

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO MESQUITA FILHO"  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, LETRAS E CIÊNCIAS EXATAS  
CÂMPUS DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO**

**ANA CAROLINA BUENO DE CARVALHO**

**A PRODUÇÃO DE VÍDEOS DE MÚSICAS MATEMÁTICAS POR PROFESSORES E  
LICENCIANDOS COM O USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL**

**SÃO JOSÉ DO RIO PRETO**

**2024**

**ANA CAROLINA BUENO DE CARVALHO**

**A PRODUÇÃO DE VÍDEOS DE MÚSICAS MATEMÁTICAS POR PROFESSORES E LICENCIANDOS COM O USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ensino e Processos Formativos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino e Processos Formativos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Scucuglia Rodrigues da Silva.

Financiadora(s): PROPG (Edital 23/2022) e CAPES (88887.956153/2024-00 e 88887.935260/2024-00).

**SÃO JOSÉ DO RIO PRETO**

2024

C331p Carvalho, Ana Carolina Bueno de  
A produção de vídeos de músicas matemáticas por professores e licenciandos com o uso de inteligência artificial. / Ana Carolina Bueno de Carvalho. -- São José do Rio Preto, 2024  
106 p. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto

Orientador: Ricardo Scucuglia Rodrigues da Silva

1. Educação. 2. Matemática. 3. Tecnologias Digitais. 4. Inteligência Artificial. I. Título.

**ANA CAROLINA BUENO DE CARVALHO**

**A PRODUÇÃO DE VÍDEOS DE MÚSICAS MATEMÁTICAS POR PROFESSORES E LICENCIANDOS COM O USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ensino e Processos Formativos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino e Processos Formativos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

Financiadora(s): PROPG (Edital 23/2022) e CAPES (88887.956153/2024-00 e 88887.935260/2024-00)

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Ricardo Scucuglia Rodrigues da Silva  
IBILCE/UNESP – São José do Rio Preto/SP  
Orientador

Profa. Dra. Liliane Xavier Neves  
UESC – Ilhéus/BA

Prof. Dr. Inocêncio Fernandes Balieiro Filho  
FEIS/UNESP – Ilha Solteira/SP

SÃO JOSÉ DO RIO PRETO

08 de outubro de 2024

Dedico este trabalho à minha mãe Vera Lúcia (*in memoriam*), professora e profissional da Educação, que sempre teve amor pelos seus alunos e por todas as pessoas. Obrigada, mamãe, por sempre acreditar em mim e por ser minha eterna inspiração e saudade.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me sustentou até aqui, que me deu forças e coragem para iniciar e finalizar este trabalho. Glória a Deus!

Ao meu esposo, Gabriel, que acompanhou todo o processo do meu Mestrado, minha Graduação e épocas de vestibular, aguentou o meu “xororô” nos momentos de alegria e de desafios e sempre me incentivou a acreditar nesse sonho.

Ao meu pai, Reginaldo, por ser essa pessoa “copo meio cheio”, por sempre ter uma palavra de incentivo, aprendo e sempre aprenderei muito com o senhor. Agradeço à minha mãe Vera (*in memoriam*) por ter estado sempre ao meu lado, comemorando comigo todas as minhas vitórias com a maior alegria do mundo. É uma honra ser filha de vocês. Aos meus irmãos, Gustavo e Ana Beatriz, vocês são a minha alegria! Obrigada por me ajudarem diariamente a seguir em frente e por me fazerem companhia nas nossas “noites de irmãos”.

Ao meu orientador, professor Ricardo Scucuglia, por todas as contribuições no meu trabalho e na minha trajetória desde a Graduação. Sua paciência, prontidão e respeito ao lidar com as situações me ensinaram muito. Sem suas orientações, eu não teria chegado até aqui. Obrigada pela compreensão e por acreditar neste trabalho e na Educação como um todo.

A todos os dez participantes desta pesquisa, que disponibilizaram seu tempo e dedicação para contribuir com este trabalho e com o Ensino da Matemática.

Aos membros da minha banca de qualificação, professora Liliane Xavier Neves e professor Inocêncio Fernandes Balieiro Filho, pela leitura atenta e cuidadosa. Sou grata pelo tempo dedicado, pelas críticas construtivas e pelo compromisso com a qualidade acadêmica. Aos membros do GPIMEM, por todas as conversas e discussões, tudo isso contribuiu diretamente para minha postura como pesquisadora.

Aos professores que já passaram pela minha vida e que construíram comigo minha trajetória e aos meus alunos, os que foram e os que ainda serão, pela motivação de estar em constante formação.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Pró-reitoria de Pós-graduação (PROPG) Edital 23/2022 da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, processo 88887.956153/2024-00 e 88887.935260/2024-00, à qual agradeço, por viabilizar e incentivar esta pesquisa.

## RESUMO

A Inteligência Artificial (IA) vem dominando todas as esferas da vida humana e com a Educação Matemática não é diferente. Os estudos sobre IA na Educação ainda estão em fase inicial e isso reflete o quanto é necessária a investigação nessa temática. Existem diversos pontos positivos e negativos que podem ser explorados, assim como em relação ao uso de vídeos na Educação Matemática. Para ter efeito na sala de aula e colaborar com o ensino de Matemática no geral, ambas as temáticas podem ser atreladas à Formação de Professores. Dessarte, esta pesquisa qualitativa é um estudo de caso que busca compreender e investigar a produção de vídeos de músicas matemáticas por licenciandos e professores de Matemática envolvendo o uso de aplicativos de Inteligência Artificial. Nessa perspectiva, a pergunta norteadora para este trabalho é: como professores e futuros professores de Matemática produzem vídeos com a Inteligência Artificial? A produção dos dados foi feita por meio de uma Oficina realizada pela pesquisadora e orientador, com o título “Produção Audiovisual e Musical em Educação Matemática”, com carga horária de 40 horas e com atividades síncronas via *Google Meet* e assíncronas por meio do *Google Classroom*. A Oficina foi ofertada para residentes do Programa Residência Pedagógica, egressos deste programa e professores de Matemática, por meio do preenchimento de um formulário de interesse. Os encontros foram gravados. Além disso, foram produzidos poemas individuais e em grupo com a participação do ChatGPT, aplicativo de IA que foi projetado para oferecer suporte, responder perguntas e auxiliar em diversas tarefas. Para compor os dados analisados, foram produzidos três videoletras (vídeo de músicas matemáticas que possui sua letra sendo transmitida simultaneamente na tela) em grupo, utilizando imagens geradas pelos aplicativos Canva e Leonardo.AI, que também são fundamentados em IA. A Oficina contou com 10 participantes. A análise dos dados em texto foi realizada segundo um modelo analítico que inclui leitura integral, releitura, identificação da ideia central, comparação de ideias, organização por relevância, interpretação e crítica com conclusões. Já os videoletras foram analisados segundo uma adaptação de outro modelo que indica a observação, descrição dos dados de vídeo, identificação de eventos críticos, transcrição, codificação, construção do enredo, composição da narrativa. Por meio da análise dos dados, foi possível inferir que o ChatGPT revela altas habilidades em produção de poemas e que o coletivo pensante formado entre os professores-com-ChatGPT, na perspectiva de Seres-Humanos-Com-Mídias, resultou em poemas educacionais matematicamente precisos e pedagogicamente eficazes. Já com relação às imagens produzidas por IA, o uso pedagógico não foi possível visto a qualidade do material. De forma geral, a interação entre os professores e a IA demonstrou como a tecnologia pode transformar práticas pedagógicas, oferecendo novas formas de abordar e ensinar conteúdos complexos por meio do pensar-com-IA.

**Palavras-chave:** Tecnologias Digitais. Inteligência Artificial. Educação Matemática.

## ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI) is dominating all spheres of human life, and Mathematics Education is no exception. Studies on AI in Education are still in their early stages, reflecting the need for further investigation in this area. There are various positive and negative aspects to explore, just as with the use of videos in Mathematics Education. To be effective in the classroom and contribute to the overall teaching of Mathematics, both themes can be linked to Teacher Training. Thus, this qualitative research is a case study that aims to understand and investigate the production of mathematical music videos by pre-service and in-service Mathematics teachers involving the use of AI applications. In this perspective, the guiding question for this work is: How do Mathematics teachers and future Mathematics teachers produce videos with Artificial Intelligence? Data was collected through a workshop conducted by the researcher and supervisor, titled “Audiovisual and Musical Production in Mathematics Education,” with a workload of 40 hours, including synchronous activities via Google Meet and asynchronous activities through Google Classroom. The workshop was offered to residents of the Pedagogical Residency Program, alumni of the program, and Mathematics teachers, via an interest form. The sessions were recorded. Additionally, individual and group poems were produced with the participation of ChatGPT, an AI application designed to provide support, answer questions, and assist in various tasks. To analyze the data, three videoletras (videos of mathematical songs with the lyrics displayed simultaneously on the screen) were created in groups, using images generated by Canva and Leonardo.AI, which are also based on AI. The workshop included 10 participants. The textual data analysis was conducted according to an analytical model that includes complete reading, re-reading, identification of the central idea, comparison of ideas, organization by relevance, interpretation, and critique with conclusions. The videoletras were analyzed using an adaptation of another model that includes observation, description of video data, identification of critical events, transcription, coding, construction of the narrative, and composition of the storyline. The data analysis inferred that ChatGPT demonstrates high skills in poem production, and the thinking-collective formed between teachers-and-ChatGPT, from the perspective of Human-With-Media, resulted in mathematically precise and pedagogically effective educational poems. Regarding the AI-generated images, pedagogical use was not feasible due to the quality of the material. Overall, the interaction between teachers and AI showed how technology can transform pedagogical practices, offering new ways to approach and teach complex content through thinking-with-AI.

**Keywords:** Digital Technologies. Artificial Intelligence. Mathematics Education.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Imagem Gerada por IA: Educação e Tecnologia.....	11
Figura 2 - Captura de tela – Videoletra 1 .....	30
Figura 3 - Gráfico da sela .....	37
Figura 4 - Divulgação da Oficina .....	45
Figura 5 - Modelo de Produção Audiovisual.....	48
Figura 6 - Google Classroom.....	48
Figura 7 - Videoletra "Função do Primeiro Grau" .....	49
Figura 8 - Poema e música criados por um residente .....	51
Figura 9 - Captura de Tela - Módulo 2.....	52
Figura 10 - Captura de Tela - Módulo 3 .....	53
Figura 11 - Captura de Tela do Módulo 4: “Software Capcut” .....	54
Figura 12 - Captura do Módulo 4: “Geração de Imagens com IA”.....	55
Figura 13 - Capturas de tela - Trabalhos Finais.....	56
Figura 14 - Espirais de Fibonacci .....	64
Figura 15 - Resposta do ChatGPT à pergunta errada em 2023 .....	70
Figura 16 - Input 1 - Mara .....	71
Figura 17 - Input 2 - Mara .....	71
Figura 18 - Inputs 4 e 5 - Mara.....	72
Figura 19 - Poema Final - Mara.....	74
Figura 20 - Poema Final - Grupo 1 .....	78
Figura 21 - Poema Final - Grupo 2.....	79
Figura 22 - Poema Final - Grupo 3.....	81
Figura 23 - “Número de ouro”.....	82
Figura 24 - “Espirais de Fibonacci” .....	82
Figura 25 - “Na dança dos números”.....	83
Figura 26 - “Jornada da existência humana” .....	83
Figura 27 - Videoletra 1 - Figura 1 .....	85
Figura 28 - Videoletra 1 - Figura 2.....	85
Figura 29 - Videoletra 1 - Figura 3.....	86
Figura 30 - Videoletra 1 - Figura 4.....	87
Figura 31 - Videoletra 2 - Figura 1 .....	88
Figura 32 - Videoletra 2 - Figura 2.....	89
Figura 33 - Videoletra 2 - Figura 3 .....	90
Figura 34 - Videoletra 3 - Figura 1 .....	91
Figura 35 - Videoletra 3 - Figura 2.....	91
Figura 36 - Videoletra 3 - Figura 3.....	92

## **LISTA DE SIGLAS**

- CAAEE - Certificado de Apresentação de Apreciação Ética
- CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior
- CEP – Conselho de Ética em Pesquisa
- CNE – Conselho Nacional de Educação
- GPIMEM – Grupo de Pesquisas em Informática, outras Mídias e Educação Matemática
- FVDEM – Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática
- IA – Inteligência Artificial
- IC – Iniciação Científica
- IES – Instituição de Ensino Superior
- IPM – Imagem Pública da Matemática
- OBMEP - Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas
- PG – Progressão Geométrica
- PIBID – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
- PIC - Programa de Iniciação Científica Júnior
- PRP – Residência Pedagógica
- PMD – Performance Matemática Digital
- ProUni – Programa Universidade para Todos
- SAEB – Sistema de Avaliação da Educação Básica
- SARESP – Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar do Estado de São Paulo
- S-H-C-M – Seres-Humanos-Com-Mídias
- STI – Sistemas Tutores Inteligentes
- TCC – Trabalho de Conclusão de Curso
- TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
- TDIC – Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
1.1	Trajetória da Pesquisadora .....	11
1.2	Justificativa da Pesquisa.....	13
1.3	Objetivos da Pesquisa .....	17
1.4	Estrutura da Dissertação.....	17
<b>2</b>	<b>QUADRO TEÓRICO.....</b>	<b>18</b>
2.1	Relação entre Teoria e Prática, Formação de Professores e Programas de Iniciação à Docência	18
2.1.1	Programas de Iniciação à Docência: PIBID e PRP .....	20
2.2	Produção de Vídeos na Educação Matemática .....	26
2.3	Inteligência Artificial na Educação Matemática .....	32
2.4	O Construto Teórico Seres-Humanos-Com-Mídias.....	38
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA DA PESQUISA .....</b>	<b>42</b>
3.1	A pesquisa Qualitativa .....	42
3.2	Estudo de Caso na Educação .....	43
3.3	Cenário de Produção de dados .....	44
3.4	Participantes da Oficina .....	46
3.5	Módulos da Oficina.....	47
3.5.1	Módulo 1 - Investigação Matemática.....	49
3.5.2	Módulo 2 - Poemas Matemáticos.....	50
3.5.3	Módulo 3 - Produção Musical.....	52
3.5.4	Módulo 4 - Produção Audiovisual .....	54
3.5.5	Módulo 5 – Socialização.....	55
3.6	A Análise dos Dados.....	57
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>61</b>
4.1	Conteúdo Matemático que Ofereça Surpresa(s) .....	61
4.1.1	Surpresa Matemática associada ao belo.....	63
4.1.2	Surpresa matemática que “desafia a lógica” .....	65
4.1.3	Surpresa matemática por demonstrações matemáticas .....	67
4.2	Pensar-com-Inteligência-Artificial.....	69
4.2.1	Pensar-com-ChatGPT: Poemas e letras das músicas matemáticas .....	70
4.2.2	Pensar-com-Canva e Pensar-com-Leonardo.AI: produção de imagens.....	81
4.3	Produção Audiovisual .....	84
4.3.1	Videoletra 1 - Sequência de Fibonacci.....	85
4.3.2	Videoletra 2 - Poesia dos Números.....	88
4.3.3	Videoletra 3 - Razão Áurea.....	90
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>93</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>98</b>

## INTRODUÇÃO

**Input:** Prezado(a) chat GPT. Qual a relevância científica em se desenvolver uma pesquisa em Educação Matemática sobre como professores e futuros professores de Matemática produzem vídeos sobre músicas matemáticas?

**CHAT GPT:** A relevância científica de desenvolver uma pesquisa em Educação Matemática sobre como professores e futuros professores de Matemática produzem vídeos sobre músicas matemáticas é multifacetada. Primeiramente, a integração de mídia e música nas práticas de ensino pode aumentar significativamente o engajamento dos alunos, tornando o aprendizado da Matemática mais acessível e atraente. Além disso, estudar a produção desses vídeos pode oferecer *insights* sobre as estratégias criativas usadas pelos professores para comunicar conceitos matemáticos complexos de maneira mais compreensível. Isso pode resultar em um impacto positivo no desempenho dos alunos e em sua atitude em relação à Matemática. Além disso, essa pesquisa pode contribuir para o desenvolvimento de diretrizes e boas práticas para o uso eficaz de mídia e música no ensino de Matemática. Percebe-se que essa pesquisa possui implicações importantes para a prática de ensino e para o desenvolvimento de estratégias inovadoras e eficazes no campo da Educação Matemática.

**Input:** Como a IA pode contribuir com esse processo de produção de vídeos?

**CHAT GPT:** A Inteligência Artificial (IA) pode contribuir significativamente no processo de produção de vídeos sobre músicas matemáticas de várias maneiras.

1. Geração de Conteúdo: IA pode ser usada para ajudar na geração de letras de músicas matemáticas criativas e educacionais, oferecendo sugestões de rimas, métricas e estruturas de composição.
2. Edição de Vídeo: IA pode ser empregada para facilitar a edição de vídeos, incluindo cortes, transições e adição de efeitos visuais, tornando o processo mais eficiente e acessível.
3. Análise de Engajamento: IA pode analisar padrões de engajamento do público-alvo com base em métricas como visualizações, compartilhamentos e comentários, fornecendo informações para aprimoramento dos vídeos.
4. Recomendações Personalizadas: IA pode ajudar a identificar o conteúdo e estilo que mais ressoa com os espectadores, oferecendo recomendações personalizadas para os criadores de vídeos.

Essas são apenas algumas maneiras pelas quais a IA pode ser integrada ao processo de produção de vídeos sobre músicas matemáticas, tornando-o mais eficiente, eficaz e atraente para os estudantes e educadores. (ChatGPT, 2024)



disciplina nos propôs uma atividade que se fundamentava em realizar a produção de um vídeo com conteúdo matemático.

Embora cursar a faculdade do início de 2018 até o início de 2022 tenha sido imensamente gratificante, posso dizer que foi também grandioso o desafio, já que em 2020, praticamente na metade do meu curso, nos deparamos com a pandemia do COVID-19. O isolamento social fez com que todos os âmbitos da nossa vida fossem reinventados, inclusive as aulas da universidade.

No fim do ano de 2020, surgiu a oportunidade de participar do Programa Residência Pedagógica de Matemática (PRP). Quando começamos os trabalhos, percebemos o quanto aquela equipe era boa e criativa. Em nosso núcleo, as produções audiovisuais tiveram destaque no trabalho realizado. Nesse contexto, publicamos um capítulo de um livro que teve como tema a produção audiovisual na formação de professores de Matemática. Esse trabalho conta como foi o processo criativo do nosso grupo específico e detalha as etapas dessa produção, que serão utilizadas e adaptadas nessa dissertação de mestrado. São elas: Investigação Matemática, Poemas Matemáticos, Produção Musical e a Socialização dos vídeos em meio à comunidade escolar e para além desse ambiente.

Durante o ano de 2021 realizei uma Iniciação Científica (IC) na área de Tecnologias Digitais em Educação Matemática, mais especificamente na produção de vídeos. A pesquisa se baseou em investigar a produção audiovisual do programa Residência Pedagógica, segundo as lentes de Scucuglia (2012) sobre Performance Matemática Digital (PMD), que é fundamentada em três categorias: voyeur — uma visão geral e lógica sobre o filme, vicário — o sentimento que o personagem transmite ao espectador e visceral — as emoções sentidas pelo espectador.

Assim que terminei a faculdade, me veio aquela sensação típica dessa fase da vida: “o que fazer agora?”. Prestei então o processo seletivo da minha cidade e assim iniciei meu primeiro emprego como professora de Matemática do Ensino Fundamental - Anos Finais.

Dar aula tem sido um misto de sensações. Desafiador, mas gratificante.

Levando em conta todos os aspectos de minha formação e experiência, posso dizer que todos foram realizados e pensados para que pudessem me trazer para esse momento, o sonho do mestrado. Como sempre fui de escola pública, por um momento me pareceu uma aspiração distante, mas possível, diante de muito esforço e perseverança.

Dessa forma, durante os últimos anos da graduação, fui percebendo meu interesse maior na Tecnologia e Arte na Educação Matemática e desenvolvi os trabalhos citados. Além disso, participei, na qualidade de Aluna Especial, de uma matéria do Programa de Pós-Graduação em

Ensino e Processos Formativos que me possibilitou entender e conhecer o ritmo das leituras e produções que um verdadeiro programa de mestrado exige de um pesquisador, assim, fiquei ainda mais ansiosa para iniciar como aluna regular.

É inegável que os avanços tecnológicos atuais são parte da nossa sociedade e devem fazer parte da Matemática na sala de aula e da formação de professores (D'Ambrosio, 2005) e o uso de formas artísticas torna possível transformar a Matemática em algo mais atraente (Gadanidis, Scucuglia, 2020), portanto, investigar as metodologias que envolvem artes e tecnologias digitais para mim seria imensamente satisfatório, além de contribuir para as descobertas dessa área do ensino de Matemática.

## 1.2 Justificativa da Pesquisa

É inegável que a Matemática suporta julgamentos e estereótipos. Pesquisas sobre a Imagem Pública da Matemática apontam que a disciplina é considerada complexa e seletiva, já que poucos são capazes de compreendê-la (Scucuglia, 2014). Esse preconceito afeta negativamente a aprendizagem dos alunos da Educação Básica, que muitas vezes já aceitam que “não nasceram para a matemática”, dificultando a aprendizagem.

Em contrapartida, pode-se afirmar que a Matemática é a espinha dorsal da sociedade atual (D'Ambrosio, 2005), que sustenta a civilização por estar presente em várias atividades do dia a dia. Desse modo, maneiras alternativas de ensinar Matemática devem ser mais exploradas, para que esse conhecimento atinja mais pessoas e seja disseminado sem os estereótipos que o acompanham. Uma das ferramentas atuais na Educação Matemática é o uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs).

Nesse contexto, Borba, Scucuglia e Gadanidis (2014) apontam em sua obra “Fases da Tecnologia Digital em Educação Matemática” que existem quatro fases das tecnologias digitais em Educação Matemática. Os autores relatam que os vídeos digitais são a principal manifestação da tecnologia da quarta fase e podem ser compreendidos como narrativas que compilam diversos modos de comunicação, como a fala, escrita, imagens, espaços, gestos e movimentos, incorporados ao uso de diferentes tecnologias como giz e lousa, o GeoGebra, câmera digital, notebooks, dentre outras.

Ademais, os vídeos apresentam um ótimo *lócus* da multimodalidade (união de sons, imagens, espaços, palavras, gestos, animações), que por sua vez, possibilita que os conteúdos matemáticos sejam expressos por artifícios que facilitam as explicações, conforme apontam Borba, Domingues e Costa (2021). Já que o ensino de Matemática dedica muita importância

para os cálculos, e não para o entendimento e compreensão do conteúdo no geral, causando as dificuldades de aprendizagem em Matemática (Corso; Dorneles, 2010), é importante que haja facilitadores nas explicações para propiciar a real compreensão Matemática, como os vídeos digitais.

Neste trabalho, será investigado um tipo específico de vídeo, os videoletras, que são vídeos de músicas de conteúdo matemático que possuem a letra sendo apresentada simultaneamente a música. O fato da música auxiliar na memorização (Scucuglia *et al.*, 2021) é muito importante no ensino de Matemática, mesmo que não seja a única coisa que deve ser levada em consideração, sem dúvidas. Segundo Scucuglia (2012), “canções matemáticas são concebidas como narrativas musicais, cujas letras são criadas para comunicar ideias matemáticas”. Desse modo, o uso de canções matemáticas deve ser visto como uma ferramenta do ensino de Matemática, por promover uma sensação lúdica em seus ouvintes, importante aspecto para divulgar os conceitos matemáticos de uma maneira diferente. Assim, o videoletra, que une a música e o vídeo tem um importante papel na produção de significados.

A música e a imagem ao serem vinculados originam um novo sentido que estabelece um significado no contexto do audiovisual a partir da interação ouvido – visão, que se combinam em múltiplas variáveis construindo uma nova realidade, qualitativamente diferente daquela definida pelas partes. Da mesma forma, a linguagem verbal combinada à música produz significado. As intersemioses obtidas pelas combinações da música, som, imagem e linguagem verbal contribuem com suas potencialidades para suscitar emoções e construir uma realidade através da memória (Neves, 2020, p. 99).

Dessa forma, pretende-se trabalhar com as imagens do conteúdo matemático escolhido, efeitos visuais e sonoros, com a música que refletirá a intencionalidade dos autores, e com a letra, que nessa união contribuirão para suscitar emoções e para o processo de construção de conhecimento, como diz a autora por último citada.

Uma das justificativas para a exposição da letra de uma canção Matemática, como ocorre no videoletra, é a ambiguidade que pode existir no discurso matemático falado. Como exemplo, podemos citar a fórmula geral da Progressão Geométrica (PG) que é  $a_n = a_1 \cdot r^{n-1}$ , sendo  $a_n$  o termo geral,  $r$  a razão da PG e  $a_1$  o termo inicial da PG. Esse simbolismo matemático, quando dito, pode causar várias interpretações para quem está o ouvindo pela primeira vez ou quem ainda não tem tanta familiaridade com ele. A frase “ $a_n$  é igual a  $a_1$  vezes  $r$  elevado a  $n - 1$ ” oferece margem para o surgimento de dúvidas como: o expoente de  $r$  é  $n$  e então subtrairemos 1 dessa potência? Ou seu expoente é a diferença entre  $n$  e 1? Assim, em

músicas matemáticas é importante que a letra seja apresentada paralelamente, por conta da fórmula, conceito matemático ou definição matemática.

Com relação ao avanço tecnológico presente atualmente, pode-se citar a criação do ChatGPT em 2022, o que segundo Silva *et al.* (2023) retomou as pesquisas sobre a Inteligência Artificial (IA). O ChatGPT é um aplicativo criado pela empresa OpenAI, fundamentado em IA e que responde a solicitações de maneira criativa e amigável, simulando um outro ser humano. O software soma milhões de usuários semanais e já se faz presente em muitas áreas da vida, o que não pode ser diferente na escola.

As TDIC têm influenciado nossas vidas e, em certa medida, os espaços educacionais não ficam totalmente alheios às novidades por muito tempo, entendendo que a escola é um espaço de construção de conhecimento, tudo o que circunda os seus integrantes, adentra a escola, ou pela ação dos professores ou pela ação dos estudantes e espera-se que sejam incorporadas ao cotidiano escolar (Santos, Sant'ana, Sant'ana 2023, p. 76).

A IA pode estar na palma da mão dos estudantes e é inevitável que eles façam o uso dela, e assim, a tragam para o contexto escolar. Portanto, educadores precisam estar preparados para lidar com essas mudanças. “A Inteligência Artificial (IA) está desempenhando um papel cada vez mais importante na Educação, e isso está mudando significativamente a forma como se aprende e se ensina. Não é apenas uma tendência passageira; é uma revolução educacional em andamento” (Silva *et al.*, 2023, p. 14). As pesquisas em IA estão ainda em fase inicial, e especificamente em Educação Matemática, é necessário aprofundar as investigações.

Nesse contexto, Cardoso *et al.* (2023) afirma que embora a IA seja um desafio para a Educação em geral, a ferramenta pode ser uma aliada para a Educação também, por exemplo, funcionando como um tutor virtual para alunos e professores em temas específicos. E com relação ao uso do ChatGPT na Educação Matemática, Borba e Balbino Júnior (2023) afirmam que é possível que o ChatGPT seja mais uma tecnologia a qual teremos que pensar seres-humanos-com-ChatGPT e em como esse coletivo pensante produz conhecimento.

Embora o uso das tecnologias digitais e vídeos no ambiente escolar seja de grande valia, como visto, atualmente, ainda se encontra um cenário pouco satisfatório nas aulas de Matemática de escolas públicas do estado de São Paulo, perante a todas as ferramentas existentes (Javaroni; Zampieri, 2015). Com relação a isso, é importante que esforços sejam concentrados na otimização dessa utilização. A geração atual de alunos presentes na escola, e mais ainda, as futuras gerações, necessitam que a modernidade de fora das salas adentre na escola.

Existem várias razões para que os professores, muitas vezes, optem por não integrar as TDICs em sua sala de aula. Uma delas é a falta de apropriação desses recursos tecnológicos na formação inicial e continuada dos professores (Javaroni; Zampieri, 2015). Logo, é necessário que haja mais familiarização com as tecnologias atuais durante a formação inicial de professores. Nesse sentido, D'Ambrosio (2005) cita que, precisa-se de uma Educação na qual se destacam novas áreas do conhecimento, como Tecnociência, Informática, Inteligência Artificial, Internet e Globalização e ainda que:

Isso depende de uma nova formação de educador matemático, particularmente nas licenciaturas, com menor ênfase na Matemática tradicional e nas teorias de aprendizagem convencionais e maior ênfase em sociologia e antropologia, em história, na nova Matemática e nas ciências atuais, incluindo as novas ciências da mente e da cognição e um novo conceito de aprendizagem, com muita tecnologia (D'Ambrosio, 2005).

Assim, a formação docente com tecnologias já é assunto discutido há anos. Quanto a essa formação, sabe-se que o estágio curricular obrigatório está presente em todas as grades de licenciaturas do país. O componente tem como objetivo diminuir o abismo existente entre a teoria e a prática. As matérias de graduação fornecem a base teórica, que é de suma importância para a formação profissional dos licenciandos, porém, quando esses se deparam com a sala de aula, percebem que na prática, ela é um sistema de vários seres humanos, cada um com conflitos internos e externos. De fato, “não há como desenvolver certas habilidades apenas pelo olhar teórico já que, na atuação docente faz-se necessário tomar decisões, resolver problemas imprevisíveis da prática, articular conhecimentos e habilidades para atingir os objetivos propostos”. (Freitas; Freitas; Almeida, 2020, p. 6).

À vista disso, foi criado em 2011 e implantado em 2012, o Programa Residência Pedagógica no âmbito da Política Nacional de Formação de Professores, coordenada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES). Pesquisas comprovam que o Programa Residência Pedagógica proporciona a aproximação entre a formação na graduação com as verdadeiras necessidades da escola pública, sendo um ótimo programa para a troca valiosa de conhecimentos e vivências entre universidade e escola, de forma significativa para ambos (Freitas; Freitas; Almeida, 2020, p. 6).

Tendo em vista a importância do uso de IA e vídeos digitais na Educação Matemática e a necessidade de integrar as TICs na formação de professores, neste trabalho de mestrado pretende-se investigar como ocorre a produção de vídeos de músicas matemáticas por licenciandos e professores de Matemática em colaboração com a IA. Visto a recente

popularização do ChatGPT e com isso, o retorno das pesquisas em IA na Educação, esta dissertação apresenta certo grau de relevância e inovação.

### **1.3 Objetivos da Pesquisa**

Assim, o objetivo deste trabalho é investigar a produção de vídeos de músicas matemáticas por licenciandos e professores de Matemática envolvendo o uso de aplicativos de IA. Já como objetivo específico, a pesquisa buscará compreender quais as potencialidades e limitações no uso da IA para produzir vídeos de músicas matemáticas. Para tanto, a interrogação que norteia este trabalho de mestrado é: *como professores e futuros professores produzem vídeos de músicas matemáticas com a Inteligência Artificial?*

### **1.4 Estrutura da Dissertação**

O trabalho é iniciado com a trajetória da pesquisadora até o ingresso no mestrado, depois é apontado sobre a relevância e a justificativa da pesquisa. Desse modo, são apresentados o objetivo geral e o objetivo específico do trabalho. Em seguida, é apresentado o quadro teórico, que trata sobre a Relação entre Teoria e Prática, Formação de Professores e Programas de Iniciação à Docência, a Produção de Vídeos em Educação Matemática, Inteligência Artificial em Educação Matemática e o construto teórico Seres-Humanos-Com-Mídias (S-H-C-M).

A posteriori, é apresentada a metodologia da pesquisa, trazendo aspectos sobre pesquisa qualitativa e estudo de caso na Educação e detalhes do planejamento e realização da Oficina “A Produção Audiovisual e Musical em Educação Matemática”, que foi o cenário de produção de dados da pesquisa, também sobre seus participantes e todos os módulos da Oficina. Em seguida, são apresentados os dados e a análise deles, que foi dividida em subitens: Conteúdo Matemático Que Ofereça Surpresa(s); Pensar-com-Inteligência-Artificial e a Produção Audiovisual. A título de conclusão, são apresentadas as considerações finais do trabalho com as devidas respostas aos questionamentos desta pesquisa.

## QUADRO TEÓRICO

Apresento neste capítulo o principal referencial teórico utilizado para o desenvolvimento do trabalho. A organização foi feita em quatro eixos: (a) Relação entre Teoria e Prática, Formação de Professores e Programas de Iniciação à Docência, (b) Produção de Vídeos em Educação Matemática (c) Inteligência Artificial na Educação Matemática e (d) O Construto Teórico Seres-Humanos-Com-Mídias.

