e selecionar e implementar propostas para a reversão ou controle desse quadro.
EF08CI16	Discutir iniciativas que contribuam para restabelecer o equilíbrio ambiental a partir da identificação de alterações climáticas regionais e globais provocadas pela intervenção humana.
EF06GE11	Compreender o que é o aquecimento global e suas consequências para a vida na Terra.

Fonte: BNCC

A interdisciplinaridade é uma grande marca da BNCC, incentivando o uso de temas transversais e das novas tecnologias em todas as áreas do conhecimento. A segunda competência geral presente no citado documento normativo manifesta que:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (BNCC, 2018, p. 9)

Nos momentos de reflexões finais do nosso quarto encontro, pudemos discutir nosso modelo a luz do que está acontecendo nos frequentes alagamentos na própria cidade onde realizamos essa pesquisa. Foi possível conversar sobre detalhes específicos do nosso modelo matemático, explicitando por exemplo, que esses prognósticos são baseados nas condições atuais do que o ser humano tem interagido com a natureza, de forma que o modelo depende de outras variáveis, como a relação direta de proporcionalidade das previsões serem melhores ou piores, no sentido de bem-estar social, com a atitude humana ser melhor ou pior frente ao meio ambiente.

## 5.5 QUINTO ENCONTRO

Com a experiência adquirida nos encontros anteriores, foi possível ampliar o nível do trabalho de modelagem com IA. Assim, foi decidido modelar algo relacionado a algum evento climático que foi o tema transversal que permeou nossas atividades. As atividades foram iniciadas com apresentação de alguns dados sobre uma cidade fictícia que foi denominada de Mathland descritas a seguir.

A cidade possui um sistema de bombeamento de água para transferir as águas dos alagamentos causados pelas chuvas para locais apropriados.

Num determinado ponto dessa cidade há um rio que sobe 10 cm para uma quantidade de chuva média de 20 mm por hora.

Para o rio atingir o nível de enchente ele deve subir 2 metros ou 200 centímetros a partir do nível inicial 0 cm.

A vazão das bombas nesse local é de 10 mm de chuva por hora.

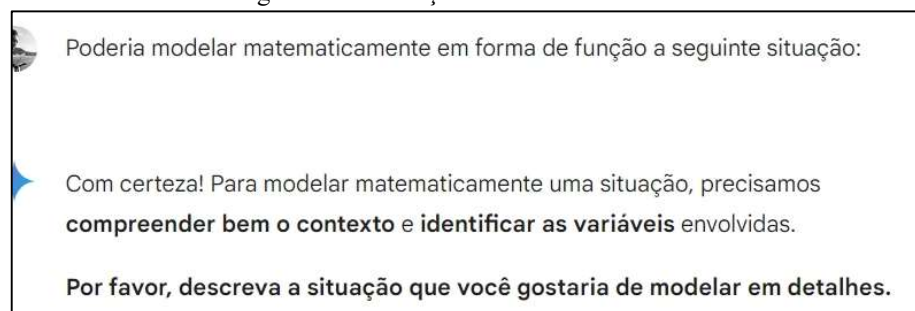
A partir desse conhecimento, foram solicitadas que as seguintes atividades fossem realizadas com auxilia da IA:

1. Encontre um modelo matemático que expresse essa situação (uma função ou equação).
2. Peça para expressar as variáveis com letras.
3. Com base nesse modelo, encontre uma equação que calcule o tempo que leva para o rio chegar uma altura  $h$  a partir da altura atual do rio?

Esta atividade tem como objetivo instigar os alunos a utilizar a IA para reconhecer a Matemática escolar de seu ano em situações práticas que podem ocorrer nas mais diversas atividades humanas. Apesar de ter o cuidado de não exagerar na informalidade dos termos técnicos da Matemática, Hidrologia, Meteorologia e áreas afins a situação dada, não é o foco da pesquisa avaliar o aprendizado dos alunos além do que prevê o seu ano escolar, em alguns momentos durante as modelagens surgiram assuntos mais complexos como integrais e derivadas, contudo o modelo final foi sempre expresso em uma equação linear.

Um dos alunos da pesquisa decidiu utilizar a IA Gemini, e iniciou a atividade formulando a conversa inicial que iria realizar através do chat do Gemini conforme a figura 15 – Interação inicial com o Gemini.

Figura 22 – Interação inicial com o Gemini



Fonte: Da pesquisa

Como os sujeitos da pesquisa são alunos com idade entre 11 e 12 anos, é interessante o professor ter o cuidado com a linguagem que o chat da IA utiliza ao responder aos estudantes, um detalhe é que pode ser solicitado a IA que responda conforme a idade de quem está interagindo, inclusive personalizando conforme algumas características socioculturais de cada estudante. Inclusive, um dos discentes sujeitos dessa pesquisa tem origem haitiana e utilizamos a IA para realizar algumas traduções simultâneas durante as atividades da pesquisa. Como observado na resposta apresentada na Figura 22, a IA Gemini respondeu de uma forma amigável e de fácil entendimento.

Ao relatar a situação a ser modelada o estudante apenas digitou integralmente o que foi recebido do professor como mostra a Figura 23 – Situação a ser modelada.

Figura 23 – Situação a ser modelada

A cidade possui um sistema de bombeamento de água para transferir as águas dos alagamentos causados pelas chuvas para locais apropriados.

Num determinado ponto dessa cidade há um rio que sobe 10 cm para uma quantidade de chuva média de 20 mm por hora.

Para o rio atingir o nível de enchente ele deve subir 2 metros ou 200 centímetros.

A vazão das bombas nesse local é de 10 mm de chuva por hora.

Fonte: Da pesquisa

Apesar de ser digitada em parágrafos separados, a IA consegue reunir as informações contidas em todos eles e construir um modelo único destacando as variáveis e construindo um modelo adaptado aos dados fornecidos. Diferente da maioria dos softwares que oferecem soluções matemáticas, a IA não apresenta respostas completamente prontas, apresenta uma explicação das ideias principais, reserva e nomeia as variáveis que serão utilizadas, organiza os dados e oferece explicações em cada passo desenvolvido.

Observe, na Figura 24 – Modelo construído por IA, como a IA iniciou sua resposta seguindo exatamente conforme a primeira etapa da teoria de Pólya, a compreensão da situação a ser modelada e em seguida já nomeando as variáveis envolvidas.

Figura 24 – Modelo construído por IA

**Modelando Matematicamente o Sistema de Bombeamento**

**Compreendendo o Problema:**

Temos um sistema que busca drenar a água de um rio que sobe em resposta à chuva. A taxa de subida do rio e a capacidade de bombeamento são dadas. Queremos modelar a situação para entender quanto tempo leva para o rio atingir o nível de enchente e, possivelmente, otimizar o sistema.

**Definindo as Variáveis:**

- **h:** Altura do rio em centímetros
- **t:** Tempo em horas
- **r:** Taxa de subida do rio por hora (10 cm/h neste caso)
- **b:** Capacidade de bombeamento por hora (10 mm/h = 1 cm/h neste caso)
- **H:** Altura máxima do rio antes da enchente (200 cm)

Fonte: Da pesquisa

Perceba que a IA já atribuiu os devidos valores às variáveis e converteu todas as unidades de medida de comprimento para centímetros. A necessidade de conversão de unidades de medidas com a finalidade de aplicá-las no modelo não é uma tarefa comum a estudantes do sétimo ano, portanto há necessidade de explicar aos estudantes a razão de se realizar essa conversão para uma única unidade de medida de comprimento, volume ou qualquer outra grandeza.

A partir de agora, visando uma maior precisão do modelo, que apesar de linear, é contínuo devido ao fato de trabalhar com taxas de variação ao longo do tempo, usa a teoria das equações diferenciais para realizar a modelagem. Essa parte não foi tema de maiores explicações devido as condições dos alunos, estudantes de sétimo ano, pode ficar como sugestão de aulas mais completas para estudantes de nível médio ou superior. Observe que, na Figura 18 – Construção de equações, a IA gerou a equação

$$\frac{\text{variação da altura}}{\text{variação do tempo}} = \text{taxa de subida} - \text{capacidade de bombeamento}$$

Figura 25 – Construção de equações

**Construindo a Equação:**

A variação da altura do rio ao longo do tempo é dada pela diferença entre a taxa de subida e a capacidade de bombeamento:

$$dh/dt = r - b$$

Substituindo os valores conhecidos:

$$dh/dt = 10 - 1$$

$$dh/dt = 9 \text{ cm/h}$$

Fonte: Da pesquisa

A equação encontrada pode ser escrita na forma  $dh = 9dt$ , que apesar de parecer uma simples equação linear aos olhos de um estudante do Ensino Fundamental, trata-se de uma equação diferencial, portanto, precisamos de técnicas mais avançadas para resolvê-la. De fato,



a IA utilizou integrais para encontrar o modelo solicitado. Observe na Figura 26, o processo que a IA seguiu para encontrar a equação final.

Figura 26 – Modelo encontrado por IA

**Resolvendo a Equação Diferencial:**

Integrando ambos os lados em relação ao tempo:

$$\int dh = \int 9 \, dt$$

$$h = 9t + C$$

**Encontrando a Constante C:**

No início, quando  $t = 0$ , o rio já está em um determinado nível. Vamos chamá-lo de  $h_0$ . Então:

$$h_0 = 9 \cdot 0 + C$$

$$C = h_0$$

**Equação Final:**

$$h(t) = 9t + h_0$$

Fonte: Da pesquisa

Observa-se que a IA não se limitou a, apenas, gerar a equação representa o modelo solicitado, mas a explicar detalhes como, por exemplo, a constante C representa a altura do rio no instante que iniciasse os cálculos da previsão de altura do rio.

O mais importante nesse instante é que a equação gerada é linear e bem característica do que recomenda a BNCC em suas habilidades para o sétimo ano, ou seja, equações do tipo  $y = ax + b$ . Ao analisar essa equação, pode-se perceber que a variável  $h_0$  será substituída por um número no momento da aplicação ao caso prático, pois ela reflete a altura do rio no instante da aplicação, restando apenas as variáveis  $t$  que também será fornecida no caso de uma previsão, e a variável  $h(t)$  que será encontrada ao realizar os cálculos após as referidas substituições. Houve o cuidado de lembrar aos alunos que todas as grandezas de comprimento estão sendo medidas em centímetros e a de tempo em horas.

Ao responder a atividade desse encontro, que pede para que encontre uma equação que calcule o tempo que leva para o rio chegar uma altura  $H$  a partir da altura atual do rio um aluno encontrou a resposta que consta na Figura 27, utilizando a IA Gemini.

Figura 27 – Modelo de altura versus tempo

**Calculando o Tempo para a Enchente:**

Para encontrar o tempo que leva para o rio atingir a altura H, basta igualar  $h(t)$  a H e resolver para t:

$$H = 9t + h_0$$

$$t = (H - h_0) / 9$$

Fonte: Da pesquisa

Encontrada essa equação, foi solicitado aos estudantes duas atividades, a primeira para usar esse modelo para calcular, usando lápis e papel, em quanto tempo o rio em questão com o volume de chuva dado, levaria para atingir a cota de inundação a partir da altura zero, a segunda atividade eles deveriam calcular o tempo para ocorrência de inundação caso a altura estivesse inicialmente em 20 cm. Podemos verificar a realização da atividade por um dos alunos da pesquisa, na Figura 28 – Cálculo da cota de inundação de um dos estudantes da pesquisa.

Figura 28 – Cálculo da cota de inundação de um dos estudantes da pesquisa.

CÁLCULO DO TEMPO DE INUNDAÇÃO  
PARA ALTURA INICIAL 0 CENTÍMETROS

$$T = \frac{H - h_0}{9}$$

$$T = \frac{200 - 0}{9} = \frac{200}{9}$$

$$\frac{200}{9} = 22.22$$

O Tempo será APROXIMADAMENTE 22.22 horas

PARA ALTURA INICIAL 20 CM

$$T = \frac{H - h_0}{9}$$

$$T = \frac{200 - 20}{9} = \frac{180}{9} = 20$$

O Tempo será EXATAMENTE 20 hr

Fonte: Da pesquisa

Comentando uma situação a parte que chamou atenção nessa atividade, foi o fato de que os estudantes sentiram menos dificuldades em compreender todo o processo até aqui do que a realidade que os decimais da resposta em horas, no caso  $22, \overline{22}$  h não representa 22 horas e 22 minutos.

