ALEXANDRE BASÍLIO GUTERRES LUÍS

INTELIGÊNCIAS ARTIFICIAIS NA FORMAÇÃO CONTINUADA DOS PROFESSORES DO ENSINO SECUNDÁRIO DE MATEMÁTICA EM TIMOR-LESTE

Barra do Bugres/ MT
2026

ALEXANDRE BASÍLIO GUTERRES LUÍS

INTELIGÊNCIAS ARTIFICIAIS NA FORMAÇÃO CONTINUADA DOS PROFESSORES DO ENSINO SECUNDÁRIO DE MATEMÁTICA EM TIMOR-LESTE

Dessertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática (PPGCEM) da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) – Campus Universitário Dep. Est. Renê Barbour, Barra do Bugres/MT.

Orientadora: Profa. Dra. Daise Lago Pereira Souto

Linha de Pesquisa: Tecnologia Digitais no Ensino de Ciências e Matemática

Barra do Bugres, MT
2026

Ficha catalográfica elaborada pela Supervisão de Bibliotecas da UNEMATCatalogação de Publicação na Fonte.
UNEMAT - Unidade padrão

L953i Luís, Alexandre Basílio Guterres.
Inteligências Artificiais na formação continuada dos professores do Ensino Secundário de matemática em Timor-Leste / Alexandre Basílio Guterres Luís. - Barra do Bugres, 2026.
100f.: il.

Universidade do Estado de Mato Grosso "Carlos Alberto Reyes Maldonado", Ensino de Ciências e Matemática/BBG-PPGECM - Barra do Bugres - Mestrado Academico, Campus Universitário De Barra Do Bugres "Deputado Renê Barbour".
Orientadora: Dra. Daise Lago Pereira Souto.

1. Tecnologia Digitais. 2. Inteligências Artificiais ChatGPT. 3. Formação Continuada dos Professores. I. Souto, Daise Lago Pereira, Dra. II. Título.

UNEMAT / MT- SCB CDU 377.8:004.8

Dedico este trabalho com profundo amor aos meus pais, Sales Luís e Dulce Guterres Sarmento (in memoriam), que me ensinaram com amor, o valor da fé, do trabalho e da esperança. Especial à minha mãe Dulce, que, embora não esteja mais presente fisicamente, ainda me observa com seu amor e carinho espiritual. Às minhas cinco irmãs: Oney, Eulalia, Levinha (in memoriam), Ensanoi e Alia e, aos três irmãos: Ugu, Intuk e Melindo cuja união e carinho sempre me apoiam. À minha querida esposa Teotónia, e aos nossos filhos, Auxílio Lexton e Havano Dulcelino, que constituem a base da minha existência e a motivação por trás de cada uma das minhas conquistas. Por último, gostaria de expressar minha gratidão aos meus parentes maternos e paternos (Same, Manatuto e Laclubar) que sempre me incentivaram com entusiasmo, palavras de motivação e suporte emocional. A todos vocês, minha mais profunda sincera e gratidão.

AGRADECIMENTOS

Cruzar fronteiras, de Timor-Leste ao Brasil, em busca da formação em nível de mestrado, constituiu uma decisão marcada por motivação e enfrentamento de desafios contínuos. O afastamento do contexto familiar e cultural não se restringiu a uma mudança geográfica, mas implicou um processo constante de reconstrução intelectual e pessoal.Por tanto, quero expressar minha gratidão e louvor à presença de Deus, o Todo Poderoso, por acompanhar cada etapa desta trajetória e por Suas bênçãos e misericórdia, que tornaram possível a conclusão deste trabalho.

Às minhas queridíssimas progenitoras, Sales Luís e Dulce Guterres Sarmento (in memoriam), que a partir da infância me brindaram com valiosas lições e valores como a fé, o esforço e a esperança, que tanto influenciaram meu percurso, sempre me motivando a trilhar novos caminhos.

Minhas irmãs e meus irmãos, pelo laço de união, apoio e carinho que sempre tornaram mais forte o meu percurso pessoal e acadêmico.

À minha esposa e aos nossos filhos, que, com sua generosidade, paciência e amor, possibilitaram a conclusão deste trabalho. Agradeço por me acompanharem nas horas mais difíceis e na alegria de cada conquista ao longo do caminho.

Agradeço ao governo de Timor-Leste especialmente ao Fundo de Desenvolvimento do Capital Humano (FDCH) e ao Brasil especialmente Universidadeo do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) pela colaboração entre os dois países, que me possibilitou dar continuidade ao meu mestrado aqui na UNEMAT.

À minha querida orientadora, professora Dr[a]. Daise Lago Pereira Souto, pela sua orientação excepcional, paciência e comprometimento durante todo o processo de elaboração do projeto até ao final da dissertação. O desenvolvimento desta pesquisa foi significativamente influenciado por seu conhecimento e conselhos.

Expresso minha profunda gratidão aos(as) professores(as) doutores(as) membro da banca, Daise Lago Pereira Souto, orientadora e presidente da banca, José Fernandes Torres da Cunha, membro da banca interna, e Nilce Fátima Scheffer, membro da banca externa, pelas valiosas contribuições oferecidas durante o processo de qualificação desta dissertação. Suas observações, sugestões e questionamentos oportunos ampliaram minha compreensão teórica e metodológica, contribuindo de modo relevante para o aprimoramento desta pesquisa.

Agradeço, de modo especial, pela disponibilidade, dedicação e pelo olhar atento com que acolheram este trabalho, possibilitando reflexões que ultrapassam o campo acadêmico e fortalecem minha trajetória como pesquisador em formação

Agradeço sinceramente aos professores, colegas e funcionários do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Unemat de Barra do Bugres pelas experiências compartilhadas, repletos de trocas enriquecidoras e aprendizados mútuos. Sou grato pelas diferenças opiniões que impulsionaram meu desenvolvimento acadêmico e pelas amizades que surgiram ao longo dessa trajetória desde o início da pesquisa, por todas as ideias que me permitiram enriquecer a pesquisa.