### **1.5 Relação entre Teoria e Prática, Formação de Professores e Programas de Iniciação à Docência**

Ubiratan D'Ambrosio (1996, p. 79) cita que “Entre teoria e prática persiste uma relação dialética que leva o indivíduo a partir para a prática equipado com uma teoria e a praticar de acordo com essa teoria até atingir os resultados desejados.”, e ainda que levar a teoria para a prática é como um mergulho no desconhecido. Desse modo, a formação docente deve fornecer não apenas o aparato teórico para o ato de lecionar, mas também, a prática possível articulada com a teoria. Borssoi (2008) cita que a reflexão da formação docente deve perpassar pela reflexão da prática e numa formação continuada, na qual a vivência contrasta e confronta os saberes adquiridos. Cada professor constrói sua profissionalização por meio desse processo.

Uma das tentativas utilizadas para reparar essa dificuldade de passar da teoria para a prática é o Estágio Supervisionado, ocorre para aproximar o licenciando da escola de Ensino Básico, geralmente no final dos anos de graduação. O Parecer número 28, do Conselho Nacional de Educação, lançado em 2001, discorre sobre o estágio supervisionado, definindo-o como um espaço de aprendizagem, no qual um aluno dedica um tempo específico para acompanhar, aprender e trocar experiências com um profissional da sua área que já tenha certa vivência e reconhecimento, para depois poder exercer uma profissão ou ofício.

Sobre a formação inicial de professores especialistas em Matemática, Nacarato (2006) aponta que o *locus* dessa formação é diversificado, ela pode ocorrer na própria escola, em cursos de graduação ou especializações, a autora ressalta ainda que as pesquisas na área pouco ou nada tem contribuído para a aquisição de novas políticas públicas de Educação. Além disso, ele realiza uma comparação entre as Diretrizes Curriculares para a Formação do Professor da Educação Básica (Parecer CNE/CP 09/2001) e as Diretrizes Curriculares para o curso de Matemática (Parecer CNE/CES 1.302/2001), apontando que para o Bacharel, é prevista uma formação sólida, para a pesquisa e atuação no Ensino Superior, já para a licenciatura, essa

formação é menos sólida e não prepara para que o professor seja pesquisador, professor do Ensino Superior ou um formador de professores.

Tomando como base o contexto de reformulação das licenciaturas em Matemática, Nacarato (2006) destaca que é levado em consideração apenas o conteúdo matemático específico, o saber, desconsiderando o saber-fazer e o saber-ser. Nesse contexto, Gatti (2010) ressalta que há uma forte tradição disciplinar que marca os futuros professores, que se dedicam mais as demandas da sua área específica do conhecimento do que com as demandas da escola básica. Essas demandas podem ser estudadas teoricamente, porém, para Ponte (2012), os professores adquirem seu conhecimento profissional atuando como professores e refletindo sobre essa atuação:

Dessa forma, o conhecimento profissional do corpo docente está, acima de tudo, voltado para uma atividade prática (ensinar Matemática a grupos de alunos), embora seja apoiado em conhecimentos de natureza teórica (sobre Matemática, educação em geral, ou sobre o ensino de Matemática, entre outros), e em conhecimentos de natureza social e experiencial (sobre alunos, dinâmica de sala de aula, valores e cultura da comunidade correspondente, ou sobre comunidade escolar e profissional, entre outros). (Ponte, 2012, p. 3).

Assim, ensinar Matemática envolve essas duas vertentes, a atividade prática apoiada nos conhecimentos teóricos fornecidos pela formação inicial e continuada. Gatti (2010, p. 1360) destaca que a formação do professor não pode ser algo provisório, e sim, que deve "adentrar a concepção de um profissional que tem condições de confrontar-se com problemas complexos e variados, estando capacitado para construir soluções em sua ação, mobilizando seus recursos cognitivos e afetivos." Ainda nesse trabalho, a autora aponta que os cursos de licenciatura possuem certa dissonância entre o projeto pedagógico e a estrutura das disciplinas propriamente ditas. Devido às condições de trabalho, plano de carreira e desvalorização do trabalho docente, há em nosso país uma necessidade crítica de professores e há atualmente, uma falta de reconhecimento do papel da escola (Gatti, 2022).

Levando em consideração tais atribuições ao papel do professor, sabe-se que o trabalho docente requer atualização constante (Gatti, 2022) e que ser um bom professor de Matemática é uma tarefa árdua. Beatriz D'Ambrosio (1993) aponta em seu trabalho, três características desejadas em um professor de Matemática do século XXI. A primeira delas é a concepção do que é a Matemática. A autora destaca que predomina a visão absolutista da Matemática, que a encara como fria e sem espaço para erros e interpretações, se fazendo necessário professores que a entendam como uma disciplina de investigação. "Nossa sociedade em geral, e nossos alunos em particular, não veem a Matemática como a disciplina dinâmica que ela é, com espaço

para a criatividade e muita emoção”. (D’Ambrosio, 1993, p. 35). O desafio vem a ser então, mostrar aos alunos que a Matemática pode ser útil para eles, sendo uma ajuda para compreender, organizar ou explicar sua realidade. Sobre essa temática, muitos pesquisadores buscam compreender e otimizar a Imagem Pública da Matemática (Gadanidis; Scucuglia, 2020).

A autora D’Ambrosio (1993) cita que a segunda característica é a visão do que é a atividade Matemática. Nessa perspectiva absolutista, a Matemática é estática e o ato de pensar matematicamente é escondido do aluno, já que o professor prepara todos os exercícios antes do momento da aula. Esse fato pode causar no aluno a ideia de que a solução vem sem erros, sem tentativas e sem investigação. Por isso, esse processo deve ser fornecido ao aluno.

Como última característica, D’Ambrosio (1993) destaca a visão do que constitui a aprendizagem Matemática, citando que um ambiente em que se aprende Matemática é aquele que os alunos, por meio da modelagem, dos jogos, das investigações, possam propor, explorar e investigar problemas matemáticos, sendo então um processo dinâmico.

Por conseguinte, em relação a formação de professores, é necessário que haja um ambiente que favoreça a transposição de teoria e prática. Pesquisa é o que permite a interface interativa entre teoria e prática (D’Ambrosio, 1996). A pesquisa pode ser entendida como a investigação, que deve estar presente como um dos objetivos do estágio supervisionado, não só como pura prática, mas também como componente curricular, como articulação entre teoria e prática e como reflexão do espaço da escola e do processo de ensino e aprendizagem.

Gatti (2016, p. 167) cita sobre o Estágio Supervisionado: “sua programação e seu controle são precários, sendo a simples observação de aula a atividade mais sistemática, quando é feita”. Assim, o estágio supervisionado pode apresentar problemas pela falta de supervisão adequada e de oportunidades para que o licenciando realmente possa atuar. Portanto, uma alternativa para preparar os professores em formação são os programas de iniciação à docência, que são mais focados em habilidades específicas e possuem uma supervisão mais personalizada para cada aluno.

### **1.5.1 Programas de Iniciação à Docência: PIBID e PRP**

Dessa forma, foi criado em 2007 e implantado em 2009, coordenado pela Diretoria de Educação Básica Presencial da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). A iniciativa do Governo Federal visa antecipar o contato dos alunos de licenciaturas com a escola de Ensino

Básico. O PIBID é financiado pela CAPES e tem os seguintes objetivos, de acordo com o Decreto de número 7.219, de 24 de junho de 2010:

I - incentivar a formação de docentes em nível superior para a educação básica; II - contribuir para a valorização do magistério; III - elevar a qualidade da formação inicial de professores nos cursos de licenciatura, promovendo a integração entre educação superior e educação básica; IV - inserir os licenciandos no cotidiano de escolas da rede pública de educação, proporcionando-lhes oportunidades de criação e participação em experiências metodológicas, tecnológicas e práticas docentes de caráter inovador e interdisciplinar que busquem a superação de problemas identificados no processo de ensino-aprendizagem; V - incentivar escolas públicas de educação básica, mobilizando seus professores como cofomadores dos futuros docentes e tornando-as protagonistas nos processos de formação inicial para o magistério; e VI - contribuir para a articulação entre teoria e prática necessárias à formação dos docentes, elevando a qualidade das ações acadêmicas nos cursos de licenciatura. (Brasil, 2010, p. 4)

Além dos objetivos do Programa, o PIBID atua exclusivamente nas escolas públicas de Ensino Básico do Brasil, e inicialmente com licenciandos de Universidades públicas, sendo depois ampliado para as universidades privadas com fins lucrativos que tenham pelo menos um curso de licenciatura vinculado ao Programa Universidade para Todos (ProUni). A CAPES financia bolsas para as seguintes instâncias: I - bolsa para estudante de licenciatura; II - bolsa para professor coordenador institucional; III - bolsa para professor coordenador de área; e IV - bolsa para professor supervisor.

Para ingressar no PIBID, o licenciando precisa passar por um processo seletivo e dispor de pelo menos 30 horas mensais para a realização das atividades programadas para atingir as metas e objetivos propostos no projeto institucional, que deve ser submetido à CAPES pela instituição de Educação Superior interessada. O licenciando deve estar frequentando o primeiro ou segundo ano da graduação.

Por sua vez, foi criado em março de 2018, o Programa Residência Pedagógica no âmbito da Política Nacional de Formação de Professores, coordenada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES). Assim como o PIBID, o programa ocorre por meio de um processo seletivo de alunos e professores que se tornam também bolsistas no período do edital. A finalidade do PRP é aprimorar a formação inicial de alunos dos cursos de licenciatura, colocando-os em contato direto com uma instituição de ensino que seja pública, para que possam realizar atividades, projetos e aulas, com a orientação de um coordenador institucional e um docente orientador (provenientes da universidade) e um professor preceptor (atuante na escola escolhida). Os objetivos propostos pelo Programa Residência Pedagógica são:

I. Aperfeiçoar a formação dos discentes de cursos de licenciatura, por meio do desenvolvimento de projetos que fortaleçam o campo da prática e conduzam o licenciando a exercitar de forma ativa a relação entre teoria e prática profissional docente, utilizando coleta de dados e diagnóstico sobre o ensino e a aprendizagem escolar, entre outras didáticas e metodologias; II. Induzir a reformulação do estágio supervisionado nos cursos de licenciatura, tendo por base a experiência da residência pedagógica; III. Fortalecer, ampliar e consolidar a relação entre a IES (Instituição de Ensino Superior) e a escola, promovendo sinergia entre a entidade que forma e a que recebe o egresso da licenciatura e estimulando o protagonismo das redes de ensino na formação de professores. IV. Promover a adequação dos currículos e propostas pedagógicas dos cursos de formação inicial de professores da educação básica às orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). (CAPES, 2018, p. 1)

Para participar do PRP, o licenciando deve ter cursado no mínimo 50% do seu curso ou estar a partir do 5º período, essa é uma das principais diferenças entre o PRP e o PIBID. É importante salientar que até a criação do PRP em 2018, outras tentativas foram realizadas utilizando esse termo “residência” para fazer uma alusão à residência médica, por conta da imersão necessária para se estar preparado para o exercício da profissão. Os termos Residência Educacional, Residência Pedagógica, Residência Docente, integram alguns outros projetos anteriores ao PRP, abrangendo apenas uma universidade ou uma região, segundo Faria e Pereira (2019).

Ainda que o PRP se concentre na formação inicial de professores, ele tem vários outros benefícios para a Educação em sua totalidade. Ele aperfeiçoa também a formação continuada do professor preceptor que entra em contato novamente com a universidade, com professores em formação e com o docente orientador, possibilitando que a prática desse professor também seja repensada e aprimorada. Para mais, a escola escolhida, torna-se um ambiente de criatividade e vigor dos professores em formação, com novas ideias e pensamentos, colaborando para o desenvolvimento do ambiente escolar como um todo. A seguir, serão citadas pesquisas realizadas sobre o PRP e o PIBID que apontam as principais reflexões que vêm sendo feitas sobre os programas, sendo elas a relação Universidade-Escola, o bom retorno dos licenciandos participantes para a escola pública depois de formados e a minimização do “choque de realidade” com a escola em si.

O primeiro ponto a ser discutido é a possibilidade de relação Universidade-Escola. A universidade ainda não consegue acessar os conhecimentos produzidos pelos docentes da Educação Básica, nem os integrar aos conhecimentos acadêmicos, além disso, esses saberes ainda são pouco valorizados (Ambrosetti *et al.*, 2013). E essa lacuna deve ser repensada, visto que não há ensino sem pesquisa, nem pesquisa sem ensino (Freire, 1996). Santana e Barbosa

(2019) apontam, segundo suas pesquisas, que a parceria Universidade-Escola no PRP possibilita a retroalimentação dos campos prático e teórico em um processo cíclico que promove a reflexão sobre os conjuntos de práticas instauradas nas escolas com relação aos sujeitos e instituições que fazem parte da formação de professores, ou seja, a universidade. Dessa forma, pesquisas comprovam que o Programa Residência Pedagógica proporciona a aproximação entre a formação na graduação com as verdadeiras necessidades da escola pública, sendo um programa que possibilita a troca valiosa de conhecimentos e vivências entre universidade e escola, de forma significativa para ambos (Freitas; Freitas; Almeida, 2020).

André (2018) analisou em seu trabalho, professores iniciantes egressos de programas de iniciação à docência, o PIBID, o Programa Residência Pedagógica da Universidade Federal de São Carlos (que difere do PRP já citado) e o Bolsa Alfabetização<sup>1</sup>. A autora realizou um questionário com 1237 egressos desses programas de iniciação à docência no ano de 2016. Os dados apontaram que 67% dos egressos estavam atuando como docentes na Educação Básica, sendo que 61% lecionavam em públicas, o que mostrou um bom retorno do investimento desses programas. Além disso, foi constatado que esses professores recém-inseridos na profissão não tiveram um “choque de realidade” ao entrarem na escola, e sim, uma visão positiva da situação encontrada e um sentimento de competência e retorno positivo de seu trabalho com relação aos alunos.

Em sua dissertação de mestrado, Douglas da Silva Tinti (2012) fez um levantamento bibliográfico de trabalhos publicados sobre o PIBID, obtendo sete categorias de contribuições do programa, são elas: Conhecer a realidade escolar; Vivência interdisciplinar e trabalho colaborativo; Parceria Universidade – Escola; Formação Inicial com vistas a minimizar o “choque com a realidade”; Atratividade da carreira docente; Recursos Metodológicos no Ensino de Matemática; Incentivo e Inserção no universo da pesquisa científica.

Gatti (2021) afirma que o PIBID é uma das políticas de formação de professores mais consistente no país, requerido pela luta da comunidade escolar e que ele surge como um artifício para a valorização e revitalização das licenciaturas e para o questionamento e pensamento crítico dos currículos e estágios supervisionados. Sobre o Programa Residência Pedagógica, a autora descreve-o como um laço formativo com o PIBID e salienta que ainda são poucas as pesquisas sobre esses programas.

---

<sup>1</sup> Criado em 2007, visa alfabetizar crianças até 8 anos de idade, inserindo alunos de Pedagogia e Letras nas escolas públicas.

Especificamente no âmbito da Unesp, a primeira geração do PIBID se deu a partir do edital publicado em 2009 com a limitação de 12 subprojetos. O projeto institucional foi intitulado "O processo de formação de licenciandos: ações conjuntas da Universidade Pública e da Escola de Educação Básica". O PIBID na Unesp em 2011 contou com 13 subprojetos aprovados pelo edital nº001/2011/CAPES somando 103 licenciandos bolsistas. Já nesse momento, se iniciaram os encontros e oficinas para compartilhar os trabalhos realizados pelos núcleos. A partir desse primeiro momento, o PIBID na Unesp foi sendo ampliado e seu impacto nas escolas e na própria Universidade também.

Balieiro Filho (2014) relata a experiência do subprojeto de Matemática do PIBID na Unesp de Ilha Solteira. Nesse contexto, o trabalho desenvolvido era conhecer os alunos, professores e o trabalho desenvolvido na escola, auxiliar os alunos e professores com relação ao desempenho das avaliações governamentais (SARESP<sup>2</sup> - SAEB<sup>3</sup> - Prova Brasil), elaborar atividades, com os professores de Matemática das escolas, para serem desenvolvidas com as turmas. Em virtude da avaliação inicial do projeto, a supervisora e os bolsistas concordaram que houve uma melhora no desempenho dos alunos.

Com relação ao trabalho desenvolvido pelo PIBID em São José do Rio Preto em 2011, Lamas *et al.* (2014) afirma que esse subprojeto agiu nas escolas com o uso de Resolução de Problemas, jogos e recursos de informática. O grupo atuou também com monitorias complementares para alunos com dificuldade e auxílio nas provas externas, como o SARESP e a OBMEP. Houve melhora no desempenho, comportamento e postura ativa dos alunos e também melhora no IDEB e OBMEP.

Um pouco mais adiante, Bonetti *et al.* (2016) relatam sobre o trabalho realizado pelo PIBID/Unesp Câmpus Rio Claro e Guaratinguetá. As principais atividades foram identificação dos problemas do processo ensino e aprendizagem de Matemática das escolas parceiras e ações para enfrentá-las, produção de materiais pedagógicos para serem usados na escola. Já Villarreal *et al.* (2016) destaca o trabalho desenvolvido pelo Câmpus de Ilha Solteira, que trabalhou considerando as avaliações diagnósticas trimestrais e para os licenciandos de Matemática o subprojeto significou aprender, compreender, crescer e ser professor; em Presidente Prudente, que teve como foco a implementação da proposta São Paulo faz Escola e em São José do Rio Preto, que realizou um trabalho com base em jogos, materiais de Geometria, lousa digital e apoio computacional.

---

<sup>2</sup> Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar do Estado de São Paulo

<sup>3</sup> Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica

Em 2018, foi publicado um livro que tratou de alguns subprojetos de Matemática no PIBID/Unesp. Bego, Loures e Silva (2018) destacam as ações do subprojeto do Câmpus de Araraquara, que se basearam principalmente em contribuir para motivar e envolver mais os alunos no processo de ensino e aprendizagem. Já Paulo, Mondini e Zeni (2018) relataram a experiência em Guaratinguetá, que teve como objetivo trabalhar com contação de histórias para favorecer a habilidade de expressão dos alunos e o uso de materiais manipulativos, como o ábaco. Por sua vez, Silva e Balieiro Filho (2018), na cidade de Ilha Solteira, apresentaram o trabalho realizado pelo subprojeto, focando em trabalhar com Atividades Diferenciadas, como Jogos, Informática, Resolução de Problemas e História da Matemática.

Tendo em vista as publicações sobre o Programa Residência Pedagógica de Matemática na Unesp, as publicações são mais escassas. Pode-se citar Fonçatti e Morelatti (2023), que realizaram uma pesquisa no Câmpus de Presidente Prudente sobre as implicações do uso do *Lesson Study*, traduzido para o português Estudo de Aula, contexto formativo com base na colaboração e reflexão dos professores, podendo haver reaplicações das mesmas atividades com as adaptações necessárias de acordo com a reflexão e análise sobre elas na universidade. A experiência do PRP nesse contexto foi diferente do estágio supervisionado, unindo teoria e prática e aproximando escola e universidade.

Os programas de iniciação à docência têm se mostrado vantajosos quanto à formação inicial de professores em diversos sentidos, se tornando assim um *locus* de aprendizagem também de novas metodologias. O uso de tecnologias digitais pode auxiliar a compor essas novas metodologias. É importante que os professores de Matemática estejam habituados com a tecnologia. Nesse sentido, D'Ambrosio (2005) cita que, precisa-se de uma Educação na qual se destacam novas área do conhecimento, como Tecnociência, Informática, Inteligência Artificial, Internet e Globalização e ainda que:

Isso depende de uma nova formação de educador matemático, particularmente nas licenciaturas, com menor ênfase na Matemática tradicional e nas teorias de aprendizagem convencionais e maior ênfase em sociologia e antropologia, em história, na nova Matemática e nas ciências atuais, incluindo as novas ciências da mente e da cognição e um novo conceito de aprendizagem, com muita tecnologia (D'Ambrosio, 2005).

Logo, a formação do professor de Matemática deve perpassar pelas tecnologias, principalmente as tecnologias digitais. Dentre todas as metodologias que envolvem a tecnologia digital, a produção de vídeos em Educação Matemática tem sido importante na produção de conhecimento diversos e matemático.

## 1.6 Produção de Vídeos na Educação Matemática

O avanço tecnológico e o advento da internet rápida facilitaram o consumo e produção de vídeos como um todo. Esse período foi descrito por Borba, Scucuglia e Gadanidis (2014) como quarta fase na obra: “Fases das Tecnologias Digitais em Educação Matemática”. Sobre a primeira fase, os autores consideram o uso do software LOGO, que tinha como perspectiva teórica o construcionismo, por volta de 1985. O software recebia comandos e os executava por meio de uma tartaruga virtual, que poderiam formar uma figura geométrica, oferecendo “meios para que o aluno possa estabelecer relações entre representações algébricas (os comandos) e representações geométricas dinâmicas (os movimentos executados pela tartaruga)” (Borba; Scucuglia; Gadanidis, 2014, p. 28).

A segunda fase, segundo a obra citada, iniciou na primeira metade dos anos 90 por meio da popularização dos computadores pessoais. Empresas, governo e pesquisadores criaram diversos softwares educacionais (destaque aos de múltiplas representações de funções, Winplot, Fun e Graphmatica e aos de Geometria Dinâmica, Cabri Géomètre e Geometricks).

Conforme Borba, Scucuglia e Gadanidis (2014), a terceira fase (1999) aconteceu com o surgimento da internet, que na Educação, foi utilizada inicialmente como fonte de informação e como forma de comunicação entre professores e estudantes, possibilitando a criação dos cursos à distância, tanto para formar professores, quanto para formar alunos. É importante ressaltar que as fases das tecnologias digitais em Educação Matemática não devem ser consideradas separadamente, visto que há intersecções e engendramentos que se sobrepõem, como é o caso da terceira fase que vem transformando softwares da segunda e sendo influenciada pelas novas tecnologias da quarta fase.

Por último, consoante Borba, Scucuglia e Gadanidis (2014), a quarta fase teve início em 2004 com o surgimento da internet rápida e perdura até os dias atuais. Os autores citam diversos aspectos como marcos dessa fase, como o GeoGebra (que uniu as duas vertentes de softwares matemáticos da segunda fase), a multimodalidade, as comunicações online (telepresença), os celulares, as redes sociais, as performances matemáticas digitais, entre outros. Além disso, um dos principais aspectos da quarta fase são os vídeos digitais, pois com a internet rápida e as novas tecnologias que surgiram, foi possível acessar, produzir e compartilhar os vídeos de maneira simplificada e com interfaces amigáveis. Por consequência, o uso de vídeos aumentou durante essa quarta fase.

Ainda que a popularização dos vídeos na sala de aula seja algo da quarta fase, Moran (1995) apontou em um de seus trabalhos sobre os usos inadequados do vídeo em sala de aula.

O autor cita o vídeo-tapa buraco, quando o vídeo substitui um professor que se ausentou; o vídeo-enrolação, vídeo sem relação com o conteúdo; o vídeo-deslumbramento, o uso exagerado do professor que acabou de conhecer os vídeos que pode diminuir a eficácia e empobrecer as aulas; o vídeo-perfeição, quando professores que querem apenas vídeos perfeitos, visto que alguns problemas conceituais ou estéticos podem ser usados para instituir no aluno o questionamento; ou somente o vídeo, visto que o vídeo deve ser discutido, trabalhado, comentado e integrado ao assunto da aula.

Por outro lado, o autor Moran (1995) também aponta propostas de utilização dos vídeos na sala de aula, como sensibilização, ilustração, simulação, conteúdo de ensino, produção (vídeo como expressão da parte dos alunos), avaliação (dos alunos, professor ou processo), espelho (para compreender e acompanhar o comportamento de cada um) e integração/suporte (gravar programas importantes para uso na sala de aula). Tendo em vista o uso consciente e intencional do vídeo no ensino de Matemática e na sala de aula, Oechsler (2018) elenca em sua pesquisa, os vários benefícios que podem colaborar e ampliar o processo de ensino e aprendizagem de Matemática dos alunos:

- (i) aproveita-se a descontração dos alunos com a atividade para introduzir um novo conteúdo; (ii) pode-se gerar várias discussões, tanto sobre o conteúdo específico, quanto sobre o conteúdo audiovisual; (iii) consegue-se observar o material um número indefinido de vezes, parando em momento de dificuldades, retrocedendo para verificar novamente uma dúvida; (iv) pode ser utilizado em diferentes níveis educativos, com diferentes objetivos. (Oechsler, 2018, p. 51).

Esses benefícios apontados por Oechsler, podem ser observados, já que o vídeo apresenta a possibilidade de ser uma ferramenta lúdica e de ser por diversas vezes consultado. Silva (2009) investigou sobre vídeos ainda quando a temática não era tão relevante. Durante esse tempo, os vídeos que os professores tinham disponíveis, muitas vezes, eram os transmitidos pela TV, como é o caso dos programas TV Escola e do Telecurso 2000. Mesmo que era possível ter acesso a esse acervo, os professores não os utilizavam por conta de vários motivos (Cavalcanti, 2012), questões de infraestrutura, dificuldades do acesso ao TV Escola e falta de informação, carência para formação específica para o uso dos vídeos, quantidade de alunos na sala de aula, resistência por parte do professor, crença de que os alunos não têm conhecimento compatível com o uso dos vídeos, falta de tempo de preparação e para vivência em sala de aula.

Alguns desses motivos já podem ser considerados superados, como dificuldade do acesso, já que estamos com um arsenal de vídeos na plataforma do Youtube, por exemplo, bem como a questão do conhecimento dos alunos. Atualmente, muitos são os alunos que sabem, por meio das redes sociais, produzir e consumir esse tipo de conteúdo. Porém, os outros motivos,

como a questão de infraestrutura e carência para formação específica para uso de vídeos ainda são realidade. Por isso, pesquisas apontam que o uso de tecnologias digitais na sala de aula das escolas públicas no que diz respeito às escolas do estado de São Paulo ainda não apresentam uso satisfatório dessa mídia (Javaroni; Zampieri, 2019).

Nesse contexto, existem muitas formas de se usar o vídeo na sala de aula. Por exemplo, Borba e Oechsler (2018) realizaram uma revisão de literatura sobre vídeos utilizados na Educação e apontaram três usos para eles: vídeos de gravações de aulas, que auxiliam o professor a repensar sua prática docente, vídeo como recurso didático e a produção de vídeos, tanto por parte dos alunos quanto dos professores. Quanto ao cenário atual de pesquisas sobre uma dessas formas, a produção de vídeos e Educação Matemática, os autores Santos, Sant'ana e Sant'ana (2023) buscaram investigar as características das teses e dissertações com essa temática. Apontaram que dentre os documentos encontrados, o conteúdo de vídeos associada à Educação Matemática, especificamente no que diz respeito à produção de vídeos por alunos, é uma tendência nas pesquisas, além disso, é recente, visto que o trabalho mais antigo encontrado foi de 2016. Ainda destacam que:

Quanto aos resultados dos trabalhos, estes indicam que a utilização de vídeos produzidos por estudantes auxilia na construção de aprendizagens matemáticas, no engajamento dos estudantes no processo de ensino, na melhora da imagem pública da Matemática, no desenvolvimento de habilidades comunicativas e criativas e no processo de avaliação distensionando o “medo” pela prova escrita (Santos; Sant'ana; Sant'ana, 2023, p. 10).

Assim, percebe-se o potencial desta tecnologia digital no processo de ensino da Matemática. Quanto aos trabalhos realizados com a temática vídeos e Educação Matemática, é possível elencar diversos. Em sua maioria, tratam da teoria S-H-C-M, que será abordada na seção 2.4 desta dissertação. Com relação ao processo de utilização do vídeo, todos os trabalhos que investigam vídeos foram produzidos ou por alunos da Educação Básica (Oechsler, 2018); alunos da Educação Superior, e nesse caso, licenciandos em Matemática (Fontes, 2019; Neves, 2020; Souza, 2021; Ianelli, 2022); por professores de Matemática, atuando em sua formação continuada (Canedo Junior, 2021); e por fim, professores de Matemática e seus alunos no contexto do Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática (FVDEM) (Domingues, 2020; Carvalho, 2023).

Oechsler (2018), em sua tese de doutorado, investigou qual a natureza da comunicação quando vídeos são produzidos na sala de aula de Matemática na Educação Básica. A pesquisadora realizou seu trabalho em turmas do nono ano de três escolas, nas quais os alunos se organizaram em grupos e produziram vídeos com conteúdo matemático. A produção foi

embasada na teoria S-H-C-M, da Semiótica e da multimodalidade, o processo apresentou caráter coletivo e multimodal que contribuiu para a aprendizagem e a comunicação dos produtores.

Também à luz da perspectiva teórica S-H-C-M, em sua tese de doutorado, Domingues (2020) tratou do movimento e criação do I FVDEM. O autor aponta que foram necessárias adaptações no festival para que ele fosse possível, e nos vídeos inscritos para que fossem submetidos, trazendo a reflexão que o festival molda a sala de aula, assim como a sala de aula molda o festival.

Esse evento foi o *lócus* de vários trabalhos dos integrantes do Grupo de Pesquisas em Informática, outras Mídias e Educação Matemática, GPIMEM, do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Unesp de Rio Claro, por ser um festival anual que une professores, alunos, universitários e até a comunidade em geral. Ianelli (2022), por exemplo, em sua dissertação de mestrado, investigou aspectos da Imagem Pública da Matemática (IPM) em vídeos do FVDEM por meio de quatro vídeos produzidos por licenciandos em Matemática. Nessa perspectiva, a imagem da Matemática retratada remeteu a sentimentos bons, diálogos e humanização da disciplina, demonstrando certa plasticidade e criatividade. Em uma pesquisa mais recente, Carvalho (2023), em sua tese de doutorado, pesquisou sobre a forma que os vídeos do FVDEM expressam Matemática. Em sua tese, Carvalho (2023) também se apoiou na teoria S-H-C-M, em uma perspectiva crítica e em ideias freirianas ligadas com os fundamentos da Educação Matemática Crítica. Como conclusão, a autora da tese aponta que os vídeos são agentes de deslocamento do saber na ação educativa, tendo potencial para agir na transformação social e na construção da mudança da consciência humana.

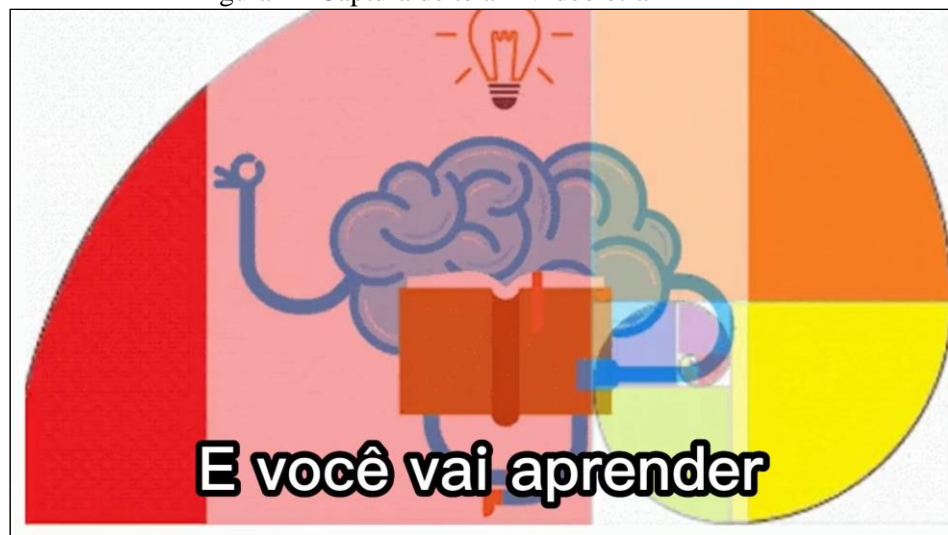
Várias pesquisas apontam o vídeo como um *lócus* de multimodalidade. Nesse sentido, apontamos os estudos de Neves (2020), que em sua tese de doutorado, investigou como os recursos semióticos, linguagem, simbolismo matemático, imagens, linguagem corporal, músicas e sons que são combinados na produção de vídeos por licenciandos em Matemática. A combinação dos recursos semióticos recebe o nome de intersemiose. A autora sugere que os licenciandos utilizaram recursos semióticos da Matemática tradicional e recursos da linguagem cinematográfica, a fim de produzir significados a conteúdos matemáticos.