Ao refletir sobre os resultados obtidos, foi verificado que esse modelo gerado pela IA é inconsistente, pois alguns detalhes chamaram a atenção, dentre eles o fato de que, se não houvesse sistema de bombeamento, a altura do rio subiria  $10\text{cm}/\text{h}$ , ou seja, atingiria a cota de enchente que é de  $200\text{cm}$  em  $20\text{h}$ . Então, como ao usar um sistema de bombeamento que subtrai do sistema a metade da quantidade da chuva de  $20\text{mm}$ , o tempo de inundação seria apenas de  $22, \overline{22}\text{h}$ ?

Foi verificado que, ao chover  $20\text{mm}/\text{h}$  e o sistema de bombeamento retirar  $10\text{mm}/\text{h}$ , temos que o acumulado de águas da chuva no sistema analisado será de  $10\text{mm}$  a cada hora. De forma que, utilizando a proporcionalidade, temos que, nessa situação o rio receberia  $20\text{mm}$  de água das chuvas a cada  $2\text{h}$ , ou seja, a altura do rio subiria  $10\text{cm}$  a cada  $2\text{h}$ , e por proporcionalidade, a taxa de subida seria de  $5\text{cm}/\text{h}$ . Na Figura 29, são apresentados os cálculos realizados ao demonstrar esses dados aos alunos.

Figura 29 – Demonstração da inconsistência do modelo gerado por IA aos alunos

PROPORCIONALIDADE

$$20 \text{ mm/h} \longrightarrow 10 \text{ cm/h}$$

$$10 \text{ mm/h} \longrightarrow x \text{ cm/h}$$

$$20x = 10 \cdot 10$$

$$20x = 100$$

$$x = \frac{100}{20}$$

$$x = 5 \text{ cm/h}$$

TEMPO DE INUNDAÇÃO:

$$\frac{200 \text{ cm}}{5 \text{ cm/h}} = 40 \text{ h}$$

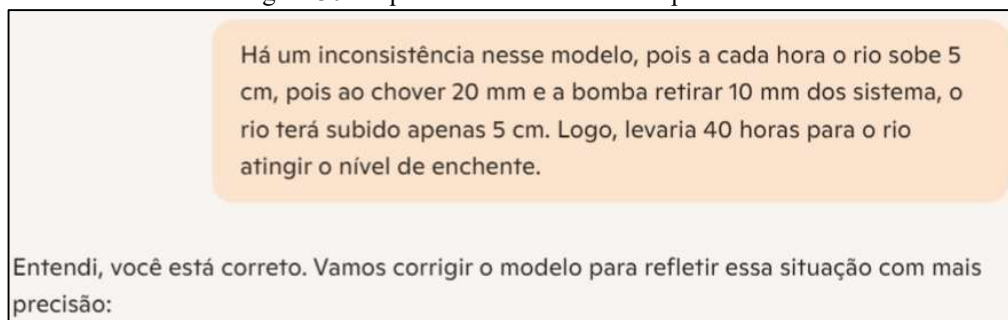
Fonte: Da pesquisa

Verificando os cálculos presentes na Figura 29, constata-se que o tempo de inundação de acordo com os dados iniciais é de 40 horas, que diverge completamente do resultado encontrado através do modelo gerado por IA.

Para que o aprendizado tenha, não só eficiência, mas também eficácia, foi solicitado a IA a correção de seu modelo, utilizando o resultado obtido através dos cálculos da Figura 29, de forma a verificar qual a solução que a IA retornaria para o modelo inconsistente que ela gerou.

Nas Figuras 30 e 31, a IA responde reconhecendo o erro e reorganizando os dados.

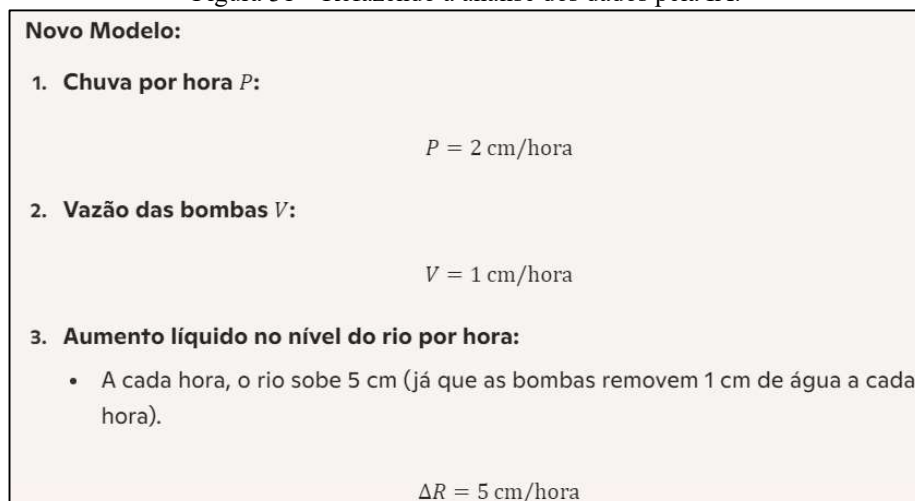
Figura 30 – Apontando o erro cometido pela IA.



Fonte: Da pesquisa

Simulando uma situação de aprendizado natural e dialógico, a IA responde ao questionamento de forma a simular uma forma de inteligência natural, reconhecendo os erros e procurando refazer a atividade com uma nova abordagem a partir dos apontamentos realizados pelo usuário do sistema.

Figura 31 – Refazendo a análise dos dados pela IA.



Fonte: Da pesquisa

Na Figura 31, a IA calculou a taxa de variação da altura das águas do rio em relação aos dados apresentados inicialmente. Para isso, um detalhe deve ser explicado com cuidado aos alunos de um 7º ano do Ensino Fundamental, a conversão de  $20\text{mm}$  para  $2\text{cm}$  e de  $10\text{mm}$  para  $1\text{cm}$ . Esse detalhe é importante pelo fato de que estamos usando uma unidade de comprimento para medir a quantidade do volume de líquidos. Também pode haver confusão dessa medida com a medida da altura do rio. Essa observação pode parecer irrelevante para quem compreende com naturalidade esse sistema de medidas, mas para alunos nesse nível de maturidade e aprendizado, pode gerar enorme dificuldade de compreensão do modelo.

Após essa nova interpretação dos dados, foi solicitado que a IA corrigisse as equações do modelo. A Figura 32 apresenta essa solicitação.

Figura 32 – Solicitando a IA que corrija o modelo.

Pode refazer os passos da modelagem com as equações corretas?

Claro! Vamos corrigir os passos da modelagem com as equações corretas, considerando os detalhes fornecidos.

**Dados:**

- A quantidade de chuva por hora ( $P$ ) é  $2\text{ cm/hora}$  (equivalente a  $20\text{ mm/hora}$ ).
- A vazão das bombas ( $V$ ) é  $10\text{ cm}$  de chuva por hora.
- A cada  $2\text{ cm}$  de chuva, o nível do rio sobe  $10\text{ cm}$ .
- O nível de enchente ( $h$ ) é  $200\text{ cm}$ .
- A altura inicial do rio ( $R_0$ ) é  $0\text{ cm}$ .

Fonte: Da pesquisa

Para refazer o modelo, a IA utilizou apenas o conhecimento de proporcionalidade e propriedades básicas das operações fundamentais. A Figura 33 apresenta o modelo para o tempo para o rio atingir determinada altura a partir de uma altura inicial.

Figura 33 – Modelo correto após correção da IA.

Para encontrar o tempo  $t$  necessário para o rio atingir a altura  $h$  a partir de  $R_0$ :

$$t = \frac{h - R_0}{\Delta R_{\text{liquida}}}$$

Fonte: Da pesquisa

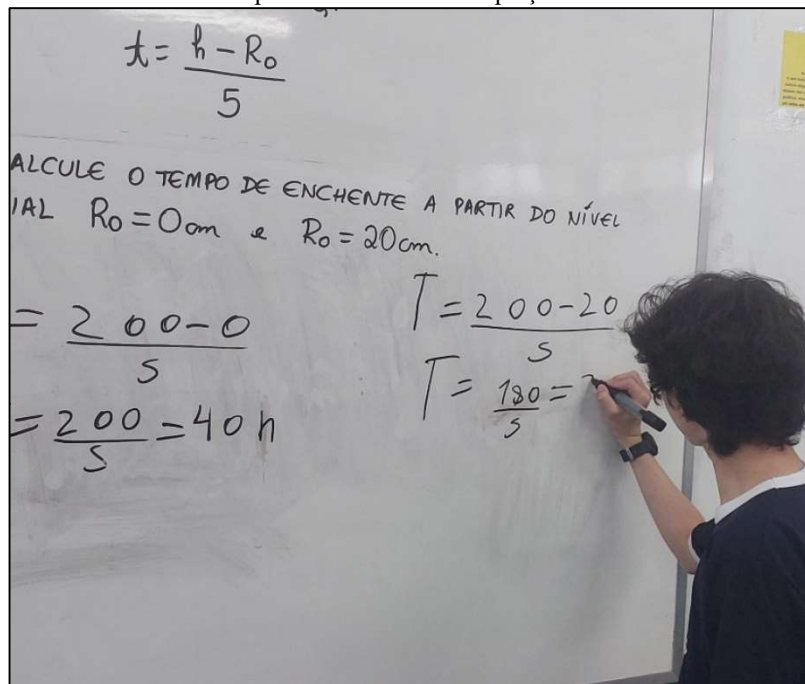
Na Figura 31, temos que  $\Delta R_{\text{liquida}} = 5\text{ cm/h}$ , assim, a equação que modela a situação que estamos analisando é:

$$t = \frac{h - R_0}{5}$$

Utilizando a equação do modelo e os dados dispostos inicialmente, foi solicitado que os alunos resolvessem o seguinte problema: Qual o tempo de enchente para uma chuva constante de  $20\text{mm}/h$ , um sistema de bombeamento com a capacidade de extrair  $10\text{mm}/h$  de água do sistema, sabendo que a cota de inundação é de  $2\text{m}$  e altura inicial  $0\text{m}$ ? Resolva também para o caso de a altura inicial estar em  $20\text{m}$ .

Um dos alunos da pesquisa, aplicou diretamente a equação encontrada substituindo  $h$  por  $2\text{m} = 200\text{cm}$ ,  $R_0 = 0\text{cm}$  para a primeira parte e  $R_0 = 20\text{cm}$  para a segunda parte. As Figuras 34 e 35 apresentam a resolução do aluno realizada no quadro branco.

Figura 34 – Aluno resolvendo problema utilizando equação encontrada com auxílio de IA.



Fonte: Da pesquisa

A primeira vista, a atividade que o aluno está realizando na Figura 34 pode parecer simplória. Contudo, é evidente para o professor quando o aluno consegue executar essa atividade após compreender todo o processo que o levou a resolvê-la. Isso se deve ao fato de que o aluno não está apenas realizando um cálculo de uma expressão algébrica de forma mecânica e sem aplicabilidade prática. Nesse contexto, o aluno pode trabalhar com equações que ele próprio contribuiu na construção, em uma situação prática.

Figura 35 – Resolução do problema por um aluno da pesquisa.

Handwritten work on a whiteboard:

$$t = \frac{h - R_0}{5}$$

CALCULE O TEMPO DE ENCHENTE A PARTIR DO NÍVEL INICIAL  $R_0 = 0\text{cm}$  e  $R_0 = 20\text{cm}$ .

$$T = \frac{200 - 0}{5}$$

$$T = \frac{200}{5} = 40\text{ h}$$

$$T = \frac{200 - 20}{5}$$

$$T = \frac{180}{5} = 36\text{ h}$$

Fonte: Da pesquisa

A Figura 35 apresenta que os resultados encontrados pelo aluno, estes revelam consistência com os dados iniciais da situação apresentada.

Apesar de não ser o objetivo principal desta pesquisa trabalhar a Modelagem Matemática com o rigor técnico de um profissional especializado, as etapas básicas da Modelagem Matemática propostas por Burak (2004) são claramente evidenciadas durante as atividades com os alunos. A primeira etapa, escolha do tema, foi desenvolvida quando de forma coletiva foram discutidas as possibilidades de situações passíveis de modelagem, onde foi escolhido os temas relacionados ao clima. Na etapa da pesquisa exploratória, foram realizadas pesquisas de campo ao visitar o eCLIMA e ter contato com profissionais da área, coleta de dados disponíveis na internet e análise de diversos tipos de gráficos. Na terceira fase, levantamento de problemas, foram identificados problemas relativos ao aquecimento da Terra, quantidade de chuvas, previsão de enchentes conforme o apresentado nesta seção. Na penúltima etapa, resolução de problemas, momento de aplicação das habilidades adequadas a cada nível de ensino como prevê a BNCC (2017), foram resolvidos problemas que envolvem predominantemente as equações do 1º grau, assunto característico e tratado pela primeira vez de maneira formalizada em turmas de 7º ano. A reflexão que levou a percepção dos erros nos modelos gerados por IA, comprova a prática da última etapa da Modelagem proposta por Burak (2004), a Análise Crítica das Soluções, momento em que os alunos puderam perceber a importância da verificação crítica de todos os resultados gerados por IA.