Agradeço também a minha Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), pelo suporte e pela valiosa contribuição, que foram fundamentais para a realização e finalização deste pesquisa com dedicação e qualidade.

Ao nosso Grupo de Estudo e Pesquisa em Ensino com Tecnologias Digitais, especialmente aos professores: Dra. Daise Lago Pereira Souto, Dra. Cleide Aparecida Ferreira da Silva Gusmão, Dr. José Fernandes Torres da Cunha e Dr. Fernando Selleri Silva e os membros do GEPETD, pela suas organizações de reuniões regulares por semanas, debates provocativos e contribuições significativas, foram essenciais para o desenvolvimento do estudo e para o aprimoramento dos resultados alcançados.

Aos meus amigos, especialmente Francisca Gomes Viegas e Eunalha Constância, pela sincera amizade e pelo apoio incondicional durante toda minha jornada acadêmica. Seu apoio e os momentos que compartilhamos foram importante para o meu desenvolvimento pessoal e acadêmico.

Agradeço aos professores participantes Timorenses desta pesquisa, cuja dedicação, interres e colaboração foram fundamentais para a realização e o êxito deste estudo. Suas contribuições valiosas tornaram possível o desenvolvimento deste pesquisa. Estendo, ainda, meus agradecimentos a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a concretização deste sonho, seja por meio de apoio morla, incentivou ou participação direta nas diversas etapas do meu percurso acdêmico.

ALEXANDRE BASÍLIO GUTERRES LUÍS

INTELIGÊNCIAS ARTIFICIAIS NA FORMAÇÃO CONTINUADA DOS PROFESSORES DO ENSINO SECUNDÁRIO DE MATEMÁTICA EM TIMOR-LESTE.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática – PPGECM - da Universidade do Estado de Mato Grosso CARLOS ALBERTO REYES MALDONADO, *Câmpus* Univ. Dep. Est. "Renê Barbour" – Barra do Bugres - MT, como requisito obrigatório para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovado em: 11 de março de 2026.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
gov.br
DAISE LAGO PEREIRA SOUTO
Data: 17/03/2026 15:03:30-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profª. Dra. Daise Lago Pereira Souto (PPGECM/UNEMAT)
Orientadora

Documento assinado digitalmente
gov.br
JOSE FERNANDES TORRES DA CUNHA
Data: 15/03/2026 14:23:04-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. José Fernandes Torres da Cunha (PPGECM/UNEMAT)
Examinador Interno

Documento assinado digitalmente
gov.br
NILCE FATIMA SCHEFFER
Data: 11/03/2026 22:24:39-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profª. Dra. Nilce Fátima Scheffer (UFFS)
Examinadora Externa à Instituição

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo compreender como professores de Matemática do ensino secundário em Timor-Leste produzem conhecimentos a respeito do ensino deste componente curricular quando interagem com Inteligências Artificiais, em particular o ChatGPT. O termo produzem conhecimentos, mencionado neste objetivo, deve ser interpretado como uma indicação de desafios a serem cumpridos, além de possibilitar o avanço de cursos nesse contexto. Assim, a questão da pesquisa apresenta-se da seguinte maneira: "Quais são as possibilidades e desafios do uso de tecnologias de IA ChatGPT aos professores de ensino secundário de matemática em Timor-Leste?" De modo que, para alcançar o objetivo nesta pesquisa, foi desenvolvida uma formação totalmente online do Brasil a Timor-Leste via Google Meet e Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) com a carga horária de 40 horas. A fundamentação teórica foi baseada em conceitos da Teoria da Atividade e com a perspectiva do Sistema Seres-humanos-com-mídias, por permitirem analisar a dinâmica dos sujeitos, objetos de ação, mediadores culturais e contradições de aprendizagem. A abordagem metodológica adotada foi qualitativa, com produção de dados por meio de observação participante, notas de campo, questionários, entrevistas, grupo focal e registros audiovisuais. A análise ocorreu em três etapas: i) foram examinadas as indicações de variação linguística contidas nas manifestações discursivas; ii) procurou-se determinar quais dessas sinalizações evidenciavam contradições nas interações entre os participantes; iii) identificação das manifestações discursivas de contradições internas. Como resultado dos dados, verificamos que as manifestações discursivas emergiram em situações de beco sem saída ou duplo vínculo, conflito, conflito crítico e dilema na aplicação prática das tecnologias. A análise foi organizada em quatro momentos formativos. No primeiro momento, planejamento e ambientação da formação, destacou-se o processo de aproximação dos professores ao contexto digital. Houve a definição coletiva de expectativas e a criação de condições para a participação ativa. Isso é algo comparável à organização de uma sala de aula que precisa de clareza de objetivos e segurança para iniciar um trabalho colaborativo. No segundo momento, compreensão teórica e ética da IA na educação, os participantes ampliaram concepções sobre inteligência artificial, problematizando usos pedagógicos, limites, riscos e responsabilidades, construindo entendimentos consistentes sobre implicações éticas e didáticas no ensino de Matemática. No terceiro momento, aplicação prática e elaboração de materiais didáticos, emergiram experiências de planejamento e experimentação com IA em atividades matemáticas. Nessas atividades, ocorreram situações de conflito, dilema, impasses e tensões criativas que impulsionaram reflexões sobre prática docente, autonomia intelectual e tomada de decisão pedagógica. No quarto momento, consolidação e avaliação do processo formativo, verificou-se uma reorganização das compreensões dos professores sobre o uso da IA, incluindo avaliação crítica da experiência, projeções de continuidade e reconhecimento de aprendizagens profissionais construídas coletivamente. Os resultados indicam que as manifestações discursivas associadas às contradições, como beco sem saída/duplo vínculo, conflito, conflito crítico e dilema, atuaram como motores de desenvolvimento profissional. A convivência com essas tensões contribuiu para o fortalecimento de práticas colaborativas, comunicação acadêmica mais consistente, reflexão crítica e engajamento coletivo com IA. Em vários momentos, emergiram mais de uma contradição de modo simultâneo. Isso evidencia a complexidade das interações, revelando que os professores não apenas negociaram sentidos sobre IA, mas ampliaram visões. Eles reorganizaram modos de pensar e agir no ensino de Matemática com Inteligência Artificial Generativa. Essas constatações sugerem que a integração da IA, quando situada em processos formativos críticos e contextualizados, pode promover transformações relevantes na cultura profissional docente e na maneira como os professores pensam e agem com Inteligências Artificiais Generativas nas suas práticas no contexto escolar.