Nesse mesmo trabalho, Neves (2020) trabalhou com a Teoria Sistêmico Funcional que investiga como os significados são produzidos por meio de recursos verbais e não verbais individualmente ou como sistemas inter-relacionados, variação que pode produzir diferentes significados. No caso dos vídeos, esses recursos são combinados, apresentando a multimodalidade. “Os vídeos são, então, vistos como fenômenos multimodais, pois os recursos

utilizados para expressar uma mensagem são materializados de forma auditiva e visual” (Neves, 2020, p. 42).

Como continuação dessa pesquisa, Borba, O’Halloran e Neves (2022) apontam que a multimodalidade se refere a produzir significados por meio da combinação de recursos semióticos, e que esses podem interagir para realizar papéis específicos, em virtude do potencial diversificado em representação e significado. Além disso, os autores relatam que os vídeos têm um papel importante na multimodalidade da Matemática, pois expandiram as possibilidades de comunicá-la tanto para os estudantes de Matemática, quanto para a comunidade em geral. Anterior aos vídeos digitais, a comunicação Matemática era realizada apenas por meio da linguagem verbal, do simbolismo matemático e de imagens matemáticas e o vídeo permitiu que todos esses recursos fossem combinados com recursos semióticos comuns da linguagem audiovisual/cinematográfica, como efeitos visuais e sonoros, músicas, entre outros. Especificamente no discurso matemático, esse fato permite associações entre o conteúdo do vídeo e as emoções de quem o assiste, influenciando qualitativamente o processo de ensino e possibilitando que a Matemática seja apresentada de uma maneira mais próxima do cotidiano das pessoas. Na Figura 2, é possível visualizar um exemplo dessa multimodalidade da música “Razão Áurea” realizada pelo Grupo 1 da Oficina proposta neste trabalho.

Figura 2 - Captura de tela – Videoletra 1



Fonte: Dados da Pesquisa da autora.

Em sua pesquisa de doutorado, Canedo Junior (2021), investigou como o vídeo digital participa das práticas de Modelagem Matemática, quando o problema é proposto por um vídeo. Tem como um dos referenciais teóricos, o construto S-H-C-M.

Com relação a pesquisas com licenciandos em Matemática na modalidade a distância, pode-se destacar o trabalho de Fontes (2019), que em sua dissertação de mestrado, investigou como diversos fatores têm o poder de guiar o modo como a Matemática foi comunicada por meio dos vídeos produzidos por um projeto chamado "E-licm@t-tube". Os fatores que influenciaram foram a visão de cada um e seu processo de aprendizagem da Matemática, seu conhecimento tecnológico e o contexto no qual estavam inseridos durante o processo. No mesmo contexto, Souza (2021), em sua tese de doutorado, investigou as produções e respostas de um questionário, objetivando compreender como licenciandos em Matemática a distância expressam conteúdos matemáticos por meio de vídeos digitais, à luz da teoria S-H-C-M, fílmica e multimodalidade. O autor constatou que os alunos optam por diferentes formas de apresentação da Matemática, usando a técnica Matemática e recursos semióticos como, a linguagem, o simbolismo matemático e a exibição visual para produzirem seus significados. Além disso, ele apontou que essa mídia não substitui as demais, como lápis e papel, e sim se combina com elas.

Considerando o cenário de uma turma de licenciatura em Matemática híbrida, Cunha (2023), em sua tese de doutorado, analisou os papéis dos vídeos neste contexto. O autor cita que os resultados indicaram que o vídeo passou de artefato para sujeito e comunidade nos sistemas de atividade. No contexto no qual a pesquisa ocorreu, do isolamento em razão do COVID-19, os vídeos desempenham dois papéis, o de agente mobilizador da ampliação da sala de aula e o de presença virtual do professor.

Quanto ao uso dos vídeos na Educação Matemática, pode-se citar os que são utilizadas para transmitir um laboratório virtual, por meio de vídeos de experimentos reais. Os professores Qawaqneh, Ahmad e Alawamreh (2023) realizaram um estudo sobre o uso de laboratórios virtuais no ensino de Matemática e dividiram 80 alunos em três grupos, o primeiro grupo trabalhou os conteúdos de matemática utilizando laboratórios virtuais fundamentados em Inteligência Artificial; o segundo grupo trabalhou os conteúdos de matemática utilizando laboratórios virtuais alicerçado por imagens em 3D e o terceiro grupo foi submetido ao modelo tradicional de Educação. Como resultado, eles puderam perceber que a motivação para aprender Matemática foi maior no primeiro grupo do que no segundo, que por sua vez foi maior do que o índice de motivação do terceiro grupo de alunos.

No que diz respeito ao uso de tecnologias na Educação Matemática, é possível citar a produção e utilização de vídeos matemáticos, como feito acima, como também outros aspectos, por exemplo o citado no trabalho anterior (Qawaqneh; Ahmad; Alawamreh, 2023), a Inteligência Artificial (IA).

## 1.7 Inteligência Artificial na Educação Matemática

A priori, antes de discutir como a IA vem atuando nos sistemas educacionais, é necessário compreender o que é a Inteligência Artificial. Alan Mathison Turing (1912 - 1954) estabeleceu os fundamentos para os estudos sobre Inteligência Artificial quando considerou a possibilidade de conhecer se as máquinas poderiam pensar ou não. Assim, em 1950, Turing publicou um artigo intitulado: *Computing Machinery and Intelligence*, no qual discutiu o conceito de inteligência de máquina e, ainda, nesse artigo, estabeleceu o teste de Turing que teve como intuito determinar a capacidade de uma máquina de exibir um comportamento inteligente que não se pode distinguir do comportamento de um ser humano. Desse modo, podemos afirmar que esse teste se converteu em um conceito fundamental nas pesquisas sobre Inteligência Artificial e, portanto, estimulou diversas ideias e debates acadêmicos sobre inteligência de máquina e, também, sobre filosofia da mente.

Certamente, os avanços tecnológicos possibilitaram que as máquinas inteligentes de Turing fossem aprimoradas, fazendo com que no ano de 1956, o termo “Inteligência Artificial” fosse introduzido pelo cientista da computação John McCarthy, e assim, a IA se tornou um campo da Ciência.

Uma das definições mais interessantes de IA é a de Rich e Knight (1994): a IA é o estudo de como fazer com que computadores realizem coisas que, atualmente, os humanos fazem melhor. Além disso, uma definição mais técnica foi trazida por Picão *et al.* (2023, p. 198) “A IA pode ser definida como um conjunto de algoritmos e técnicas que permitem que as máquinas aprendam a partir de dados e experiências anteriores, e possam tomar decisões de forma autônoma”.

Sabe-se que a Inteligência Artificial é uma ciência multidisciplinar que possui intersecções com a área da Engenharia, Computação, Lógica, Probabilidade e com as ciências neurológicas: “Por um lado, uma ciência, que procura estudar e compreender o fenômeno da inteligência, e, por outro, uma área da engenharia, na medida em que procura construir instrumentos para apoiar a inteligência humana” (Pozzebom; Frigo; Bittencourt, 2004).

Por possuir esse caráter muito abrangente, indo desde buscas e recomendações a controle de carros e robôs industriais, a IA causa diferentes sensações, pois algumas pessoas pensam que ela pode ajudar e ser a salvação do mundo, já outras, pensam que ela pode ser o fim dele (Borba; Balbino Junior, 2023). Tendo em vista essa dicotomia, é necessário ponderar as vantagens e desvantagens do seu uso em diversas áreas do conhecimento, como por exemplo na Educação. Segundo Bates (*apud*. Tavares; Meira; Amaral, 2020) as primeiras iniciativas de

utilizar a IA nos processos educacionais foram em meados de 1980, primeiramente na aritmética, com o uso dos Sistemas Tutores Inteligentes para ajudar alunos em suas dificuldades. Com o passar do tempo, a IA foi se expandindo e tomando outros rumos na Educação. Segundo Giraffa e Santos (2023), sua aplicação nesse contexto pode ser subdividida em algumas áreas, são elas:

**1. Sistemas Tutores Inteligentes (STI):** Oferecem auxílio individualizado para cada estudante, considerando suas necessidades e habilidades específicas. Podem também dar feedbacks, respostas de exercícios e roteiros personalizados aos usuários.

**2. Aprendizado Adaptativo:** Se assemelha ao STI, mas é mais geral, abrangendo métodos de ensino, ritmos de aprendizado e adaptação do conteúdo.

**3. Análise de dados educacionais:** São analisados a grande quantidade de dados escolares, como por exemplo, notas dos estudantes, registros de presença, testes e outros. O objetivo é extrair padrões usando técnicas estatísticas básicas, que podem prever o desempenho acadêmico dos alunos, avaliar o ensino, prever os índices de evasão escolar, entre outros.

**4. Reconhecimento de Fala e Linguagem Natural:** Essa área da IA na Educação usa técnicas para interagir e compreender a linguagem falada e escrita (adentrando a ideia dos chatbots).

**5. Gamificação, Jogos e Simulação:** É o uso da IA para criar ambientes de aprendizado, baseado em jogos e simulações interativas, a fim de trazer motivação e interação aos alunos.

**6. Modelos de Predição e Recomendação:** Estes preveem o desempenho e as necessidades de cada estudante, oferecendo atividades específicas para ajudar no progresso de cada um desses alunos.

**7. Realidade Virtual e Realidade Aumentada:** O objetivo é desenvolver ambientes de aprendizagem imersivos e interativos utilizando essas tecnologias atreladas à IA.

Parreira, Lehman e Oliveira (2021) apontam que as IAs são classificadas em restritas ou gerais. As restritas, são aquelas que imitam comportamentos humanos somente em um grupo específico de tarefas, como, por exemplo, jogar um jogo (xadrez), manter uma conversa simples, tocar uma música, e assim por diante. Já o segundo tipo é mais complexo e pode realizar mais de uma categoria de tarefas e resolver vários problemas com inteligência, “A Inteligência Artificial geral existe quando o sistema tem um processador adequadamente programado, uma ‘mente’, com entradas e saídas corretas, no sentido em que os humanos têm mentes” (Parreira; Lehman; Oliveira, 2021, p. 980).

Dentre as vantagens que a IA apresenta aplicada aos sistemas educacionais, podemos afirmar a motivação e a interação que os estudantes sentem ao trabalhar com tecnologias atuais

e recursos novos, que prendem sua atenção, avaliam a aprendizagem dos conteúdos e testam seu conhecimento (Pozzebom; Frigo; Bittencourt, 2004), tornando o processo de ensino aprendizagem mais divertido e eficaz. Ademais, um dos principais fatores positivos é a personalização e adaptação do conteúdo e do aprendizado para cada aluno. De maneira individualizada, a IA tem se mostrado muito eficiente na Educação (Vicari, 2021). Não apenas para dificuldades cognitivas, mas a IA também pode auxiliar alunos com alguma deficiência específica. Já nos cursos de Educação a Distância (EAD) e nos ambientes de aprendizado virtuais, a IA pode monitorar o desempenho dos estudantes, personalizar o ensino e analisar a grande quantidade de dados que permeia essa modalidade (Picão *et al.*, 2023). Logo, são vários os benefícios da IA na Educação e na Educação Matemática.

Porém, é necessário explicitar que essa aplicação também traz desvantagens e inseguranças, e essas, mesmo não sendo o foco principal deste trabalho, não podem ser desconsideradas. Um dos objetivos da IA é substituir tarefas humanas, e se isso for levado de maneira literal, causa certas controvérsias em relação a essencialidade do professor dentro da sala de aula (Tavares; Meira; Amaral, 2020). No entanto, Giraffa e Santos (2023) afirmam que existem limitações no recurso tecnológico que utiliza IA, pois ainda não nos é possível um dispositivo que tenha todos os sentidos, olfato, tato e visão. Já o professor, utiliza todos esses recursos para o processo de ensino, obtendo os feedbacks do entendimento do aluno ou da falta dele. Assim, o professor humano não será substituído.

Outro ponto negativo da utilização das IAs na Educação e em todas as esferas da vida humana é em relação à segurança dos dados e às questões éticas que estão envolvidas. Vicari (2021) chama atenção para a importância de se evitar que os sistemas aprendam com possíveis vieses e que os dados do usuário sejam usados para além de prever o seu comportamento, mas para direcionar suas escolhas. A autora ainda destaca que apesar dos resultados do uso da IA, principalmente do STI, serem de grande valia para os alunos de maneira individual, ainda não se têm evidências sobre o uso coletivo dessas tecnologias.

Além disso, existem as questões éticas que envolvem o uso da IA na Educação. Modesto (2023), em seu mestrado, aponta que não existe um marco regulatório da IA na Educação no Brasil, assim, ele realizou uma revisão de literatura e uma análise de conteúdo para apontar princípios éticos para o uso de IA na Educação: autonomia, privacidade, justiça, responsabilidade e transparência. Desse modo, é importante dar relevância a esse fato, pois existem muitas vantagens no uso da IA, mas também existem esses pontos não tão bons que foram retratados.

Várias outras pesquisas vêm sendo feitas atrelando IA e Educação. Gatti (2019) realizou em sua pesquisa de mestrado, uma revisão de literatura entre os anos de 1995 e 2018, encontrando certa incidência de pesquisas sobre IA e Educação, mas todas com o foco de utilizar a IA como ferramenta e não como objeto de estudo e investigação. Confirmando essa afirmação da autora, pode se citar a pesquisas como a de Domeneghini (2022), que em sua dissertação, apontou a importância do uso dos STI na sala de aula para que os avanços tecnológicos do cotidiano adentrem nos espaços educacionais. Já Mattos (2022), em sua tese de doutorado, aponta compreensões sobre ambientes de programação intuitiva utilizado nos processos educacionais de Matemática, a partir das relações entre o Design de Interação e a IA incentivando o uso de linguagens de programação para possibilitar que os alunos sejam não somente consumidores, mas também criadores de tecnologias, superando a IA como ferramenta.

Com relação à IA e sua evolução, uma das tecnologias mais recentes (2023) que tiveram grande reconhecimento e um enorme número de usuários foi o ChatGPT, desenvolvido pela OpenAI, uma empresa de pesquisa em Inteligência Artificial fundada em 2015, com sua sede localizada em São Francisco, Califórnia, nos Estados Unidos. O ChatGPT é um chatbot alimentado com uma quantidade imensa de dados e que utiliza a probabilidade para formar respostas de problemas simples e complexos, realizar tarefas e interagir com as pessoas.

A autonomia e adaptabilidade de programas baseados em IA, são executados a partir de algoritmos que têm a capacidade de mapear e cruzar informações em um banco de dados e formular uma resposta bem elaborada sem intervenção humana, embora possa parecer uma produção humana (Santos; Sant'ana; Sant'ana, 2023, p. 4).

Dessa forma, o ChatGPT atua de acordo com a vasta gama de informações datadas até setembro de 2021, em sua versão ChatGPT 3.5, que foi a utilizada para realização deste trabalho. Inicialmente, ele tinha o objetivo de realizar cálculos, escrever códigos de programação e assim por diante, mas hoje, ele se mostrou um sistema que pode responder a qualquer pergunta, trabalhando com redes neurais artificiais e se assemelhando com uma conversa naturalmente humana. Essa capacidade assombrou as pessoas e levantou questionamentos sobre o fim das escolas e do professor. Porém, toda nova tecnologia possui esses assombramentos iniciais e esse medo do “novo”. Borba e Balbino Junior (2023) afirmam que o mesmo aconteceu quando surgiram as calculadoras e o computador, que se mostraram uma grande evolução para todas as disciplinas, especialmente a Matemática.

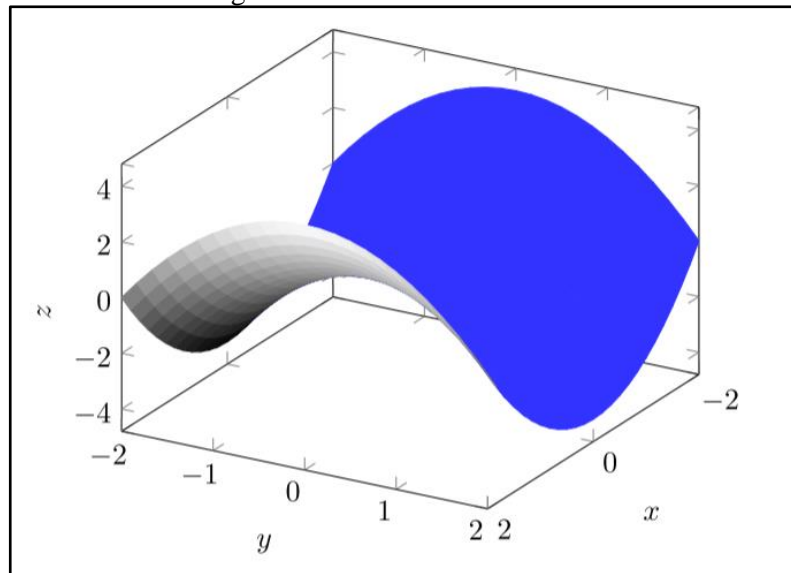
O ChatGPT tem várias aplicações na Educação para os alunos, como realizar uma pesquisa e “responder as perguntas feitas pelos professores, resolver problemas de matemática;

redigir textos na íntegra (poesias, redações, resenhas, artigos); esquematizar os tópicos de apresentações, de Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC) e até de dissertações de mestrado” (Grossi *et al.*, 2023, p. 3). Já Borba e Balbino Junior (2023) explicitam seu uso na Matemática com exercícios personalizados e adaptados, o fornecimento de soluções exatas e claras que trazem também seu detalhamento e passo a passo.

Santos, Sant'Ana e Sant'Ana (2023) realizaram um estudo exploratório-descritivo que estudou o ChatGPT com testes repetitivos e analisou empiricamente esses dados. Para resolução de exercícios, o robô utilizou propriedades operatórias do log, do cálculo das coordenadas do foco e conteúdos sobre a equação geratriz de uma parábola, além disso, ainda resolveu uma situação-problema acerca do lucro de uma empresa. O programa resolveu corretamente as demandas e ainda realizou a explicação passo a passo. Assim, os autores destacaram que com o software, os estudantes poderão corrigir exercícios, tirar dúvidas, elaborar roteiros para vídeos e os professores poderão utilizar para elaboração, compreensão e correção de questões, otimizando seu trabalho e poderão realizar a laboração de planos de aula. Como outras pesquisas apontam, essa IA ainda tem problemas com exercícios de Matemática mais complexos. Ademais, é possível que os alunos utilizem essa facilidade apenas copiar as resoluções dos exercícios sem nenhum esforço, o que seria prejudicial para seu processo de aprendizagem.

Explorando outro aspecto da Matemática, Salvador e Piton-Gonçalves (2023) realizaram um estudo de caso com alunos de licenciatura em Matemática e obtiveram o resultado de que o ChatGPT também é capaz de gerar gráficos de funções em duas ou três dimensões utilizando a linguagem LATEX. A Figura 3 representa um gráfico que é produção do ChatGPT:

Figura 3 - Gráfico da sela



Fonte. Salvador, Piton-Gonçalves (2023)

Porém, assim como no caso da IA, o ChatGPT possui suas limitações. Como citado, atualmente, na versão GPT 3.5, ele é alimentado por um banco de dados que parou em janeiro de 2022, isso ocasiona em perdas com relação a tudo que ocorreu depois dessa data, ou seja, ele não é conectado à Internet. Além disso, o sistema pode responder perguntas de maneira errônea, construindo uma lógica que pode até convencer, esses momentos são chamados “alucinadas”, termo utilizado para classificar as vezes que o chat oferece uma resposta fora de contexto. Esse fato pode comprometer a confiabilidade dos dados (Borba; Balbino Junior, 2023). Segundo Salvador e Piton-Gonçalves (2023; p. 3), é nesse contexto que o papel do professor se torna essencial, “Nesses casos é que entra o papel fundamental do professor de Matemática, como um questionador, crítico e verificador do conhecimento sobre as informações fornecidas pelo ChatGPT, garantindo assim a qualidade e a precisão dos resultados para os estudantes”.

Sant'Ana, Sant'Ana e Sant'Ana (2023) relataram sua experiência testando o ChatGPT no planejamento e execução de atividades e planos de aula em uma turma de licenciatura em Matemática e foi notado que muitas vezes, para se chegar em respostas de perguntas mais complexas, eram necessárias adaptações na pergunta realizada, acrescentando alguma informação ou especificando de maneira patente o que estava sendo solicitado. Esse fato também demonstra a importância do professor no uso da ferramenta, pois, em uma interação com o ChatGPT, professores e alunos devem fazer perguntas da maneira correta, para que o resultado seja atingido.

uma solicitação e/ou pergunta na justa medida do que queremos ou realizar um processo iterativo de refinamento da mesma, para que a resposta se

aproxime daquilo que esperamos, um possível “ponto de parada” vai depender do quanto conseguimos ser específicos ao perguntar/solicitar (Sant'ana; Sant'ana; Sant'ana, 2023, p. 78).

Assim, quanto mais detalhes e comandos forem solicitados ao ChatGPT, pode-se afirmar que o resultado será mais eficiente, esse processo também pode acontecer em interação com o chat, visto que o contexto da pergunta é levado em consideração no momento de ser fornecido a resposta. Dessa forma, o ser humano que usa o ChatGPT pode, de certa forma, moldar o seu resultado, de acordo com os seus comandos. Essa relação entre o usuário e o Chat, pode ser vista como uma relação seres-humanos-com-ChatGPT, conforme a teoria S-H-C-M.

### **1.8 O Construto Teórico Seres-Humanos-Com-Mídias**

Com relação às tecnologias aplicadas à Educação, é inegável que há mudanças na construção do conhecimento a cada época que passa e a cada nova tecnologia que surge. No começo, os problemas eram resolvidos apenas com lápis e papel, e essas mídias tinham o poder de participar desse processo. Logo depois, as calculadoras já mudaram a rapidez dos cálculos e possibilitaram ir mais longe. Chegando aos dias atuais, o computador surgiu com os softwares que trabalham com funções, gráficos, entre outros, que reorganizavam então, o pensamento e as conexões para a produção do conhecimento. Surgiram então os vídeos mais acessíveis, jogos e até Inteligência Artificial. Cada uma dessas mídias vem para modificar a maneira que aprendemos e ensinamos.

Nesse contexto, Borba e Villarreal (2005) enunciam o construto teórico S-H-C-M, ressaltando que, em cada processo de produção de conhecimento, o ser humano está fazendo uso de alguma mídia, seja ela a oralidade, a escrita, ou mesmo as mídias digitais, como é o caso desta dissertação. A principal ideia que os autores apontam que esse uso de alguma mídia, na verdade não faz dela apenas uma ferramenta, e sim, uma co-autora daquele conhecimento, de acordo com suas potencialidades.

Os seres humanos, ao interagirem com as mídias, reorganizam o pensamento de acordo com múltiplas possibilidades e restrições que elas oferecem. A presença ou a ausência delas influencia o tipo de conhecimento produzido, e o uso ou o surgimento de uma determinada mídia não invalida ou extingue outra, embora a coloque, muitas vezes em uma posição distinta da que ocupava em momento anterior (Souto; Borba, 2016, p. 222).

Assim, nesta dissertação, serão exploradas as maneiras que o ChatGPT e a Inteligência Artificial em si, moldam o pensamento do ser humano e como também o ser humano molda essas mídias. Nesse sentido, Borba (2021) destaca os pensamentos de Tikhomirov sobre a

maneira que os computadores afetam a cognição humana, que apontou três teorias acerca do tema.

A primeira teoria do autor é chamada “substituição”, na qual acredita-se que o computador surgiu para substituir o ser humano, já que realiza as mesmas tarefas que ele e na maioria dos casos comete menos erros, o que não considera a complexidade do pensamento humano. A segunda teoria é a “complementação”, na qual cada parte do pensamento é feita por um dos atores, o computador resolve o que é mais difícil para o homem e vice-versa, pensando sobre o processo apenas quantitativamente e em pequenas partes, não de maneira global. Desse modo, as duas primeiras teorias possuem suas controvérsias.

Já a terceira teoria, da “reorganização”, propõe um sistema formado por ser-humano-computador, em que o computador veio para reorganizar o pensamento do ser-humano e atuar como ele no processo. Esse conceito se engendra com a ideia de Pierre Lévy (1993), quando cita sobre coletivos pensantes:

Lévy por sua vez, ao contemplar as dimensões técnicas e coletivas da cognição, conceitua a expressão ecologia cognitiva, e vivenciando as novas possibilidades da informática, sugere um sistema para além da proposta de Tikhomirov, que componha um coletivo pensante de homem-coisas (Souto; Borba, 2016, p. 222).

Assim, essa ideia intitulada S-H-C-M dos autores Borba e Villarreal (2005), foi inspirada na ideia de reorganização do pensamento de Tikhomirov atrelada ao conceito de coletivos pensantes de Pierre Lévy, na qual “a mídia não se limita a mediar/potencializar o conhecimento humano, mas exerce protagonismo na produção de conhecimento como 'atriz não humana” (Santos; Maia; Souto, 2022, p. 5), e essa produção ocorre formando um coletivo pensante entre o ser humano e as mídias.

Esse coletivo pode ser formado por diversas mídias, como o vídeo, explorado neste trabalho. Como visto, diversas pesquisas, principalmente pesquisas do GPIMEM, exploram a teoria S-H-C-M na perspectiva de vídeos. Em sua análise dos vídeos do FVDEM, Carvalho (2023) cita que os vídeos e as mídias envolvidas na produção de vídeos têm o poder de gerar discurso, modelar palavras e que a escolha da palavra é de autoria coletiva entre os atores humanos e não humanos, socialmente construída, cujo vídeo no FVDEM é comunicado pelos autores, extrapolando a escola. Já Domingues (2014) enuncia o pensar-com-vídeos durante o processo de utilização e produção de vídeos com alunos de Ciências Biológicas no estudo de Matemática Aplicada. Em sua tese de doutorado, Domingues (2020) aponta o vídeo como agente de papel duplo, tanto como artefato, quanto como ator do processo de produção de conhecimento.

Nesse cenário, Oechsler (2018) destaca o construto seres-humanos-com-mídias para produzir vídeos, e não seres-humanos-com-vídeos, visto que cada etapa da produção de vídeos contou com diversos autores, como os softwares de produção de imagens, os softwares que ajudam na interação entre os alunos, e aqueles que auxiliam na pesquisa sobre o tema. Todas essas mídias foram agentes na produção do conhecimento matemático. Como é o caso desta dissertação, em que há foco na produção de vídeos de músicas matemáticas por licenciandos e professores de Matemática envolvendo o uso de aplicativos de IA.

Nesse sentido, quando a IA é utilizada como parte da produção de conhecimento, num construto S-H-C-M, é possível falar da metáfora seres-humanos-com-inteligência-artificial. Da mesma maneira, é possível enunciar o coletivo pensante seres-humanos-com-chatGPT, ou como neste trabalho, professores-com-ChatGPT ou licenciandos-com-ChatGPT, visto seu impacto nessa geração, “É possível pensar que o ChatGPT seja mais uma tecnologia digital e que teremos que pensar em como um coletivo de seres-humanos-com-ChatGPT produz conhecimento” (Borba; Balbino Junior, 2023, p. 153).

Atualmente, a noção de seres-humanos-com-mídias explora diversas questões sobre a teoria da atividade e o conceito de *agency* de Bruno Latour. A teoria da atividade destaca a maneira como as ferramentas, incluindo as mídias digitais, não são apenas instrumentos passivos, mas agentes ativos que influenciam e são influenciados pelos seres humanos no processo de construção do conhecimento. Latour, em sua abordagem, argumenta que as entidades não-humanas (como as tecnologias e as mídias) possuem *agency*, ou seja, têm a capacidade de agir e afetar o curso das atividades humanas. Isso sugere que, na educação, as mídias digitais não apenas facilitam o aprendizado, mas também reconfiguram as relações e processos envolvidos na aprendizagem.

O conceito de *agency* possui grande potencial para ser explorado no uso de IA na Educação Matemática. A IA, vista como um agente ativo, pode transformar a maneira como o conhecimento matemático é produzido e compartilhado. Quando utilizada em um contexto de seres-humanos-com-IA, como no caso da produção de vídeos educativos ou na criação de poemas matemáticos, a IA não apenas auxilia o processo, mas também co-participa na produção de conhecimento, influenciando as decisões pedagógicas e as formas de representação matemática. Assim, explorar a *agency* da IA na educação pode revelar novas dinâmicas de aprendizagem e novas formas de interação entre professores, alunos e tecnologias.

Nesse contexto, Scucuglia e Carvalho (no prelo) desenvolveram um estudo que investiga o uso de aplicativos de inteligência artificial (IA) por professores em formação e professores em serviço na criação de poesias e músicas matemáticas como uma forma de

engajamento em experiências matemáticas estéticas (EME). Realizado em um programa de formação de professores no Brasil, o estudo envolveu sete participantes (cinco licenciandos e dois professores) em um curso online de 40 horas. O curso, oferecido por meio de sessões síncronas via *Google Meet* e atividades assíncronas no Google Classroom, resultou na produção coletiva de poesias e músicas matemáticas. A análise das atividades desenvolvidas por dois grupos, com base no referencial teórico de seres-humanos-com-mídias, revelou como a IA, especialmente o ChatGPT, atuou como um catalisador no processo criativo, com os professores desempenhando um papel fundamental no refinamento do conteúdo matemático e educacional. À medida que os licenciandos interagiam com o ChatGPT, sua expertise foi crucial para transformar as ideias geradas pela IA em materiais pedagogicamente valiosos.

Cabe, nesse sentido, agora apresentar o capítulo de metodologia da presente pesquisa.

## METODOLOGIA DA PESQUISA

Nesta seção será apresentada a metodologia desta pesquisa. Dessa forma, a pesquisa qualitativa e o estudo de caso serão retratados. Além disso, será feita uma descrição dos procedimentos adotados durante o planejamento, a produção, a execução e a análise dos dados.

### 1.9 A pesquisa Qualitativa

É aceito por diversos autores que a escolha de uma metodologia específica é dada de acordo com os objetivos e das questões que se busca responder (Matos; Carreira, 1994). Assim, como a pergunta norteadora desta pesquisa é “*Como professores e futuros professores produzem vídeos de músicas matemáticas com a Inteligência Artificial?*”, se faz necessário pensar sobre a pesquisa e o motivo da escolha pela pesquisa qualitativa.

Conforme aponta Bicudo (2012, p. 20), “pesquisar é perseguir uma interrogação em diferentes perspectivas, de modo que a ela podemos voltar uma vez e outra ainda e mais outra”. Nesse contexto, a pesquisa na Educação colabora para responder a questionamentos e estimular a discussão e a continuação da investigação em um dado contexto, sendo possível voltar à inquietação diversas vezes, de acordo com a evolução da humanidade e dos recursos disponíveis. Nessa perspectiva, a pesquisa em Educação Matemática é majoritariamente qualitativa (Bicudo, 2012). A autora citada entende pesquisa qualitativa como:

Um modo de proceder que permite colocar em relevo o sujeito do processo, não olhado de modo isolado, mas contextualizado social e culturalmente; mais do que isso e principalmente, de trabalhar concebendo-o como já sendo sempre junto ao mundo e, portanto, aos outros e aos respectivos utensílios dispostos na circunvizinhança existencial, constituindo-se, ao outro e ao mundo em sua historicidade (Bicudo, 2012, p. 17).

Por consequência, como o objetivo deste trabalho é investigar a produção de vídeos de músicas matemáticas por licenciandos e professores de Matemática envolvendo o uso de aplicativos de IA, foi ofertada uma Oficina de produção audiovisual e musical. Segundo Godoy (1995, p. 21), “um fenômeno pode ser melhor compreendido no contexto em que ocorre e do qual é parte, devendo ser analisado numa perspectiva integrada”. Dessa forma, o contexto em que o fenômeno investigado aconteceu foi a Oficina.

Dentro da pesquisa qualitativa, existem diversos tipos de pesquisa, que podem ter diferentes abordagens e processos, como a pesquisa documental, a etnografia, o estado da arte, a pesquisa-ação e o estudo de caso. Segundo González (2020), o termo Pesquisa Qualitativa, quando utilizado de maneira ampla, não se refere a um conceito único; ao contrário, assume um

caráter polissêmico, pois engloba diversas práticas de investigação do social. No que se refere a esta pesquisa, a abordagem escolhida foi o estudo de caso, pelo motivo de se enquadrar na pergunta de pesquisa proposta. Na seção a seguir, serão apresentados a definição dessa abordagem e os aspectos principais sobre a realização de um estudo de caso na Educação.