Encerrando os trabalhos com os estudantes, foi realizada reflexões sobre o nosso modelo e chegou-se as seguintes conclusões a seguir:

- É importante conhecer a altura inicial do rio ( $R_0$ ), para obter um resultado preciso;
- Assumimos que as taxas de subida do rio e de bombeamento são constantes ao longo do tempo, o que pode não ser totalmente preciso na realidade;
- Não consideramos outros fatores que podem influenciar o nível do rio, como a evaporação, a infiltração do solo ou a contribuição dos afluentes; e
- A capacidade de bombeamento pode variar ao longo do tempo devido a diversos fatores, como falhas, manutenção ou aumento da demanda.

Contudo, foi explicitado aos alunos que o modelo que eles encontraram não é inútil, pois possui diversas aplicações práticas, inclusive o autor dessa pesquisa perguntou a IA se há utilidade real nesse modelo, a resposta que está na Figura 36 demonstra que o modelo é viável em algumas situações.

Figura 36 – Aplicações práticas do modelo dos alunos segundo a IA Gemini.

**Aplicações Práticas:**

Este modelo simples pode ser utilizado para:

- **Previsão:** Estimar o tempo que leva para o rio atingir o nível de enchente em diferentes cenários.
- **Planejamento:** Auxiliar no planejamento de ações de emergência, como a mobilização de mais bombas ou a evacuação da área.
- **Otimização:** Avaliar a eficiência do sistema de bombeamento e identificar possíveis melhorias.

Fonte: Da pesquisa

Encerramos os encontros com os estudantes descrevendo suas percepções sobre as aulas e atividades realizadas nos encontros. Essa parte será mais bem explicada no capítulo 6, chamado de Ressonâncias.

## 5.6 POSSIBILIDADES DE MELHORIA DO MODELO

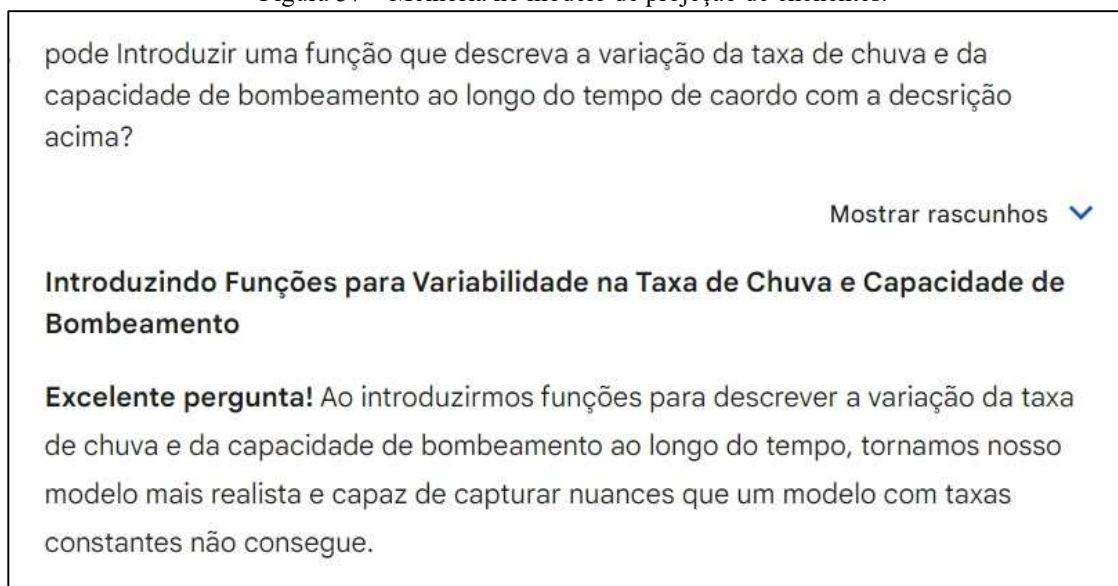
O modelo construído no quinto encontro fornece uma primeira aproximação para entender a dinâmica do sistema de bombeamento e estimar o tempo para ocorrência de



enchentes. No entanto, é importante ressaltar que este é um modelo simplificado e que a realidade pode ser mais complexa. Portanto, há possibilidades de melhoria e otimização em níveis além do Ensino Fundamental. Então é importante deixar aqui registrado algumas rotas que podem ser seguidas. A intenção desse tópico não é exaurir o tema, mas apenas sugerir possibilidades de trabalhos futuros com turmas de nível médio e superior.

Modelar matematicamente dados sobre o clima é uma atividade que demanda um alto número de variáveis, assim, ao introduzir cada vez mais variáveis ao modelo o tornamos cada vez mais robusto e consistente. Numa tentativa de aprimorar o modelo adquirido até aqui, foi realizada uma pergunta a IA Gemini numa tentativa de incluir a quantidade variável de chuva e de bombeamento. Assim, a Figura 37 apresenta a pergunta e a resposta apresentadas na IA nesse sentido.

Figura 37 – Melhoria no modelo de projeção de enchentes.



Fonte: Da pesquisa.

Foi percebido os erros de digitação na pergunta, não forma corrigidos para que ficasse registrado que a IA compreende com muita acurácia os questionamentos, mesmo que contenham erros dessa natureza.

Assim, a IA, conforme Figura 38 – Sugestões da IA de modelos para taxa de chuva variável, ofereceu três possibilidades de modelos para taxa de chuva variável, a função senoidal para um padrão cíclico de chuvas, a função pulso para chuvas intensas e de curta duração e a função aleatória para casos em que não há um padrão específico. Em uma modelagem mais sofisticada, utilizando uma linguagem de programação, pode ser

automatizado um sistema que escolha qual modelo utilizar de acordo com o tipo de padrão de chuva.

Figura 38 – Sugestões da IA de modelos para taxa de chuva variável.

**Função para a Taxa de Chuva:**

- **Função Senoidal:** Uma função senoidal pode simular um padrão cíclico de chuva, como ocorre em muitas regiões com estações definidas.
  - $r(t) = r_{\text{média}} + A * \text{sen}(\omega t + \phi)$ 
    - $r(t)$  : taxa de chuva no instante t
    - $r_{\text{média}}$  : taxa de chuva média
    - A : amplitude da variação
    - $\omega$  : frequência angular
    - $\phi$  : fase inicial
- **Função Pulso:** Para simular eventos de chuva intensa e curta duração, podemos usar uma função pulso.
- **Função Aleatória:** Se não houver dados suficientes para determinar um padrão específico, uma função aleatória pode ser utilizada para simular a variabilidade da chuva.

Fonte: Da pesquisa.

A Figura 39 apresenta sugestões de modelos para a capacidade de bombeamento variável, função degrau, função linear e função exponencial; cada uma para cada situação.

Figura 39 - Sugestões da IA de modelos para capacidade de bombeamento variável.

**Função para a Capacidade de Bombeamento:**

- **Função Degrau:** Para simular falhas ou manutenções nas bombas, podemos usar uma função degrau.
- **Função Linear:** Se a capacidade de bombeamento diminuir gradualmente ao longo do tempo devido ao desgaste, uma função linear pode ser adequada.
- **Função Exponencial:** Para simular um aumento ou diminuição exponencial da capacidade, podemos usar uma função exponencial.

Fonte: Da pesquisa.

Foi solicitado ainda que a ferramenta exemplificasse o uso do modelo da função senoidal para chuva, e que as funções fossem incorporadas ao modelo encontrado pelos alunos. Observe, na Figura 40 – Exemplos de aplicação da função senoidal em nosso modelo, a resposta obtida face esta demanda onde as variáveis independentes de nosso modelo se tornaram funções no modelo mais refinado, não esquecendo que para cada situação de chuva

ou de variação de bombeamento essa função será modificada por uma que melhor atenda as características da situação real.

Figura 40 – Exemplos de aplicação da função senoidal em nosso modelo.

**Exemplo: Modelo com Função Senoidal para a Chuva**

Suponha que a taxa de chuva varia sinusoidalmente com uma média de 20 mm/h, amplitude de 5 mm/h e um período de 24 horas. A equação seria:

$$r(t) = 20 + 5 * \text{sen}(2\pi t/24)$$

**Incorporando as Funções no Modelo:**

Nossa equação diferencial original se tornaria:

$$dh/dt = r(t) - b(t)$$

Onde  $r(t)$  é a função que descreve a taxa de chuva variável e  $b(t)$  é a função que descreve a capacidade de bombeamento variável.

Fonte: Da pesquisa

Aqui pode-se ter a ideia da complexidade matemática que se encontra em modelos climáticos e hidrológicos, e que diante dessas possibilidades podem ser feitas algumas considerações: A escolha da função mais adequada dependerá dos dados disponíveis e da natureza do fenômeno que se deseja modelar, os parâmetros das funções devem ser ajustados para que os modelos se ajustem aos dados reais, e a complexidade do modelo pode aumentar significativamente com a inclusão de funções mais elaboradas. É importante encontrar um equilíbrio entre a precisão do modelo e sua complexidade.

Com um modelo mais complexo, podemos realizar simulações para diferentes cenários e analisar o comportamento do sistema sob diversas condições. Isso permite avaliar a eficácia de diferentes estratégias de gestão de recursos hídricos como no caso do modelo encontrado pelos alunos nessa pesquisa.

Outras sugestões para prosseguimento na tentativa de otimização desse modelo são: Coletar dados históricos sobre a chuva e o desempenho das bombas para calibrar o modelo, analisar os dados para identificar padrões e tendências, realizar simulações numéricas para avaliar o desempenho do modelo, e comparar os resultados das simulações com os dados reais para verificar a precisão do modelo.

Finalizando esse tópico com alguns outros questionamentos que podem ser feitos, por exemplo: como modelar eventos de chuva extrema ou falhas catastróficas nas bombas, como otimizar a operação das bombas para minimizar os danos causados pelas enchentes e como lidar com as incertezas associadas às previsões meteorológicas e ao desempenho das bombas.

## 6 RESSONÂNCIAS

Ao concluir as atividades práticas desta pesquisa, não haveria sentido escrever as conclusões finais sem conhecer o que os sujeitos, alvo da pesquisa, consideram sobre o próprio aprendizado, do contexto dos encontros, da preparação das atividades e suas percepções sobre a práxis pedagógica do condutor das atividades. Com base nessas ideias, foi escolhido o título desse tópico. Segundo o dicionário Michaelis (2023), uma das definições de ressonância é o “processo de transporte de energia de um sistema oscilante em uma frequência própria para outro sistema com oscilação na mesma frequência”.

Assim, é mister saber se os estudantes estão em ressonância com o que estão lhe sendo apresentados durante as aulas e, para confirmar se esse estado ressonante está ocorrendo de forma positiva, podemos utilizar a linguagem textual escrita como meio de constatação. Utilizar a produção escrita nas aulas de Matemática é um recurso importante na aprendizagem dessa área, pois a prática da escrita reforça conceitos, definições e termos próprios da linguagem matemática. Segundo Policastro (2010, p. 68):

Minha proposta é a de que, ao serem estimulados e, de algum modo, convocados a comunicarem suas ideias e pensamentos matemático, os alunos podem ativar suas potencialidades discursivas. Diante da necessidade de explicitarem tais pensamentos e ideias matemáticas, os alunos podem, em ambiente de discussão e comunicação, realizar um intercâmbio de conceitos, ferramentas e métodos matemáticos, com a oportunidade de justificar e embasar seus argumentos que, nesse momento de troca, podem acabar aprovados ou refutados.