Palavras-chave: Tecnologia Digitais, Inteligências Artificiais ChatGPT, Formação Continuada dos Professores.

ABSTRACT

This research aims to understand how secondary school mathematics teachers in Timor-Leste produce knowledge about teaching this curriculum component when interacting with artificial intelligence, in particular ChatGPT. The term "produce knowledge", mentioned in this objective, should be interpreted as an indication of challenges to be met, in addition to enabling the advancement of courses in this context. Thus, the research question is presented as follows: "What are the possibilities and challenges of using ChatGPT AI digital technologies for secondary school mathematics teachers in Timor-Leste?" In order to achieve the objective of this research, a fully online training course was developed from Brazil to Timor-Leste via Google Meet and Virtual Learning Environment (VLE) with a workload of 40 hours. The theoretical foundation was based on concepts from activity theory and the human-media-system perspective, as they allow for the analysis of the dynamics of subjects, objects of action, cultural mediators, and learning contradictions. The methodological approach adopted was qualitative, with data production through participant observation, field notes, questionnaires, interviews, focus groups, and audiovisual recordings. The analysis took place in three stages: i) Indications of linguistic variation contained in discursive manifestations were examined; ii) an attempt was made to determine which of these indications revealed contradictions in the interactions between participants; iii) discursive manifestations of internal contradictions were identified. As a result of the data already analysed, we found that discursive manifestations emerged in situations of deadlock or double bind, conflict, critical conflict, and dilemma in the practical application of technologies. The analysis was organised into four training moments. In the first moment, planning and setting the stage for training, the process of bringing teachers closer to the digital context was highlighted. There was a collective definition of expectations and the creation of conditions for active participation. This approach is comparable to the organisation of a classroom that needs clear objectives and security to start collaborative work. In the second stage, theoretical and ethical understanding of AI in education, participants broadened their conceptions of artificial intelligence, questioning pedagogical uses, limits, risks, and responsibilities, building consistent understandings of ethical and didactic implications in mathematics teaching. In the third stage, practical application and development of teaching materials, as well as experiences of planning and experimentation with AI in mathematical activities, emerged. In these activities, situations of conflict, dilemma, impasse, and creative tensions arose, prompting deeper reflections on teaching practice, intellectual autonomy, and pedagogical decision-making. In the fourth moment, during consolidation and evaluation of the training process, there was a reorganisation of teachers' understandings of the use of AI, including critical evaluation of the experience, projections of continuity, and recognition of collectively constructed professional learning. The results indicate that discursive manifestations associated with contradictions, such as dead ends/double binds, conflict, critical conflict, and dilemmas, were not only obstacles but also acted as drivers of professional development. Living with these tensions contributed to the strengthening of collaborative practices, more consistent academic communication, critical reflection, and collective engagement with AI. At various times, more than one contradiction emerged simultaneously. This study highlights the complexity of interactions, revealing that teachers not only negotiated meanings about AI but also broadened their views. They reorganised ways of thinking and acting in the teaching of mathematics with generative artificial intelligence. These findings suggest that the integration of AI, when in critical and contextualised training processes, can promote relevant

transformations in the professional culture of teachers and in the way teachers think and act with generative artificial intelligence in their practices in the school context.

Keywords: Digital Technology, ChatGPT Artificial Intelligence, Continuing Teacher Education.

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
CPLP	Comunidade de Países de Língua Portuguêsa
EaD	Educação a Distância
EDA	Educational Data Mining
E-R	Estímulo-Resposta
FDCH	Fundo de Desenvolvimento de Capital Humano
FGV	Fundação Getúlio Vargas
GEPETD	Grupo de Estudo e Pesquisa em Ensino com as Tecnologias Digitais
IA	Inteligência Artificial
IAED	Inteligência Artificial e Educação
IAG	Inteligência Artificial Generativa
IQA	Assunto Qualidade Interna
ISJB	Instituto São João de Brito
LBEN	Lei de Base Educação Nacional
MOOC	Massive Open Online Course
ONU	Organização da Nações Unidas
PPGECM	Programa de Pós-Gradução em Ensino de Ciências e Matemática
RDTL	República Democrática de Timor-Leste
SciELO	Scientific Electronic Library Online
SHCM	Seres-Humanos-Com-Mídias
STEAM	Sistema Tecnologia Engenharia Artes e Matemática
STI	Sistema Tutores Inteligentes
TA	Teoria da Atividade
TD	Tecnologias Digitais
TI	Tecnologias Informáticas
TIC	Tecnologias da informação e comunicação
TP	Tipo do trabalho
UNEMAT	Universidade do Estado de Mato Grosso
UNTL	Universidade Nacional Timor Lorosa'e