### **1.10 Estudo de Caso na Educação**

Anterior a discorrer sobre estudo de caso, é importante compreender sobre qual perspectiva “caso” é compreendido nesta pesquisa. Yazan (2015), em seu estudo comparativo, ressalta que para Merriam (1988) a definição de caso é uma coisa, uma entidade, desde que seja possível delinear suas fronteiras, ou seja, “cercar” o que será investigado. Nesta pesquisa, o caso é a produção audiovisual dos Licenciandos em Matemática e professores de Matemática com a IA. Com relação à definição de “caso” na educação, Mattar e Ramos (2021) expressam que pode ser um aluno, uma atividade, um professor, uma disciplina, um curso on-line, e assim por diante.

Existem várias definições sobre o estudo de caso e algumas falácias, como essa ser uma abordagem considerada “fácil”. Segundo Matos e Carreira (1994, p. 22), “O estudo de caso oferece um meio para investigar fenômenos imersos em unidades sociais complexas que incluem múltiplos elementos potencialmente importantes para a compreensão desse fenômeno”. Assim, esse fenômeno pode ser várias coisas, pois segundo Ponte (2006, p. 2), “Um estudo de caso visa conhecer uma entidade bem definida como uma pessoa, uma instituição, um curso, uma disciplina, um sistema educativo, uma política ou qualquer outra unidade social.”, se encontrando com a ideia de Merriam (1998) sobre “caso”.

O estudo de caso apresenta algumas características relevantes para sua compreensão, dentre elas, Ponte (2006) destaca que essa abordagem é de natureza empírica, com dados coletados por meio da observação de um fenômeno. Além disso, possui forte cunho descritivo, mas também devendo ser analítico, “interrogando a situação, confrontando-a com outras situações já conhecidas e com as teorias existentes. Podendo assim, ajudar a gerar novas teorias e novas questões para futuras investigações” (Ponte, 2006, p.8). Outra de suas características é que apresenta caráter não experimental, pois não há intuito de mudar a situação estudada, ou fazer alguma intervenção para se analisar o resultado, e sim, objetiva-se compreender essa situação. Assim, é possível perceber a utilidade desta metodologia de pesquisa para as investigações em Educação Matemática, bem como em outras áreas. Por isso, o estudo de caso é bem aceito:

O estudo de caso tem se tornado a estratégia preferida quando os pesquisadores procuram responder às questões "como" e "por quê" certos fenômenos ocorrem, quando há pouca possibilidade de controle sobre os eventos estudados e quando o foco de interesse é sobre fenômenos atuais, que só poderão ser analisados dentro de algum contexto de vida real. (Godoy, 1995, p.25)

Assim, neste trabalho, será realizada uma investigação particular de uma Oficina ofertada, o Estudo de Caso é a metodologia mais interessante, visto que esse fenômeno é atual (Inteligência Artificial na Educação Matemática) e só poderá ser analisado dentro deste contexto.

Na Educação Matemática, os estudos de caso são usados para investigar questões de aprendizagem nos estudantes e questões profissionais da prática docente, os programas de formação inicial e continuada de professores e currículos, nesse contexto, eles têm sido de grande valia para o campo da Educação Matemática (Ponte, 2006). Além disso, segundo Mattar e Ramos (2021) eles servem para auxiliar os formuladores de políticas educacionais na tomada de decisões. Neste trabalho, ele contribuirá para questões de uso de tecnologias na formação inicial e continuada de professores de Matemática, em uma Oficina de produção de vídeos que será detalhada a seguir.

### **1.11 Cenário de Produção de dados**

O cenário de produção de dados desta pesquisa foi uma Oficina realizada nos meses de setembro a novembro de 2023, com o título “Produção Audiovisual e Musical em Educação Matemática”. Oficina, neste trabalho, caracteriza-se como uma espécie de curso, que se difere por ser de caráter funcional e instrumental, capacitando tecnicamente seus participantes em alguma atividade específica. A Oficina foi ofertada pela pesquisadora em parceria com seu orientador e teve carga horária de 40 horas, contando com encontros síncronos e atividades síncronas e assíncronas (20 horas de interações síncronas e 20 horas de interações assíncronas).

Figura 4 - Divulgação da Oficina



Fonte. Elaborada pela autora.

A ideia de oferecer a Oficina surgiu com o trabalho realizado anteriormente pelo orientador, pela pesquisadora e pelo núcleo do PRP ao qual eles pertenciam nos anos de 2020 - 2022. Nesse período, foi realizado um trabalho que descreve cada etapa da produção audiovisual e musical desse núcleo do PRP (Scucuglia *et al.*, 2021). A partir desse referencial, foram feitas adaptações, pesquisas bibliográficas e reuniões entre eles para alinhar aspectos como datas, número de participantes e quais seriam os critérios para escolhê-los.

A Oficina foi realizada de maneira online, com o objetivo de possibilitar o acesso e participação de licenciandos e professores de várias localidades, bem como pelo motivo de facilitar o processo de gravação de cada um dos encontros. Para participar da Oficina, os interessados precisaram se inscrever por meio de um formulário Google que solicitava dados como: Nome completo, e-mail, instituição de ensino, RG e CPF, qual era a atuação em um núcleo do PRP, data de nascimento e número para contato. Foram recebidas 23 inscrições para a Oficina, porém, foram 10 licenciandos e professores que participaram ativamente das reuniões e atividades.

Além do formulário, para participar da Oficina, cada inscrito deveria preencher o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), após uma explicação detalhada de como aconteceriam os procedimentos, as atividades, as datas e os possíveis riscos da pesquisa. O próprio documento possuía informações sobre a pesquisa e o contato da pesquisadora, para demais dúvidas. Além disso, nesse documento continha um indicativo de que era possível deixar a pesquisa a qualquer momento, sem nenhuma penalidade aplicada e que os dados

produzidos seriam armazenados seguindo as normas da Lei Geral de Proteção de Dados (LEI No 13.709, DE 14 DE AGOSTO DE 2018).

Por se tratar de uma pesquisa que envolve seres humanos, ela foi submetida a Plataforma Brasil e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), sob o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) 66964523.1.0000.5466 .

### 1.12 Participantes da Oficina

Inicialmente, foram disponibilizadas 22 vagas para a Oficina, que recebeu 23 inscritos. Porém, efetivamente, 10 participantes acompanharam as aulas online. No Quando 1, verifica-se as características de cada participante mais importantes para essa pesquisa. Seis dos participantes declararam possuir, ainda que pouca, alguma experiência com IA e as respostas sobre músicas e vídeos foram variadas.

**Quadro 1 - Características dos Participantes.**

Participante	Formação	Vínculo com o PRP	Experiência com IA	Experiência com Produção de Vídeos e Músicas
Participante 1	Licenciado em Matemática	Egresso de núcleo PRP	Sim, com o Chat GPT	Sim, mas não tinha participado tão ativamente como no curso.
Participante 2	Licenciado em Matemática	Egresso de núcleo PRP	O contato com a Inteligência Artificial começou de forma simultânea com o curso de Novas Tecnologias no Ensino de Matemática. O contato foi com o ChatGPT, com a finalidade de organizar textos e buscar inspirações.	O contato com a produção de músicas já existia, porém o contato com vídeos foi uma novidade.
Participante 3	Licenciando em Matemática	Residente (aluno de licenciatura em Matemática)	Não.	Não.
Participante 4	Licenciando em Matemática	Residente (aluno de licenciatura em Matemática)	Muito pouco, utilizei em uma oficina no 7 festival de vídeos em Educação Matemática	Sim, fazia parte da equipe de produções de vídeos do Programa Residência Pedagógica
Participante 5	Licenciando em Matemática	Residente (aluno de licenciatura em Matemática)	Sim, ChatGPT	Sim

Participante 6	Licenciado em Matemática	Pesquisador de músicas matemáticas	Sim, ChatGPT	Sim
Participante 7	Professor(a) de Matemática	Preceptor (professor de escola pública)	Não tinha	Sim
Participante 8	Licenciando em Matemática	Residente (aluno de licenciatura em Matemática)	Sim, o ChatGPT	Não
Participante 9	Licenciando em Matemática	Residente (aluno de licenciatura em Matemática)	Não.	Não.
Participante 10	Licenciando em Matemática	Residente (aluno de licenciatura em Matemática)	Não.	Não.

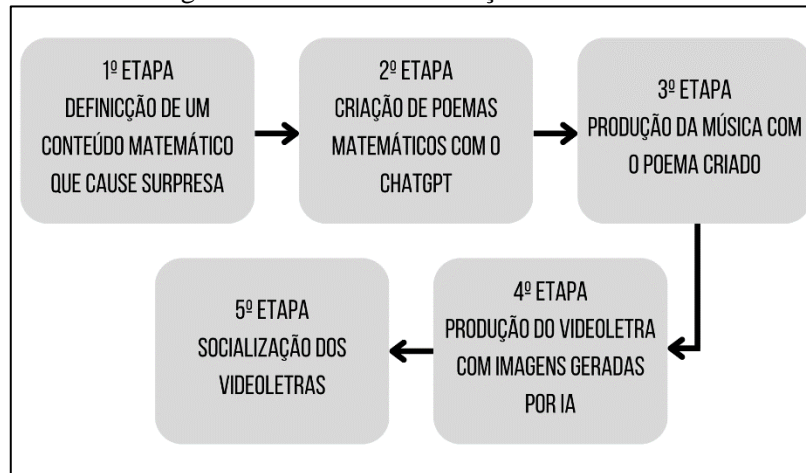
Fonte: Dados da Pesquisa da autora.

A Oficina foi ofertada para alunos que já haviam participado no passado do PRP ou na época da realização desta pesquisa. Além desses, também foi aceita uma professora de Matemática preceptora de um núcleo. Excepcionalmente, um pesquisador de músicas matemáticas também participou. Dentre os participantes, quatro eram do gênero masculino e seis do gênero feminino.

### 1.13 Módulos da Oficina

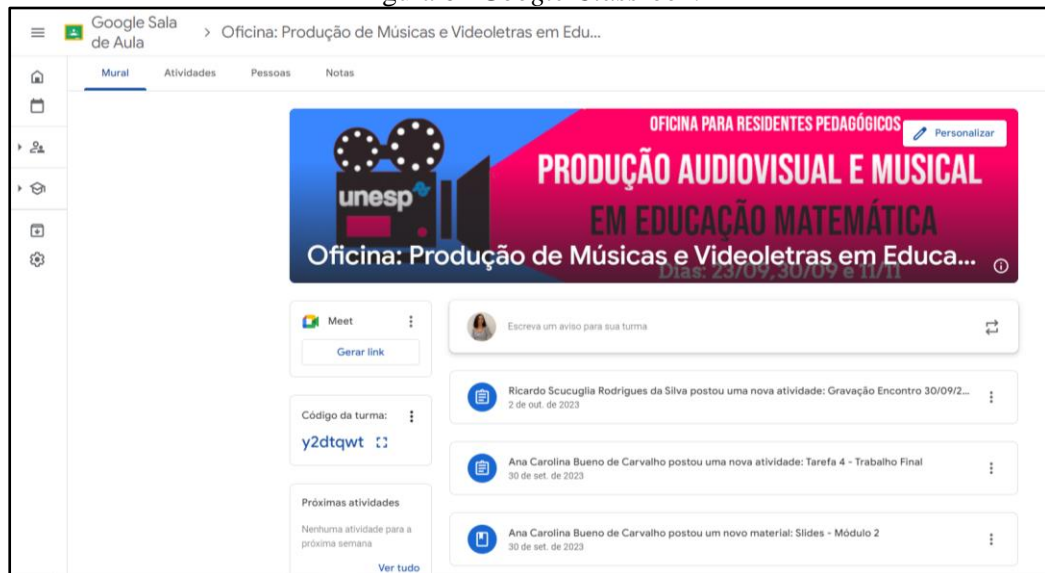
De maneira resumida, no Módulo 1, denominado Investigação Matemática, foi o momento da escolha da ideia Matemática que oferecesse surpresa para cada um dos participantes. Já no Módulo 2, foram criados poemas matemáticos sobre o conteúdo específico, o que aprenderam e o que sentiram, que servirá como base para a criação da música Matemática. No Módulo 3, a base era a Produção Musical, realizada por um software, de acordo com elementos tecnológicos (engenharia de som, acústica etc.) e estéticos (disciplina rítmica, texturas, intensidade melódica/harmônica etc.). No Módulo 4, foi realizada a produção do videoletra, a apresentação de um aplicativo de edição gratuito e de como pode ser realizado esse processo. No módulo 5, que ocorreu após a produção do videoletra, foi feita uma explanação de cada vídeo criado e uma discussão sobre os resultados atingidos e as dificuldades encontradas. Nos módulos 1, 2, 3 e 4, havia atividades assíncronas para serem resolvidas em um determinado limite de tempo.

Figura 5 - Modelo de Produção Audiovisual



Fonte: Elaborado pela autora.

As atividades assíncronas, bem como a disponibilização das aulas gravadas e material utilizado em cada módulo foram organizados no *Google Classroom*, no qual todos os participantes tinham acesso.

Figura 6 - *Google Classroom*

Fonte. Dados da pesquisa da autora.

Como dito a priori, a Oficina apresentou 5 módulos, sendo ministrados em três encontros síncronos, o primeiro encontro tratou do primeiro e segundo módulos, o segundo encontro tratou do terceiro e quartos módulos e o terceiro tratou do quinto módulo. Com relação a avaliação da Oficina, cada participante deveria entregar todas as atividades e ter presença mínima durante as aulas ou justificar a ausência e assistir ao encontro gravado. Nas próximas seções, é explicado detalhadamente cada módulo da Oficina.

### 1.13.1 Módulo 1 - Investigação Matemática

O primeiro encontro foi iniciado dando as boas-vindas, os agradecimentos a todos os participantes e todos os esclarecimentos necessários. Foi falado sobre o TCLE, sua importância e motivação com relação às questões éticas de uma pesquisa. Foi apresentada, a estrutura da Oficina toda (encontros síncronos e atividades), bem como suas datas específicas e sua ligação com esta pesquisa de Mestrado. Após esse momento, a pesquisadora e o Professor-orientador se apresentaram e logo depois cada aluno se apresentou.

Então, iniciou-se o Módulo 1 da Oficina, ministrado pelo professor Ricardo Scucuglia Rodrigues da Silva. Nessa etapa, foi explicado inicialmente que é necessário garantir a consistência conceitual da produção, realizando a decisão de qual conteúdo matemático será representado, quais conceitos e assim por diante. Segundo Scucuglia *et al.* (2021, p. 220):

Elaboramos e executamos planos de aulas visando articular conteúdos e metodologias diversas. Buscamos explorar conteúdos matemáticos curriculares e além, visando oferecer meios para que alunos explorem grandes ideias Matemáticas, ou seja, concepções que ofereçam surpresas e que conectem diferentes áreas da Matemática. Também utilizamos recursos e/ou metodologias diversas, principalmente: tecnologias digitais, resolução de problemas, jogos/lúdico, história da Matemática, Modelagem Matemática, EtnoMatemática, dentre outros. Perspectiva como cenário de investigação, experimentação com tecnologias e heurística são elementos fundamentais nessa etapa. O tempo de duração dessa etapa varia por fatores diversos conforme a natureza/complexidade da ideia explorada, nível de rigor do conteúdo em questão, nível de ensino, número de alunos ou participantes etc.

Uma das produções realizadas pelos organizadores da Oficina foi apresentada aos alunos, para contextualizá-los sobre o que é uma videoletra e inspirá-los em suas produções, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=wthRSIoB9SA&t=65s>.

Figura 7 - Videoletra "Função do Primeiro Grau"



Fonte: Elaborada pela autora.

O conteúdo do módulo então foi iniciado com aspectos da investigação Matemática, que tem como objetivo inverter o caminho de aula expositiva - exercícios propostos. A ideia é que se explore o problema para que depois seja realizada a exploração do assunto. Depois, foram apresentadas ideias sobre PMD (Gadanidis; Borba, 2008; Scucuglia, 2012), que se respalda na comunicação de ideias matemáticas por meio de uma performance que utilize as artes e as mídias digitais. Após, foi explicada a ideia de Scucuglia (2012) sobre PMDs, que é fundamentada em três categorias: voyeur - uma visão geral e lógica sobre o filme, vicário - o sentimento que o personagem transmite ao espectador e visceral - as emoções sentidas pelo espectador. Já em relação a uma PMD conceitual, o autor discorre como sendo aquela que apresenta Surpresa, que a ideia Matemática seja surpreendente; Sentido, coerência lógica; Emoção, auxiliado pelas artes e a Sensação, sentir sensações próprias.

No fim da explanação, foi indicado que os participantes pensassem cerca de 30 minutos sobre uma ideia Matemática que cause surpresa, com as indagações “Que ideia Matemática pode oferecer surpresa em sua opinião?” e “Que elementos você utilizaria para comunicar sua ideia de modo a oferecer engajamento emocional e sensações viscerais?” como sendo questões de discussão durante o módulo e já sendo elas, a tarefa assíncrona para esse módulo.

### **1.13.2 Módulo 2 - Poemas Matemáticos**

O módulo 2 foi iniciado logo após a finalização do Módulo 1, com a ministração pela professora Ana Carolina. Depois de um breve intervalo, foi explicado que essa é uma das partes criativas do processo. Segundo Scucuglia *et al.* (2021, p. 221):

Tendo realizado a investigação Matemática, solicitamos aos participantes que elaborem poemas visando compartilhar o que aprenderam e o que sentiram. Os poemas têm sido produzidos individualmente ou em pequenos grupos. Eventualmente, são abordados alguns conteúdos literários sobre poesia: rimas etc. Dicionários online de rimas tem nos ajudado nessa construção. Com base no que foi produzido, elaboramos um poema colaborativo, que é uma representação estética da inteligência Matemática coletiva da turma. Esse poema coletivo é considerado a base para a criação da letra da música Matemática.

Foi falado sobre a flexibilidade que um poema tem, no momento de virar música. O poema produzido inicialmente, ainda pode sofrer alterações, pois na performance Matemática inspirada na produção musical, o poema vem primeiro que a música e geralmente, eles sofrem alterações quando forem formar a música, por conta da métrica e da harmonia musical

(Gadanidis; Scucuglia, 2020). Na pesquisa que serve como base para essa Oficina, pode-se observar um exemplo do poema para a música:

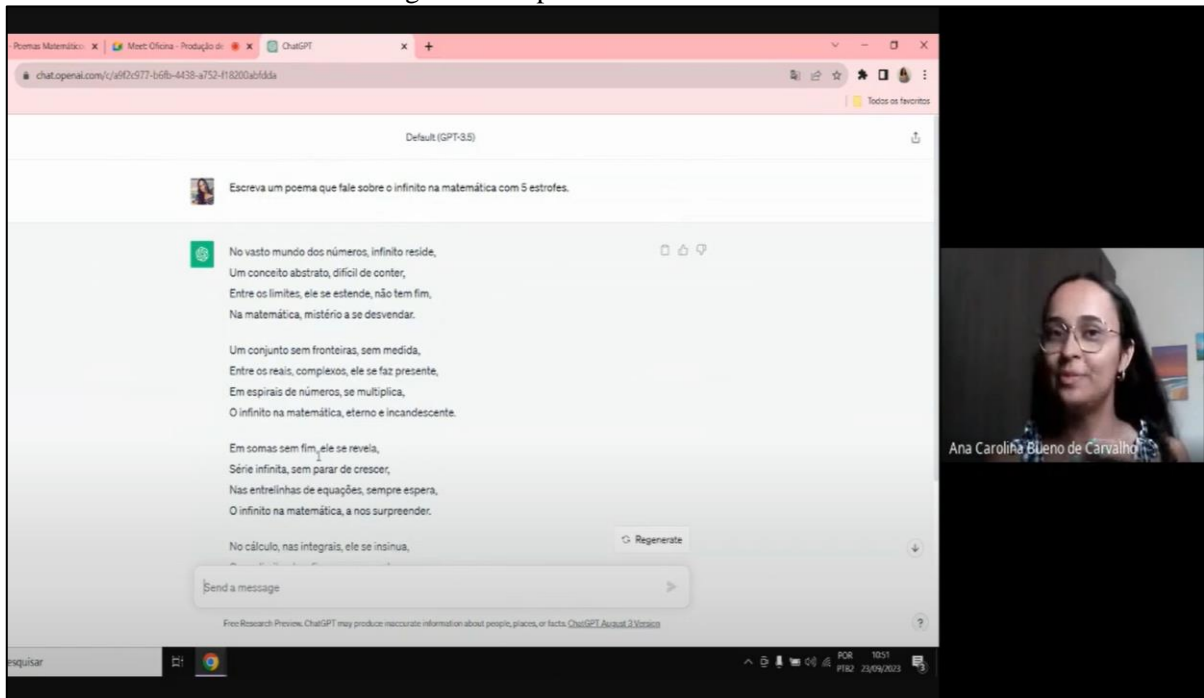
Figura 8 - Poema e música criados por um residente

Poema	Música: “Volumes dos Sólidos”
<i>Multiplicando a área da base pela altura</i>	<i>Volume dos sólidos vamos aprender</i>
<i>Teremos o volume do cilindro, que loucura</i>	<i>Preste atenção e você não vai, não vai mais se esquecer</i>
<i>Mas se pegar isso e dividir por dois</i>	<i>Paraboloide, cilindro e o cone</i>
<i>Volume do parabolóide se tem depois</i>	<i>Paraboloide, cilindro e o cone</i>
<i>Se ao invés disso dividirmos por três</i>	<i>O círculo é a base de todos</i>
<i>Teremos o volume do cone, dessa vez</i>	<i>São todos sólidos de revolução</i>
<i>A mesma base eles têm</i>	<i>E se a altura também for igual</i>
<i>Não são poliedros também</i>	<i>teremos uma relação tão especial</i>
<i>Volumes parecidos para dessa vez</i>	<i>Volume do cilindro vamos calcular</i>
<i>A diferença e se divide por 1, 2 ou 3</i>	<i>Pi vezes raio ao quadrado, só pra começar</i>
	<i>Área da base vezes a altura</i>
	<i>Área da base vezes a altura</i>
	<i>O parabolóide é sua metade</i>
	<i>E o cone é sua terça parte</i>
	<i>Essa é a verdade</i>
	<i>Dos três sólidos de uma vez</i>
	<i>O parabolóide é sua metade</i>
	<i>E o cone um sobre três</i>
	<i>Essa é a verdade</i>
	<i>Dos três sólidos de uma vez</i>
	<i>O parabolóide é sua metade...</i>

Fonte: Scucuglia *et al.*, 2021.

Depois de explanado sobre poemas matemáticos, a IA foi colocada no módulo. A ideia era que a criação do poema fosse feita com uma IA geradora de texto, a IA escolhida pelos participantes, depois de algumas apresentadas, foi o ChatGPT. Foi apresentado um diálogo com o próprio software, falando sobre suas limitações e potencialidades. É importante ressaltar alguns detalhes: o ChatGPT não tem capacidade real de aprender, apenas de gerar textos orientados em uma vasta quantidade de dados, que são somente os que ocorreram antes de janeiro de 2022, o chat não “melhora com o tempo”, ele só vai ter alguma atualização quando os próprios engenheiros da empresa o atualizarem, a capacidade que ele tem é de “melhorar” sua resposta em um dado contexto, quanto melhor o comando, melhor sua réplica. Depois da apresentação, foi feito um poema utilizando o ChatGPT para exemplificar a atividade que viria a seguir.

Figura 9 - Captura de Tela - Módulo 2



Fonte: Dados da Pesquisa da autora.

Nesse módulo também foi ressaltada a importância do processo de criação de cada participante ser registrado. As orientações da tarefa referente ao módulo 2 foram: “Crie um poema matemático sobre os tópicos principais de seu tema escolhido no módulo 1 de maneira individual. Logo após, crie um poema matemático em grupo (3 grupos, sendo um com 5 integrantes, outro com três integrantes e o último com dois integrantes). Detalhe: Utilize um software de Inteligência Artificial. A entrega será dois documentos: o produto e todo o processo de criação”.

### 1.13.3 Módulo 3 - Produção Musical

O Módulo 3 foi ministrado pelo Professor Ricardo Scucuglia Rodrigues da Silva. Segundo Scucuglia *et al.* (2021, p. 221):

O uso de software e interfaces de gravação têm permitido explorar qualitativamente o processo de produção de músicas Matemáticas. Além disso, esse uso propicia a constituição de ambientes imersivos na formação de seres-humanos-com-mídias (BORBA; VILLARREAL, 2005). Temos pensado-com-software-musical e nossas músicas têm se aprimorado do ponto de vista tecnológico (engenharia de som, acústica etc.) e estético (disciplina rítmica, texturas, intensidade melódica/harmônica etc.). Em Scucuglia (2020), discutimos como licenciandos em pedagogia e Matemática produziram músicas enquanto atividade regular de disciplinas sobre metodologias de ensino. Destacamos que as formas de se pensar matematicamente estão presentes nas abordagens conceituais envolvendo teoria musical (e.g., criação de instrumentos com software) e na elaboração das letras das músicas *per se*.

Dessa forma, o módulo iniciou com a música *Progressões*, disponível em: [https://soundcloud.com/ricardo-scucuglia-r-da-silva/progressoes?utm\\_source=clipboard&utm\\_medium=text&utm\\_campaign=social\\_sharing](https://soundcloud.com/ricardo-scucuglia-r-da-silva/progressoes?utm_source=clipboard&utm_medium=text&utm_campaign=social_sharing), que foi produzida seguindo aproximadamente o mesmo modelo proposto pela Oficina. Em seguida, com a exploração do software *Logic Pro* utilizado pelo professor Ricardo em suas outras produções. O professor mostrou como acontece a produção e todos os detalhes que influenciam o resultado da música, como cada faixa é adicionada e seu som isolado, bem como algumas combinações de trilhas, por exemplo, apenas voz, voz editada, voz e música, e assim por diante.

Figura 10 - Captura de Tela - Módulo 3



Fonte: Dados da Pesquisa da autora.

Posteriormente, foi explicada a necessidade do videoletra, no sentido de evitar ambiguidades da fala, como já mencionado neste texto. Existem dois tipos de linhas de produção musical, uma na qual se pensa sobre a melodia, e depois a parte instrumental, e outra com o exercício contrário, criando primeiro a parte instrumental e depois a linha melódica. Foi apontada a possibilidade de gravar um instrumento ou ainda utilizar um instrumento digital ou bases prontas para a composição de uma música.

Nesse módulo também foram apresentados alguns aplicativos que geram músicas por meio de IA, como é o caso do Loudly, que após selecionado o estilo da música, a energia, sendo baixa, média ou alta, o instrumento o qual é desejado dar ênfase, o tempo da música e as Batidas Por Minuto cria uma música original. Outros aplicativos também foram explorados, como o

SplashPRO, que cria uma música por meio de um texto digitado, funcionando somente em inglês, por enquanto.

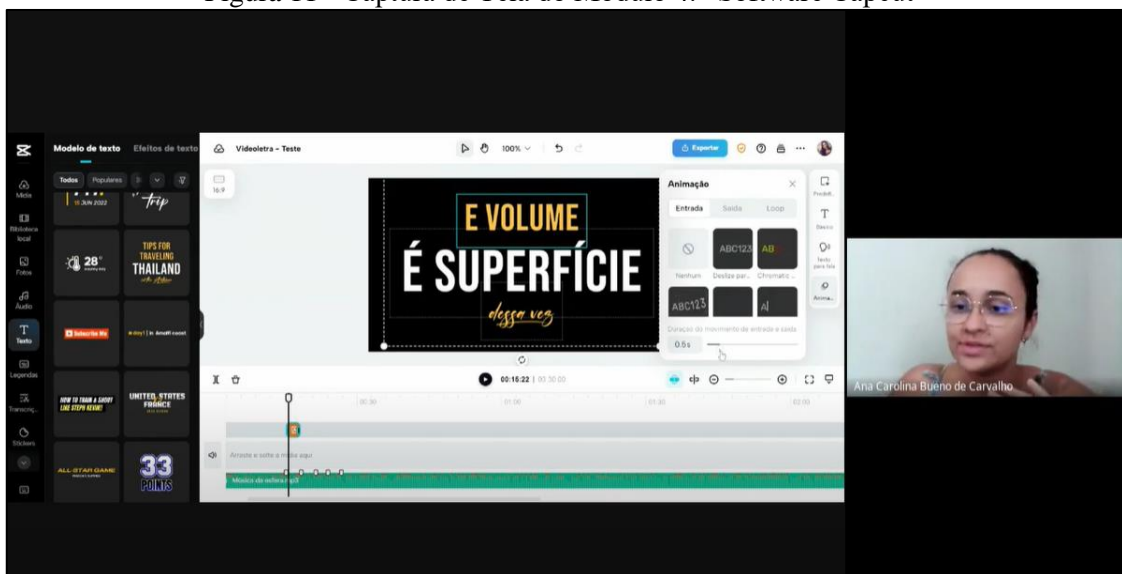
No fim desse módulo, foi dado o comando para a realização da tarefa relativa a ele: “Produza uma música Matemática (a partir do poema criado no módulo 2)”. Importante ressaltar que os grupos foram os mesmos em todas as atividades. Foi aberta a possibilidade de ser uma paródia ou uma música autoral, utilizando, mas não obrigatoriamente a IA.

#### 1.13.4 Módulo 4 - Produção Audiovisual

Posterior a finalização do Módulo 3 e um breve intervalo, o Módulo 4 se iniciou, ministrado pela professora Ana Carolina. Depois da música produzida, a próxima etapa era a produção da videoletra em si. Foi explanado sobre o fato que os vídeos apresentam um ótimo *locus* da multimodalidade (união de sons, imagens, espaços, palavras, gestos, animações), que por sua vez, possibilita que os conteúdos matemáticos sejam expressos por artifícios que facilitam as explicações, conforme apontam Borba, Domingues e Costa (2021). Assim, esse processo de produção da videoletra pode ser realizado de diversas formas.

Foi dada a sugestão de utilização de alguns aplicativos para geração das imagens e vídeos, como por exemplo, o GeoGebra, software de Geometria Dinâmica para a visualização de determinados conteúdos matemáticos. O software apresentado foi o Capcut, que possui uma versão gratuita online e interativa para produzir videoletras.

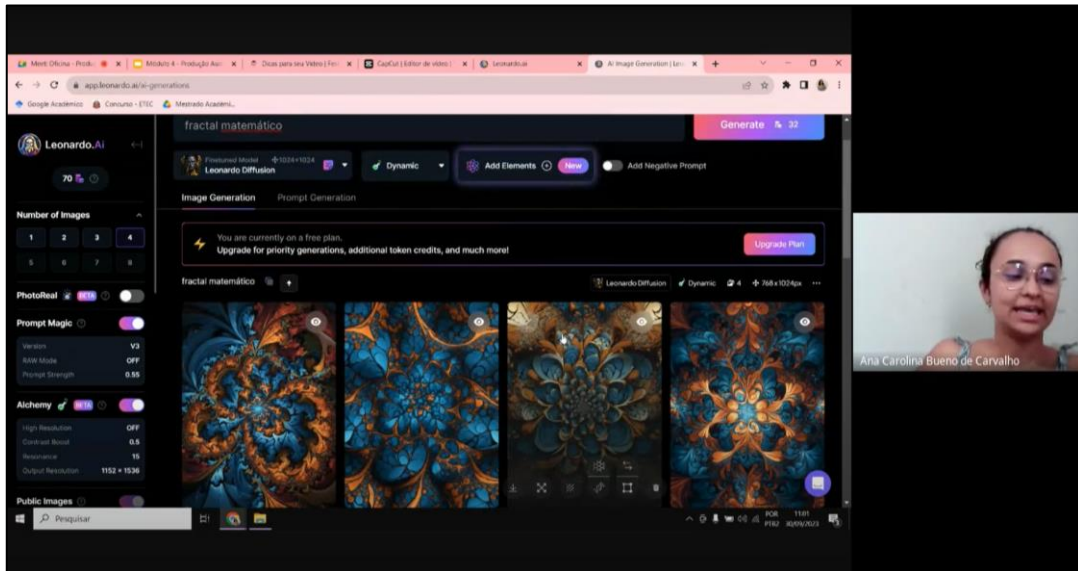
Figura 11 - Captura de Tela do Módulo 4: “Software Capcut”



Fonte: Dados da Pesquisa da autora.

No que diz respeito ao papel da IA nesse processo de produção, no módulo 4, foram apresentados softwares de geração de imagens a partir de uma palavra ou uma frase. Foram explorados dois dos aplicativos existentes, o LeonardoIA e o Canva. Nos dois aplicativos, os “inputs”, expressão em inglês que significa entrada, são uma frase ou palavra e um estilo escolhido para a imagem.