Outra vantagem de se trabalhar com tal abordagem é o fato de estabelecer um diálogo que gera um vínculo maior na relação professor de Matemática e estudantes, pois, na maioria dos casos, aulas de Matemática são baseadas em explicações do professor e exercícios mecânicos onde há pouca consideração sobre o que os estudantes estão de fato refletindo sobre como esse aprendizado pode fazer parte de sua vida. Observe o excerto escrito por Policastro (2010, p. 25):

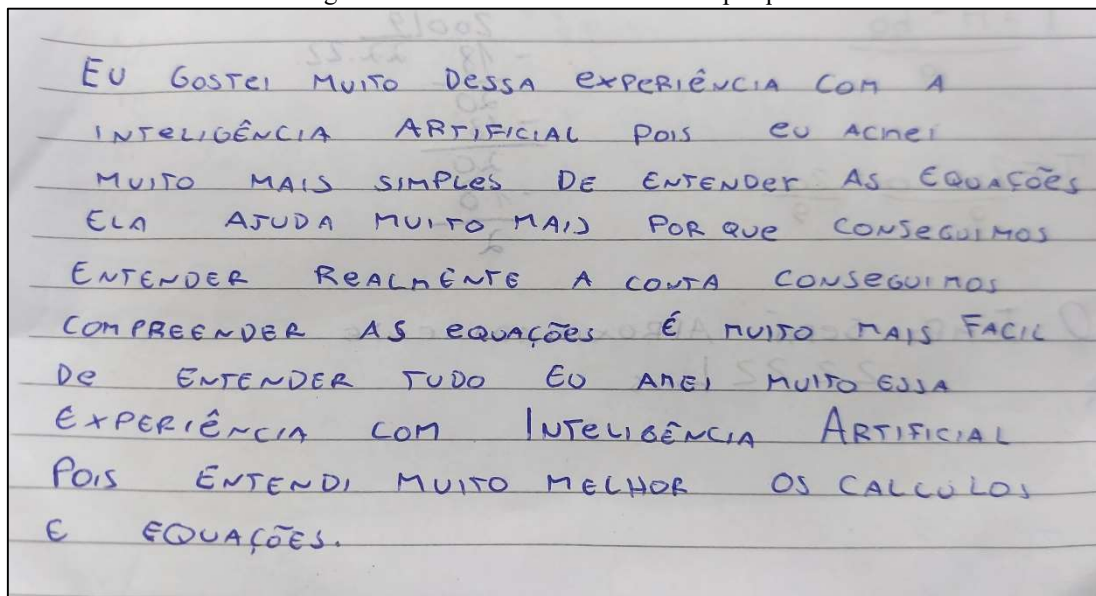
Na perspectiva do professor, entretanto, considero que, quando as ressonâncias realizadas em aula são analisadas pelo educador, este acaba adquirindo um importante veículo para a realização da escuta de como o pensamento matemático de seu aluno está sendo organizado. É dessa forma que acredito que poderá ser estabelecido um importante vínculo comunicativo entre educador e educando capaz de promover o sucesso na aprendizagem da matemática.

Assim, ao final do trabalho com os estudantes sujeitos dessa pesquisa, houve o cuidado de realizar essa escuta, franca e aberta, sem direcionamentos, para que assim tenha a realidade da percepção do autoconhecimento dos estudantes. Uma escuta praticada, não de qualquer forma, mas a escuta aconselhada por Paulo Freire (1996, p. 20):

Não há inteligência – a não ser quando o próprio processo de inteligir é distorcido – que não seja também comunicação do inteligido. A grande tarefa do sujeito que pensa certo não é transferir, depositar, oferecer, doar ao outro, tomado como paciente de seu pensar, a inteligibilidade das coisas, dos fatos, dos conceitos. A tarefa coerente do educador que pensa certo é, exercendo como ser humano a irrecusável prática de inteligir, desafiar o educando com quem se comunica e a quem comunica, produzir sua compreensão do que vem sendo comunicado. Não há inteligibilidade que não seja comunicação e intercomunicação e que não se funde na dialogicidade. O pensar certo por isso é dialógico e não polêmico.

Dentre os momentos de comunicação dialógica escrita com os alunos, foi oferecido a oportunidade de escreverem sobre suas impressões reais sobre o estilo de aula, sobre o aprendizado e se esse tipo de atividade desperta o interesse na Matemática. Nas Figuras 41 e 42, há o relato escrito de dois dos alunos.

Figura 41 – Ressonância do aluno 1 da pesquisa.

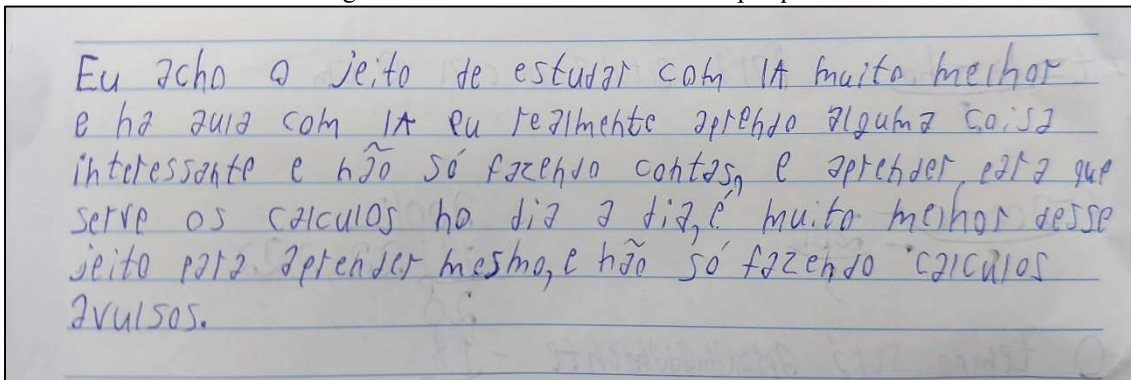


Fonte: Da pesquisa

Apesar das inconformidades gramaticais que também é passível de intervenção do professor de Matemática, fica evidente, na Figura 41, o grau de empolgação do aluno pelo uso da IA no aprendizado das equações através de modelagem, pois ele percebeu uma finalidade para o estudo das equações.

De igual modo, outro aluno também se pronunciou a respeito, observe na Figura 42.

Figura 42 - Ressonância do aluno 2 da pesquisa.



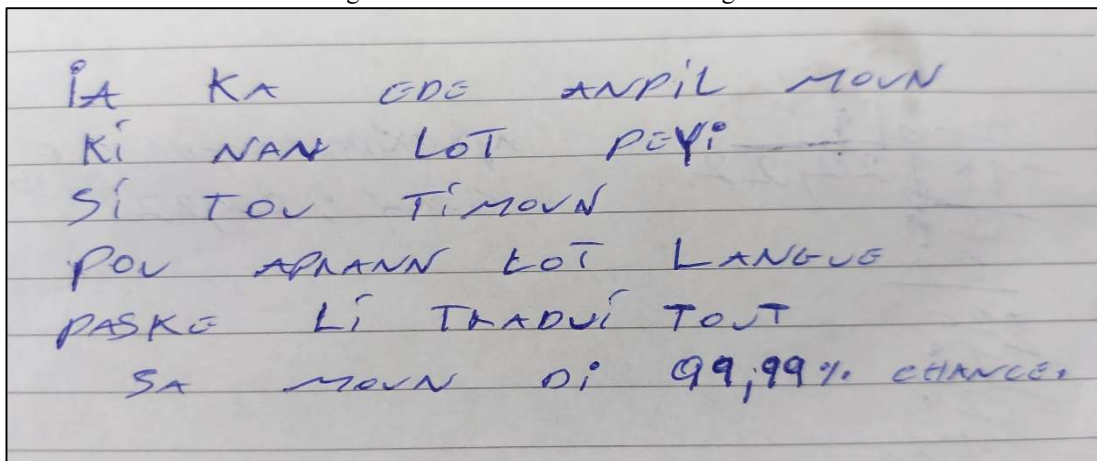
Eu acho o jeito de estudar com IA muito melhor e há aula com IA eu realmente aprendo alguma coisa interessante e não só fazendo contas, e aprender para que serve os cálculos há dia a dia, é muito melhor desse jeito para aprender mesmo, e não só fazendo cálculos avulsos.

Fonte: Da pesquisa

Nesse caso, o discente foi mais pragmático ao falar sobre a questão prática do uso da IA em detrimento a apenas realizar operações matemáticas. Nesse caso, foi transmitido ao aluno que, apesar de parecer sem finalidade, a prática de cálculos matemáticos tem seu lugar na construção do conhecimento e no desenvolvimento intelectual dos estudantes.

Apesar das semelhanças nos relatos durante a realização das ressonâncias, cada estudante tem uma visão muito particular em relação a uma aula ou uma prática pedagógica. Se uma aula consegue ter a atenção do estudante para o método utilizado, ele escreverá com foco no método, caso tenha despertado para o aprendizado, ele escreverá predominantemente sobre o aprendizado. De posse dessas informações, o professor terá condições de prestar um atendimento cada vez mais individualizado ao seu estudante. Ao relatar suas percepções sobre as atividades desenvolvidas durante os encontros, uma estudante imigrante realizou a atividade de Ressonâncias fazendo uso de seu idioma pátrio, como pode ser observado na Figura 43.

Figura 43 - Ressonância da aluna imigrante.

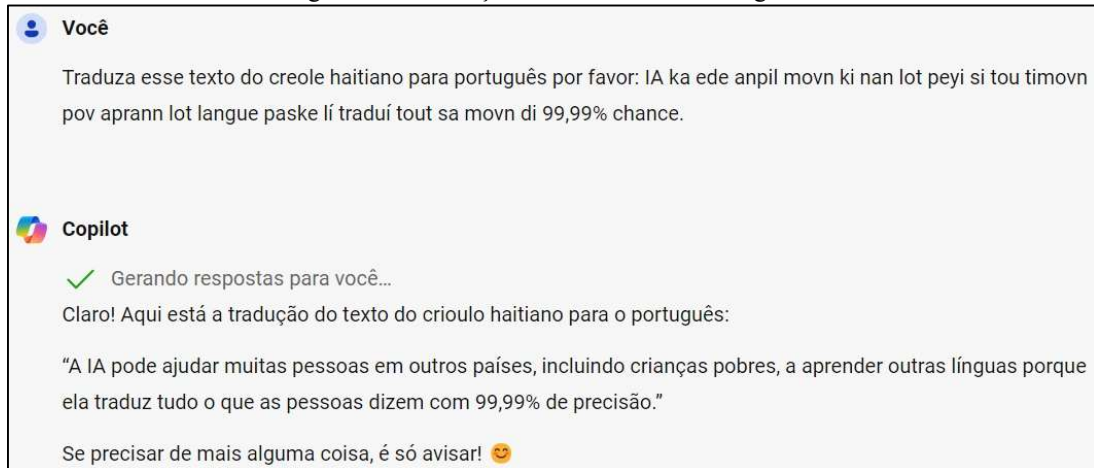


IA KA GDS ANPIL MOVN  
KI NAN LOT PEYI  
SI TOU TIMOVN  
POU APANN LOT LANGUE  
PASKE LI TRADUI TOU  
SA MOVN DI 99,99% CHANCES

Fonte: Da pesquisa

Com apoio da IA Microsoft Copilot, foi realizada a tradução do relato da figura acima, conforme Figura 44.

Figura 44 – Tradução de relato da aluna imigrante.



Fonte: Da pesquisa

Como relatado anteriormente, cada aluno tem sua percepção pessoal sobre o contato com a IA aplicada à educação matemática. Nesse caso, a aluno relatou algo que lhe é próprio, ou seja, a condição de imigrante. Observe que o relato uma porcentagem de 99,9% de precisão na tradução pode revelar algumas imprecisões do sistema, pois, apesar de uma porcentagem alta, no pensamento de uma adolescente pode revelar mais que o número revela em si mesmo. Contudo, é inegável o alto potencial da IA como ferramenta de ensino e aprendizagem.

Por fim, como já mencionado, ao realizar a atividade que denominamos de ressonâncias, cada aluno pode imprimir suas percepções individuais e o professor pode atuar de acordo com as necessidades individuais de seus alunos, garantindo assim uma educação cada vez mais inclusiva e efetiva.



## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse tópico, serão realizadas as últimas ponderações em relação ao trabalho realizado nessa pesquisa que precipuamente analisou o uso da Inteligência Artificial na modelagem e resolução de problemas matemáticos com um grupo de cinco estudantes do sétimo ano do Ensino Fundamental de uma escola municipal da cidade de Canoas, estado do Rio Grande do sul.