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Estrutura da dissertação 8
Figura 2- Etapas da Revisão da Literatura 11
Figura 3- Categorias dos Trabalhos 14
Figura 4- Aspectos básicos a serem considerados em salas de Matemática com IAs Generativas 26
Figura 5- Modelo de Vygotsky da ação mediada e sua reformulação usual na TA 31
Figura 6- Estrutura hierárquica da atividade de Leontiev 32
Figura 7- Estrutura de um sistema de atividade de Engeström 33
Figura 8- Estrutura dos aspectos metodológicos 37
Figura 9- Mapa do Timor-Leste (A), Brasil (B) e Lugar da Pesquisa (AB) 39
Figura 10- Instrumentos Para a produção de Dados 41
Figura 11- Instrumentos Para a produção de Dados 46
Figura 12- Sistema de atividade da formação continuada 50
Figura 13- Primeiro momento da formação dos professores 52
Figura 14- Primeira representação do sistema de atividade individual 55
Figura 15- Elaboração dos prompts 57
Figura 16- Segunda representação do sistema de atividade individual. 61
Figura 17- Prática elaboração dos materiais didáticos. 63
Figura 18- Prática elaboração plano de aula em dupla 64
Figura 19- Prática elaboração plano de aula em dupla 65
Figura 20- Terceira representação do sistema de atividade individual. 71
Figura 21- Uso das plataformas de Inteligência Artificial em sala de aula no período pós-formação. 73
Figura 22- Expetativa dos participantes pós-formação. 76
Figura 23- Percepção dos professores sobre a importância da Inteligência Artificial na formação continuada em Matemática 77
Figura 24- Quarta representação do sistema de atividade individual 78

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Resultados das buscas 12
Quadro 2- Trabalhos Selecionados para análise 13
Quadro 3- Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática 20
Quadro 4- Critérios tecnológicos para o uso da IA Generativas em aula 27
Quadro 5- Cronograma da formação 44
Quadro 6- Manifestações discursivas de contradições 46
Quadro 7- Comparativo das manifestações discursivas de contradições 58
Quadro 8- Comparativo das manifestações discursivas de contradições 67

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 1

1.1. Minha trajetória como pesquisador 5

1.2. Estrutura da Dissertação 8

2. REVISÃO DA LITERATURA 11

2.1. Fontes de Dados 11

2.1.1. As Buscas 12

2.1.2. Seleção dos Trabalhos 12

2.1.3. Inteligências Artificiais na formação de professores: o que dizem as pesquisas? 14

2.1.4. Inteligência artificial na formação para a cultura digital 14

2.1.5. Uso dos assistentes Inteligentes na personalização do ensino 16

2.2. Situando a Pesquisa na literatura 17

3. PILARES TEÓRICOS DA PESQUISA 19

3.1. Tecnologia Digitais no Ensino de Matemática 19

3.2. Inteligência Artificial e Inteligência Artificial Generativa 22

3.3. Inteligência Artificial Generativa-ChatGTP 24

3.4. Teoria da Atividade 29

3.4.1. Construção Social do Conhecimento de Lev Semenovich Vygotsky 30

3.4.2. Construção Social do Conhecimento de Alexei Nikolaevich Leontiev 31

3.4.3. Construção Social do Conhecimento de Engeström 33

3.4.4. Seres humanos com mídia (S-H-C-M) 34

4. ASPECTOS METODOLÓGICOS 37

4.1. Abordagem da Pesquisa 37

4.1.1. Local da Pesquisa 39

4.2. A Formação dos Professores Online 39

4.3. Instrumentos de produção de dados 40

4.4. Formação continuada dos Professores Matemática em Timor-Leste 42

4.5. Cronograma dos encontros da formação 43

4.6. Método de análise de dados 45

5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS 49

5.1. Encontros da formação continuada 49

5.1.1. O primeiro momento da formação “Planejamento e ambientação da formação” 52

5.1.2. Segundo momento da formação “Compreensão Teórica e Ética da IA na Educação”. 57

5.1.3. Terceiro Momento da formação “Aplicação prática e elaboração dos materiais didáticos”. 62

5.1.4. Quatro momento da formação "Consolidação e avaliação do processo formativo" 72

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS 80

REFERÊNCIAIS 82

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento acelerado das Tecnologias Digitais, especialmente das Inteligências Artificiais (IA), exige dos professores uma preparação constante e adaptável para oferecer uma educação de qualidade, enfatizando o papel do desenvolvimento profissional contínuo no sucesso dessa transição e a necessidade de atualizar seus conhecimentos para implementar um processo educativo avançado, conforme Schleicher (2018).

A tecnologia digital, presente no cotidiano moderno, exige que alunos e professores atualizem seus conhecimentos sobre seu uso, incluindo os novos recursos didáticos nas escolas, para promover a Inteligência Artificial (IA) nos processos de ensino e aprendizagem. Kenski (2023) destaca que essa situação evidencia a necessidade urgente de entender as relações entre memória, cultura digital e educação, bem como os obstáculos colocados por esta era tecnológica nos processos de ensino.

Segundo Silva e Borba (2010), a calculadora, por exemplo, permitiu que os alunos realizassem cálculos mais rapidamente, liberando tempo para o desenvolvimento de habilidades matemáticas mais avançadas, promovendo novas maneiras de aprendizado. Da mesma forma, os vídeos digitais e as videoaulas proporcionaram novas formas de apresentação do conteúdo, estimulando a visualização e a compreensão dos alunos, Mesmo que haja discussões sobre o uso de vídeos representar uma proposta criativa ou apenas reproduzir a dinâmica da aula expositiva (Borba; Souto; Canedo Jr., 2022), tal debate ultrapassa a análise do recurso tecnológico em si.

A questão central envolve compreender como esse recurso se insere nas práticas pedagógicas e nas interações estabelecidas no contexto educacional. Nessa perspectiva, Souto (2013) argumenta que as transformações expansivas podem ser compreendidas como movimentações em um sistema de atividade coletiva, no qual sujeitos, instrumentos e objetivos se reorganizam continuamente.

Nesse sistema, seres humanos com tecnologias desenvolvem, de forma crítica, um modo que não havia sido, em outras situações, pensado por eles para compreender e/ou reconstruir entendimentos sobre determinado problema ou conteúdos matemáticos. Essas tecnologias, ao introduzirem novas possibilidades, permitem que os alunos e professores reconstruam seus entendimentos e práticas de maneira inovadora.