Figura 12 - Captura do Módulo 4: “Geração de Imagens com IA”



Fonte: Dados da pesquisa da autora.

Para finalizar o módulo 4 e a parte instrumental da Oficina, então a tarefa foi sugerida relativa a esse módulo, que também foi o Trabalho Final, que uniu todos os processos criativos e técnicos de todos os módulos da Oficina: “Utilizando imagens geradas por IA, produza um videoletra matemático. Detalhe: registre os comandos fornecidos para a geração das imagens”. É importante ressaltar que a ideia era que fossem utilizados os mesmos grupos feitos na atividade do Módulo 2 e 3, bem como as músicas produzidas anteriormente.

### 1.13.5 Módulo 5 – Socialização

O último módulo ocorreu em um encontro. A ideia era compartilhar todas as produções audiovisuais que foram realizadas. Ao todo, foram três grupos formados e três videoletras gerados. Ao longo da Oficina e nesse último encontro, tratamos da socialização e de sua importância. Segundo Scucuglia *et al.* (2021, p. 222):

É fundamental que nossas músicas sejam compartilhadas em redes sociais. Essa ação oferece meios para que a Matemática dos estudantes vá além dos muros das escolas. Em situações e cenários convencionais de ensino-aprendizagem de Matemática, os alunos usualmente não conversam sobre Matemática da mesma maneira que conversam sobre suas músicas ou séries

favoritas em cenários sociais diversos. A publicação de músicas de estudantes em ambientes virtuais possibilita esse tipo de diálogo. Além disso, do ponto de vista narrativo, trata-se de um processo de construção de identidades como matemáticos(as) performáticos(as). A construção de narrativas fílmicas, digitais ou multimodais que são compartilhadas online implica em uma demanda acerca de como os “eus” irão se apresentar aos “outros”. Na realidade, perpassa sobre a intencionalidade dos autores em se colocarem como audiências e refletirem sobre que imagens pessoais serão compostas por quem visualiza. Músicas podem ser compartilhadas em plataformas como SoundCloud e MySpace. Podemos ainda criar videoclipes ou vídeos *lyrics* baseados em nossas músicas, publicá-los em canais do YouTube e compartilharmos em múltiplas redes sociais.

Além das redes sociais, quando o assunto é vídeos matemáticos, um ótimo *locus* de socialização é o FVDEM realizado pelo Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática (GPIMEM) do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Unesp de Rio Claro.

Inicialmente, foram transmitidos os três vídeos produzidos. Dois sobre A Razão Áurea e um sobre a Matemática em termos gerais. Na Figura 13, vê-se as duas primeiras imagens sendo do vídeo do chamado Grupo 1, sendo que essas imagens em específico foram geradas por IA, a terceira imagem, do Grupo 2, também gerada por IA e a quarta imagem desta colagem é do Grupo 3.

Figura 13 - Capturas de tela - Trabalhos Finais



Fonte: Dados da Pesquisa da autora.

Depois da pequena mostra de vídeos, foram feitas perguntas aos participantes, sobre o processo de criação. Aspectos como, a decisão do tema em grupo, como foram feitos os poemas coletivos, quais aplicativos de IA vocês utilizaram e se foi possível criar as imagens com a IA.

Dois dos vídeos possuem imagens de softwares que utilizam IA e um dos vídeos, o do Grupo 3, não utilizou. Foram relatados os principais problemas e as dificuldades encontradas para a criação, bem como a experiência vivenciada.

Finalizada a discussão, foram feitos os agradecimentos por parte da equipe realizadora da Oficina, fornecidas as informações sobre a certificação e o devido encerramento. Para finalizar, foi solicitado o preenchimento de um último formulário, que questionava sobre as experiências pessoais, seja com IA ou produção de vídeos e músicas, anteriores à Oficina.

#### **1.14 A Análise dos Dados**

Com relação aos dados produzidos nesta pesquisa, é possível citar o diário de bordo da pesquisadora, realizado durante os encontros síncronos, a gravação de cada encontro e os registros de cada um dos participantes nas tarefas dos módulos no *Google Classroom*. Em cada módulo, os participantes entregavam documentos detalhando todos os comandos que foram fornecidos para o software de IA correspondente a etapa, todas as respostas obtidas, o resultado da produção e suas impressões sobre a experiência.

No tocante a análise dos dados, é imprescindível considerar que nesta pesquisa foram produzidos vários dados de diferentes naturezas. Cada tipo de dado exige um tipo de análise específica, atrelando tudo isso aos objetivos da pesquisa. Sobre análise de dados, Yazan (2015) afirma que para Merriam, a fase de análise de dados de uma pesquisa qualitativa, principalmente em relação ao estudo de caso, pode ser retratada como: “o processo de fazer sentido fora dos dados. E fazer sentido fora dos dados envolve a consolidação, a redução e a interpretação do que fora dito pelas pessoas e visto e lido pelo pesquisador – é o processo de fazer sentido” (Merriam, 1998, p. 178).

Portanto, os dados que foram produzidos a fim de investigar a produção de vídeos de músicas matemáticas por licenciandos e professores de Matemática envolvendo o uso de aplicativos de IA serão analisados de acordo com duas perspectivas. Esses dados são: todos os registros do processo de criação das atividades de cada módulo feitos pelos participantes, assim, as diferentes naturezas são textos e vídeos.

A fase de análise de uma pesquisa pode ser considerada significativamente relevante para a obtenção de respostas para sua questão diretriz. Com relação aos dados em formato de texto, Lakatos e Marconi (1992, p. 27) afirmam que “Analisar significa estudar, decompor, dissecar, dividir, interpretar. A análise de um texto refere-se ao processo de conhecimento de determinada realidade e implica o exame sistemático dos elementos.” As autoras também indicam que a análise tem três partes, a Análise dos elementos, visando sua compreensão e

sendo esses elementos explícitos ou implícitos; a Análise das relações, que tem como objetivo encontrar as principais relações e estabelecer conexões com diferentes elementos do texto e a Análise da estrutura, observando as partes de um todo e então colocando em evidência as relações existentes entre elas.

De maneira mais detalhada, Lakatos e Marconi (1992) apontam as seguintes etapas:

- a) Leitura integral do texto para se ter um sentido amplo e completo;
- b) Releitura, destacando palavras desconhecidas e recorrendo ao dicionário para esclarecê-las;
- c) Releitura, agora sem as dúvidas anteriores;
- d) Procura da ideia central e das palavras-chave em outra releitura;
- e) Procura de semelhanças e diferenças em uma comparação de acontecimentos e ideias;
- f) Agrupamento e organização por semelhança e por ordem hierárquica de importância;
- g) Interpretação das ideias;
- h) Crítica do material e possíveis conclusões.

Assim, os dados dessa pesquisa caracterizados como textos, material gerado pelas respostas às atividades propostas em cada módulo na plataforma *Google Classroom*, foram analisados segundo a análise de textos proposta pelos autores Lakatos e Marconi (1992).

Já em relação ao segundo grupo de dados produzidos, os videoletras, esses serão analisados segundo Powell, Francisco e Maher (2004). Os autores apontam que o vídeo vem sendo utilizado na Educação Matemática para capturar e arquivar dados tanto de pesquisas quantitativas, quanto de pesquisas de cunho qualitativo. É um objeto rico para se analisar, visto que possui a capacidade de capturar na íntegra o acontecimento, não com a edição automática de quem escreve e observa, ressaltam os autores.

Outro aspecto trazido pelos autores e que se faz importante destacar é que só o vídeo não é suficiente para obter qualidade total, é certo combinar com outras fontes de dados, entrevistas e afins, como feito nesta pesquisa além de que, assistir várias vezes aos vídeos pode potencializar o melhoramento da triangulação na análise dos dados.

No modelo analítico proposto por Powell, Francisco e Maher (2004), os autores destacam sete etapas da análise de vídeos. É importante ressaltar que essas fases não são lineares e possuem interação entre elas. Destaca-se a seguir as fases:

**Fase 1: Observando atentamente os dados de vídeo:** Consiste em assistir várias vezes para se familiarizar, sem uma lente analítica, apenas para conhecer cada detalhe do objeto, antes de realizar a análise.

**Fase 2: Descrevendo os dados de vídeo:** Os vídeos apresentam uma enorme quantidade de dados, densa, e deve-se anotar, no estilo etnográfico, transcrições particulares, codificadas pelo tempo: de 5 em 5 minutos por exemplo, atividade ou significados. A ideia é somente descrever, sem inferir. Todos os elementos são importantes, como expressões, ruídos etc. O objetivo dessa etapa é mapear os dados para fornecer uma ideia objetiva.

**Fase 3 - Identificando Eventos Críticos:** Já tendo adquirido conhecimento profundo dos vídeos, o material é revisto, identificando momentos significativos ou eventos críticos, que dentro das questões de pesquisa, que requerem explicação, representam uma significativa mudança em relação a uma concepção prévia, um salto conceitual.

**Fase 4 - Transcrevendo:** Nesta etapa, os eventos críticos são transcritos para analisar com atenção, ou porções dos dados do vídeo, episódios ou vinhetas, que fornecem evidências para o processo analítico da questão de pesquisa, que é importante salientar, não é fundamentado apenas na transcrição.

**Fase 5 - Codificação:** Identificar temas que ajudam o pesquisador a interpretar seus dados. A meta é focar a atenção no conteúdo dos eventos críticos, aprimoramento da identificação dos eventos críticos. Os códigos são definidos a partir da questão de pesquisa. Essa fase contribui fortemente com a análise probabilística.

**Fase 6 - Construindo o Enredo:** O enredo é o resultado da lógica dos dados, com atenção para os códigos, tenta discernir uma narrativa envolvente sobre os dados, nessa fase analítica, a interpretação e a inferência assumem papéis importantes. Nessa fase, é possível discernir coleção de eventos para fornecer insights sobre o desenvolvimento cognitivo do estudante.

**Fase 7 - Compondo a narrativa:** A escrita e a composição ocorrem em todas as fases do modelo. Os pesquisadores analisam, interpretam cada segmento e depois como um todo e compõe o enredo, revisitando os dados e as interpretações.

Para realização desta etapa da análise, foi realizada uma adaptação desse modelo de análise, visto que, por vezes, alguns passos não foram seguidos de maneira linear, ou até mesmo, alguns podem ter sido ausentados. Os videoletras se diferem dos vídeos convencionais, por se tratar de um vídeo que contém uma música, ele pode até apresentar uma narrativa, mas na maioria das vezes o enredo é apenas a canção e seus elementos, por isso foi necessária a adaptação.

Após a entrega dos videoletras finais por cada um dos três grupos da Oficina, foi possível dar início à fase de observação atenta dos dados e de familiarização com o conteúdo, assistindo diversas vezes, como aponta Powell, Francisco e Maher (2004). Logo após, foi feita a análise dos principais elementos perpassando entre as etapas descritas, a fim de realizar conexões e fazer as devidas interpretações sobre a intencionalidade pedagógica dos professores e licenciandos na realização do trabalho, bem como sobre os elementos estéticos utilizados por eles, e por último a multimodalidade presente nas produções. Dessa forma, chegando à resposta para a pergunta diretriz desta dissertação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, são apresentados os resultados e a discussão desta pesquisa, que tem como objetivo responder à questão norteadora: *como professores e futuros professores produzem vídeos de músicas matemáticas com Inteligência Artificial?*

Após a leitura e interpretação dos dados textuais e audiovisuais, emergiram 4 temáticas que podem apresentar subitens. Os temas foram os seguintes: Conteúdo Matemático, escolhido de acordo com o que oferece surpresa aos participantes e que inspirou o assunto dos vídeos; Pensar-Com-Inteligência-Artificial, que demonstrou o processo de interação entre os professores e os softwares tanto de chatbot, o ChatGPT, quanto de produção de imagens, o Canva e o Leonardo.AI; e por fim, A Produção Audiovisual, analisada em sua totalidade.

A primeira temática a ser apresentada diz respeito ao Conteúdo Matemático que causa surpresa para os participantes da pesquisa.

### 1.15 Conteúdo Matemático que Ofereça Surpresa(s)

**Input:** Prezado ChatGPT, a matemática pode apresentar surpresas?

**ChatGPT:** Sim, a Matemática pode apresentar muitas surpresas. Isso ocorre porque, muitas vezes, os resultados matemáticos desafiam nossas expectativas e intuições cotidianas. Por exemplo, certos problemas de probabilidade, como o Paradoxo de Monty Hall, mostram que nossas intuições podem estar erradas sobre as chances de eventos acontecerem. Além disso, conceitos como fractais revelam como regras Matemáticas simples podem gerar formas e padrões extremamente complexos e infinitos.

A Matemática também é cheia de paradoxos e teoremas que parecem contradizer o senso comum, como o Paradoxo de Banach-Tarski, que afirma que é possível dividir uma esfera em um número finito de pedaços e, depois de algumas reconfigurações, formar duas esferas idênticas à original. Esse tipo de resultado é surpreendente porque desafia nossas noções básicas de volume e medida. Além disso, a beleza e a elegância das soluções Matemáticas muitas vezes surpreendem. Fórmulas simples e elegantes, como a equação de Euler  $e^{i\pi} + 1 = 0$ , conectam conceitos aparentemente diferentes de uma maneira profunda e inesperada. Essas conexões revelam a profundidade e a coerência subjacentes à Matemática, o que pode ser uma fonte constante de admiração e surpresa para quem a estuda. Em resumo, a Matemática é repleta de surpresas porque desafia nossas intuições, revela complexidades ocultas e mostra conexões profundas entre diferentes áreas. Esses aspectos tornam a Matemática não apenas uma ferramenta poderosa para entender o mundo, mas também uma fonte de constante maravilhamento e descoberta. (ChatGPT, 2024)

A surpresa matemática pode ser muito interessante para o processo de ensino e aprendizagem matemático. Por muitas vezes, a Matemática é vista como difícil e para poucos, assim sendo necessário um esforço constante de desmistificação desse fato e de causar encantamento com conteúdos matemáticos. A surpresa pode ser um artifício interessante nessa busca pela transformação da Imagem Pública da Matemática. Floyd (2011), em seu trabalho, reflete as ideias do filósofo matemático Ludwig Wittgenstein (1889-1951) e investiga sobre o papel da surpresa no fazer matemático e defende que as surpresas, o inesperado e a beleza são essenciais para que a Matemática capture nosso interesse em praticá-la. Os autores Scucuglia, Borba e Gadanidis (2012, p. 5) afirmam que “Surpresa é um aspecto-chave para manter a audiência racionalmente interessada em um filme.” Assim, podemos considerar que a surpresa é um aspecto importante para que a audiência, nossos alunos, estejam interessados no filme, nossa aula de Matemática.

Ben-Ari (2022) em sua obra “Mathematical Surprises” elenca os principais teoremas que causam surpresa matemática para ele. Ele cita três motivos para que o conteúdo pudesse ser colocado no livro: o primeiro era que o teorema o surpreendesse, embora ele já conhecesse alguns deles, as demonstrações dos mesmos o surpreenderam de alguma maneira, nesse primeiro motivo ele também cita os origamis como uma demonstração de Arte que possui uma Matemática séria por trás, e esse fato foi surpreendente para ele. O segundo motivo é o material ser de difícil acesso, estar presente apenas em livros mais avançados e o terceiro era que os teoremas escolhidos fossem compreensíveis para alguém com uma Matemática do ensino secundário. Em sua obra, um dos tópicos é “Números de Fibonacci”, que também será tratado neste trabalho.

Tendo em vista os teoremas da Matemática, Watson e Mason (2007) citam que se hoje vemos alguma afirmação como um Teorema, isso significa que anteriormente, em algum momento do passado, essa afirmação surpreendeu alguém. Além disso, os autores ressaltam que para eles, a Matemática é uma fonte inesgotável de surpresas, o que engajamento. Eles afirmam ainda que esse fato está sendo usado por muitos escritores para nutrir o aprendizado.

Com o material produzido no Módulo 1, de acordo com as indagações “Que ideia matemática pode oferecer surpresa em sua opinião?” e “Que elementos você utilizaria para comunicar sua ideia de modo a oferecer engajamento emocional e sensações viscerais?”. Surgiram conteúdos matemáticos que, potencialmente, podem oferecer surpresas a audiências diversificadas, mas além disso, motivações para surgir a surpresa matemática, emergindo então os quatro subitens: 1. surpresa matemática associado ao belo e ao cotidiano; 2. surpresa matemática que desafia a lógica e 3. surpresa matemática por demonstrações matemáticas.

### 1.15.1 Surpresa Matemática associada ao belo

Os participantes da pesquisa elencaram o que mais causa surpresa para eles. Uma das motivações mais citadas foi a Matemática sendo associada a algo que é belo e a razão desse sentimento. Dentre as respostas recebidas, destacam-se inicialmente a Matemática presente no cotidiano e O Número de Ouro/Sequência de Fibonacci (associação do que é belo).

**Carlos:** Olhar para o mundo e ver as representações da Matemática é incrível. A natureza pode ser modelada por meio da linguagem Matemática e o poder da Matemática é algo surpreendente, pois é possível ver Matemática em tudo. Um bom exemplo disso é a sequência de Fibonacci. Ela pode ser vista em um ramo de uma planta, nas folhas e até nas pétalas de flores e em vários seres vivos. Outro exemplo é a simetria, nos quadros de Da Vinci podemos observar várias simetrias. Enfim, são inúmeros os exemplos de aplicabilidade da Matemática na natureza.

É possível observar que para esse futuro professor, a beleza e a surpresa matemática que o emociona é o fato de a Matemática estar em tudo. Ele cita os conteúdos matemáticos que podem ser identificados na natureza, a sequência de Fibonacci e a Simetria. Segundo Scucuglia, Borba e Gadanidis (2012, p. 16) “A noção de simetria está diretamente associada à noção de estética e beleza em Matemática, o que pode também ser interpretado como algo surpreendente por algumas audiências”. As ideias de beleza podem ser trazidas com esses dois conteúdos matemáticos e essa beleza traz a surpresa matemática.

A sequência de Fibonacci surgiu em uma das obras de Leonardo de Pisa (1170-1250), chamada *Liber Abbaci* (1202). O livro apresenta diversos problemas e dentre eles, um problema que origina a sequência de Fibonacci:

Problema de Fibonacci: Quantos pares de coelhos podem ser gerados em um ano a partir de somente um casal de coelhos?

Alguém coloca um casal de coelhos em um certo local rodeado completamente por uma parede. Queremos saber quantos casais podem ser gerados por esse casal em um ano supondo que, por sua natureza, cada mês gerem um outro casal que possa também gerar um outro casal. Com efeito, depois do primeiro mês, haverá dois pares de coelhos; em seguida, depois do segundo mês, haverá três pares de coelhos. Logo depois, no terceiro mês há três pares de coelhos e, assim, ao fim desse mês, haverá cinco pares de coelhos. Em continuidade, no quarto mês, há três pares de coelhos e, assim, ao fim desse mês, haverá oito pares de coelhos. Portanto, continuando dessa forma, haverá 377 pares de coelhos ao fim do décimo segundo mês. Por fim,

podemos listar essa sequência de pares de coelhos: 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377.

Consideremos agora um caso especial da sequência acima quando se toma  $F_1=1$  e  $F_2=1$ .

1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, ...

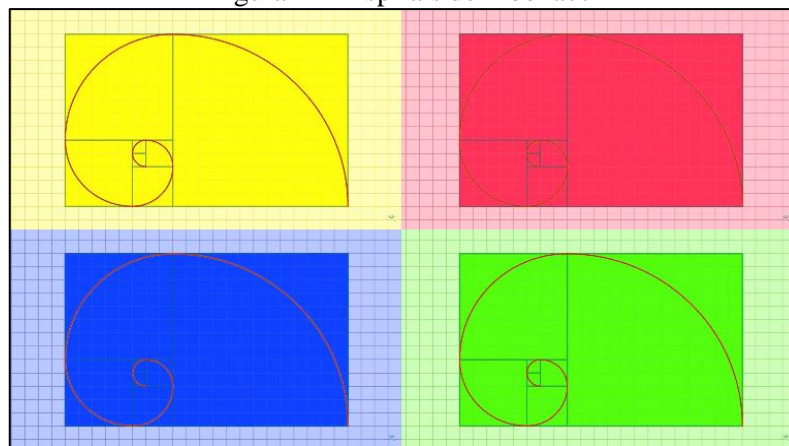
Em homenagem ao autor daquele problema dos pares de coelhos essa sequência se denomina *sequência de Fibonacci* e seus termos se denominam *números de Fibonacci*. Essa sequência pode ser dada pela expressão:

$$F_n = F_{n-1} + F_{n-2}, n \geq 3$$

A sequência de Fibonacci se relaciona com o número de ouro por meio da razão de dois termos adjacentes dessa sequência. Essa razão se aproxima cada vez mais do número irracional  $\phi = 1,618...$  Por isso, podemos ouvir os padrões tanto por um nome, quanto pelo outro.

Uma representação geométrica dos números da sequência de Fibonacci é o retângulo que forma a famosa espiral de Fibonacci. Esse retângulo se inicia com dois quadrados, depois, surge um novo quadrado com o lado igual à soma dos dois primeiros quadrados. O quarto quadrado terá como lado a soma do segundo e do terceiro, assim como a própria sequência.

Figura 14 - Espirais de Fibonacci



Fonte: Dados da Pesquisa da autora.

Outras duas participantes citaram o número de ouro como a beleza e a estética que estão presentes em objetos e elementos da natureza e da construção humana como principais

conteúdos matemáticos que trazem surpresa, já a terceira citada neste momento menciona a Geometria como surpreendente por ser facilmente encontrada no cotidiano:

**Michelle:** Existem várias ideias matemáticas que podem ser viscerais, mas uma delas em especial é o número de ouro. Ele está na natureza e é comumente associado a beleza, a obras de Arte que nos traz várias emoções e surpresas.

**Stephanie:** A ideia matemática que oferece surpresa, em minha opinião, é a Proporção Áurea. Principalmente por estar associada com elementos, objetos e seres que estão presentes no nosso cotidiano e que tem grande beleza como um girassol, por exemplo.

**Nathália:** Na minha opinião, uma ideia matemática que pode oferecer surpresa é a Geometria. A Geometria é uma área da Matemática muito ampla, com muita coisa para aprender, além de ser facilmente visualizada no nosso cotidiano por meio da exploração de espaço e forma.

De acordo com Scucuglia, Borba e Gadanidis (2012, p. 16), “A conexão entre ideias e situações cotidianas diversas também pode oferecer surpresas à audiência”. Essas situações citadas são representações visuais da Geometria de maneira geral e também do número de ouro que estão presentes na vida em que vivemos. A surpresa matemática pode estar no fato de observar que em aspectos corriqueiros, a Matemática está presente, traduzindo assim o universo em linguagem matemática. Esse aspecto da Educação Matemática pode ser encontrado na chamada Modelagem Matemática. Barbosa (2001) descreve a Modelagem Matemática:

como um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da Matemática, situações oriundas de outras áreas da realidade. Essas se constituem como integrantes de outras disciplinas ou do dia-dia; os seus atributos e dados quantitativos existem em determinadas circunstâncias (Barbosa, 2001).

Dessa forma, utilizamos a Matemática para explicar alguma situação da realidade ou para resolver algum problema que seja real. Quando é notado que a Matemática pode ser vista no dia a dia e não somente em problemas e contas descontextualizadas, de certa forma traz um uso para a Matemática, e isso é importante para o incentivo e engajamento no estudo, principalmente para aquelas pessoas que não são exatamente simpatizantes com a disciplina.

Além de associar a Matemática com o belo e com aspectos do nosso cotidiano, também é possível encontrar surpresa matemática naquilo que “desafia a lógica”, no sentido de ser contraintuitivo.

### 1.15.2 Surpresa matemática que “desafia a lógica”

Quando é encontrado na Matemática algum artifício que traga um pensamento contraintuitivo, de certa forma pode-se dizer que será então causada uma surpresa matemática. Esse aspecto apareceu na análise de vídeos realizada por Scucuglia, Ianelli e Carvalho (2022)

quando os autores caracterizam os vídeos do FVDEM nas categorias de uma boa PMD, ou uma PMD conceitual. Scucuglia (2012) realizou uma adaptação das categorias de um bom filme de Boorstin (1990), afirmando que uma PMD conceitual deve oferecer surpresa, sentido, emoção e sensações matemáticas do ponto de vista de performance e da Educação Matemática. Um dos vídeos que foi analisado se tratava do Paradoxo dos Aniversários, que apesar de contraintuitivo, mostra que em uma sala com apenas 23 pessoas, a chance de que duas delas façam aniversário no mesmo dia é maior do que 50%. Isso ocorre por conta dos diversos pares que podem ser comparados. Segundo os autores citados, o fato desse paradoxo causar essa sensação de desafiar a lógica e de ser de certa forma contraintuitivo causa uma surpresa matemática ao telespectador.

Assim, um dos participantes também pensou nessa forma de causar surpresa, pelo “desafio à lógica”, no sentido de ser contraintuitivo.

**Erick:** A infinitude dos conjuntos é uma das teorias intrigantes da Matemática, pois desafia nossa lógica e nos leva a conclusões que, à primeira vista, podem parecer contraintuitivas. Essa questão da infinitude é um tópico fundamental na teoria dos conjuntos e na aplicação matemática em geral, pois diz respeito à natureza dos conjuntos à questão de quantos elementos podem estar contidos em um conjunto, de forma abstrata, pois infinitude é um estado (ou condição) e não um número propriamente dito, e pode-se utilizar de alguns tópicos relacionados a isso para mostrar o ponto filosófico da ciência, o que faz deste assunto uma das surpresas fascinantes da Matemática. A ideia de que existem diferentes “tamanhos” de infinitude é uma surpresa matemática significativa que (o matemático) Georg Cantor provou através dos números reais que formam um conjunto infinito incontável, que significa que há mais números reais do que números inteiros, embora ambos sejam infinitos, e esse resultado desafiou a intuição e revelou a riqueza da estrutura infinita dos números reais, através do Paradoxo do Hotel de Hilbert.

Em 1873 Cantor demonstrou que os números racionais eram enumeráveis, ou seja, que esses números podiam ser colocados em correspondência biunívoca com os números naturais. Além disso, ele demonstrou que os números algébricos (aqueles que são raízes de equações polinomiais com coeficientes inteiros), eram enumeráveis. E, em 1874, Cantor demonstrou que os números reais não eram enumeráveis.

O paradoxo do Hotel Infinito de Hilbert é uma ideia exposta pelo matemático David Hilbert, em uma palestra em 1925, para descrever a noção de um conjunto infinito enumerável (números naturais). Essa ideia foi popularizada, em 1947, por meio do livro *Um, dois, três ... infinito* do físico George Gamov.

Este participante atribuiu a surpresa matemática para algo que surpreenda por não ser o que parece, por “desafiar nossa lógica normal e humana”. Os Paradoxos têm essa característica forte de confundir e instigar nossa mente. Conforme apontam os autores Balieiro Filho e Oliveira (2022, p. 4): “um paradoxo é uma proposição que contém ou parece conter uma

contradição lógica, ou um raciocínio que, se bem que sem aparente lacuna, leva a um absurdo, ou ainda, uma situação que contraria a intuição comum”. O participante Erick, considerou como surpreendente o fato de alguns conjuntos numéricos serem infinitos, e mais ainda, que cada conjunto, mesmo sendo infinito, pode apresentar um “tamanho” diferente. Erick cita os “tamanhos” diferentes fazendo alusão aos conjuntos infinitos que são enumeráveis, ou seja, que são capazes de estabelecer uma relação direta um a um com o conjunto dos números naturais ( $\mathbb{N}$ ) e aqueles conjuntos infinitos que são não enumeráveis, contendo assim, mais elementos do que o conjunto dos números naturais.

A surpresa que reside nos paradoxos se estabelece pela confusão inicial que os paradoxos trazem. Também é interessante ressaltar que essa surpresa pela confusão, pode ser explicada a posteriori,

A Surpresa é inicialmente uma corrida de perplexidade e confusão que se esvanece; a maravilhada pergunta: como isso é possível! E somente depois que se estabelece algum tipo de conexão, que se dá o sentido da razão específica para a discórdia ou confusão, é que surge a admiração ou a apreciação verdadeira do resultado que tinha de ser. (Floyd, 2011, p. 139)

Assim, quando a surpresa é apresentada, a perplexidade aparece, depois de feitas as devidas explicações e conexões, essa confusão oferece lugar à admiração. Pode-se afirmar então, que a surpresa pelos paradoxos causa ao espectador, os alunos, a vontade de querer saber mais, assim chegando ao objetivo inicial, que é tornar a Matemática mais interessante de alguma forma.

Sobre explicações matemáticas causarem esse lugar de admiração, o último tópico que causa surpresa matemática que emergiu dos dados deste trabalho foi a surpresa que é causada pelas demonstrações matemáticas.

### **1.15.3 Surpresa matemática por demonstrações matemáticas**

Na Educação Básica, raras são as fórmulas matemáticas que são realmente demonstradas aos alunos.

Resultados cujas justificativas poderiam ser acompanhadas pelos alunos são simplesmente apresentados, com fórmulas prontas, construindo nos alunos uma imagem da Matemática como ciência abstrata e compreendida por poucos. Isso leva à ideia de que há uma relação entre o gosto do aluno pela Matemática e sua interpretação dessa ciência como um conjunto de fórmulas sem sentido. (Caldato; Utsumi; Nasser, 2017, p. 75)

Conclusões que poderiam fazer sentido de acordo com suas devidas provas, acabam sendo apenas simbolismos e memorizações desconexas, como se a Matemática fosse algo

puramente abstrato. Neste trabalho, uma das razões para surpresas matemáticas se estabelece exatamente pelo fato de provar algo ao aluno, mostrar o motivo pelo qual aquela fórmula tão usada faz sentido e não foi somente escrita ao acaso por alguém. Um dos futuros professores que fizeram parte desta pesquisa, apontou:

**Lucca:** Penso na ideia das demonstrações de fórmulas matemáticas que são muito usadas no Ensino Básico. Por exemplo, a demonstração da “Fórmula de Bhaskara” ou do “Teorema de Pitágoras”. Acredito que, quando os alunos compreenderem o porquê de cada coisa estar na fórmula do jeito que está, a sensação que eles vão ter é de surpresa e de encantamento, visto que entenderão de fato a explicação matemática por trás dessas fórmulas.

Caldato, Utsumi e Nasser (2017) realizaram uma pesquisa com o objetivo de investigar a visão de alunos e professores de Educação Básica sobre argumentação e demonstração matemática. Para isso, realizaram questionários com os professores e algumas perguntas sobre demonstrações para os alunos. Como resultado, eles apontaram que a maioria dos professores têm como sinônimos os termos argumentação, explicação e demonstração, o que é também percebido nos alunos, que apresentam apenas exemplos que satisfazem a afirmação como uma prova ou demonstração. Os autores ainda apontam que os cursos de licenciatura devem oferecer a argumentação e demonstração como um recurso a ser trabalhado em sala de aula, com a meta de criar um ambiente favorável à exploração-investigação da Matemática. Esse ambiente de investigação pode ser observado em uma das afirmações do participante desta pesquisa Lucca.

**Lucca:** Acredito que promover uma aula interativa com os alunos através de perguntas como “Por que vocês acham que isso está aqui?!” (ao se referir a alguma passagem ou sinal na fórmula), e, então, ir caminhando com os alunos para a demonstração passo a passo, sem deixá-los perdidos pelo caminho.

São diversos os desafios dos professores para utilizar provas matemáticas em sala de aula. O desinteresse dos alunos, por não entenderem o motivo de estarem estudando aquele conteúdo, a falta de apropriação com as demonstrações por parte dos professores e a falta de base matemática dos alunos para realizar as generalizações. Porém, é possível se utilizar das demonstrações matemáticas das fórmulas mais usadas, tomando o devido cuidado para que o nível de simbologia e abstração sejam condizentes com o nível dos alunos. Assim, promovendo uma surpresa matemática ao dar sentido às fórmulas que são tão utilizadas e decoradas pelos alunos.

Após o levantamento dos temas que mais causavam surpresa nos professores e licenciando desta pesquisa, fato que ocorreu durante o Módulo 1 da Oficina realizada, o caminho foi percorrido para o módulo 2, que contou com a produção dos poemas matemáticos, posteriormente da música e logo depois das imagens. Os poemas e as imagens foram feitos pela

colaboração existente entre os professores (e futuros professores) e por softwares que se utilizam de Inteligência Artificial. Assim, o próximo tópico desta análise foi intitulado Pensar-com-Inteligência-Artificial.