Como já foi citado anteriormente, por ser uma tecnologia recente, os trabalhos acadêmicos com IA na educação básica pública são exíguos, por isso o interesse do professor pesquisador em realizar esta lide. Após uma preparação prévia através de cursos, seminários e pesquisas individuais sobre o funcionamento e uso das tecnologias de IA e Internet das Coisas, o trabalho com o grupo de estudantes começou com uma sondagem sobre o uso de tecnologias digitais e o nível de conhecimento sobre o estudo algébrico, principalmente sobre equações, que foi reforçado através de uma oficina de uso das Inteligências Artificiais, do consumo consciente das tecnologias digitais, das expressões algébricas e das equações lineares. Realizada esse nivelamento com os estudantes, foi realizada práticas de modelagens matemáticas simples com uso da IA. Com a finalidade de fomentar aos estudantes experiências singulares com uma atividade de coleta de dados através de uma pesquisa de campo, foi empreendida uma visita ao eCLIMA, Escritório de Resiliência Climática do Município de Canoas, momento em que, além da coleta de dados sobre o clima, os estudantes entraram em contato com profissionais multidisciplinares que tratam de questões de emergências climáticas e defesa civil, oportunizando a eles uma ampliação de horizontes profissionais que por vezes é tão distante da realidade das escolas localizadas em regiões periféricas das grandes cidades. Após haver pesquisado boa quantidade de dados sobre o clima da região metropolitana de Porto Alegre, foi discutido junto aos estudantes o que poderia ser objeto de uma pesquisa nessa área e foram realizadas algumas simulações de modelagem com uso da IA. Dentre elas, foram construídos um modelo de previsão de temperatura média anual e outro que simula altura das águas de um rio em decorrência de chuvas e da capacidade de bombeamento das águas das chuvas de uma cidade. Concluída a parte dos estudantes foi oferecidas sugestões de continuidade para níveis escolares mais elevados.

Duas reflexões foram realizadas e seus resultados, que embora não sejam taxativos, foram relevantes e significativos, principalmente para um trabalho realizado com adolescentes de uma turma de sétimo ano, os frutos dessas reflexões serão descritos a seguir, procurando apresentar os aspectos positivos, aspectos negativos e recomendações de aprimoramento.

A primeira reflexão realizada sobre a utilização e das questões epistemológicas do uso da IA na educação básica ajudou a construir parte da compreensão de como a IA pode transformar a forma como o conhecimento matemático é adquirido e compreendido. Durante as atividades foi perceptível a possibilidade da IA permitir a personalização do ensino, adaptando o conteúdo às necessidades individuais de cada aluno. Algumas ferramentas foram capazes de identificar dificuldades específicas e oferecer explicações direcionadas, promovendo um aprendizado mais eficaz. Também foi observado que ao oferecer retificações de imediato, ajudando os estudantes a corrigirem erros em tempo real, proporcionou um entendimento melhor dos conceitos matemáticos, aumentando a motivação e o engajamento dos estudantes. De forma particular e pontual, durante os trabalhos integrados entre educação matemática e IA, foi possível observar a utilidade dessa ferramenta na transição do estágio operacional concreto para o estágio operacional formal, segundo as teorias do desenvolvimento cognitivo de Jean Piaget, momento da transição da infância para adolescência em que eles passam por uma quebra de paradigma ao iniciar a jornada do pensamento abstrato que não possuía no estágio anterior, instigando os estudantes a criar teorias hipotéticas ao se depararem com os problemas apresentados.

Por outro lado, o uso excessivo de IA pode levar a uma dependência tecnológica, onde os alunos se tornam menos capazes de resolver problemas matemáticos sem a ajuda de ferramentas digitais, prejudicando o desenvolvimento da autonomia do estudante. A coleta e análise de dados pessoais dos estudantes para personalizar o aprendizado pode gerar temores quanto a privacidade e segurança desses dados, pois em muitos casos não é possível ter certeza que eles serão usados de forma ética.

Dessarte, através dessa primeira reflexão, faz-se necessário haver um investimento na Formação Contínua dos professores para que eles possam integrar eficazmente a IA em suas práticas pedagógicas para que possam otimizar os benefícios da IA e mitigar os desafios do mau uso dessa tecnologia. Outra recomendação, é que devem ser implementadas políticas rigorosas de privacidade e segurança de dados para proteger as informações dos alunos, para que os educadores e os pais possam ter confiança ao manusear esta e qualquer outro tipo de

tecnologia digital. Embora a IA possa democratizar o acesso a recursos educacionais, também pode exacerbar desigualdades existentes, pois ainda há escolas que não possuem acesso a essas tecnologias, criando uma diferença no aprendizado e nas experiências; e para dirimir esta situação, governos e instituições educacionais devem trabalhar para garantir que todos os alunos tenham acesso equitativo às tecnologias de IA, e para isso, investimentos em programas de inclusão digital devem ser realizados.

Concluindo essa primeira reflexão, podemos inferir que a utilização da IA na educação matemática de alunos do ensino fundamental apresenta tanto oportunidades quanto desafios. Ao abordar cuidadosamente as questões epistemológicas e implementar estratégias eficazes, é possível aproveitar os benefícios da IA enquanto se minimizam seus riscos. A chave está em uma abordagem equilibrada e ética, que coloque o aprendizado e o bem-estar dos alunos em primeiro lugar.

De maneira pragmática, far-se-á uma segunda reflexão sobre os resultados provenientes da práxis desenvolvida junto aos estudantes em suas especificidades através do uso da Inteligência Artificial e como essas práticas adjudicam os ideais do PROFMAT nessa pesquisa.

Acompanhar os avanços tecnológicos é essencial para os professores, pois a tecnologia tem transformado significativamente a educação. A integração de novas ferramentas tecnológicas na prática pedagógica oferece inúmeras vantagens, tanto para os educadores quanto para os alunos. A tecnologia facilita o acesso a uma vasta gama de recursos educacionais, permitindo que os professores diversifiquem suas metodologias de ensino. Outro aspecto importante é a preparação dos alunos para o futuro, pois vivemos em uma era digital, onde a competência tecnológica é fundamental para o sucesso profissional. A atualização constante em relação às novas tecnologias também beneficia os próprios professores, proporcionando-lhes oportunidades de desenvolvimento profissional e crescimento na carreira. Em sumo, acompanhar os avanços tecnológicos é crucial para que os professores possam oferecer uma educação de qualidade, personalizada e alinhada com as demandas deste século. Isso não só enriquece a experiência de aprendizado dos alunos, mas também contribui para o desenvolvimento contínuo dos educadores.

Segundo o Regimento do Mestrado Profissional em Rede Nacional em seu terceiro artigo, “o Profmat tem como objetivo proporcionar formação matemática aprofundada e relevante ao exercício da docência na Educação Básica, visando dar ao egresso a qualificação

certificada para o exercício da profissão de professor de Matemática”. Assim, ao ocupar-se com temas atuais aplicados a educação matemática, pesquisas dessa natureza coadjuvam com as convicções do referido programa de mestrado, pois trata de munir os educadores com ferramentas que desenvolvem, em quase todos os aspectos, o trabalho docente. Como exemplos não taxativos podemos dizer que há relevantes melhorias no aspecto de engajar os estudantes ao trabalhar com recursos que estão na mídia, no aspecto de desenvolvimento pessoal ao se atualizar constantemente para trabalhar com novas tecnologias, no aspecto pedagógico e didático ao abordar os assuntos de formas diferentes e no aspecto de inclusão ao lançar mão de ferramentas que têm capacidade de personalizar o aprendizado conforme a demanda e especificidade do estudante.

## REFERÊNCIAS

- ACCIARRI, Cristina. **A reputação da matemática: exemplo de fracasso.** Cálculo, ed. 47, p. 38-45, dez. 2014. Entrevista concedida a Danielle Ferreira e Dubes Sônego.
- AGUIAR, Marcia; COELHO, Flávio Ulhoa. **A história da álgebra e o pensamento algébrico: correlações com o ensino.** São Paulo: Instituto de Estudos Avançados, 2018. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ea/a/6KryLd3HngCnBwJtWFHxSHj/#>> Acesso em 08 fev. 2024.
- BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-Aprendizagem com Modelagem Matemática: uma nova estratégia.** 3.<sup>a</sup> ed. São Paulo: Contexto, 2009.
- BEAN, Dale. O que é modelagem matemática?. **Educação Matemática em Revista**, São Paulo, v. 8, n. 9, p. 53, 2001. Disponível em: <<https://www.sbemrasil.org.br/periodicos/index.php/emr/article/view/1689/1182>>. Acesso em 16 maio 2024.
- BICUDO, Maria Aparecida Viggiani; KLÜBER, Tiago Emanuel. **Pesquisa em Modelagem Matemática no Brasil: a caminho de uma metacompreensão.** São Paulo: Cadernos de Pesquisa (Fundação Carlos Chagas), 2012.
- BLUM, Werner. **Modelling and applications in mathematics education.** 1. ed. New York: Springer, 2007.
- BRASIL, INEP. **Matriz de Avaliação de Matemática, PISA.** Brasília: INEP, 2012. Disponível em: <[https://download.inep.gov.br/acoes\\_internacionais/pisa/marcos\\_referenciais/2013/matriz\\_avaliacao\\_matematica.pdf](https://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/marcos_referenciais/2013/matriz_avaliacao_matematica.pdf)> Acesso em: 15 mai. 2024.
- BRASIL, INPE. **Perguntas frequentes: o que são mudanças climáticas.** São José dos Campos, 2023. Disponível em: <http://www.inpe.br/faq/index.php?pai=9#:~:text=As%20proje%C3%A7%C3%B5es%20do%20Painel%20Intergovernamental,atividades%20humanas%20e%20os%20ecossistemas>> Acesso em: 14 nov. 2023.
- BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular - BNCC.** Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_-versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf)> Acesso em: 28 dez. 2023.
- BRASIL, Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais.** Brasília: MEC, 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/introducao.pdf>> Acesso em: 28 dez. 2023.
- BRASIL, Ministério da Educação. **Computação – Complemento à Base Nacional Comum Curricular - BNCC.** Brasília: MEC, 2022. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/docman/fevereiro-2022-pdf/236791-anexo-ao-parecer-cneceb-n-2-2022-bncc-computacao/file>> Acesso em: 05 jan. 2024.
- BURAK, Dionísio; KLUBER, Tiago Emanuel. **Modelagem Matemática: Uma perspectiva para a Educação Básica.** Curitiba: CRV, 2010.

BURAK, Dionísio. **Modelagem Matemática e a Sala de Aula**. In: I EPMEM – Encontro Paranaense da Modelagem na Educação Básica. Londrina: Anais do I EPMEN, 2004.

COZMAN, Fábio G.; NERI, Hugo; PLONSKI, Guilherme Ary (org.). **Inteligência Artificial: Avanços e Tendências**. 1. ed. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados, 2021.

COOK, Mariana; GUNNING, Robert Clifford. **Mathematicians: An Outer View of the Inner World**. 1. ed. Princeton: Princeton University Press, 2009.

CRESWELL, Jonh W. **Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches**. 4. ed. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2014.

DAGHLIAN, Jacob. **Lógica e Álgebra de Boole**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1990.

DANTAS, Heloysa; OLIVEIRA, Marta Kohl de; TAILLE, Yves de La. **Piaget, Vygotsky, Wallon: teorias Psicogenéticas em discussão**. 24. ed. São Paulo: Summus, 1992.

DUARTE, Aristeu Ismailow. **Resiliência Urbana: o pioneirismo de Canoas**. **Zero Hora**, Porto Alegre: nov. 2023. Disponível em <https://gauchazh.clicrbs.com.br/opiniao/noticia/2023/11/resiliencia-urbana-o-pioneirismo-de-canoas-clonfzwmj009w013mc4gf5p4g.html>. Acesso em: 08 jan. 2024.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa**. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GIOVANNI JÚNIOR, José Ruy. **A conquista da Matemática: 7º ano, livro do professor**. 1. ed. São Paulo: FTD, 2022.

IEZZI, Gelson; MURAKAMI, Carlos. **Fundamentos de Matemática Elementar**. 3. ed. São Paulo: Atual (Coleção), 1985.

JORNAL HOJE. **Pesquisa revela que 43% dos jovens não sabem checar se uma informação da internet é falsa**: G1, 2023. Disponível em: <<https://g1.globo.com/jornal-hoje/noticia/2023/05/03/pesquisa-revela-que-43percent-dos-jovens-nao-sabem-quecar-se-uma-informacao-da-internet-e-falsa.ghtml>>. Acesso em: 26 set. 2023.

KLÜBER, Tiago Emanuel; BURAK, Dionísio. **Concepções de modelagem matemática: contribuições teóricas**. São Paulo: Educ. Mat. Pesqui., v. 10, n. 1, pp. 17-34, 2008.