Ferreira (2010, P. 45)destaca a importância de estimular programas de formação continuada que despertem a postura reflexiva dos professores ao longo de sua prática. Para isso, a formação de professores é um aspecto fundamental para o sucesso escolar dos alunos, especialmente no ensino de disciplinas como matemática. Nesse contexto, a utilização da tecnologia de inteligência artificial ChatGPT pode contribuir para a ampliação das possibilidades pedagógicas, oferecendo aos professores de Timor-Leste estratégias didáticas mais avançadas no processo de ensino.

Para Miskulin (2009), os professores, em geral, precisam estar abertos às diferentes formas de ensino e produção do conhecimento, inserindo as tecnologias digitais com métodos e teorias de ensino. Ainda assim, a IA na formação continuada dos professores de ensino de Matemática é essencial para o desenvolvimento da profissão, visando à adaptação às demandas decorrentes dos rápidos avanços das ciências e tecnologias digitais e inteligência artificial no contexto atual.

No entanto, é desejável que os educadores estejam abertos a aprender e se adaptar às tecnologias, a fim de preparar os alunos para o mundo digital em constante evolução. Além disso, é importante que haja investimento em formação continuada para garantir que os professores estejam formados para aplicar as tecnologias digitais em sala de aula. Esta premissa, válida para qualquer profissional, assume especial importância nos professores de matemática em Timor-Leste, dado o papel formativo e instrutivo que desempenham na sociedade.

As tecnologias digitais estão cada vez mais presentes na sociedade neste momento do século XXI. Diante disso, estudantes e professores utilizam as tecnologias digitais para acessar e divulgar informações, realizar negócios online, pesquisar receitas, fazer compras e efetuar transações bancárias.

Atualmente, temos uma “explosão” das inteligências artificiais como participantes dos processos de ensino e de aprendizagem da matemática, principalmente após a criação do ChatGPT em novembro de 2022. Borba, Souto e Canedo Júnior (2022) destacam que o impacto das tecnologias digitais já vinha se tornando mais evidente nos últimos anos.

Entretanto, na educação, o movimento de utilização das tecnologias digitais da IA como um recurso didático nos processos de ensino e aprendizagem, ocorre lentamente. No

entanto, essas tecnologias estão, sem pedir licença, entrando nas salas de aula de matemática, independentemente da permissão dos professores para utilizá-las, o que evidencia a necessidade de formação para que os docentes possam integrá-las efetivamente no ensino dos alunos.

Com esse cenário, o objetivo é compreender como professores de Matemática do ensino secundário em Timor-Leste produzem conhecimentos a respeito do ensino deste componente curricular quando interagem com Inteligências Artificiais, em particular o ChatGPT. Essas tecnologias, o ChatGPT em particular, consideram-se como um recurso potencial para auxiliar na organização do tempo durante o processo do ensino de Matemática.

Diante desse contexto, é importante salientar que, durante o período de reformulação do projeto de pesquisa e na percepção sobre a IA no contexto educacional, surgiu o questionamento. Quais são as possibilidades e desafios do uso de tecnologias digitais de IA ChatGPT aos professores de ensino secundário de matemática em Timor-Leste? Para isso, investigamos o uso da IA na formação continuada online de professores de ensino secundário de matemática em Timor-Leste.

Por esse questionamento, a pesquisa teve como objetivo compreender como os professores de matemática do ensino secundário em Timor-Leste produzem conhecimento a respeito deste componente curricular do ensino de matemática quando interagem com inteligências artificiais ChatGPT. Para tanto, encarregamos em: identificar as possíveis influências das Inteligências Artificiais ChatGPT na tomada de decisões dos professores; verificar como o pensamento matemático se reorganiza e analisa conjecturas ao receber feedbacks das Inteligencias Artificiais ChatGPT; descrever como os professores agem diante das sugestões/propostas das Inteligencias Artificiais ChatGPT.

Para desenvolver esta pesquisa, adotamos uma abordagem qualitativa no paradigma proposto por Bogdan e Biklen (1994). É um tipo de estudo que busca ampliar a compreensão de um problema de pesquisa usando variedade de fontes e instrumentos de produção de dados. Os dados da pesquisa foram produzidos em Timor-Leste, por meio de uma formação online.

Os sujeitos desta pesquisa foram os professores do ensino de Matemática que atuam em diferentes escolas em Timor-Leste. Nesta pesquisa, empregamos procedimentos

específicos para a produção de dados, que envolveu a observação de participantes, notas de campo, questionário, entrevista, organização de um grupo focal e registros audiovisuais.

Os dados foram analisados à medida que eram gerados, interpretando-os com base analítica da teoria da atividade (TA) de Engeström (1987, 1999, 2001) e Engeström e Sannino (2011), focando nas manifestações discursivas das contradições internas. A pesquisa em questão enfatizou, especialmente, a multivocalidade e a historicidade. Segundo Engeström (2001), a multivocalidade refere-se à presença de múltiplas vozes, pontos de vista e conversas, o que contribui para uma análise e compreensão mais rica do contexto de um sistema de atividade. Já a historicidade relaciona-se ao entendimento de que as práticas, regras e formas de organização presentes nesse sistema são construídas ao longo do tempo.

Dessa forma, a análise de um sistema de atividade envolve considerar os processos históricos que influenciam suas transformações, bem como as experiências acumuladas pelos sujeitos que participam desse contexto.As conversas dos participantes foram transcritas e analisadas segundo procedimento de Engeström e Sannino (2011). O procedimento envolveu identificar as manifestações discursivas; esse processo analítico possibilitou entender as dinâmicas que estavam em atividade nas práticas dos participantes e nas interações que ocorreram ao longo da pesquisa.

A pesquisa foi marcada por avanços tecnológicos do século XXI, realidade distinta da maioria das escolas do nosso país. A República Democrática de Timor-Leste (RDTL) é uma ilha que se tornou independente no ano 2002, apresentou singularidades de um período de administração transitória da Organização das Nações Unidas (ONU) em (1999-2002), como resultado dos conflitos e destruição pelas forças indonésias e milícias armadas (timorenses contra independência), após a divulgação dos resultados da Consulta Popular em 4 de setembro de 1999, declaramos a nossa restauração da independência em 20 de maio de 2002.