### 1.16 Pensar-com-Inteligência-Artificial

**Input:** Prezado ChatGPT, você acha que é possível o ser humano pensar-com-Inteligência-Artificial?

**ChatGPT:** Sim, acredito que é possível o ser humano pensar-com-Inteligência-Artificial. A colaboração entre humanos e IA pode ampliar a capacidade de raciocínio e criatividade. A IA pode servir como um parceiro de pensamento, fornecendo informações, sugerindo novas perspectivas e ajudando a refinar ideias. Esse processo permite que a IA complemente o pensamento humano, oferecendo insights e soluções que talvez não fossem consideradas de outra forma. Assim, a combinação de inteligência humana e artificial pode resultar em um processo de pensamento mais rico e produtivo. (ChatGPT, 2024)

Na proposição da Oficina, tínhamos como objetivo que em alguma, ou mesmo em todas as etapas da produção audiovisual e musical, houvesse a utilização de IA. Esse objetivo foi concluído, visto que em duas das etapas a IA esteve significativamente presente, ou seja, os participantes foram engajados no uso de aplicativos de IA.

No momento de pensar/explorar o conteúdo matemático (Módulo 1), os participantes tiveram seus próprios pensamentos sem utilizar IA, porém, já na próxima etapa da criação dos poemas (Módulo 2), foi o momento que a IA esteve mais presente. Todos os participantes interagiram com um software de geração de texto específico, o ChatGPT. Já no Módulo 3, que se tratava da produção musical, não foram utilizadas aplicações que tem a IA como foco, já que uma das músicas foi uma paródia, tendo então sua melodia já pronta e que as outras duas foram músicas autorais, porém produzidas com softwares de gravação de instrumentos físicos e digitais. No Módulo 4, o da produção audiovisual, houve duas fases, a captação e produção das imagens e a fase de produzir o vídeo em si. Para as imagens, um dos vídeos não utilizou um aplicativo de IA para produzi-las, consultando então outros bancos de imagens já prontas, outro vídeo, utilizou parte das imagens já prontas e parte produzidas a partir do seu poema utilizando IA e o último grupo utilizou para a criação de todas as imagens utilizadas um aplicativo de IA.

Dessa forma, neste tópico, os dados analisados serão os produzidos no módulo 2, em que as perguntas eram: “Crie um poema matemático sobre os tópicos principais de seu Tema escolhido no Módulo 1 de maneira individual. O que você aprendeu? O que você sentiu? Detalhe: Utilize um software de Inteligência Artificial.” e “Crie um poema matemático em grupo. Detalhe: Utilize um software de Inteligência Artificial.” e a atividade do Módulo 4:

“Utilizando imagens geradas por IA, produza um videoletra matemático em grupo. Detalhe: registre os comandos fornecidos para a geração das imagens e todo o processo criativo.”

### 1.16.1 Pensar-com-ChatGPT: Poemas e letras das músicas matemáticas

Como já citado anteriormente neste trabalho, matematicamente a IA pode cometer certos equívocos. Borba e Balbino Júnior (2023), em sua pesquisa, utilizaram o ChatGPT para resolver alguns problemas matemáticos, ele se desempenhou bem no primeiro e até quanto a um paradoxo lógico, porém, quando questionado sobre qual era a área de um hexágono regular composto de seis triângulos equiláteros, com lados medindo 12 centímetros, os autores apontam que mesmo que o ChatGPT tenha iniciado corretamente seu raciocínio, ele se perdeu em um dos cálculos e acabou trazendo um resultado errado. O resultado correto era  $216\sqrt{3}$  cm<sup>2</sup> e a IA respondeu  $36\sqrt{3}$  cm<sup>2</sup>. Repetindo a mesma pergunta em um momento desta pesquisa de mestrado, o ChatGPT já respondeu de maneira correta.

Figura 15 - Resposta do ChatGPT à pergunta errada em 2023

Um hexágono regular é composto por seis triângulos equiláteros com lado igual a 12 centímetros. Qual é a área deste hexágono?

Para encontrar a área de um hexágono regular, podemos usar a fórmula que depende do lado dos triângulos equiláteros que o compõem. No caso, cada lado dos triângulos é dado como 12 centímetros.

- Calcular a altura de um triângulo equilátero:  
A altura  $h$  de um triângulo equilátero com lado  $s$  é dada por:
 
$$h = \frac{\sqrt{3}}{2} \times s$$
 Substituindo  $s = 12$  cm:
 
$$h = \frac{\sqrt{3}}{2} \times 12 = 6\sqrt{3} \text{ cm}$$
- Calcular a área de um triângulo equilátero:  
A área  $A$  de um triângulo equilátero com lado  $s$  é dada por:
 
$$A = \frac{\sqrt{3}}{4} \times s^2$$
 Substituindo  $s = 12$  cm:
 
$$A = \frac{\sqrt{3}}{4} \times 12^2 = \frac{\sqrt{3}}{4} \times 144 = 36\sqrt{3} \text{ cm}^2$$
- Área do hexágono regular:  
Um hexágono regular é composto por seis triângulos equiláteros. Portanto, a área do hexágono  $A_{hex}$  é seis vezes a área de um triângulo equilátero:
 
$$A_{hex} = 6 \times 36\sqrt{3} = 216\sqrt{3} \text{ cm}^2$$

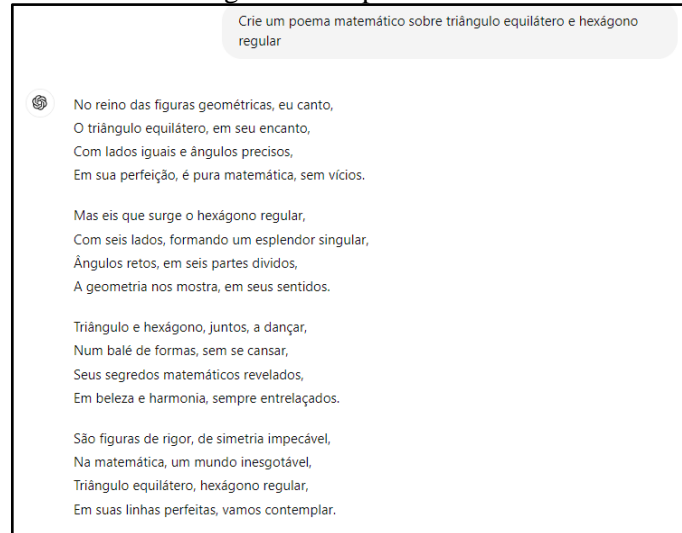
Portanto, a área deste hexágono regular é  $216\sqrt{3}$  centímetros quadrados.

Fonte: ChatGPT, 2024.

Vemos assim que este erro conceitual foi corrigido entre a janela de tempo do trabalho anteriormente citado e deste trabalho.

Para início da discussão deste tópico, apresento os dados produzidos pela professora Mara. A título de contextualização, a professora Mara citou que o que causa surpresa matemática para ela é a relação existente entre o hexágono regular e o triângulo equilátero, levando em conta que o hexágono pode ser dividido em seis triângulos equiláteros iguais.

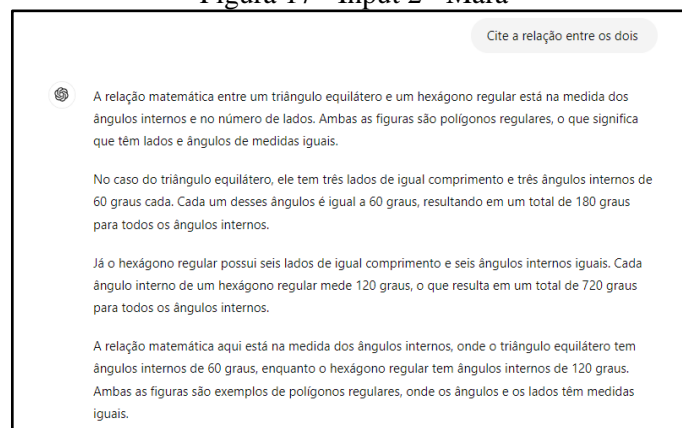
Figura 16 - Input 1 - Mara



Fonte: Dados da pesquisa da autora.

Percebe-se, observando a Figura 16, que o ChatGPT apenas citou os polígonos regulares e não realizou alguma conexão entre eles, assim, a professora Mara continuou a tentar chegar na relação já citada no diálogo com o aplicativo.

Figura 17 - Input 2 - Mara



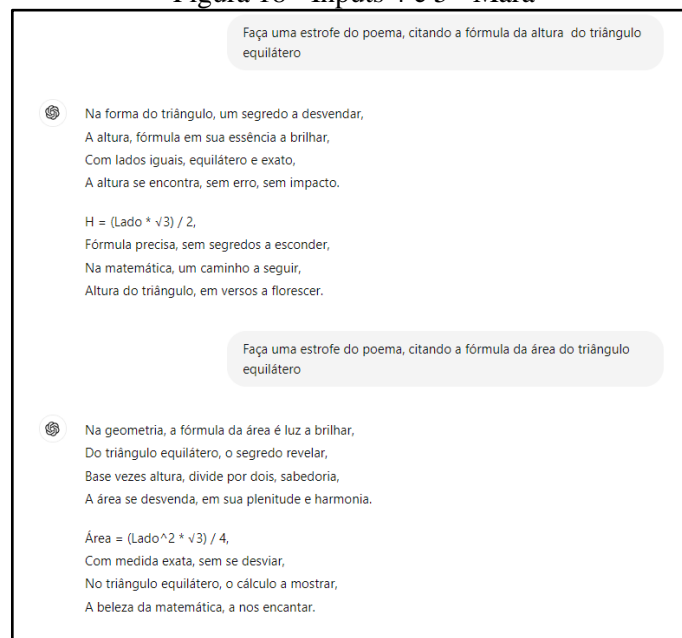
Fonte: Dados da Pesquisa da autora.

Mesmo com a professora Mara pedindo para que o Chat citasse a relação que existe entre os polígonos citados, ele não conseguiu realizar essa conexão. Ele foi correto em suas citações matemáticas, porém, foi superficial, sem se aprofundar no conteúdo em si. Assim, a decisão da participante foi citar qual era a relação que ela queria no seguinte comando: **Input 3**: “Continue o poema dizendo que o hexágono regular é dividido em 6 triângulos equiláteros”,

assim, ela conseguiu atingir seu objetivo inicial de obter um poema que apresentasse essa relação. Pode-se inferir que o ChatGPT foi “ensinado” pela professora, nessa colaboração interessante. Porém, o Chat continuou sendo de certa forma superficial sobre esses conceitos. Percebe-se que quando se é solicitado para o software a escrita de um “poema”, a concentração maior fica na estrutura e nos elementos poéticos. Porém, com relação ao conteúdo matemático, ele se apresenta superficial.

Assim, com a intenção de aprofundar neste conteúdo, a participante deu os próximos comandos: **Input 4:** “Faça uma estrofe do poema, citando a fórmula da altura do triângulo equilátero” e **Input 5:** “Faça uma estrofe do poema, citando a fórmula da área do triângulo equilátero”, conseguindo fazer com que o poema produzido chegasse ao seu objetivo. Percebe-se então, como é importante realizar os comandos da melhor maneira possível e sendo bem específico, para que o resultado seja mais próximo do que se espera. A seguir, resultados destes comandos.

Figura 18 - Inputs 4 e 5 - Mara



Fonte: Dados da Pesquisa da autora.

Quando a professora percebeu que teria que pedir as fórmulas, não hesitou em continuar insistindo na consistência do conteúdo matemático do poema que ela queria produzir. Ainda que sejam realizadas diversas discussões sobre o ensino de Matemática focado na memorização de fórmulas específicas, neste momento, é importante salientar que o uso de fórmulas é um tópico de importância na Matemática. Como a intenção era falar da relação existente entre o hexágono regular e o triângulo equilátero, é relevante que se fale também das fórmulas que os

representam, aproveitando o poder de memorização e de ludicidade que a música traz, com o lado poético e matemático.

Ao todo, foram 14 interações desta participante com a IA, dentre elas, também houve interações com a intenção de melhorar o poema que estava sendo feito: **Input 6:** “*Melhore essas últimas estrofes de maneira mais simples*” e **Input 7:** “*Pode excluir essas duas últimas estrofes, não gostei.*” Essas interações mostram o quanto a professora estava preocupada em realizar um poema que fosse entendido pelos seus alunos. Os feedbacks dados por melhorias no poema, ajudam no contexto do chat aberto, a IA entender melhor o que está sendo solicitado. Depois de todas essas interações, foram produzidos pela IA 22 estrofes, das quais, 11 foram escolhidas pela professora. A 1ª, 2ª, 3ª e 4ª estrofes foram escolhidas do 1º Input, o que trouxe a ideia de introdução ao tema. A 5ª e a 6ª estrofes foram escolhidas do 3º Input, que mostrou a relação que a professora queria. A 7ª e 8ª estrofes vieram do 4º Input, com a ideia de trazer fórmulas para o poema. A 9ª estrofe adveio do **Input 10:** “*Melhore essa estrofe*”, o **Input 9:** “*Faça uma estrofe do poema, usando a fórmula da área do triângulo equilátero, dizendo que é lado ao quadrado raiz de 3 sobre 4*”. Depois da melhora que o Chat atendeu, ela escolheu essa estrofe, mostrando que ficou satisfeita com essa interação. As últimas duas estrofes 10º e 11º vieram do **Input 13:** “*Faça uma estrofe da área do hexágono regular*”.

A análise do episódio fornecido revela como a professora-com-ChatGPT formou um coletivo pensante do ponto de vista da ideia de S-H-C-M (Borba; Villarreal, 2005). A professora-com-ChatGPT utilizou a IA para gerar e melhorar um poema matemático em várias interações. Esse processo colaborativo exemplifica como a IA pode ser uma extensão do processo criativo humano, fornecendo sugestões e ajustes conforme solicitado. O objetivo final da professora-com-ChatGPT era criar um poema que ajudasse os alunos a entenderem conceitos matemáticos, especificamente a relação entre o hexágono regular e o triângulo equilátero. O uso de fórmulas no poema mostra como ela queria que o conteúdo fosse matematicamente preciso e pedagógico. A combinação de poesia com matemática, utilizando a capacidade do ChatGPT para gerar texto, demonstra um uso inovador de mídias digitais para enriquecer o ensino. A professora utilizou a ludicidade da música e da poesia para facilitar a memorização de fórmulas, tornando o aprendizado mais envolvente (Scucuglia *et al.*, 2021).

A professora escolheu estrofes de diferentes inputs, mostrando como a IA pode fornecer múltiplas opções para a criação de conteúdo. A melhoria contínua das estrofes demonstra como a IA pode ser utilizada para refinamentos sucessivos, aprimorando a qualidade do conteúdo criado. A professora solicitou melhorias específicas, como a inclusão da fórmula da área do triângulo equilátero, mostrando como a IA pode ajudar a alcançar resultados mais precisos e

satisfatórios. O episódio ilustra um coletivo pensante onde a professora-com-ChatGPT trabalha coletivamente para criar um poema matemático eficaz. A interação entre a professora e o ChatGPT exemplifica como a tecnologia pode transformar práticas pedagógicas, oferecendo novas maneiras de abordar e ensinar conteúdos complexos por meio do pensar-com-IA. Em resumo, a formação de um coletivo pensante professora-com-ChatGPT resultou em um poema educacional matematicamente preciso e pedagogicamente eficaz. Esse processo reflete a ideia de S-H-C-M, em que a colaboração entre humano e não-humanos resulta em uma produção intelectual (Borba; Scucuglia; Gadanidis, 2014). A Figura 19 mostra o resultado do poema.

Figura 19 - Poema Final - Mara

No reino das figuras geométricas, eu canto, O triângulo equilátero, em seu encanto, Com lados iguais e ângulos precisos, Em sua perfeição, é pura matemática, sem vícios.	Na forma do triângulo, um segredo a desvendar, A altura, fórmula em sua essência a brilhar, Com lados iguais, equilátero e exato, A altura se encontra, sem erro, sem impacto.
Mas eis que surge o hexágono regular, Com seis lados, formando um esplendor singular, Ângulos retos, em seis partes divididos, A geometria nos mostra, em seus sentidos.	$H = (\text{Lado} * \sqrt{3}) / 2$ , Fórmula precisa, sem segredos a esconder, Na matemática, um caminho a seguir, Altura do triângulo, em versos a florescer.
Triângulo e hexágono, juntos, a dançar, Num balé de formas, sem se cansar, Seus segredos matemáticos revelados, Em beleza e harmonia, sempre entrelaçados.	No triângulo equilátero, pura simetria, Área é clara, sem mistério ou fantasia, Lado ao quadrado, raiz de três sobre quatro, que legal, Assim revelamos sua área, que sensacional.
São figuras de rigor, de simetria impecável, Na matemática, um mundo inesgotável, Triângulo equilátero, hexágono regular, Em suas linhas perfeitas, vamos contemplar	No hexágono regular, forma precisa a brilhar, Sua área revela-se, sem se desviar, Lados e ângulos em igualdade sem fim, A área se encontra com fórmula assim:
Seus lados iguais, ângulos sem desvio, Em perfeita simetria, como num rio, O hexágono se desdobra, em seis triângulos belos, Com ângulos de sessenta, formando seus anelos.	Seis vezes o lado ao quadrado, vezes raiz de três, Sobre quatro, a área emerge, clara e cortês, No hexágono regular, em perfeição sem par, A geometria nos encanta, e nos convida a pensar.
No coração geométrico, essa ligação, Entre triângulo e hexágono, em união, A matemática, em sua harmonia e clareza, Nos mostra beleza, ordem e destreza.	

Fonte: Dados da Pesquisa.

Levando em consideração também o conteúdo matemático, o participante William iniciou suas interações com o fornecimento de uma base de conteúdo para o ChatGPT, seu assunto escolhido para o poema foi Fractais. Assim, a primeira resposta do ChatGPT foi também uma explanação sobre o conteúdo, trazendo mais fontes e outras informações que o William não havia relatado. Assim, o participante achou que o contexto do software já estava pronto para escrever o poema. A segunda interação já apresentou o objetivo da criação do poema.

**Input 2 - William:** “Crie uma poesia matemática sobre fractais de modo que tenha rimas internas e multi-silábicas. Inclua variações nos tamanhos das frases”.

**ChatGPT:** Nos fractais, a beleza se revela,  
Em escalas infinitas, ela se atrela.  
Auto-semelhança, um segredo a desvendar,  
Geometria exótica, a nos encantar.

Em cada iteração, detalhes a surgir,  
Dimensões fracionadas, a nos seduzir.  
Koch e Sierpinski dançam em harmonia,  
Padrões complexos, uma sinfonia.

Mandelbrot e Julia, em um enlace,  
No plano complexo, dançam com graça.  
Caos e ordem, em um abraço ardente,  
Na Geometria fractal, o universo envolvente.

Nas formas irregulares, encontramos poesia,  
Na repetição infinita, a magia se cria.  
Na matemática das formas em expansão,  
Os fractais nos guiam, na busca da razão.

Assim, na Geometria dos fractais a brilhar,  
Encontramos beleza, onde menos se espera.  
Em cada detalhe, em cada escala a espiar,  
A matemática nos revela a quimera.

Após esta interação, o participante realizou o seguinte comentário em sua tarefa: *“No momento da interação seguinte, eu estava estudando sobre fractais para entender melhor sobre os conceitos e pedi melhores explicações ao chatGPT, em forma de poesia. (...)”* Esse fato demonstra como o coletivo pensante professor-com-ChatGPT começou a aparecer, visto a necessidade de um estudo mais aprofundado por parte do professor, a fim de poder exigir mais atributos do Chat, colaborando para um produto mais consistente matematicamente.

**Input 3 - William:** inclua conceitos mais específicos sobre fractais de modo que tenha rimas internas e multi-silábicas. Inclua variações nos tamanhos das frases.

**ChatGPT:** Nos fractais, a complexidade se entrelaça,  
Em cada iteração, a beleza resplandece com graça.  
Auto-semelhança, nesse mundo enigmático,  
Dimensões fracionadas, em um abraço matemático.

Koch e Sierpinski, na dança do infinito,  
Padrões fractais, um fascínio sem mito.  
Mandelbrot e Julia, em cores e formas sem par,  
Na Geometria Fractal, a magia a deslumbrar.

Nas curvas fractais, a espiral se desdobra,  
Caóticos atratores, onde a ordem se sobrepõe à obra.  
A Geometria Fractal, um quebra-cabeça singular,  
Revela segredos profundos em cada olhar.

Assim, nas formas irregulares e intrincadas,  
A matemática dos fractais é uma jornada.

Em cada detalhe, um universo a explorar,  
A poesia fractal, eterna, a nos encantar.

Analisando e comparando os resultados obtidos com relação ao conteúdo matemático, percebe-se que mesmo depois de feito o pedido de aprofundar mais os conhecimentos sobre fractais, o ChatGPT não obteve sucesso. Nas duas respostas, o ChatGPT citou as principais propriedades dos fractais, a autossimilaridade, a complexidade infinita e sua dimensão fracionária. Porém, nenhuma profundidade foi dada a mais mesmo depois desta interação. Em outro de seus comentários, William citou *“Voltei a insistir na explicação sobre o tema.”* Percebe-se então que a explicação matemática do tema foi uma das principais preocupações deste participante. O ChatGPT realizou a escrita dos poemas de maneira satisfatória, porém, deixou em falta as explicações dos temas. Assim, depois de algumas interações tratando de elementos apenas poéticos da produção, o comando foi o **Input 8**: *“Agora use explicações mais detalhadas sobre fractais, em forma de rima.”* Porém, mais uma vez não obteve sucesso. William revelou em outro de seus comentários, que a ferramenta abordou vários tópicos dentro da Geometria Fractal, porém não esmiuçou os tópicos, assim, sua próxima interação foi novamente com esse objetivo.

**Input 9 - William:** Ajuste as explicações, explicar ao invés de destacar tópicos

**ChatGPT:** Fractais, Geometria complexa, o que são, você quer saber?  
São figuras em que cada parte, o todo vai parecer.  
Auto-similaridade é a chave, padrões que se repetem,  
Em diferentes escalas, surpresas que o olhar percebe.

Koch e Sierpinski, exemplos de como se formam,  
Regras simples e repetidas, em cada iteração se tornam.  
Mandelbrot e Julia, no plano complexo habitam,  
Com números, cores, e formas, o mistério que eles ditam.

Dimensões fracionadas, o conceito a explorar,  
Na matemática dos fractais, é preciso mergulhar.  
Cada iteração nos revela, detalhes a considerar,  
Nas imagens quebradas, a beleza pronta a admirar.

Fractais, um mundo mágico, em cada parte contém,  
A complexidade matemática que encanta a quem a tem.

Não houve mudanças consideráveis sobre a profundidade do conteúdo. Mesmo assim, o participante relatou que já havia conteúdo suficiente para que ele criasse seu poema tomando como base as interações. Foram 26 estrofes criadas a partir das 9 interações. O poema final foi realizado fazendo uma combinação entre cada resultado.

Nos fractais, a beleza se revela,  
Em escalas infinitas, ela se atrela.

Auto-semelhança, um segredo a desvendar,  
Geometria exótica, a nos encantar.

Em cada iteração, detalhes a surgir,  
Dimensões fracionadas, a nos seduzir.  
Nas curvas fractais, a espiral se desdobra,  
Caóticos atratores, onde a ordem se sobrepõe à obra.

A Geometria Fractal, um quebra-cabeça singular,  
Revela segredos profundos em cada olhar.  
A complexidade se desvela, em detalhes reveladores,  
No caos e na ordem, somos todos exploradores.

Na matemática dos fractais, o encanto é profundo,  
A poesia da Geometria, em cada verso fecundo  
Com números, desvendamos o que é oculto,  
Somar e multiplicar, expandir em um tumulto.  
Na matemática, a lupa nos mostra claramente,  
A expansão, a visão, de maneira coerente.

Vamos entender as imagens, as formas quebradas,  
Fractais revelam segredos, em escalas detalhadas.  
Com percepção aguçada, exploramos com paixão,  
A Geometria Fractal, é nossa inspiração.

Assim, na Geometria dos fractais a brilhar,  
Encontramos beleza, onde menos se espera.  
Em cada detalhe, em cada escala a espiar,  
A matemática nos revela a quimera.

Depois dos poemas individuais, os participantes foram convidados a formar grupos e escrever um poema em conjunto. O Grupo 1, composto por cinco participantes, e grupo 2, por três participantes e o grupo 3 por mais duas participantes. O primeiro grupo decidiu o seu tema com a ajuda do ChatGPT.

Para criação do poema do Grupo 1, os participantes interagiram com o Chat e depois reuniram seus resultados, coletando uma das estrofes de cada um. A primeira interação foi da participante **Michelle Input 1 - Grupo 1**: “*Me fale assuntos matemáticos surpreendentes*”. Dentre os assuntos, o ChatGPT citou a Sequência de Fibonacci. **ChatGPT**: “*A Sucessão de Fibonacci: Essa sequência, onde cada número é a soma dos dois anteriores (1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, ...), aparece em muitos lugares inesperados na natureza, como na disposição de folhas em uma planta de alcachofra.*” Assim, o grupo decidiu que este seria o tema. Nesse momento, também é possível observar o coletivo licencianda-com-ChatGPT, visto que, de acordo com uma solicitação, o Chat forneceu uma gama de opções que satisfizeram o grupo, decidindo assim por um dos tópicos que foi citado. O resultado pode ser visto na Figura 20. A música que foi

utilizada para a produção do vídeo por eles foi a “Cheia de Manias” do grupo Raça Negra, sendo feita com a inspiração das demais contribuições e liderada pela professora Mara.

Figura 20 - Poema Final - Grupo 1

Poema em Grupo	Música: “Sequência de Fibonacci”
<p>Na vastidão dos números, tão intrigantes, A matemática, de segredos vibrantes, Revela assuntos surpreendentes a explorar, Um universo mágico a desvendar.</p> <p>Na sequência de Fibonacci, um segredo a desvendar, Números mágicos, na matemática a dançar. Espirais douradas, em perfeita conexão, Fibonacci, na natureza, é pura inspiração.</p> <p>1, 1, 2, 3, 5, 8, 13 e a crescer, A natureza a usa, pode crer, Em flores, conchas e ventos a soprar, A sequência de Fibonacci está a dançar.</p> <p>A proporção áurea, na natureza a brilhar, Pétalas de flores, galáxias a se formar. Em conchas do mar, ela está a se revelar, A harmonia perfeita, a nos encantar.</p> <p>No retângulo áureo, proporção divina, Sua forma encanta, reta e cristalina, O valor de Phi, nele reside, a brilhar, Na arte e na natureza, a nos inspirar.</p> <p>Com lados em equilíbrio, a se estender, O retângulo áureo, um sonho a tecer, Em obras-primas, arquitetura e mais, A harmonia de Phi, eterna e sagaz.</p> <p>Assim, nesse poema, a história é revelada, Da sequência que em espirais é celebrada, Fibonacci, sua magia é eterna e bela, Uma dança matemática que nos encanta com ela.</p>	<p><b>1a estrofe:</b> Sequência de Fibonacci, és pura magia Padrão divino, que nos contagia Cada termo a partir do terceiro É a soma dos dois anteriores Presente na geometria Natureza, arte, ciência e nas flores, nas flores</p> <p><b>Refrão:</b> 1, 1, 2, 3, 5, 8, depois 13, 21 1, 1, 2, 3, 5, 8, depois 13, 21, sem fim E você vai aprender Nunca mais vai se esquecer E você vai aprender...</p> <p><b>2a estrofe:</b> A divisão entre dois consecutivos, se aproximam Do número Phi que é o ouro, que coisa linda Ele é um número irracional, um ponto sessenta e um (1,61...) Cresce a espiral, isso é genial</p> <p>Vai aprender Não vai esquecer Vai aprender Não vai esquecer</p>

Fonte: Dados da Pesquisa da autora.

Já o Grupo 2, teve como ideia falar da Matemática de maneira geral, elencando a beleza da Matemática de maneira poética. O Grupo realizou diversas interações com o ChatGPT, iniciando com: **Input 1 - Grupo 2:** “Crie um poema com 3 estrofes de 4 versos, sobre um fato da matemática que causa surpresa. Use rimas ricas, que são rimas com palavras de classes gramaticais diferentes. Pratique linguagem jovem e íntima, com metáforas e figuras de linguagem. Não use interjeições como: “ó” e outras. Termos matemáticos devem ser usados na composição.” Percebe-se que depois de trabalhar bastante com o chat de maneira individual, a solicitação do grupo ficou mais detalhada, com mais comandos, provavelmente por estarem conquistando mais prática ao interagir, sendo assim, o ChatGPT condicionou a ação do Grupo, moldando os comandos de acordo com suas produções anteriores, formando um coletivo pensante S-H-C-M (Borba; Villarreal, 2005).

Figura 21 - Poema Final - Grupo 2

Poema em Grupo e Música: "Poesia dos Números"	
<p>Na dança dos números, sem aviso, A matemática tece seu feitiço, Entre parênteses, o enigma é preciso, No âmagô da equação, um segredo se aninha.</p> <p>O pi, como um pião, gira sem parar, Em espirais infinitas, a nos hipnotizar, Enquanto o zero, tão pequeno, a se ocultar, Guarda o infinito, mistério a nos inquietar.</p> <p>Na geometria, a reta corta o horizonte, Como o destino que traça sem desembarque, Os números, cifras de um sonho que apronte, Matemática, és a magia que sempre me enlace.</p> <p>No gráfico, a curva se ergue em sua sina, Numa sinfonia de pontos a bailar, E na incógnita, a resposta se destina, Nas entrelinhas, a verdade a se revelar.</p> <p>Mas na matriz dos sonhos e desejos, Multiplicam-se as chances, sem rodeios, Números primos, segredos, conceitos, Na álgebra da vida, somos sujeitos.</p>	<p>No teorema do amor, o coração, Um cálculo sem fim, pura emoção, A resposta não está na equação, Mas na vivência, na entrega, na paixão.</p> <p>E assim, na jornada da existência humana, A matemática se faz nossa companhia, Somos números, traços da esperança, Nessa equação que à vida se balança.</p> <p>A vida, qual integral, sem fim e meta, Na equação do tempo, seguimos reta, Mas a incógnita, a todos nos completa, Na busca constante, esperança e traço.</p> <p>Na tangente dos sonhos, seguimos fortes, Explorando os limites de nossas sortes, Na reta final, com ânimo e suor, Na matemática da vida, somos atores.</p>

Fonte: Dados da Pesquisa da autora.

Para finalizar a apresentação das músicas finais, o poema do Grupo 3, que também escolheu o tema do número de ouro e a sequência de Fibonacci. As interações que deram base ao poema vieram de uma das participantes, a Stephanie.

**Input 1:** elabore um poema de 5 estrofes que trate do assunto da proporção áurea.

**ChatGPT:** No número divino, a proporção áurea brilha,  
Na Arte e na natureza, sua harmonia se revela,  
Um segredo ancestral que a mente tranquila traz,  
Uma beleza oculta que aos nossos olhos revelam.

Na sequência de Fibonacci, a proporção se esconde,  
Um mistério geométrico que o universo responde,  
O número Phi, o divino ponto de equilíbrio,  
Na Matemática e nas flores, é um sinal tão nítido.

Da Grécia antiga aos mestres do Renascimento,  
A proporção áurea inspirou com grande talento,  
Leonardo, Michelangelo, mestres do pincel,  
Em suas obras-primas, o número é um papel.

Na Arquitetura e na Música, a proporção é luz,  
Através dos séculos, seu encanto seduz,  
Uma lição eterna, para todos nós, revela,  
Que na proporção áurea, a beleza sempre brilha.

Assim, na Matemática e na Arte, ela persiste,  
A proporção áurea, em sua perfeição, insiste,  
Um segredo do cosmos, um mistério divino,  
Que nos conecta ao universo, num eterno destino.

Após a primeira interação, Stephanie realizou algumas mudanças em seu comando de entrada, para obter uma resposta mais satisfatória do programa, acrescentando a especificação para qual turma esse poema seria utilizado e que ele seria base para uma música, que tivesse rimas e cenas do cotidiano e obteve então, um outro resultado. É importante ressaltar que o primeiro poema já apresentava rimas.

**Input 3:** elabore um poema de 5 estrofes que trate do assunto da proporção áurea. Este poema será transformado em música e é voltado para alunos do Ensino Fundamental II e Ensino Médio. É interessante que ele tenha rimas e traga associação com objetos e cenas do cotidiano dos estudantes.