METEOBLUE. **Dados históricos simulados de clima e tempo para Canoas**: Meteoblue, 2023. Disponível em: <[https://www.meteoblue.com/pt/tempo/historyclimate/climatemodelled/canoas\\_brasil\\_3467467](https://www.meteoblue.com/pt/tempo/historyclimate/climatemodelled/canoas_brasil_3467467)>. Acesso em: 8 set. 2023.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 14. ed. Rio de Janeiro: Hucitec, 2014.

MUNARI, Alberto. **Coleção Educadores MEC: Jean Piaget**. 1. ed. Tradução Daniele Saheb. Recife: Massangana, 2010.

PIAGET, Jean. **A Epistemologia Genética**. Petrópolis: Vozes, 1971.

POLICASTRO, Milena Soldá. **Ressonância das aulas de matemática: da produção escrita ao diálogo e transformação cognitiva**. 2010. 179 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2010.

PÓLYA, George. **A arte de resolver problemas: um novo aspecto matemático**. 2. ed. Tradução Heitor Lisboa de Araújo. Rio de Janeiro: Interciência, 1995.

REVISTA ARCO. **Isso é fake news**: Santa Maria, 2020. Disponível em: <https://www.ufsm.br/midias/arco/isso-e-fake-news>. Acesso em: 26 set. 2023.

RUSSEL, Stuart; NORVIG, Peter. **Inteligência Artificial**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

SAE DIGITAL. **Letramento e alfabetização: entenda as diferenças**. Disponível em: <<https://sae.digital/letramento-e-alfabetizacao/#:~:text=A%20principal%20diferen%C3%A7a%20entre%20ambos,a%20linguagem%20na%20pr%C3%A1tica%20social.>>. Acesso em: 15 mai. 2024.

TATSCH, Karla Jaqueline Souza; RACHELLI, Janice; BISOGNIN, Vanilde. **Modelagem Matemática no ensino e aprendizagem de funções de várias variáveis**. São Paulo: XII Encontro Nacional de Educação Matemática, 2016.

YASSAKI FILHO, Julius Kahoru. HIRSCHMANN, Daniela Rohan (org.). **Reflexões Contemporâneas em educação VIII: A influência da interpretação de textos na resolução de problemas**. Porto Alegre: Marcon Brasil, 2020.

## APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Senhores pais ou responsáveis,

Eu, Julius Kahoru Yassaki Filho, sou professor na Escola Municipal de Ensino Fundamental Carlos Drummond de Andrade em que seu filho(a) estuda, na disciplina de Matemática.

Estou desenvolvendo uma pesquisa em âmbito do curso de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT, da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. A pesquisa intitulada “Uso da inteligência artificial na modelagem e resolução de problemas: uma atividade prática para o sétimo ano do ensino fundamental”, tendo como orientadora da dissertação a Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Valéria de Fátima Maciel Cardoso Brum.

A pesquisa tem como objetivo analisar as possibilidades de uso da Inteligência Artificial na modelagem matemática e resolução de problemas com a finalidade de ampliar as habilidades abstratas do estudo das equações por estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental.

No desenvolvimento da pesquisa, os alunos realizarão uma sequência de atividades que farão parte do escopo de dados utilizados para fundamentar a investigação realizada. Por meio dos registros realizados por seu filho(a) poderei analisar os dados e fundamentar as conclusões que o trabalho irá gerar.

Portanto, solicito a sua permissão para analisar o trabalho desenvolvido, incluindo textos, respostas, imagens e todos os dados adquiridos durante os trabalhos, bem como a publicação em artigos e na dissertação que será fruto da pesquisa.

A participação de seu filho(a) é de suma importância para o desenvolvimento desse estudo.

Caso tiver alguma consideração ou dúvida referente à pesquisa, entre em contato pelo e-mail: [professoryassaki@gmail.com](mailto:professoryassaki@gmail.com).

### Consentimento

Eu, \_\_\_\_\_ concordo com o exposto acima e autorizo utilizar as imagens e respostas produzidas pelo meu filho(a) \_\_\_\_\_ para fins de análise de resultados e confecção de artigos científicos e dissertação que serão elaborados pelo professor Julius Kahoru Yassaki Filho.

Canoas, 28 de setembro de 2023.

---

Assinatura Responsável

---

Julius Kahoru Yassaki Filho - Pesquisador



## APÊNDICE B – PRODUTO EDUCACIONAL: SEQUÊNCIA DIDÁTICA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM  
REDE NACIONAL - PROFMAT



### PRODUTO EDUCACIONAL

## O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, MODELAGEM MATEMÁTICA E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMO POTENCIALIZADORES NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA NO SÉTIMO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Julius Kahoru Yassaki Filho<sup>4</sup>  
Valéria de Fátima Maciel Cardoso Brum<sup>5</sup>

### 1 INFORMAÇÕES GERAIS

#### 1.1 Tipo de Produto Educacional:

Sequência Didática

#### 1.2 Objetivo deste Produto Educacional:

Apresentar uma atividade prática que utilize a Inteligência Artificial (IA), Modelagem Matemática e Resolução de Problemas como ferramenta de apoio no aprendizado das Equações de 1º Grau.

#### 1.3 Justificativa:

No cenário de rápida evolução das ferramentas tecnológicas, é importante conectá-las com a matemática escolar aplicando a situações reais de forma a melhorar o engajamento e compreensão dos estudantes.

#### 1.4 Teoria educacional:

<sup>4</sup>Mestrando pelo Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional/UFSM, Santa Maria, RS – Brasil. Orientando.

<sup>5</sup>Doutora em Matemática/UFRGS. Professora do Departamento de Matemática da Universidade Federal de Santa Maria/UFSM, Santa Maria, RS – Brasil. Orientadora.

Olhar construtivista de acordo com as teorias de Piaget, observando a transição do estágio operatório concreto para o estágio operatório formal comum as idades dos estudantes dessa fase.

### **1.5 Conteúdos matemáticos:**

- Gráfico cartesiano;
- Expressões Algébricas;
- Regressão Linear;
- Equações de 1º grau;
- Operações com Números Racionais;
- Lógica Sentencial;
- Proporcionalidade.

### **1.6 Habilidades presentes na Base Nacional Comum Curricular (BNCC):**

- (EF07MA05) Resolver um mesmo problema utilizando diferentes algoritmos.
- (EF07MA12) Resolver e elaborar problemas que envolvam as operações com números racionais.
- (EF07MA13) Compreender a ideia de variável, representada por letra ou símbolo, para expressar relação entre duas grandezas, diferenciando-a da ideia de incógnita.
- (EF07MA17) Resolver e elaborar problemas que envolvam variação de proporcionalidade direta e de proporcionalidade inversa entre duas grandezas, utilizando sentença algébrica para expressar a relação entre elas.
- (EF07MA18) Resolver e elaborar problemas que possam ser representados por equações polinomiais de 1º grau, redutíveis à forma  $ax + b = c$ , fazendo uso das propriedades da igualdade.
- (EF06MA16) Associar pares ordenados de números a pontos do plano cartesiano do 1º quadrante, em situações como a localização dos vértices de um polígono.
- (EF06MA24) Resolver e elaborar problemas que envolvam as grandezas comprimento, massa, tempo, temperatura, área (triângulos e retângulos), capacidade e volume (sólidos formados por blocos retangulares), sem uso de fórmulas, inseridos, sempre que possível, em contextos oriundos de situações reais e/ou relacionadas às outras áreas do conhecimento.

- (EF07CO03) Construir soluções computacionais de problemas de diferentes áreas do conhecimento, de forma individual e colaborativa, selecionando as estruturas de dados e técnicas adequadas, aperfeiçoando e articulando saberes escolares.
- (EF06CO05) Identificar os recursos ou insumos necessários (entradas) para a resolução de problemas, bem como os resultados esperados (saídas), determinando os respectivos tipos de dados, e estabelecendo a definição de problema como uma relação entre entrada e saída.

### **1.7 Recursos:**

- Quadro branco e pincéis para quadro branco;
- Material escolar básico;
- Papel quadriculado;
- Computador, Chromebook ou Notebook;
- Acesso à internet;
- Aplicativos de Inteligência Artificial (Microsoft Bing ou Google Gemini)

### **1.8 Duração:**

5 encontros (1h20min cada)

### **1.9 Público Alvo:**

Alunos de 7º ano do Ensino Fundamental que já tiveram contato com as Equações de 1º grau.

## **2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

A sequência didática aqui apresentada é uma sugestão de atividades a serem desenvolvidas em 5 encontros de aproximadamente 1h20min, podendo ser flexibilizado de acordo com as condições e necessidades de cada turma. Os encontros com os alunos são planejados de forma que haja um nivelamento inicial de forma a obter um bom andamento das práticas a serem desenvolvidas.

As atividades desenvolvidas nessa sequência didática levam em consideração a idade e a maturidade cognitiva segundo a Teoria do Desenvolvimento Cognitivo de Piaget (1971), pois é o momento em que o aluno está na fase de transição do Estágio Operatório Concreto

para o estágio Operatório Formal, ou seja, o aluno não desenvolveu plenamente a habilidade de formular hipóteses para chegar a conclusões formais ao resolver problemas. Outro aspecto a considerar é que, atividades dessa natureza contém um amplo espectro de interdisciplinaridade que é característico dos trabalhos que envolvem a Modelagem Matemática e tratamento de dados.

As atividades sugeridas nesta sequência didática já foram aplicadas com alunos do 7º ano do Ensino Fundamental de uma escola municipal da região metropolitana de Porto Alegre no estado do Rio Grande do Sul e obteve resultados significativos, principalmente no aspecto de engajamento dos alunos durante as aulas.

No primeiro encontro é o momento de realizar a sondagem inicial e nivelamento entre os alunos em relação aos pré-requisitos necessários ao desenvolvimento da atividade. O segundo encontro é utilizado para desenvolver a prática de utilização dos aplicativos de IA que poderão ser utilizados pelos alunos durante as atividades. O terceiro encontro será necessário apenas se o professor considerar necessário uma revisão dos conteúdos matemáticos que serão utilizados nas atividades seguintes ou realizar uma pesquisa de campo com os alunos. O quarto encontro é o momento de coletar e tratar os dados a servirem de insumos para prática da atividade principal. O último encontro é o momento de desenvolver a atividade principal, realizar reflexões e correções necessárias.

## **2.1 Primeiro encontro: sondagem e nivelamento**

A maioria sistemas de inteligência artificial existentes exigem que se faça um cadastro e utilize login e senha. Por exemplo, é necessário ter uma conta Microsoft que esteja associada a um endereço de e-mail para acesso ao Microsoft Copilot assim como é exigido ter uma conta Google associada a um endereço de e-mail para login no Gemini. Portanto, a primeira tarefa é verificar se os alunos possuem e-mail válido. Aqueles alunos que não possuem e-mail, ou possuem, mas não lembram a senha, é importante que se crie um e-mail ou faça a recuperação de senha. Caso for utilizar o Microsoft Copilot é recomendável que se crie um e-mail em outlook.com, caso opte por utilizar o Gemini a recomendação é pelo gmail.com. Vencida esta etapa, é hora de utilizar o e-mail, a atividade proposta é que os alunos enviem um e-mail uns aos outros e respondam. Agora é hora de criar uma conta Microsoft e uma conta Google associando a elas o e-mail individual de cada aluno.

Agora é hora de praticar a utilização de sites de busca na internet, como exemplo, pode ser utilizado o Google ou o Bing. Pesquise, em diferentes sites, a previsão do tempo do dia seguinte para a cidade que está localizada a escola onde os alunos estudam. Analisem os resultados da busca coletivamente e comparem os diferentes resultados disponíveis. Alguns tópicos importantes para discussão:

- Quais foram as previsões para chuva?
- Quais foram as previsões para as temperaturas mínimas e máximas?
- Por que as previsões do tempo trazem, geralmente, dados diferentes um do outro?

É interessante que se trabalhe, nesse momento, o conceito de fakenews com os estudantes de forma a terem alguns subsídios mínimos para saber selecionar os dados e informações retiradas da internet. Para isso utilize o conteúdo da Revista Arco (2020), disponível no endereço: <https://www.ufsm.br/midias/arco/isso-e-fake-news>.

Todas essas atividades são importantes para que o aluno tenha a experiência com esse tipo de aplicações e conteúdos digitais, pois, apesar de serem a geração mais conectada da história, os jovens, principalmente de escolas públicas, não possuem habilidades em atividades diferentes do consumo de conteúdos das redes sociais em evidência.