Entretanto, segundo Freitas (2012), no círculo educativo atual do nosso país, ainda estamos no processo do desenvolvimento, reconstrução, transformação na área de educação por causa dos processos das lutas pela libertação do Timor-Leste durante 24 anos da ocupação da Indonésia. O pós-referendo foi difícil e desolador. Falar do setor da educação de Timor-Leste é abordar um evento histórico em que uma das mais jovens nações do mundo teve de reconstruir, a partir do zero, toda a estrutura e todo o sistema de educação e de ensino (Freitas, 2012, p. 7).

Por esse desafio continuamos a enfrentar as limitações do contexto educacional atual, com as tecnologias de IA que foram amplificadas pela pandemia da Covid-19, evidenciando a necessidade de implementar novas estratégias para tornar a educação mais envolvente, pertinente e acessível. Portanto, esta pesquisa visa contribuir tanto para meu crescimento profissional quanto para o aprimoramento das tecnologias digitais da IA no ensino de Matemática no contexto da educação de Timor-Leste.

1.1. Minha trajetória como pesquisador

Ao longo da minha trajetória acadêmica e profissional, algumas experiências se revelaram fundamentais para a constituição da minha identidade docente e para o amadurecimento do meu compromisso com a educação. Acredito que é importante compartilhar essas experiências, pois elas não só mostram o caminho que segui, mas também destacam os fatores que foram muito importantes para minha formação como professor.

No ano de 2016, comecei minha jornada como estudante bolsista, um programa oferecido pelo governo de Timor-Leste, chamado Fundo de Desenvolvimento Capital Humano (FDCH), que apoia financeiramente os estudantes. A emoção foi indescritível. Naquele momento, percebi que minha jornada não se limitava a cruzar fronteiras para adquirir conhecimento, mas também para honrar os sacrifícios dos meus pais.

Ao olhar para trás, celebro com alegria cada conquista, vejo como cada avanço discreto, desde os estudos até as conversas com aqueles que me apoiaram, foi fundamental para construir essa jornada. Minha experiência não se resumiu a estudar em outro país, mas a levar comigo as lições, os valores e a essência que o meu país, minhas famílias e minha comunidade me ensinaram.

E, acima de tudo, aprendi que o esforço e a esperança têm o poder de transformar sonhos em realidade, de abrir portas onde antes parecia haver apenas obstáculos. Por isso, confio na História como uma ciência interdisciplinar, pois compreendo que o passado, o presente e o futuro interagem de forma problematizadora. Nessa perspectiva, utilizo as palavras de Hobsbawm (1998a) de que não se trata apenas de descobrir o passado, mas fundamentalmente de compreendê-lo. Essa abordagem permite estabelecer conexões significativas com o momento atual.

Acredito que, tanto na História quanto na Educação, existe uma tentação entre os pesquisadores de apenas documentar as descobertas, revelar o que era desconhecido e, em seguida, tirar proveito disso. Contudo, o processo de "compreender como o passado converteu-se no presente nos ajuda a compreender o presente, e provavelmente algo do futuro" (Hobsbawm, 1998a, p. 230).

Após me formar em Cuba, retornei ao Timor-Leste em 2020; em 2021, atuei como docente universitário por um período de três anos. Comecei a minha trajetória profissional como docente na Universidade Nacional Timor Lorosa'e (UNTL), que é a única universidade privada na capital, contribuindo para a capacitação de novos profissionais no país. Em seguida, tive a oportunidade de trabalhar como docente no Instituto São João de Brito, e assumi outras responsabilidades, como as funções de coordenador do curso de graduação em Ensino de Matemática e de vice-reitor para assunto da qualidade interna (IQA) do instituto.

Embora o FDCH concedesse bolsas para os docentes universitários que desejam cursar mestrado/doutorado em Portugal ou no Brasil, a sobrecarga das funções, juntamente com as exigências da administração acadêmica, tornou impossível a busca por aperfeiçoamento em nível de mestrado. Com o passar dos dias, minha vontade de ampliar meus conhecimentos e buscar novas experiências acadêmicas aumentava.

Neste cenário, a divulgação do programa de bolsa de estudo pelo FDCH para os docentes universitários me deu esperança de cursar o mestrado no Brasil. A concorrência foi alta, mas a persistência e a dedicação valeram a pena para que eu fosse escolhido. Timor-Leste e Brasil possuem relação bilateral há mais de 20 anos. Desde a independência de Timor-Leste em 2002, as relações entre os dois países se caracterizaram por laços históricos e culturais, particularmente devido à herança lusófona comum e à Comunidade de Países de Língua Portuguesa (CPLP).

Os dois países têm se fortalecido por meio de uma cooperação bilateral em várias áreas, como segurança, justiça, educação, saúde, cultura, entre outras. Os dois países demonstram que a distância não é um obstáculo para os povos trocarem conhecimento e experiências, mas os dois países unem forças para o desenvolvimento entre ambos os países.

Em 15 de dezembro de 2023, viajei ao Brasil para cursar o mestrado, seguro de que essa nova fase seria fundamental para o meu desenvolvimento profissional e pessoal. A

oportunidade de estudar em um país diferente, com bolsa de estudo, é um privilégio que nunca esquecerei na minha vida. Essa experiência possibilitou a continuidade da minha trajetória acadêmica, levando-me a cursar o mestrado em Ensino de Ciências e Matemática no Campus Universitário Rene Barbour, Barra do Bugres da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), onde a UNEMAT tem acordo com o FDCH.

As vivências em contexto atual ampliaram meu desejo de pesquisar sobre o tema atual na educação do século XXI. Esse interesse me levou à inspiração pela tecnologia avançada Ao integrar-me no Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) como aluno regular em 2024. Durante esse processo, comecei a pesquisar na área de tecnologias digitais; no entanto, integrei o Grupo de Estudos e Pesquisas em Ensino com Tecnologias Digitais (GEPETD).