**ChatGPT:** Na sala de aula, na vida a girar,  
A proporção áurea vamos desvendar,  
Números mágicos, na natureza escondidos,  
Em conchas, flores, segredos coloridos.

No retângulo dourado, o quadro na parede,  
A proporção áurea, sua beleza concede,  
É como um raio de sol em dia de chuva,  
Na Arte e na Matemática, uma riqueza que flui.

No giro de uma espiral, na seção áurea a brilhar,  
Nas voltas do caracol, a beleza a encantar,  
Nas ondas do mar, na sua praia a sonhar,  
A proporção áurea, em tudo vem dançar.

Na Arquitetura, nos edifícios erguidos,  
Os mestres construtores, em segredos instruídos,  
A torre que se eleva, com graça e esplendor,  
A proporção áurea, um guia e um valor.

Nas notas da música, no compasso a vibrar,  
A proporção áurea, no som a flutuar,  
No ritmo perfeito, na harmonia sem fim,  
Na Matemática e na Arte, é um dom para mim.

É importante ressaltar que o ChatGPT foi se moldando ao que a participante solicitava, fazendo com que houvesse essa colaboração na produção do conteúdo, tenho como atores tanto o ChatGPT quando a professora, tendo aqui outra demonstração do coletivo seres-humanos-com-ChatGPT (Borba; Balbino Júnior, 2023)

Com relação aos poemas, percebe-se que os participantes interagiram com o software, não utilizaram apenas a saída. Esse processo pode ser visto como uma colaboração entre os dois atores, os professores e o ChatGPT para realizar a criação. O fato de a participante explicar para o Chat que o poema seria usado para alunos da Educação Básica, mostra intencionalidade pedagógica, que para ela, era importante deixar claro. Depois de algumas interações, o Grupo 3 decidiu então seu poema final. No momento de gravar a música, é natural que algumas mudanças sejam realizadas, para atingir objetivos estéticos e musicais.

Figura 22 - Poema Final - Grupo 3

Poema em Grupo	Música: "Razão Áurea"
<p>Na matemática, uma joia rara, A Razão Áurea, vamos desvendar, sem parar, Um número mágico, um encanto a explorar, Para aprender, estudar, e se encantar.</p> <p>Uma proporção divina, na natureza se revela, Nas conchas do mar e flores, de maneira singela, A razão áurea está sempre à espera, Em formas perfeitas, beleza que atropela.</p> <p>Com Fibonacci e Phi, vamos dançar e criar, Na matemática e na arte, sempre a brilhar, Um segredo da natureza, uma lição a aprender, Vamos juntos desvendar, vamos compreender.</p> <p>Leonardo, o grande gênio, com sua Mona Lisa, Usou a proporção áurea, em sua obra precisa, Na arte renascentista, um toque singular, A matemática e a estética a se entrelaçar.</p> <p>No mundo da música, com ritmo e melodia, A proporção áurea guia nossa sinfonia, Na arquitetura antiga e nas pirâmides do Egito, A proporção áurea revela seu infinito.</p> <p>Nos retângulos de ouro, Fibonacci ensinou, Como se cresce, na proporção que encantou, Na sala de aula, essa maravilha se mostrou, O segredo da Razão Áurea, que nos inspirou.</p> <p>É um mistério que nos convida a explorar, Na matemática, não podemos ignorar, Essa lição que nos faz vibrar, A Razão Áurea, um tesouro a desvendar.</p>	<p>Na matemática, uma joia rara, A Razão Áurea, vamos desvendar, sem parar, Um número mágico, um encanto, Para aprender, estudar, e se encantar.</p> <p>Nos retângulos de ouro, Fibonacci ensinou, Como se cresce, na proporção que encantou, Para o mundo essa maravilha se mostrou, O segredo da Razão Áurea, que nos inspirou.</p> <p><b>REFRÃO</b> Fibonacci, com sua fórmula a brilhar, F(n) queremos calcular, F(n-1) e F(n-2) Na matemática, esses termos vamos desvendar.</p> <p>Leonardo com sua Mona Lisa, Usou a proporção áurea, em sua obra prima, Na arte renascentista, um toque singular, A matemática e a estética a se entrelaçar. Na música com uma melodia, A proporção áurea guia nossa sinfonia,</p> <p><b>REFRÃO</b> Fibonacci, com sua fórmula a brilhar, F(n) queremos calcular, F(n-1) e F(n-2) Na matemática, esses termos vamos desvendar.</p> <p>Nos retângulos de ouro, Fibonacci ensinou, Como se cresce, na proporção que encantou, Para o mundo essa maravilha se mostrou, O segredo da Razão Áurea, que nos inspirou.</p>

Fonte: Dados da pesquisa da autora.

Outro destaque para a produção matemática das IAs é com relação às imagens. A Arte produzida por aplicativos de IA é chamada de Arte Generativa ou Arte Algorítmica. O usuário entra com uma palavra ou uma frase de sua escolha e escolhe alguns atributos para imagem, como o estilo mais realista ou uma animação e o software cria a imagem em segundos. Nesta pesquisa, a ideia era que fossem produzidas imagens com os trechos ou palavras que foram escritas pelo poema. Os pontos críticos da análise das imagens serão listados a seguir.

### 1.16.2 Pensar-com-Canva e Pensar-com-Leonardo.AI: produção de imagens

Os aplicativos utilizados foram dois, o Canva e o Leonardo.AI. Com relação às imagens do Grupo 1, uma delas foi produzida com o intuito de representar o Número de Ouro, já citado anteriormente neste trabalho. Porém, quando solicitado, Input 1: "Número de Ouro" a IA retornou a imagem da Figura 24, que representa números feitos em ouro e não a representação matemática do conteúdo. Além disso, alguns símbolos não identificados aparecem de fundo para "preencher a imagem".

Figura 23 - “Número de ouro”



Fonte: Canva, Dados da pesquisa da autora.

Assim, para criação de imagens matemáticas, as IAs ainda apresentam certas inconsistências. A Nathália relatou sobre o processo de criação: *“A IA não soube atender a algumas palavras inseridas. Como por exemplo ao digitar “número de ouro” apareceu a imagem de números dourados representando ouro.”* Percebe-se o quanto a IA ainda não está totalmente adaptada com alguns conceitos da Matemática, além disso, muitas vezes esses conceitos são abstratos e necessitam de certa interpretação para serem representados por meio de imagens. Ainda com relação às imagens produzidas na colaboração do Grupo 1 e dos aplicativos de IA, podemos citar todas as imagens que foram solicitadas como “Espiraís de Fibonacci”.

Figura 24 - “Espiraís de Fibonacci”



Fonte: Canva, Dados da Pesquisa da autora.

Como é perceptível, apesar da qualidade de cores e efeitos das imagens geradas, as espirais que foram produzidas não são espirais que seguem sequer minimamente a Proporção Áurea. Com relação à Matemática da produção de imagens do Grupo 2, foram geradas diversas imagens para serem utilizadas no vídeo. Algumas serão analisadas adiante. A primeira imagem gerada teve como inspiração a primeira estrofe do poema final do grupo.

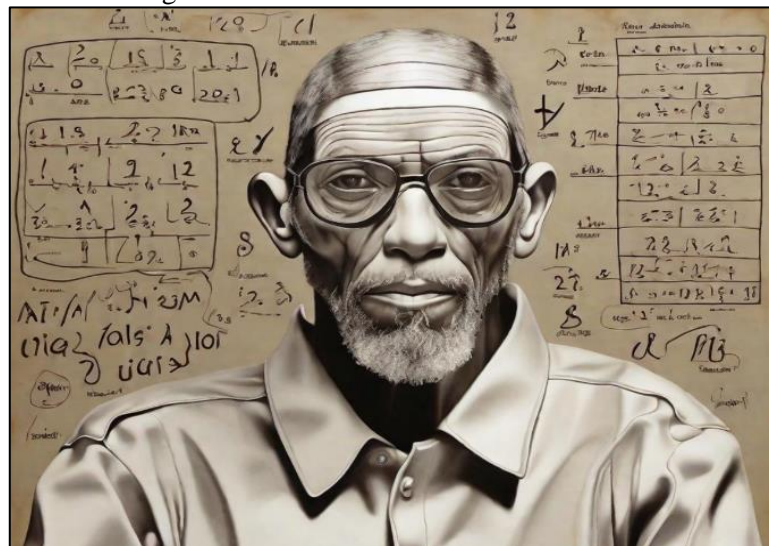
Figura 25 - “Na dança dos números”



Fonte: Leonardo.AI, Dados da pesquisa da autora.

Essa imagem representa de maneira bem poética uma dança de números, é interessante como a Matemática aparece apenas como pano de fundo. A Figura 27 foi gerada por meio da 7ª estrofe do poema final do Grupo 2.

Figura 26 - “Jornada da existência humana”



Fonte: Leonardo.AI, Dados da pesquisa da autora.

Ambas as imagens possuem algo em comum. A Matemática que a IA representa sempre se respalda em símbolos que muitas vezes nem são capazes de serem reconhecidos pelo ser humano. Na primeira destas figuras, até é possível reconhecer alguns dos números, porém, em outros de menor tamanho, já não é reconhecível. Já na Figura 26, a ideia de representar a jornada de existência humana, foi retratada por meio de uma escrita na parede, que pode ser relacionada com os símbolos usados antigamente, porém, sendo irreconhecíveis para nós.

Assim, pode-se afirmar que as IAs possuem muitos conhecimentos matemáticos, sabem elencar muito bem diversos tópicos interessantes sobre assuntos específicos, porém, quando se

diz respeito a esmiuçar um conteúdo por meio de um poema, a IA não consegue se expressar de maneira satisfatória. Além disso, percebe-se que ainda não possui certos conhecimentos e que interpreta a Matemática majoritariamente pelo simbolismo presente na disciplina, quanto à produção de imagens. A seguir, é apresentada uma análise de cada produção audiovisual que foi realizada neste curso.

### 1.17 Produção Audiovisual

**Input:** Prezado ChatGPT, como as produções audiovisuais podem ser criadas por professores com o objetivo de contribuir com o processo de ensino e aprendizagem?

**ChatGPT:** Professores podem criar produções audiovisuais para melhorar o ensino e a aprendizagem de várias maneiras: **Explicação Visual:** Vídeos explicativos com animações e exemplos práticos tornam conceitos complexos mais acessíveis. **Contextualização:** Documentários ou curtas que conectam o conteúdo à realidade dos alunos. **Interatividade:** Vídeos interativos que incentivam a participação ativa dos alunos. **Revisão:** Resumos em vídeo para revisão de conteúdo e resolução de exercícios. **Engajamento:** Vlogs educativos ou séries que relacionam o conteúdo ao cotidiano dos alunos. Essas produções podem ser simples, utilizando ferramentas básicas, ou mais elaboradas, dependendo dos recursos disponíveis e do objetivo pedagógico. (ChatGPT, 2024)

Como destacado a priori neste trabalho, o vídeo é uma ferramenta muito utilizada para ensinar Matemática e existem diversos tipos de vídeos e diferentes intencionalidades para eles. No contexto desta pesquisa, foram produzidos três vídeos pelos três grupos que foram formados pelos participantes. É importante ressaltar que esses vídeos possuem uma estrutura comum, eles são compostos por uma música, diversas imagens que compõem a parte visual, além de apresentarem a letra criada simultaneamente ao decorrer da música. Esse tipo de vídeo será referenciado como videoletra neste trabalho.

É importante ressaltar que diante de todas as etapas de produção desse vídeo, houve um coletivo pensante professores-com-vídeos, visto que, mesmo no momento de estar escrevendo o poema com o ChatGPT ou no momento de produzir suas imagens com Canva ou Leonardo.AI, cada professor ou licenciando sempre tinha em mente o objetivo a produção do vídeo e que todos aqueles processos eram etapas de um todo, o vídeo final. Assim, as escolhas, intencionalidades e ações foram influenciadas por essa mídia, enunciando o coletivo pensante.

A seguir, os videoletras serão descritos, e analisados com relação à intencionalidade pedagógica, a multimodalidade e os elementos estéticos presentes em cada um.

### 1.17.1 Videoletra 1 - Sequência de Fibonacci

Figura 27 - Videoletra 1 - Figura 1

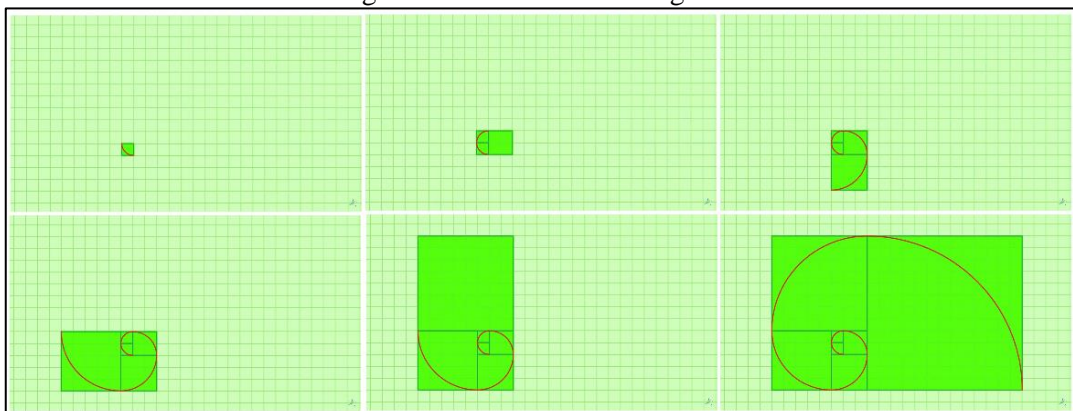


Fonte: Dados da Pesquisa da autora.

O videoletra produzido pelo Grupo 1 dos participantes desta pesquisa foi intitulado “Sequência de Fibonacci”. A música utilizada como base de melodia musical foi “Cheia de Manias” do Grupo Raça Negra. Este tipo de produção pode ser interessante para o processo de memorização da música, visto que alguns dos alunos podem já conhecer suas características de ritmo e melodia. É uma música com um ritmo animado que possui vários instrumentos compondo sua melodia, a voz foi gravada por uma das participantes, a professora Mara, que já tinha experiência com música em sua sala de aula. O vídeo pode ser assistido no link a seguir: <https://youtu.be/9aVsQpsHDL0>.

No início da produção, é apresentada a espiral de Fibonacci sincronizada com o ritmo da música, como pode ser observado na Figura 28.

Figura 28 - Videoletra 1 - Figura 2



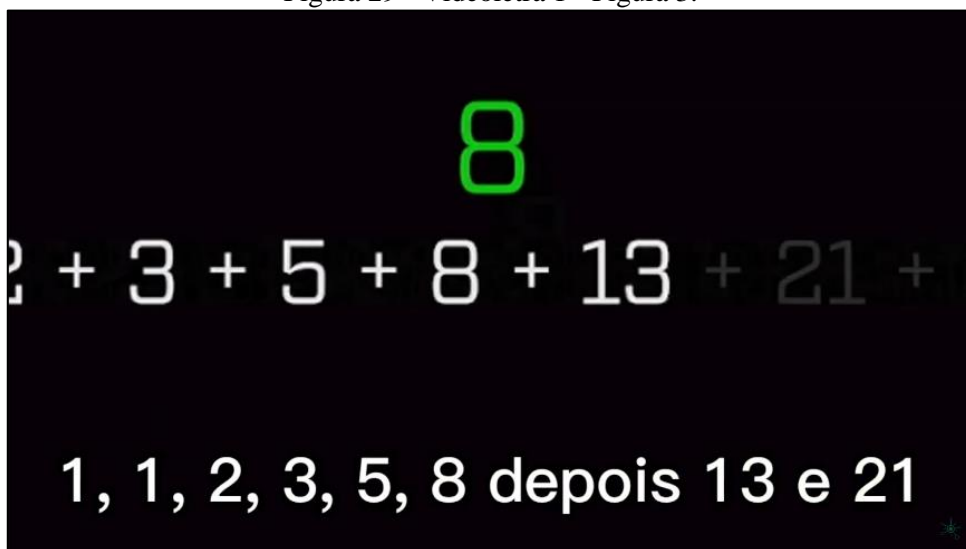
Fonte: Dados da pesquisa da autora.

É comum encontrarmos como elementos da multimodalidade de vídeos matemáticos o uso de alguns elementos específicos, como os gráficos. “Na Educação Matemática, a multimodalidade aparece frequentemente na combinação de gráficos, linguagem verbal, representação numérica, representação tabular e representação algébrica (ou simbolismo matemático).” (Santos; Neves, 2022, p. 6). Esse primeiro elemento do vídeo une a representação gráfica com o ritmo da música, o que pode causar um efeito interessante para o espectador.

Cada palavra escrita aparece de acordo com cada palavra cantada, além disso, as letras possuem animação de entrada. Todas as imagens retratadas apresentam efeitos de transição. Percebe-se que na maioria das vezes, cada imagem tem relação com o que está sendo cantado, o que traz a sensação de sintonia para o espectador.

A música traz todas as principais características e fórmulas da Sequência de Fibonacci, citando como se obtém a sequência e o número de ouro, por exemplo. Em seu refrão, há um elemento inusitado. O grupo trouxe uma animação da Série de Fibonacci, enquanto cita e canta a sequência de Fibonacci. Esse fato é interessante por apresentar um outro tópico relacionado ao conteúdo matemático em si, de maneira sutil.

Figura 29 - Videoletra 1 - Figura 3.



Fonte: Dados da Pesquisa da autora.

De acordo com a divisão realizada neste trabalho sobre os possíveis motivos de encontrar uma surpresa matemática, pode-se afirmar que a Sequência de Fibonacci é a surpresa matemática associada ao belo e ao cotidiano. Na música, são citadas a natureza, a Arte, a Ciência e as flores como representações desta proporção.

Figura 30 - Videoletra 1 - Figura 4



Fonte: Dados da Pesquisa da autora.

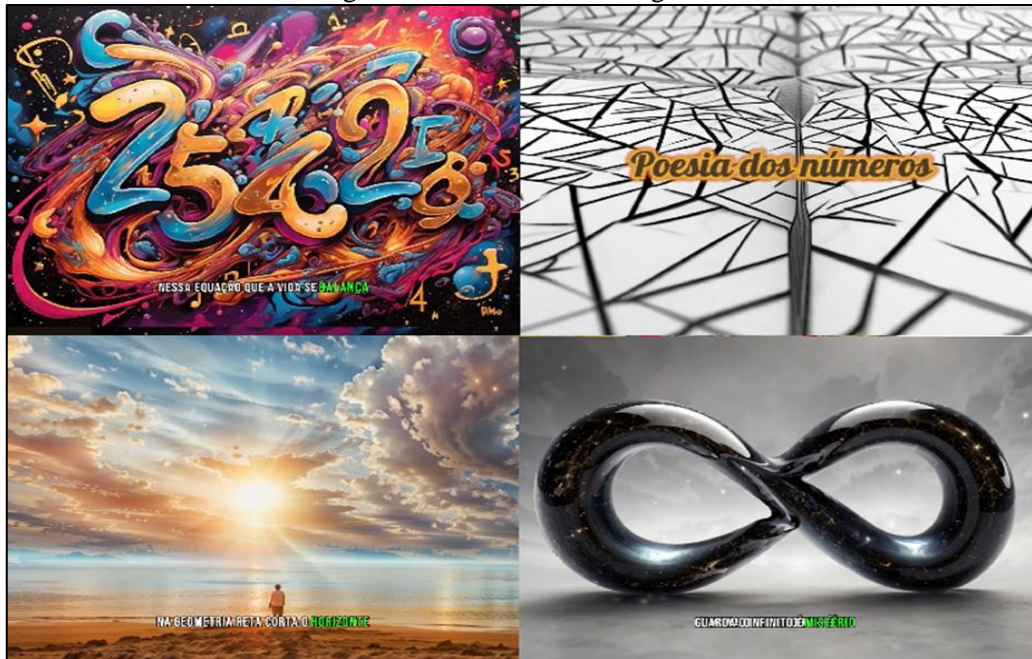
É possível observar que a intencionalidade pedagógica do videoletra não foi apenas citar a beleza desta relação. Os autores se preocuparam em trazer para a letra todo conteúdo que o aluno do Ensino Básico precisa saber sobre esta sequência. Isso mostra a intencionalidade de apresentar o conteúdo com certo grau de intensidade, bem como, utilizar a potencialidade que a música tem de auxiliar na memorização, por conta de sua ludicidade.

Percebe-se também que para estes autores, era importante que o videoletra ficasse interativo, que chamasse atenção por suas cores e efeitos, visto que, todas as imagens possuem transições e que a própria letra da música também possui. Quando as letras aparecem, embora elas estejam em branco e com o contorno em preto, elas apresentam um efeito colorido de entrada.

A letra em si, segue a mesma estética do começo ao fim da música, porém as imagens não. Existem diferentes estilos entre as imagens, é possível observar imagens com efeito neon, que traz a sensação de algo mágico e brilhante, podemos observar alguns gifs, que são utilizados para dar a ideia de formação da espiral de Fibonacci, como descrito inicialmente e outras imagens sem qualquer efeito.

### 1.17.2 Videoletra 2 - Poesia dos Números

Figura 31 - Videoletra 2 - Figura 1



Fonte: Dados da Pesquisa da autora.

A produção audiovisual realizada pelo Grupo 2 foi o videoletra intitulado “Poesia dos Números”. A música utilizada no videoletra foi produzida de maneira autoral, em colaboração com o orientador desta pesquisa. O vídeo pode ser consultado pelo link: <https://youtu.be/PUg6ipgP9Hc>. O aplicativo utilizado foi o Band Lab para a edição das vozes e para a mixagem da música. Este aplicativo possui vários recursos de IA, como por exemplo, a mixagem inteligente e os efeitos prontos.

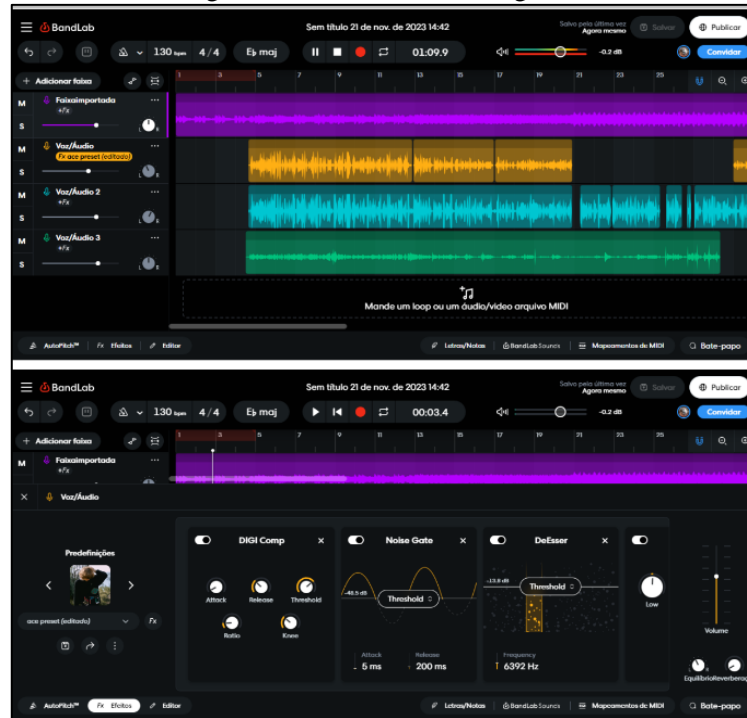
Conforme aponta Neves (2020), a música tem a potencialidade de suscitar emoções e sentimentos ou a partir do impacto sonoro da composição, é capaz de despertar a atenção do ouvinte. Além disso, Neves (2020) ressalta:

O audiovisual que trata de temas relacionados à Matemática também pode se beneficiar da música e do som na composição de um roteiro. A música pode ser apresentada como pano de fundo em cenas que objetivam suscitar emoções, sentimentos ou estados, como alegria, curiosidade, comoção, concentração, expectativa ou mistério, despertando a atenção e o interesse de quem assiste, em especial, de estudantes, para aquele conteúdo matemático. A música também pode surgir em primeiro plano com seus recursos sonoros e uma letra que trata de conteúdo matemático. (Neves, 2020, p. 100)

Nesta dissertação, a música entra como primeiro plano, sendo um aspecto crucial da videoletra, todos os elementos giram em torno do que a música traz e da intencionalidade nela

trabalhada. Nas Figura 32, estão algumas capturas de tela que apresentam determinadas fases do processo de criação e edição da música.

Figura 32 - Videoletra 2 - Figura 2



Fonte: Dados da pesquisa da autora.

A música produzida pelo grupo tem um estilo de Hip Hop e o cantor, William, um dos integrantes do grupo, canta de maneira rápida. Percebe-se que a intencionalidade pedagógica foi produzir uma música que falasse e expressasse a beleza da Matemática, bem como as surpresas que ela pode oferecer, já que não é uma música conteudista, diferente da música anterior. Esse objetivo também pode ser muito interessante para comunicar a Matemática de maneira mais lúdica e poética. Em elementos como “na dança dos números”, “a Matemática tece o seu feitiço”, percebe-se esse viés artístico ligado à poesia. A relação com a poesia apresenta um grau de interdisciplinaridade, que é interessante para abordar mais de um assunto ao ouvir a música. Além disso, a música traz uma analogia entre os seres humanos e os números, na vida e na Matemática, respectivamente. É interessante observar que esta analogia é de certa forma surpreendente e intrigante.

A letra que aparece no vídeo contém alguns problemas de duplicação em determinados momentos, isso se deve ao processo automático que foi utilizado para colocar a legenda da música.

Com relação à multimodalidade, pode se citar o efeito de “pulsar” das palavras assim que elas são cantadas e mostradas na letra da música. Além disso, em certos instantes, a imagem

que aparece no plano de fundo “pulsa” também, seguindo o ritmo da música. Em determinados momentos, as imagens utilizadas apresentam um efeito de transição, o que traz mais dinamicidade para o vídeo.

Algumas imagens consideradas “alucinações” da IA foram utilizadas no vídeo. A intencionalidade pode ter sido diversa, causando este estranhamento para chamar a atenção, por exemplo. A Figura 34 retrata alguns exemplos desses momentos.

Figura 33 - Videoletra 2 - Figura 3



Fonte: Dados da Pesquisa da autora.

### 1.17.3 Videoletra 3 - Razão Áurea

O Grupo 3 realizou seu trabalho com o título “Razão Áurea”. A música foi produzida com o auxílio do Professor-orientador dessa pesquisa de maneira autoral e a letra feita pelas participantes. Para esse vídeo especificamente, foram feitas duas versões com relação às músicas, uma com uma edição um pouco mais sutil, apenas corrigindo algumas notas da gravação original e a outra com a música mais trabalhada em relação a afinação e efeitos sonoros. A versão 1 produção pode ser consultada no link: <https://youtu.be/ZkzK6aAM7uQ>. A versão 2 está disponível em: <https://youtu.be/aCsJcQW92No>. Percebe-se, na versão 2, como a produção de seres-humanos-com-mídias pôde acontecer, visto que por meio da voz gravada naturalmente pelas participantes do grupo, a edição e os efeitos puderam aperfeiçoar o produto final, mudando o efeito que a voz causa no espectador, a mídia, no caso o software de edição, pode ser condicionante para a produção deste conteúdo.

Figura 34 - Videoletra 3 - Figura 1



Fonte: Dados da Pesquisa da autora.

Esse vídeo não contou com imagens produzidas por IA, e sim, com um estilo de colagens de várias imagens representando a Arte e a Razão Áurea. Percebe-se que a intencionalidade pedagógica do grupo foi abordar de uma maneira mais estética e artística esse assunto, citando a Mona Lisa de Leonardo da Vinci, e a Arte Renascentista. Em um dos trechos da música, temos: “Na Arte Renascentista, um toque singular; A Matemática e a Estética a se entrelaçar”. Nas imagens, a principal temática foram obras famosas que aparentemente foram criadas de acordo com a proporção áurea. Essa característica mostra a interdisciplinaridade presente no videoletra.

Figura 35 - Videoletra 3 - Figura 2

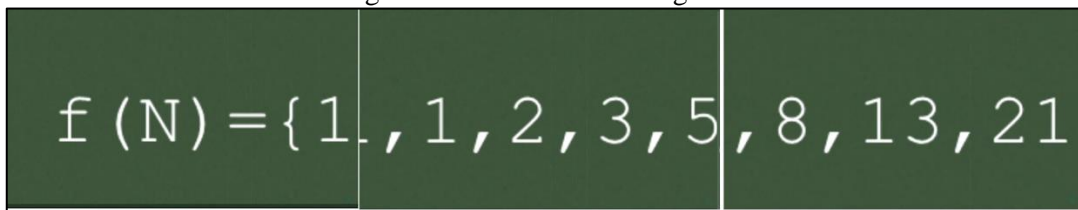


Fonte: Dados da Pesquisa da autora.

Com relação ao conteúdo matemático em si, o objetivo, assim como o grupo 2, não foi conteudista, não traz as fórmulas dos termos, por exemplo. Mesmo sendo uma temática que se relaciona com o Videoletra 1 - “Sequência de Fibonacci”, percebe-se muitas diferenças em relação ao estilo e ao objetivo. Enquanto o Videoletra 1 abordou as fórmulas, o Videoletra 3 abordou as representações na Arte como seu principal objetivo.

Um evento interessante nesse videoletra é um item colocado no meio da música. Existe uma voz que sussurra, parte da sequência de Fibonacci, enquanto a música está apenas em sua parte instrumental. A voz se torna mais clara quando ao mesmo tempo é transmitida de maneira rápida a sequência no vídeo. Esse pode ser considerado um evento de mensagem subliminar, pois enquanto você apenas ouve a música, se torna quase imperceptível.

Figura 36 - Videoletra 3 - Figura 3



$$f(N) = \{1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21\}$$

Fonte: Dados da Pesquisa da autora.

Os resultados apresentados neste capítulo demonstram que a interação entre professores, licenciandos e ferramentas de Inteligência Artificial, como o ChatGPT, proporcionou uma nova dimensão na produção de conteúdos educacionais, especialmente na criação de poesias e músicas matemáticas. A capacidade da IA de atuar como um parceiro criativo, sugerindo ideias e refinando conteúdos, destacou-se como um fator crucial no processo de ensino e aprendizagem, permitindo que os professores explorassem novas formas de engajamento com seus alunos. Além disso, o conceito de seres-humanos-com-mídias foi exemplificado na prática, onde a colaboração entre humanos e IA resultou em produtos educacionais que são ao mesmo tempo matematicamente precisos e pedagogicamente valiosos.

Por outro lado, o capítulo também evidenciou as limitações das IAs atuais, especialmente no que diz respeito à profundidade dos conteúdos matemáticos gerados e à precisão na criação de imagens que representem conceitos abstratos. Esses desafios ressaltam a necessidade de um olhar crítico e da intervenção humana para garantir a qualidade e a eficácia do material didático produzido com o auxílio dessas tecnologias. Portanto, o papel do professor continua sendo central, não apenas como um facilitador, mas como um coautor junto à IA moldando e aprimorando os recursos educacionais para melhor atender às necessidades de seus alunos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta seção são apresentadas as considerações finais que emergiram diante da análise e da escrita desta dissertação por inteiro. Todas as conclusões aqui retratadas, têm como base a trajetória da pesquisadora, o referencial teórico escolhido, a metodologia, os resultados e discussões, bem como o objetivo geral e específico e a pergunta diretriz.

Este trabalho surgiu com o objetivo investigar a produção de vídeos de músicas matemáticas por licenciandos e professores de Matemática envolvendo o uso de aplicativos de IA, e como objetivo específico, compreender quais as potencialidades e limitações no uso da IA para produzir vídeos de músicas matemáticas. Assim, pretendia-se responder à seguinte questão: *como professores e futuros professores produzem vídeos de músicas matemáticas com a Inteligência Artificial?*

Para isso, foi realizado um estudo sobre a literatura disponível com a temática de a formação de professores de Matemática e de como os programas de iniciação à docência (PIBID e PRP) podem ser relevantes para auxiliar na relação entre teoria e prática dos professores que estão em formação e dos professores recém-formados (Tinti, 2012).

Além disso, sobre o tema de vídeos em Educação Matemática, pode-se perceber que é uma temática recorrente nas pesquisas e que a potencialidade dessa mídia pode ser vista no engajamento, na possibilidade de visualizações repetidas, na ludicidade da tecnologia (Oechsler, 2018) e na multimodalidade da forma de se apresentar e fazer Matemática, explorando sons, imagens, músicas, efeitos e outros (Neves, 2020).