Realizadas essas atividades, é o momento de finalizar permitindo que os alunos acessem os sistemas de IA e realizem suas primeiras interações. Uma atividade interessante é solicitar que os alunos conversem com a IA sobre algum assunto das aulas de Matemática como se fossem amigos. Para isso o professor pode disponibilizar os links dos sistemas de IA ou pedir para que os alunos procurem em algum dos sites de busca. Os links são:

- Para o Microsoft Copilot: <https://copilot.microsoft.com>
- Para o Gemini: <https://gemini.google.com/>

Quadro 1 – Resumo das atividades do encontro 1.

Ordem	Atividade
1	Perguntar qual dos alunos não tem e-mail ou não sabem como acessar o que já possuem.
2	Criar ou recuperar o email. <a href="https://outlook.com">https://outlook.com</a> <a href="https://gmail.com">https://gmail.com</a>
3	Alunos enviam e respondem e-mails.
4	Utilizar sites de busca e pesquisar sobre a previsão do tempo para a cidade onde fica

	localizada a escola do aluno para o dia seguinte. <a href="http://www.google.com">http://www.google.com</a> <a href="https://www.bing.com/">https://www.bing.com/</a>
5	Abrir mais de um resultado, comparar as previsões e realizar uma pequena discussão com base nas perguntas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quais foram as previsões para chuva?</li> <li>• Quais foram as previsões para as temperaturas mínimas e máximas?</li> <li>• Por que as previsões do tempo trazem, geralmente, dados diferentes um do outro?</li> </ul>
6	Trabalhar o conceito de fakenews (importante para a escolha e tratamento de dados). Sugestão de leitura e reflexão com a turma: <a href="https://www.ufsm.br/midias/arco/isso-e-fake-news">https://www.ufsm.br/midias/arco/isso-e-fake-news</a>
7	Acessar os sistemas de IA: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para o Microsoft Copilot: <a href="https://copilot.microsoft.com">https://copilot.microsoft.com</a></li> <li>• Para o Gemini: <a href="https://gemini.google.com/">https://gemini.google.com/</a></li> </ul>
8	Conversar com a IA sobre algum assunto de Matemática como se fosse um amigo.

Fonte: Elaborado pelo autor

## 2.2 Segundo encontro: prática com sistemas de IA

Este é o momento de o aluno desenvolver a habilidade de utilização da IA de forma a verificar suas potencialidades. Uma sequência de atividades foi desenvolvida com essa finalidade.

A primeira prática é utilizar a IA para criação de tabelas com dados que a própria IA vai pesquisar, tratar e tabular. Para isso, segue algumas sugestões de atividades:

- Criar uma tabela com as médias mensais de chuva para alguma cidade específica ou alguma localização qualquer para algum determinado período.
- Criar uma tabela com a distância da cidade do aluno para as 5 maiores cidades do estado onde ele mora.
- Criar uma tabela com a temperatura máxima história registrada em alguma localidade.

Como exemplo, a Figura 1 apresenta um exemplo de utilização de uma interação que pode ser realizada entre aluno e IA utilizando o sistema Microsoft Copilot.

Figura 1 – Exemplo de criação de tabelas com auxílio de IA.

Pode criar uma tabela simples com as médias de chuvas mensais para alguma cidade no ano de 2023?

Claro! Aqui está uma tabela simples com as médias de chuvas mensais para a cidade de São Paulo no ano de 2023, baseada em dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET):

Mês	Média de Chuvas (mm)
Janeiro	237
Fevereiro	208
Março	175
Abril	88
Maio	60
Junho	45
Julho	30
Agosto	35
Setembro	100
Outubro	200
Novembro	300
Dezembro	250

Fonte: Da pesquisa

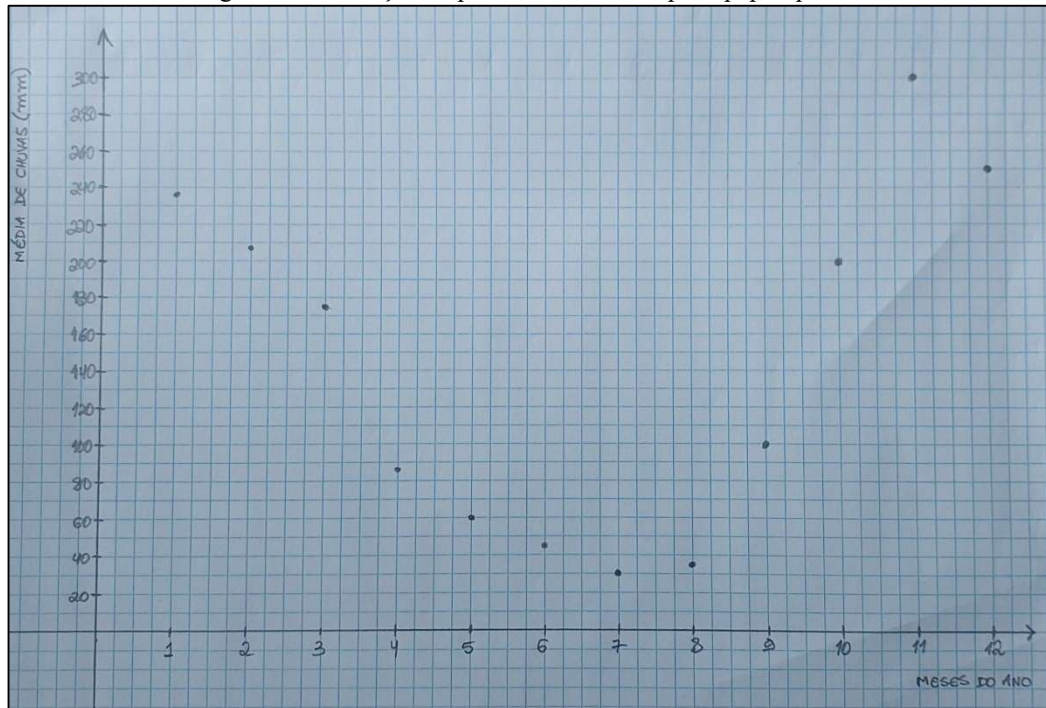
Algumas observações devem ser consideradas ao realizar essa atividade:

- O professor deve incentivar os alunos a conferirem se os dados apresentados pela IA correspondem a realidade. No exemplo da Figura 1, a IA citou a origem dos dados, assim, sempre que possível, pesquisar nas fontes a veracidade das informações.
- A forma como são realizadas as solicitações, perguntas e interações com a IA interfere na qualidade da resposta. Pode ser que vários alunos encontrem soluções diferentes para uma mesma situação, a depender da forma que utilizaram as palavras e estruturas gramaticais para realizar as atividades.
- O professor deve aproveitar para desenvolver a literacia matemática com seus alunos, como no caso da quantidade de chuvas do exemplo na Figura 1 ser medida com uma grandeza de comprimento e não de volume. Para isso o professor pode apresentar um vídeo do Canal Manual do Mundo disponível no link: <https://www.youtube.com/watch?v=q7rpCzQxFXU>

Com base nos dados das tabelas encontradas o professor pode solicitar que os alunos listem pares ordenados e marquem os pontos correspondentes no gráfico cartesiano utilizando o papel quadriculado. Utilizando, por exemplo, a tabela apresentada na Figura 1, podemos

criar 12 pares ordenados de forma que a primeira coordenada seja o número do mês e a segunda coordenada seja a média de chuva correspondente a cada mês. São eles: A(1,237), (2,208), (3,175), (4,88), (5,60), (6,45), (7,30), (8,35), (9,100), (10,200), (11,300) e (12,250). A Figura 2 apresenta um modelo dessa atividade utilizando lápis e papel quadriculado.

Figura 2 – Marcação de pontos utilizando lápis e papel quadriculado



Fonte: Elaborado pelo autor

Um detalhe importante é explicar aos alunos que, em casos como os do nosso exemplo, temos que ajustar as medidas do gráfico, já que há uma disparidade de tamanho dos números entre as abscissas e as ordenadas.



Quadro 2 – Resumo das atividades do encontro 2.

Ordem	Atividade
1	Elaborar uma tabela com as médias mensais de chuva para alguma cidade específica ou alguma localização qualquer para algum determinado período.
2	Elaborar uma tabela com a distância da cidade do aluno para as 5 maiores cidades do estado onde ele mora.
3	Elaborar uma tabela com a temperatura máxima história registrada em alguma localidade.
4	Realizar uma análise crítica dos dados da tabela realizando a verificação da veracidade dos dados apresentados.
5	Comparar os resultados encontrados pelos alunos.
6	Explicar o porquê da medida utilizada para medir a quantidade de chuvas é uma grandeza de comprimento ( <i>mm</i> ) e não uma grandeza de volume. Sugestão de vídeo: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=q7rpCzQxFXU">https://www.youtube.com/watch?v=q7rpCzQxFXU</a>
7	Escrever os dados de alguma das tabelas como pares ordenados.
8	Elaborar um gráfico cartesiano marcando os pontos associados aos pares ordenados encontrados.

### 2.3 Terceiro encontro: Organização e demais ajustes prévios ao trabalho principal

As atividades desenvolvidas nesse encontro podem ser diluídas nos encontros anteriores ou o tempo de aplicação ser menor que os demais.

Este é o momento em que o professor realiza uma reunião de ambientação e combinações com os alunos sobre as atividades que serão realizadas. Deve explicar o tema da situação a ser modelada, o uso da IA, as habilidades matemáticas necessárias e quais resultados são esperados.

Como o tema que norteia o modelo é a questão do clima, especificamente a temperatura, é interessante que o professor realize uma breve discussão sobre a questão climática no que diz respeito a prevenção e cuidado com o meio ambiente, e como a Matemática é usada como ferramenta de apoio e suporte aos agentes que trabalham nessa área. Para iniciar pode utilizar vídeos disponíveis na internet que relacionam a Matemática com o clima, como exemplo, o vídeo disponível na plataforma do Youtube intitulado Matemática e a Previsão do Tempo da professora Carla Bruno (2022).

A critério do professor e da necessidade dos alunos, pode ser realizada uma breve revisão dos conceitos matemáticos e das boas práticas uso da IA envolvidos nos próximos encontros.

Explicar quais são os resultados esperados ao concluir as atividades dos últimos encontros.

Quadro 3 – Resumo das atividades do encontro 3.

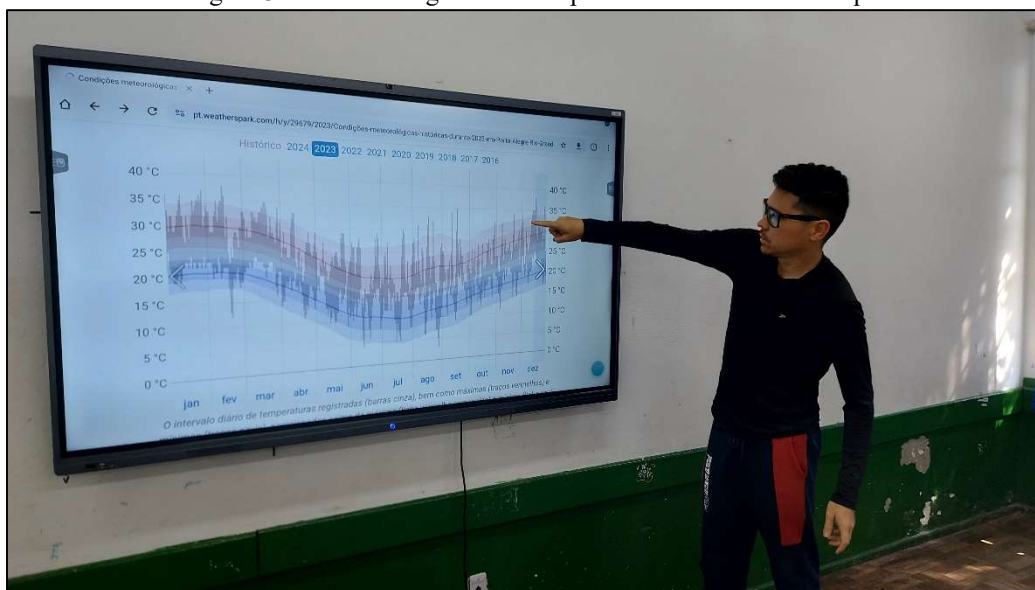
Ordem	Atividade
1	Ambientar e combinar com os alunos como serão desenvolvidas as próximas atividades.
2	Conversa sobre a escolha da temática: O clima: temperatura.
3	Fazer relações entre a Matemática e as situações que envolvem o clima. Como exemplo ou atividade motivadora, temos a sugestão do vídeo: Matemática e a Previsão do Tempo da professora Carla Bruno (2022), disponível no Youtube.
4	Revisar conceitos e definições matemáticas e de uso da IA, caso seja necessário.
5	Discutir quais resultados são esperados nas atividades dos últimos encontros.