Ao ingressar no PPGECM e integrar o GEPETD, tive a oportunidade de aprofundar os estudos e pesquisas em tecnologias digitais, que pertencem à linha dois do PPGECM. Essa imersão tem contribuído de forma relevante para expandir meu conhecimento na integração de tecnologias digitais da Inteligência Artificial (IA) no processo de Ensino de Matemática. A participação ativa no grupo de pesquisa ofereceu uma experiência formativa valiosa no envolvimento em debates acadêmicos e discussões sobre as práticas contemporâneas e inovadoras no ensino com tecnologias.

Tais interações não apenas enriqueceram o desenvolvimento da pesquisa, mas também fortaleceram a fundamentação teórica e a prática, contribuindo para a consolidação de uma abordagem pedagógica crítica, reflexiva e alinhada às demandas atuais da educação mediada por tecnologias digitais da IA.

Essas vivências possibilitaram a construção de uma compreensão mais abrangente e detalhada do processo educacional, destacando-se como marcos formativos que impactaram de maneira direta a minha atuação pedagógica. Ao refletir sobre cada fase vivenciada, reconheço nelas importantes conhecimentos que influenciaram minha prática docente e meu engajamento na área da pesquisa em educação.

A partilha dessa trajetória não se limita a uma simples apresentação dos eventos, mas assume a função de destacar a interconexão entre teoria e prática, a qual é imprescindível para a formação de professores. Assim sendo, reafirmo meu compromisso com uma educação

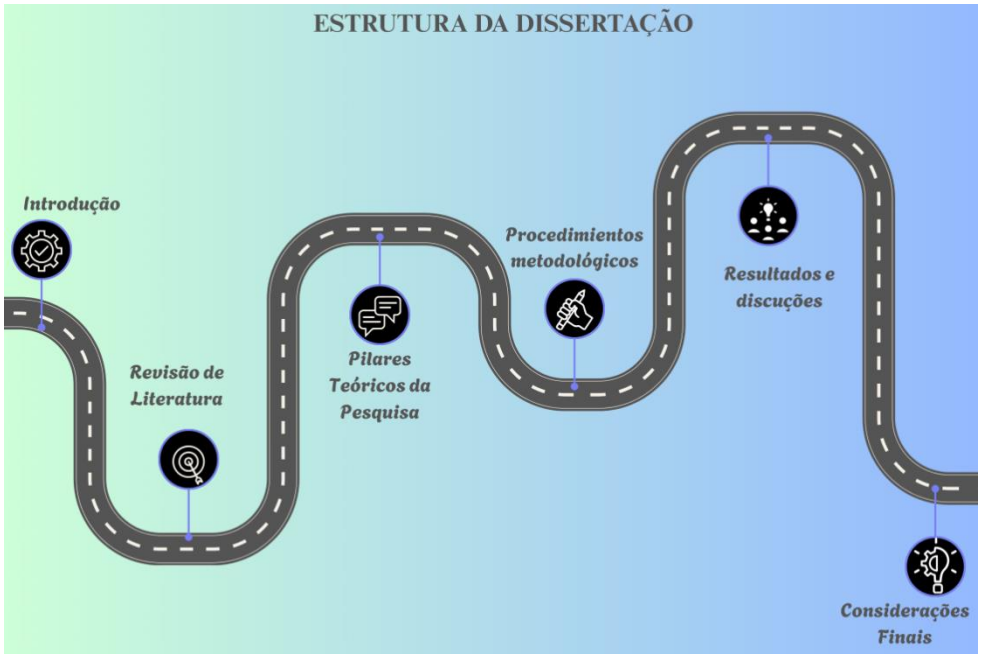
fundamentada na reflexão crítica, no envolvimento profissional e na contínua busca por práticas pedagógicas mais relevantes e transformadoras.

Essas experiências permitirão que eu retorne a Timor-Leste com conhecimentos atualizados e habilidades aprimoradas para contribuir com o desenvolvimento da educação em meu país. No entanto, cada vivência e experiência traz diferentes perspectivas culturais, percebendo a cultura como a identidade única de cada povo durante o processo de aprendizagem tanto em Cuba quanto no Brasil. Assim, mantenho o princípio do conceito de identidade e a importância de interagir com as diferentes educacionais em diferentes países.

1.2. Estrutura da Dissertação

Esta pesquisa investiga o uso de inteligências artificiais na formação continuada de professores de Matemática do ensino secundário em Timor-Leste, avaliando suas possibilidades como recursos didáticos para o aprimoramento do planejamento de aula. A pesquisa se baseia na ideia de que as tecnologias que utilizam IA podem contribuir para o ensino da Matemática, sempre que forem inseridas de maneira crítica e contextualizada na realidade educacional contemporânea, especialmente na educação de Timor-Leste Nesta seção, será apresentada a estrutura da pesquisa, que está dividida em seis capítulos, como mostrado na Figura 1.

Figura 1 - Estrutura da dissertação



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

A Figura 1 mostra a organização dos capítulos desta dissertação, refletindo o trajeto percorrido pelo pesquisador, sendo que cada etapa desempenha um papel fundamental na compreensão e análise do tema abordado.

O primeiro capítulo apresenta a introdução, na qual oferece uma visão geral do contexto desta pesquisa, traçando o problema de pesquisa, os objetivos, justificativa e o percurso profissional do pesquisador.

No segundo capítulo aborda-se a revisão de literatura; são discutidos estudos anteriores sobre a formação continuada de professores, o ensino de matemática e o uso da IA em contexto de educação. A partir da análise dos dados resultantes desta revisão, optamos pela implementação da metassíntese qualitativa, de acordo com o que é estabelecido por Creswell (2010).

O terceiro capítulo apresenta o referencial teórico, embasado em fundamentos teóricos a respeito da integração da tecnologia de IA nos seguintes aspectos: tecnologias digitais no ensino de matemática, IA generativas e formação de professores. Ademais, foi traçada a fundamentação teórica que apoia a pesquisa, fundamentada nos princípios da teoria da atividade, conforme sugerido por Engeström (1987).