Pode-se inferir também que a Inteligência Artificial na Educação Matemática ainda foi pouco explorada, mas que já se percebe seus efeitos e prospecções (Borba; Balbino Junior, 2023), nos sistemas de tutores inteligentes, na produção de conteúdo para auxiliar no planejamento do professor e no estudo do aluno, tirando dúvidas e personalizando seu aprendizado. Sobre essas mídias, também foi buscada a teoria do construto teórico seres-humanos-com-mídias de Borba e Villarreal (2005), que consiste em afirmar que cada mídia condiciona a produção humana de acordo com suas potencialidades e limitações, assim, a mídia é coautora do processo de produção de conhecimento matemático.

Com objetivo de responder à pergunta de pesquisa, a produção dos dados foi feita por meio de uma Oficina realizada pela pesquisadora e orientador, com o título “Produção Audiovisual e Musical em Educação Matemática”, com carga horária de 40 horas e com encontros síncronos via *Google Meet* e atividades assíncronas por meio do *Google Classroom*. A Oficina foi ofertada para residentes do Programa Residência Pedagógica, egressos deste

programa e professores de Matemática, por meio do preenchimento de um formulário de interesse.

Os encontros realizados pelo *Google Meet* foram registrados em vídeo. Os dados analisados foram poemas individuais e coletivos criados com a participação do ChatGPT, uma IA desenvolvida para fornecer suporte, responder perguntas e auxiliar em diversas tarefas. Para a composição dos dados analisados, foram produzidos três videoletras (vídeos de músicas matemáticas com a letra exibida simultaneamente na tela) em grupo, utilizando imagens geradas pelos aplicativos Canva e Leonardo.AI, ambos baseados em IA. A oficina contou com a participação de 10 pessoas. Esta pesquisa se enquadrou em uma pesquisa qualitativa na perspectiva de um estudo de caso.

A análise dos textos seguiu um modelo que abrange leitura integral, releitura, identificação da ideia central, comparação de ideias, organização por relevância, interpretação e crítica com conclusões (Lakatos; Marconi, 1992). Já os videoletras foram analisados conforme uma adaptação do modelo analítico de Powell, Francisco e Maher (2004), que inclui a observação, descrição dos dados de vídeo, identificação de eventos críticos, transcrição, codificação, construção do enredo e composição da narrativa.

Os módulos da Oficina foram realizados de acordo com uma adaptação do processo de criação de videoletras segundo Scucuglia *et al.* (2021). No Módulo 1, chamado de Investigação Matemática, os participantes escolheram uma ideia matemática que despertasse surpresa. No Módulo 2, eles criaram poemas matemáticos fundamentados no conteúdo escolhido e nas emoções sentidas, que seriam a base para a criação de uma música matemática. O Módulo 3 focou na Produção Musical, utilizando um software para incorporar elementos tecnológicos e estéticos. No Módulo 4, os participantes produziram um videoletra, utilizando aplicativos de IA para produzir suas imagens. Após a produção do videoletra, no Módulo 5, houve uma análise e discussão dos vídeos criados, abordando os resultados e as dificuldades enfrentadas. Nos módulos 1 a 4, os participantes também realizaram atividades assíncronas dentro de um prazo determinado.

Com relação à interação e colaboração dos professores e futuros professores com aplicativos de IA, pode-se afirmar que a experiência foi boa e valiosa, principalmente com relação criação de poemas com o ChatGPT. É perceptível que no processo, os participantes não ficaram satisfeitos com o primeiro resultado que lhes foi apresentado, e assim, foram transformando as entradas, os comandos, a fim de também fazer parte do processo. Mesmo com os poemas já prontos pelo software, alguns participantes ainda escreveram seu próprio, utilizando apenas alguns versos, ou as ideias e rimas indicadas. Esse processo é um processo

em que o ChatGPT molda o ser humano e o ser humano molda o ChatGPT, em um momento de colaboração (Domingues, 2020).

A análise do conteúdo matemático do Módulo 1 perpassou pelas surpresas que a Matemática pode oferecer. O primeiro tipo de surpresa observado neste trabalho foi a **surpresa matemática associada ao belo**. Nesse item, foram abordadas as surpresas que se relacionam com a simetria, com o número de ouro e a proporção áurea e principalmente com a associação com fatos que podem ser observados na natureza, em nosso cotidiano. Esse motivo causa surpresa matemática (Scucuglia; Borba; Gadanidis, 2012).

A segunda surpresa destacada neste trabalho é a **surpresa que “desafia a lógica”**. Pode-se afirmar que os paradoxos (Balieiro Filho; Oliveira, 2022) que “desafiam a lógica” por se tratar de um pensamento que é contraintuitivo, causam esse tipo de estranhamento, que pode vir acompanhado com uma surpresa.

A terceira surpresa identificada é a **surpresa por demonstrações matemáticas**. As demonstrações são pouco exploradas e poderiam suscitar no aluno um maior interesse e um melhor entendimento na Matemática (Caldato; Utsumi; Nasser, 2017). Entender o motivo pelo qual uma fórmula existe é importante para que a comunicação matemática saia da abstração e possa ser realmente compreendida.

Já a análise do conteúdo do Módulo 2 e do Módulo 4 (produção das imagens) foi possível encontrar o **pensar-com-ChatGPT**. De todos os episódios verificados, percebem-se os professores-com-ChatGPT, e que eles formaram um coletivo pensante, conforme a ideia de seres-humanos-com-mídias (Borba; Villarreal, 2005). Os professores utilizaram a IA para gerar e aprimorar poemas matemáticos por meio de diversas interações, exemplificando como a IA pode atuar como uma extensão do processo criativo humano, oferecendo sugestões e ajustes conforme necessário. Seja para citar uma fórmula desejada, para aprofundar um conteúdo ou para utilizar elementos do cotidiano em suas produções, cada professor pôde entender e aprimorar o processo de criação junto com o chat, fazendo com que essas produções intelectuais fossem realizadas de maneira conjunta, com o ator humano e não-humano (Borba; Scucuglia; Gadanidis, 2014).

Pode-se perceber que tanto os poemas individuais aqui citados, quanto os poemas coletivos não se basearam apenas no que o Chat forneceu. Cada participante escolheu suas estrofes a partir de diferentes entradas, ou até mesmo, melhorou de maneira autônoma, aquelas que o Chat não desempenhou muito bem. Isso demonstra um processo de refinamentos sucessivos, o que permite a maior qualidade para o material. Este episódio exemplifica a formação de um coletivo pensante em que os professores-com-ChatGPT, trabalham de maneira

colaborativa para criar um poema matemático eficaz. Em suma, o coletivo pensante formado entre os professores-com-ChatGPT resultou em poemas educacionais matematicamente precisos e pedagogicamente eficazes.

Já em relação às imagens produzidas, **pensar-com-Canva e pensar-com-Leonardo.AI**, percebe-se que os programas utilizados (Canva e Leonardo.AI) em suas versões atuais foram insuficientes para o uso pedagógico, principalmente quando se trata de Matemática, uma ciência abstrata, de representações que exigem certa interpretação para seres realizadas. Esse fato dificultou o uso de imagens produzidas com IA. Os participantes relataram que algumas frases inseridas, a IA respondia uma imagem descontextualizada e que não representava a Matemática.

Sobre os videoletras produzidos, vale ressaltar que todos eles atenderam às expectativas de ser um vídeo, com a letra da música sendo retratada, com conteúdo matemático. Foram produzidos três videoletras bem elaborados e que podem ser de grande utilidade na sala de aula. Foi observada a preocupação com os **elementos estéticos** de cada produção, como por exemplo a produção do Grupo 3, que utilizou colagens e uma estética agradável e harmônica. A **multimodalidade** também se mostrou presente nos três videoletras, visto que as imagens, os efeitos, os sons e músicas, todas foram capazes de causar um significado diferente quando inseridas em um mesmo contexto, criando novas realidades qualitativamente diferentes daquelas quando eram utilizadas como mídias separadas (Neves, 2020)

Com relação a **interdisciplinaridade**, o vídeo 2 utilizou vários elementos poéticos, rimas, metáforas interessantes que puderam causar esse efeito de unir Matemática com poesia. Já o Grupo 3 se utilizou de outro componente para representar a razão áurea: a Arte. As imagens utilizadas foram escolhidas com base nas obras renascentistas que aparentemente seguem a proporção áurea em algum momento. Pesquisas matemáticas baseadas em Artes são exploradas por diversos autores (Scucuglia; Gimenez; Carvalho, 2023).

Por último, a **intencionalidade pedagógica** se mostrou diferente em cada um dos vídeos. No Videoletra 1, os autores deixam claro que sua intencionalidade pedagógica é aproveitar a contribuição que a música tem com a memorização de fórmulas matemáticas (Scucuglia *et al.*, 2021), produzindo uma música pedagogicamente eficaz e que sirva para que os alunos estudem e aprendam todos os principais atributos sobre a Sequência de Fibonacci. Já o grupo 2 teve como intencionalidade demonstrar a Matemática de maneira poética, realizando metáforas e explorando o lado poético que a matemática pode apresentar, pedagogicamente, esse vídeo pode servir como engajamento nas aulas, como um incentivo para que a Matemática seja vista de maneira mais amigável. Por último, o terceiro vídeo também não apresenta uma

intencionalidade conteudista, como o segundo, mas sim, o objetivo de atrelar a Matemática com a Arte, sendo um vídeo muito interessante para se tratar a interdisciplinaridade.

Ao decorrer deste trabalho, o interesse da pesquisadora em IA em Educação Matemática foi sendo cada vez mais alimentado. De maneira alguma, esta dissertação esgota as possibilidades e as perguntas que podem surgir quando se investiga essa temática. Neste trabalho, os softwares utilizados produziram poemas e imagens, porém, existem diversos outros tipos de IAs sendo desenvolvidas.

Um questionamento para futuras pesquisas surge com relação à produção de imagens com IA. Foi percebido que alguns dos símbolos retratados pelos softwares não foram compreendidos, tendo seu sentido “escondido” de certa maneira. Essa ideia pode ser relacionada com as mensagens subliminares. Sabe-se que as mensagens subliminares são utilizadas com intencionalidade, seja para aumentar o engajamento, seja para instigar o espectador, e assim por diante. Dessa forma, as perguntas que surgem sobre a produção de imagens de Matemática com IA são “o que a IA está “escondendo?””, “qual a intencionalidade da IA de esconder essas informações?”, e assim por diante.

Além disso, sabendo que existem novos aplicativos que produzem até mesmo as canções e que “cantam” como os humanos, questionamentos para futuros trabalhos e pesquisas giram em torno de: “O que a IA pode oferecer aos professores de Matemática em relação à produção de músicas?”. Nesta dissertação, a opção foi trabalhar com professores e futuros professores, porém, haja vista o engajamento já encontrado por esses, “será possível produzir vídeos com IA na sala de aula da Educação Básica?”, “Quais habilidades serão necessárias e quais habilidades serão trabalhadas com essa produção?”

Por fim, percebe-se que a Oficina foi interessante e colaborativa para a formação desses alunos e professores, que puderam perceber as limitações e potencialidades do trabalho com IA.

A integração de poesia com Matemática, aproveitando a capacidade do ChatGPT de gerar texto, representa uma abordagem inovadora no uso de mídias digitais para enriquecer o ensino. A interação entre os professores e a IA demonstrou como a tecnologia pode transformar práticas pedagógicas, oferecendo novas formas de abordar e ensinar conteúdos complexos por meio do pensar-com-IA.

## REFERÊNCIAS

- AMBROSETTI, N. B. *et al.* **Contribuições do PIBID para a formação inicial de professores: o olhar dos estudantes.** Educação em Perspectiva, Viçosa, v. 4, n. 1, p. 151-174, 2013.
- ANDRÉ, M. E. D. A. **Professores iniciantes:** Egressos de programas de iniciação à docência. Revista Brasileira de Educação, 23, e230095. 2018.
- BALIEIRO FILHO, I. F. **Contribuições para o Desenvolvimento de um Processo de Formação com Ênfase na Docência – O Licenciando em Matemática no dia a dia da Escola Pública.** In: SPAZZIANI, M. L.; RUBO, E. A. A. Cadernos Prograd: iniciação à docência: PIBID 2011/2012. Coleção PROGRAD (UNESP), 2014.
- BALIEIRO FILHO, I. F.; OLIVEIRA, E. R. de. Os paradoxos no ensino de Matemática: uma perspectiva histórica. **Revista de Educação Matemática**, [s. l.], v. 19, n. 01, p. e022013, 2022. DOI: 10.37001/remat25269062v19id588. Disponível em: <https://www.revistasbemsp.com.br/index.php/REMat-SP/article/view/77>. Acesso em: 14 jul. 2024.
- BARBOSA, J. C. Modelagem matemática e os professores: a questão da formação. **Bolema-Boletim de educação matemática**, v. 14, n. 15, p. 5-23, 2001.
- BEGO, A. M.; LOURES, B. F. S.; SILVA, L. V. **Os estudantes não gostam de Matemática, e agora? Relato de uma intervenção do PIBID utilizando unidades didáticas multiestratégicas.** In: MENDONÇA, S. G. L. *et al.* (Ed.). PIBID/UNESP Forma (A) Ação de professores: percursos e práticas pedagógicas em Ciências Exatas e da Natureza. Editora Oficina Universitária, 2018.
- BEN-ARI, M. **Mathematical Surprises.** Springer Nature, 2022.
- BICUDO, M. A. V. **A pesquisa em Educação Matemática: a prevalência da abordagem qualitativa.** Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia – R.B.E.C.T., v. 5, n. 2, 2012, p. 15 – 26.
- BONETTI, V. C. B *et al.* **Dimensões da formação de professores de Matemática junto ao PIBID: duas pesquisas sobre o subprojeto desenvolvido no IGCE/Unesp/Rio Claro.** In: MENDONÇA, S. G. L.; FERNANDES, M. J. S. PIBID/Unesp: Memórias e trajetórias no campo da formação de professores. Coleção PROGRAD (UNESP), 2016.
- BOORSTIN, J. **The Hollywood eye: What makes movies work.** 1990.
- BORBA, M. C. ; BALBINO JUNIOR, V. R. **O ChatGPT e Educação Matemática.** A Revista Educação Matemática Pesquisa, v. 25 n. 3, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.23925/1983-3156.2023v25i3p142-156>
- BORBA, M C.; OECHSLER, V. **Tecnologias na educação: o uso dos vídeos em sala de aula.** Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia. 2018. V.11. n. 2.
- BORBA, M. C. ; O’HALLORAN, K. L.; NEVES, L. X. **Multimodality, Systemic Functional-Multimodal Discourse Analysis and Production of Videos in Mathematics**

**Education.** In: Marcel Danesi. (Org.). Handbook of Cognitive Mathematics. SPRINGER, 2021, v., p. 1-30.

BORBA, M. C. **The future of mathematics education since COVID-19: Humans-with-media or humans-with-non-living-things.** Educational Studies in Mathematics, v. 108, n. 1, p. 385-400, 2021.

BORBA, M. C.; VILLARREAL, M. E. **Humans-With-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking:** information and communication technologies, modeling, experimentation and visualization. v. 39. New York: Springer, 2005. 231 p.

BORBA, M. C.; DOMINGUES, N. S.; COSTA, R. F.. **O Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática:** um olhar para as experiências estéticas. In: SCUCUGLIA, R. S. R. S.; IDEM, R. C. (Orgs.). **Experiências Estéticas em Educação Matemática.** Porto Alegre: Editora Fi, 2021. p. 81 - 105. Disponível em: <https://www.editorafi.org/274estetica>.

BORBA, M. C.; SCUCUGLIA, R. R. S.; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática:** Sala de aula e internet em movimento. 2ª ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2014. 155 p. (Coleção tendências em Educação Matemática).

BORSSOI, B. L. **O estágio na formação docente:** da teoria a prática, ação-reflexão. Simpósio Nacional de Educação, v. 20, 2008.

BRASIL **Parecer CNE/CES 1.302/2001.** Brasília: Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação, 2001b.

BRASIL **Parecer CNE/CP 28/2001.** Brasília: Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação, 2001.

BRASIL. Decreto nº 7.219, de 24 de junho de 2010. **Dispõe sobre o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência - PIBID** e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília: Casa Civil da Presidência da República, 2010.

BRASIL. **Parecer CNE/CP 09/2001.** Brasília: Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação, 2001a.

CALDATO, J.; UTSUMI, M. C.; NASSER, L. **Argumentação e demonstração em matemática:** a visão de alunos e professores. Revista Triângulo, v. 10, n. 2, p. 74-93, 2017.

CANEDO JUNIOR, N. R. **A participação do vídeo digital nas práticas de modelagem quando o problema é proposto com essa mídia.** 2021. 194 f. Tese (Doutorado) – Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2021.

CAPES. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Edital 6:** Chamada Pública para apresentação de propostas no âmbito do Programa de Residência Pedagógica. 2018. Brasília: Ministério da Educação, 2018

CARDOSO, F. S.; PEREIRA, N. da S.; BRAGGION, R. C.; CHAVES, P.; ANDRIOLI, M. **O uso da Inteligência Artificial na Educação e seus benefícios:** uma revisão exploratória e bibliográfica. Revista Ciência em Evidência, [S. l.], v. 4, n. FC, p. e023002, 2023. DOI: 10.47734/rce.v4iFC.2332. Disponível em: <https://ojs.ifsp.edu.br/index.php/cienciaevidencia/article/view/2332>. Acesso em: 22 ago. 2024.

CARVALHO, G. S. **Festival de vídeos digitais e Educação Matemática crítica**. Tese (doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2023.

CAVALCANTI, G. S. **O uso de vídeos do TV Escola pelos professores de Matemática da Rede Municipal de Ensino do Recife**: uma perspectiva instrumental do trabalho didático. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. 2012.

CORSO, L. V.; DORNELES, B. V. **Senso numérico e dificuldades de aprendizagem na Matemática**. Rev. psicopedag., São Paulo, v. 27, n. 83, p. 298-309, 2010. Disponível em <[http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84862010000200015&lng=pt&nrm=iso](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862010000200015&lng=pt&nrm=iso)>.

CUNHA, J. F. T. **Licenciatura híbrida em matemática**: quais são os papéis dos vídeos digitais? Tese de doutorado, (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, Cuiabá, 2023.

D'AMBROSIO, B. H. **Formação de professores de Matemática para o século XXI**: o grande desafio. Pro-Posições, Campinas, SP, v. 4, n. 1, p. 35-41, 1993. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/proposic/article/view/8670626>.

D'AMBROSIO, U. **Armadilha da mesmice em Educação Matemática**. Bolema-Boletim de Educação Matemática, v. 18, n. 24, p. 95-109, 2005.

D'AMBROSIO, U. **Educação Matemática**: da teoria à prática. Papirus Editora, 1996.

DOMENEGHINI, D. **A Inteligência Artificial como prática mediadora para o ensino e aprendizagem na educação**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Caxias do Sul. Nova prata. 2022.

DOMINGUES, N. S. **O papel do vídeo nas aulas multimodais de matemática aplicada**: uma análise do ponto de vista dos alunos. 125 p. Dissertação - (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2014.

DOMINGUES, N. S. **Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática**: uma complexa rede de Sistemas Seres-Humanos-Com-Mídias. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2020.

FARIA, J. B.; PEREIRA, J. E. D. **Residência pedagógica**: afinal, o que é isso?. Revista de Educação Pública, v. 28, n. 68, p. 333-356, 2019.

FONÇATTI, M. C.; MORELATTI, M. R. M. Lesson Study no Programa de Residência Pedagógica: desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo de futuros professores de Matemática. Perspectivas da Educação Matemática, v. 16, n. 44, p. 1-20, 2023.

FONTES, B. C. **Vídeo, comunicação e Educação Matemática**: um olhar para a produção dos licenciandos em Matemática da educação a distância. 2019. 187 p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, 2019.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**. São Paulo, Paz e Terra, 1996.

FREITAS, M. C.; FREITAS, B. M.; ALMEIDA, D. M. **Residência pedagógica e sua contribuição na formação docente**. Ensino em Perspectivas, Fortaleza, v. 1, n. 2, p. 1-12, 2020.

GADANIDIS, G.; BORBA, M. C. **Our lives as performance mathematicians**. For the Learning of Mathematics, Fredericton (Canadá), v. 28, n. 1, p. 44-51, jan. /abril. 2008.

GADANIDIS, G.; SCUCUGLIA, R. R. S. **Making Mathematics Special through Song: What Math Experiences are Worth Singing About?**. In: The Routledge Companion to Interdisciplinary Studies in Singing. Routledge, 2020. p. 462-473.

GATTI, B. A. **Dois décadas do século XXI: e a formação de professores?**. Revista Internacional de Formação de Professores, Itapetininga, v. 7, p. e022009, 2022. Disponível em: <https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/rifp/article/view/763>.

GATTI, B. A. **Formação de Professores no Brasil: políticas e programas**. Paradigma, 42(2), 1-17, 2021.

GATTI, B. A. **Formação de professores: condições e problemas atuais**. Revista internacional de formação de professores, v. 1, n. 2, p. 161-171, 2016

GATTI, B.A. **Formação de professores no Brasil: características e problemas.**, Educ. & Soc. v. 31, n. 113, p. 1355-1379, dez. 2010.

GATTI, F. **Educação básica e Inteligência Artificial: perspectivas, contribuições e desafios**. Dissertação (Mestrado em Educação) -Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação- PUC-SP, 2019.

GIRAFFA, L; KHOLS-SANTOS, P. **Inteligência Artificial e Educação: conceitos, aplicações e implicações no fazer docente**. Educação em Análise, Londrina, v. 8, n. 1, p. 116–134, 2023. DOI: 10.5433/1984-7939.2023v8n1p116. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/educanalise/article/view/48127>.

GODOY, A. S. **Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades**. Revista de Administração de Empresas, 35(2), 57-63. 1995.

GONZÁLEZ, F. R. **Reflexões sobre alguns conceitos da pesquisa qualitativa**. Revista Pesquisa Qualitativa, , v. 8, n. 17, p. 155–183, 2020. Disponível em: <https://editora.sepq.org.br/rpq/article/view/322>.

GROSSI, M. G. R *et al.* **Contribuições Da Inteligência Artificial Para A Educação: Uma Entrevista Com O Chatgpt**. SYNTHESIS| Revistal Digital FAPAM, v. 12, n. 1, p. 1-20, 2023.

IANELLI, A. C. C. **Imagem da Matemática e Multimodalidade em Vídeos do “Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática**. 133p. Dissertação (Mestrado em Ensino e Processos Formativos) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto, 2022.

JAVARONI, S. L.; ZAMPIERI, M. T. **O Uso das TIC nas Práticas dos Professores de Matemática da Rede Básica de Ensino: o projeto Mapeamento e seus desdobramentos**. v. 29, n. 53, p. 998–1022, 1 dez. 2015.

- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto de relatório, publicações e trabalhos científicos**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1992.
- LAMAS, R. C. P. *et al.* **Licenciatura em Matemática**. In: SPAZZIANI, M. L.; RUBO, E. A. A. Cadernos Prograd: iniciação à docência: PIBID 2011/2012. Coleção PROGRAD (UNESP), 2014.
- LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência: O futuro do pensamento na era da informática**. 2ª edição. São Paulo: Editora 34. 1993.
- MATOS, J.; CARREIRA, S. **Estudos de caso em Educação Matemática: Problemas actuais**. Quadrante, 1, 19-53. 1994.
- MATTAR, J.; RAMOS, D. K. **Metodologia da pesquisa em educação: abordagens qualitativas, quantitativas e mistas**. Almedina Brasil, 2021.
- MATTOS, S. G. **Em busca de compreensões sobre Inteligência Artificial e programação intuitiva na Educação Matemática**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2022.
- MERRIAM S. B. **Qualitative Research and Case Study Applications in Education**. Revised and Expanded from Case Study Research in Education: ERIC. 1998.
- MODESTO, B. N. A. **Ética para uso de Inteligência Artificial na educação superior no Brasil**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento, Sociedade e Cooperação Internacional do Centro de Estudos Avançados Multidisciplinares. Universidade de Brasília, 2023.
- MORAN, J.M. **O vídeo na sala de aula**. Comunicação & Educação. São Paulo, n. 2, p. 27 – 35, jan./abr. 1995. Disponível em: . Acesso em: 24 jun. 2020.
- NACARATO, A. M. **A Formação do Professor de Matemática: pesquisa x políticas públicas**. CONTEXTO e EDUCAÇÃO, Ijuí – RS, Ano 21, n. 75, p. 131-153, jan./jun. 2006.
- NEVES, L. X. **Intersemioses em vídeos produzidos por licenciandos em Matemática da UAB**. 2020. 304 p. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2020.
- OECHSLER, V. **Comunicação Multimodal: produção de vídeos em aulas de Matemática**. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2018.
- PARREIRA, A.; LEHMANN, L.; OLIVEIRA, M. **O desafio das tecnologias de Inteligência Artificial na Educação: percepção e avaliação dos professores**. Ensaio: aval. pol. públ. Educ., Rio de Janeiro, v. 29, n. 113, p. 975 -9 99, out./dez. 2021.
- PAULO, R. M.; MONDINI, F.; ZENI, J. R. R. **Aprendizagem Matemática e Formação de Professores: intervenções em sala de aula**. In: MENDONÇA, S. G. L. *et al.* (Ed.). PIBID/UNESP

PICÃO, F. F. *et al.* **Inteligência Artificial e educação: como a IA está mudando a maneira como aprendemos e ensinamos.** Revista Amor Mundi, v.4, n.5, p.197–201. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.46550/amormundi.v4i5.254>.

PONTE, J. P. **Estudos de caso em Educação Matemática.** Bolema, v. 19, n. 25, 2006, p. 105- 132. Disponível em <[http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/3007/1/06-Ponte\(BOLEMA-Estudo%20de%20caso\).pdf](http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/3007/1/06-Ponte(BOLEMA-Estudo%20de%20caso).pdf)>.

PONTE, J.P. **Estudando o conhecimento e o desenvolvimento profissional do professor de Matemática.** In: Planas, N. (ed.). Teoría, crítica y práctica de la educación Matemática. Barcelona: GRAO, p. 83-98, 2012.

POWELL, A. B.; FRANCISCO, J. M.; MAHER, C. A. **Uma Abordagem à Análise de dados de Vídeo para Investigar o Desenvolvimento das Ideias Matemáticas e do Raciocínio de Estudantes.** Bolema, Rio Claro, v. 17, n. 21, 2004.

QAWAQNEH, H.; AHMAD, F. B.; ALAWAMREH. **The Impact of Artificial Intelligence-Based Virtual Laboratories on Developing Students.** Motivation Towards Learning Mathematics. International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET), 18(14), 1863–0383. <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i14.39873>. 2023.

RICH, E.; KNIGHT, K. **Inteligência Artificial.** 2. ed. São Paulo: Makron Books, 1994.

SALVADOR, J. A.; PITON-GONÇALVES, J. **ChatGPT e o Ensino de Matemática.** Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics, v. 10, n. 1, p. 2-7, 2023.

SANT'ANA, F. P.; SANT'ANA, I. P.; SANT'ANA, C. de C. **Uma utilização do Chat GPT no ensino.** Com a Palavra, o Professor, v.8, n.20, p.74–86, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.23864/cpp.v8i20.951>.

SANTANA, F. C. M.; BARBOSA, J. C. **A relação universidade/escola e o Programa Residência Pedagógica/subprojeto de matemática: estratégias de poder e modos de subjetivação.** Revista Sergipana de Matemática e Educação Matemática, v. 4, n. 2, p. 1-24, 2019.

SANTOS, A. G.; MAIA, A. M. O.; SOUTO, D. L. P. **Construto seres-humanos-com-mídias (SHCM) por pós-graduandos em Educação Matemática e Científica.** Ciência & Educação (Bauru), v. 28, 2022.

SANTOS, R. P.; SANT'ANA, C. C.; SANT'ANA, I. P. **Produção de vídeos digitais em Educação Matemática: um olhar sobre teses e dissertações.** Boletim Cearense de Educação e História da Matemática, v. 10, n. 29, p. 01-18, 2023.

SCUCUGLIA, R. R. S. *et al.* **Produção Audiovisual e Produção Musical no Programa Residência Pedagógica – Matemática IBILCE/Unesp.** In: SCUCUGLIA, R. R. S; IDEM, R. C. (Orgs.). Experiências Estéticas em Educação Matemática. Porto Alegre: Editora Fi, 2021. p. 210 - 233. Disponível em: <https://www.editorafi.org/274estetica>.

SCUCUGLIA, R. R. S. **Narrativas Multimodais: a imagem dos matemáticos em performances matemáticas digitais.** Bolema, v. 28, p. 950-973, Rio Claro, ago. 2014.

SCUCUGLIA, R. R. S. **On the nature of students' digital mathematical performances: When elementary school students produce mathematical multimodal artistic narratives.** Germany: Verlag – LAP Lambert Academic Publishing, 2012.

SCUCUGLIA, R. R. S.; BORBA, M. C.; GADANIDIS, G. **Cedo ou Tarde, Matemática: Uma Performance Matemática Digital Criada por Estudantes do Ensino Fundamental.** REMATEC, v. 7, n. 11, 2012.

SCUCUGLIA, R. R. S.; GIMENEZ, H.; CARVALHO, A. C. B. **Pesquisa Baseada em Artes no GPIMEM.** In: BORBA, M. de C.; XAVIER, J. F.; SCHÜNEMANN, T. A. (orgs.). Educação Matemática: Múltiplas visões sobre tecnologias digitais. São Paulo: Livraria da Física, 2023.

SCUCUGLIA, R. R. S.; IANELLI, A. C. C.; CARVALHO, A. C. B. **Aspectos didáticos envolvendo a produção de vídeos digitais por licenciandos em Matemática.** Revista Tempos e Espaços em Educação, v. 15, n. 34, 2022.

SILVA, J. B. **O vídeo como recurso didático.** Chuí/RS, 2009. Monografia - Programa de Formação Continuada em Mídias na Educação. Universidade Federal do Rio Grande, Chuí, Rio Grande do Sul, 2009.

SILVA, K. R. *et al.* **Inteligência Artificial E Seus Impactos Na Educação: Uma Revisão Sistemática.** RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar - ISSN 2675-6218, [S. l.], v. 4, n. 11, p. e4114353, 10 nov. 2023. Disponível em: <https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/4353>.

SILVA, S. R. V.; BALIEIRO FILHO, I. F. **Reflexões sobre o Desenvolvimento Profissional do Professor de Matemática: Subprojeto de Matemática de Ilha Solteira do PIBID/UNESP em evidência.** In: MENDONÇA, S. G. L. *et al.* (Ed.). PIBID/UNESP Forma (A) Ação de professores: percursos e práticas pedagógicas em Ciências Exatas e da Natureza. Editora Oficina Universitária, 2018.

SOUTO, D. L. P.; BORBA, M. C. **Seres Humanos-com-Internet ou Internet-com-Seres Humanos: uma troca de papéis?** Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, La Rioja, v. 19, n. 2, p. 217–242, jul. 2016.

SOUZA, M. B. de. **Vídeos digitais produzidos por licenciandos em Matemática a distância.** Tese (doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2021.

TAVARES, L.A.; MEIRA, M.C.; AMARAL, S.F.. **Inteligência Artificial na Educação.** Survey / Artificial Intelligence in Education: Survey. Brazilian Journal of Development, 6(7), 48699–48714. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-496>.

TINTI, D.S.. **PIBID: um estudo sobre suas contribuições para o processo formativo de alunos de Licenciatura em Matemática da PUC-SP.** Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Programa de Estudos Pós-graduados em Educação Matemática. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2012.

TURING, A. M. **Computing machinery and intelligence.** Mind, no 59, 1950.

VICARI, R. M. **Influências das Tecnologias da Inteligência Artificial no ensino**. Estudos Avançados [online]. 2021, v. 35, n. 101, pp. 73-84. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35101.006>.

VILLARREAL, D. M. O.; MORELATTI, M. R. M.; LAMAS, R. C. P.; SILVA, F. S. M. **Iniciação à docência em Matemática no âmbito do PIBID/Unesp**: aprendizagens compartilhadas In: MENDONÇA, S. G. L; FERNANDES, M. J. S. PIBID/Unesp: Memórias e trajetórias no campo da formação de professores. Coleção PROGRAD (UNESP), 2016.

WATSON, A.; MASON, J. **Surprise and inspiration**. *Mathematics Teaching Incorporating Micromath*, v. 200, n. 1, p. 4-7, 2007.

YAZAN, B. **Três Abordagens do Método de Estudo de Caso em Educação**: Yin, Merriam e Stake. *The Qualitative Report*, v. 20, n. 2, 2015.