## 2.4 Quarto encontro: Coleta e tratamento dos dados

Nesse encontro, a primeira atividade é pesquisar dados históricos sobre as médias de temperaturas relativas à cidade dos estudantes, caso não encontrem dados suficientes de determinada cidade, pode ser referente ao estado, à capital ou, em último caso, uma cidade de interesse do aluno.

No site Weather Spark, há diversos gráficos que contêm dados históricos relativos ao clima das principais cidades do mundo, inclusive relatórios meteorológicos históricos e atuais sobre o clima com intervalos em horas, dias e meses. Como exemplo, a Figura 3, apresenta uma imagem de um gráfico de dispersão utilizado na aplicação dessa atividade contendo as temperaturas mínimas e máximas históricas relativas à região metropolitana de Porto Alegre, RS.

Figura 3 – Análise do gráfico de dispersão das médias das temperaturas.



Fonte: Yassaki Filho (2024, p. 55)

A partir dos dados encontrados, os alunos devem construir uma tabela que expresse o histórico das temperaturas num determinado período. O professor deve orientar os alunos que, quanto mais dados, melhor será o modelo.

No caso do exemplo apresentado na Figura 3, um dos alunos elaborou uma tabela em papel quadriculado que expressa os dados encontrados. A Figura 4 apresenta os dados tabulados.

Figura 4 – Tabela de dados confeccionada por aluno.

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA <sup>°C</sup>
2023	30°C	29°C	27°C	24°C	21°C	19°C	20°C	22°C	23°C	26°C	28°C	30°C	24,92
2022	30°C	29°C	25°C	24°C	20°C	19°C	20°C	22°C	23°C	26°C	28°C	30°C	24,67
2021	30°C	29°C	27°C	24°C	20°C	19°C	20°C	22°C	23°C	26°C	28°C	30°C	24,83
2020	30°C	29°C	27°C	24°C	20°C	19°C	20°C	22°C	24°C	26°C	28°C	30°C	24,92
2019	30°C	29°C	27°C	24°C	20°C	19°C	20°C	22°C	23°C	26°C	27°C	30°C	24,75
2018	30°C	29°C	27°C	24°C	20°C	19°C	20°C	22°C	23°C	26°C	27°C	30°C	24,75
2017	30°C	29°C	27°C	24°C	20°C	20°C	20°C	22°C	23°C	26°C	27°C	30°C	24,83
2016	30°C	29°C	27°C	24°C	20°C	19°C	20°C	21°C	23°C	26°C	27°C	29°C	24,58

Fonte: Yassaki Filho (2024, p. 55)

A tabela da Figura 4 foi construída com as médias históricas mensais das temperaturas máximas registradas em que as linhas representam o ano da medição e as colunas contém as medições mensais de cada ano, exceto a última que é a média aritmética simples das médias mensais de cada ano. As médias devem ser calculadas pelos alunos utilizando lápis e papel. Para fins de praticidade, no exemplo foi utilizado a aproximação em duas casas decimais.

Finalizando esse encontro, os alunos devem formar pares ordenados onde as coordenadas sejam o ano e sua respectiva média anual. Utilizando o exemplo apresentado na Figura 4, temos os pares (2016; 24,58), (2017; 24,83), (2018; 24,75), (2019; 24,75), (2020; 24,92), (2021; 24,83), (2022; 24,67) e (2023; 24,92).

Quadro 4 – Resumo das atividades do encontro 4.

Ordem	Atividade
1	Pesquisar dados históricos sobre a temperatura da cidade do aluno. A sugestão é o site Weather Spark: <a href="https://pt.weatherspark.com/countries/BR">https://pt.weatherspark.com/countries/BR</a>
2	Construir uma tabela com os dados encontrados.
3	Formar pares ordenados com os dados da tabela construída.

Fonte: Elaborado pelo autor

## 2.5 Quinto encontro: Culminância

A primeira atividade desse encontro é elaborar um gráfico cartesiano e marcar os pontos associados aos pares ordenados formados no quarto encontro. Logo depois, os alunos devem esboçar uma reta de regressão com base nos pontos marcados. Como a proposta é para alunos de 7º ano do Ensino Fundamental, é importante que a reta contenha pelo menos dois pontos já marcados no gráfico. Dessa forma, o professor deve lembrar que uma reta pode ser definida por dois pontos distintos. Também não é necessário que os alunos compreendam nesse momento as formalidades sobre o que são retas de regressão, na atividade foi solicitado que deveriam esboçar uma reta que melhor represente os pontos encontrados.

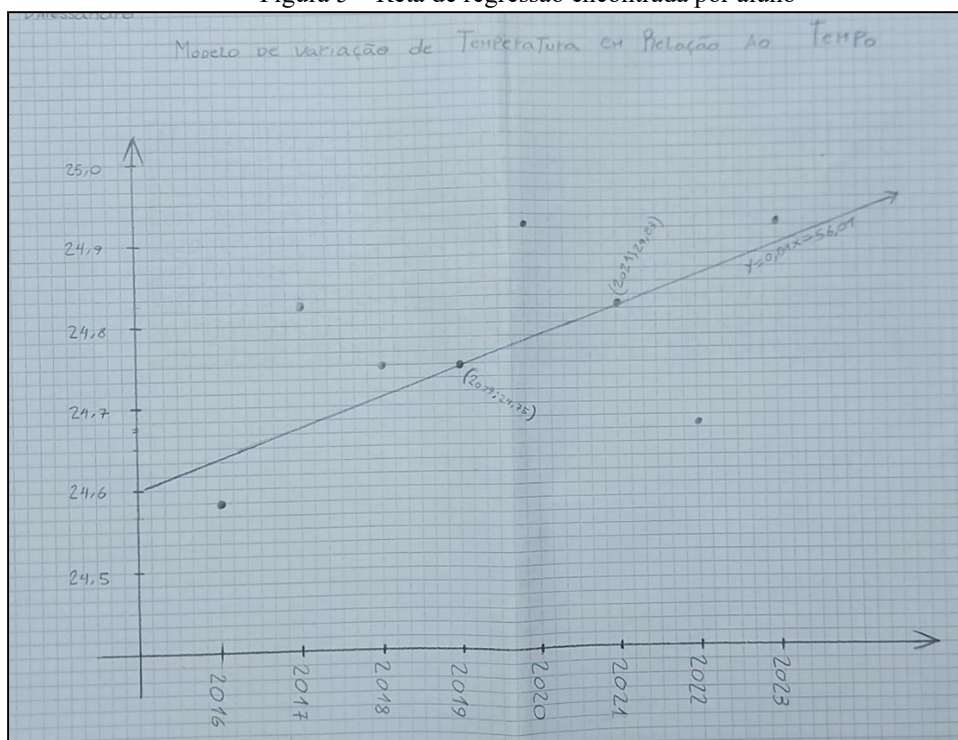
Com o suporte da IA, os alunos devem solicitar a equação da reta que contém os dois pontos escolhidos na atividade anterior. A opção de uso da IA nessa atividade deve-se ao fato que alunos do 7º ano do Ensino Fundamental não possuem habilidades de encontrar equações da reta a partir de dois pontos.

A equação encontrada é um modelo que pode ser usado para simular como será o comportamento da temperatura no futuro. A partir dessa equação, os alunos devem calcular qual será a média da temperatura máxima em 100 anos. Encontrada a simulação, comparar com a máxima atual e calcular a possível diferença entre as temperaturas.

Para validar o modelo encontrado, o professor pode apresentar as projeções do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) que podem ser pesquisadas no site do INPE e comparar com as projeções calculadas através da equação gerada pela IA.

A Figura 5 apresenta o gráfico cartesiano esboçado por um aluno que participou dessas atividades.

Figura 5 – Reta de regressão encontrada por aluno



Fonte: Yassaki Filho (2024. p. 56)

A equação da reta gerada por IA apresentada na Figura 4 é  $y = 0,04x - 56,01$ . Onde  $x$  representa o ano e  $y$  é a projeção da média da temperatura máxima referente ao ano. Nesse caso, ao calcular a projeção para 2123, o aluno realizou o cálculo:

$$y = 0,04x - 56,01$$

$$y = 0,04 \cdot 2123 - 56,01$$

$$y = 84,92 - 56,01$$

$$y = 28,91^{\circ}\text{C}$$

Como a média em 2023 foi de  $24,92^{\circ}\text{C}$ , a diferença foi de  $28,91^{\circ}\text{C} - 24,92^{\circ}\text{C}$ , ou seja,  $3,99^{\circ}\text{C}$ . De acordo com as projeções do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), a temperatura média global irá aumentar entre  $1,8^{\circ}\text{C}$  e  $4,0^{\circ}\text{C}$ . Assim, verificamos que o modelo construído pelo aluno é razoável.

Na análise e discussão final com os alunos, é importante considerar que este é um modelo simples e modelos mais precisos devem levar em conta outros fatores que influenciam na questão climática.

Quadro 5 – Resumo das atividades do encontro 5.

Ordem	Atividade
1	Esboçar um gráfico cartesiano e marcar os pontos associados aos pares ordenados construídos no quarto encontro.
2	Esboçar uma reta de regressão que contenha pelo menos dois dos pontos marcados.
3	Utilizar a IA para gerar uma equação da reta que passe pelos dois pontos escolhidos na atividade anterior
4	Utilizar a equação gerada pela IA para calcular a projeção da média da temperatura para 100 anos da data atual.
5	Calcular a diferença entre a temperatura atual e a projeção calculada na atividade anterior.
6	Comparar com a projeção do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC). Disponível em: <a href="http://www.inpe.br/faq/index.php?pai=9#:~:text=As%20proje%C3%A7%C3%B5es%20do%20Painel%20Intergovernamental,atividades%20humanas%20e%20os%20ecossistemas">http://www.inpe.br/faq/index.php?pai=9#:~:text=As%20proje%C3%A7%C3%B5es%20do%20Painel%20Intergovernamental,atividades%20humanas%20e%20os%20ecossistemas</a>
7	Realizar coletivamente com os alunos uma análise crítica sobre os resultados e como as atividades os ajudaram a compreender melhor as equações.

Fonte: Elaborado pelo autor

### 3 Resultados esperados

**Aprendizado dos alunos:** Espera-se que os estudantes tenham ampliado a ideia de equação para além de letras e números que têm que simplesmente encontrar o valor das variáveis.

**Impacto na prática docente:** Deseja-se que este produto educacional melhore a prática docente ao utilizar ferramentas que possam engajar os estudantes ao utilizar ferramentas atuais com forte evidência na mídia de forma a contribuir na aprendizagem dos estudantes.

### REFERÊNCIAS

BRASIL. INPE. **Perguntas frequentes:** o que são mudanças climáticas. São José dos Campos, 2023. Disponível em:  
<http://www.inpe.br/faq/index.php?pai=9#:~:text=As%20proje%C3%A7%C3%B5es%20do%20Painel%20Intergovernamental,atividades%20humanas%20e%20os%20ecossistemas>. Acesso em: 16 out. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: 2017. Disponível em:  
[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf). Acesso em: 12 set. 2024.

BRUNO, Carla. **Matemática e a Previsão do Tempo**. Youtube. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=TKZdUDz7qTA>. Acesso em: 20 set. 2024.

MANUAL DO MUNDO. **Por que CHUVA é medida em MILÍMETROS?**. Youtube. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=q7rpCzQxFXU>. Acesso em: 19 set. 2024.

PIAGET, Jean. **A Epistemologia Genética**. Petrópolis: Vozes, 1971.

REVISTA ARCO. **Isso é fake news**: Santa Maria, 2020. Disponível em: <https://www.ufsm.br/midias/arco/isso-e-fake-news>. Acesso em: 14 set. 2024.

WEATHER SPARK. **Clima e condições meteorológicas médias durante o ano em Brasil**. Disponível em: [Clima, condições meteorológicas por mês, temperatura média em Brasil. - Weather Spark](#). Acesso em: 16 out. 2024.

YASSAKI FILHO, Julius Kahoru. **O uso da Inteligência Artificial, Modelagem Matemática e Resolução de Problemas como potencializadores no processor de ensino e aprendizagem de Matemática no sétimo ano do Ensino Fundamental**. 2024. 103 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional/PROFMAT) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2024.