No quarto capítulo são apresentados os procedimentos metodológicos, com uma descrição da abordagem de pesquisa, dos participantes, dos instrumentos de produção e análise dos dados. Adotamos o paradigma qualitativo proposto por Bogdan e Biklen (1994).

No quinto capítulo são apresentados os resultados e discussão, fazendo a conexão dos achados com as bases teóricas e com as experiências relatadas pelos professores. Nesta etapa procedemos com a análise dos dados conforme os princípios da teoria da atividade proposta conforme Engeström (1987, 1999, 2001), com ênfase particular na multivocalidade e na historicidade.

A análise dos dados é embasada, em sua maior parte, no modelo de Engeström e Sanino (2011), que adota uma metodologia em camadas para identificar as maneiras de expressões que emergem das vozes dos participantes em dinâmicas na atividade prática dos participantes e nas interações que ocorreram ao longo da pesquisa.

Finalmente, o capítulo seis apresenta as considerações finais, apontando contribuições, limitações e recomendações para futuras pesquisas, que derivam da síntese dos resultados entre os dados coletados e as análises realizadas, além das reflexões sobre os resultados alcançados por meio desta pesquisa.

2. REVISÃO DA LITERATURA

O presente estudo foi desenvolvido por meio de uma revisão de literatura de abordagem qualitativa, a qual assume um caráter interpretativo, de modo a tornar o mundo e os fenômenos estudados mais visíveis (Denzin; Lincoln, 2011).

Segundo Creswell (2010), uma revisão da literatura objetiva localizar e resumir os estudos existentes sobre um determinado tópico. Esse processo é fundamental para compreender o que já foi publicado sobre uma temática, oferecendo uma base para uma determinada pesquisa. Com base nas etapas sugeridas por Creswell (2010), a presente revisão da literatura foi organizada conforme as etapas descritas na Figura 1.

Figura 2- Etapas da Revisão da Literatura



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Na primeira etapa do estudo, para identificar as palavras-chave relacionadas à temática investigada, consideramos o objetivo principal, que é mapear as pesquisas que investigaram o uso das Inteligências Artificiais (IA) na formação de professores de Matemática. Assim, definimos os seguintes descritores: Inteligência Artificial, formação de professores e Matemática.

2.1.Fontes de Dados

As pesquisas foram realizadas nas seguintes bases de dados: Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), Scientific Electronic Library Online (SciELO) e o repositório da Fundação Getúlio Vargas (FGV), cobrindo o período de 2019 a 2024. A escolha desses mecanismos se deu pela relevância dos mesmos em indexar trabalhos científicos nacionais e internacionais.

2.1.1. As Buscas

A segunda etapa constitui na busca na literatura, após a definição das bases foram determinados os termos de busca, revisando uma seleção de periódicos nacionais e internacionais, bem como as questões e o objetivo da revisão. Para começar, a definição levou em consideração termos relevantes para o trabalho atual, como: Inteligência Artificial, Formação de Professores e Matemática. As palavras-chave foram organizadas em uma string de busca com parênteses e aspas e conectadas com o operador lógico "AND", como "Inteligência Artificial", "Inteligência Artificial" AND "formação de professores", "Inteligência Artificial" AND "formação de professores" AND "matemática". Os resultados das buscas com essas expressões estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1- Resultados das buscas

NO	Expressão de Busca	Fontes de Dados			Total
		BDTD	SciELO	FGV	
1	"Inteligência Artificial"	1544	928	12.572	30.088
2	"Inteligência Artificial" AND "formação de professores"	16	1	259	293
3	"Inteligência Artificial" AND "formação de professores" AND "matemática"	4	0	50	54

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Como podemos observar no Quadro 1, a primeira busca com a expressão "Inteligência Artificial" resultou em 30.088 trabalhos. A segunda busca, com a expressão "Inteligência Artificial" AND "formação de professores", retornou 293 trabalhos. Por fim, a terceira busca, utilizando a expressão "Inteligência Artificial" AND "formação de professores" AND "matemática", identificou 54 trabalhos.

2.1.2. Seleção dos Trabalhos

A terceira etapa desta revisão consistiu na seleção dos trabalhos a serem analisados. Para isso, realizamos a leitura dos títulos e resumos dos trabalhos encontrados na terceira busca, exceto na fonte SciELO, onde não foi encontrado nenhum trabalho na última busca. Nesse caso, utilizamos os trabalhos identificados na segunda busca para leitura e análise.

> É na análise que o pesquisador articula as informações, estabelece conexões, confronta dados apresentados, enfim, ultrapassa o conteúdo

> de cada documento para alcançar uma compreensão que está entre estes. Uma ação interpretativa em que o pesquisador consegue operar uma transformação, superar a síntese, propor uma crítica interna à produção científica e um novo conhecimento a partir daquele já produzido (OLIVEIRA; TRANCOSO; BASTOS, 2015, p. 4)

Após a leitura, excluímos os trabalhos que se distanciavam do tema tratado. Utilizamos os seguintes critérios de exclusão: a) trabalhos que não estão relacionados à inteligência artificial na formação de professores; b) trabalhos de áreas diferentes da Matemática. Após este procedimento, foram selecionados 6 trabalhos, conforme apresentado no Quadro 2. Este quadro contém: o código do trabalho (T), o nome do autor e ano de publicação, o título do trabalho, o tipo de trabalho (TP) e as fontes.

Quadro 2- Trabalhos Selecionados para análise

T	Autor (ano)	Título	TP	Fonte
T1	Abar et al (2023)	Um estudo teórico sobre competências necessárias para compreender o uso da Inteligência Artificial na Educação.	Artigo	FGV
T2	Oliveira e Silva (2023)	O uso da Inteligência Artificial no Ensino da Matemática.	Artigo	FGV
T3	Giraffa e Santos (2023)	Inteligência Artificial E Educação: Conceitos, Aplicações e Implicações no Fazer Docente	Artigo	FGV
T4	Flores (2022)	Ensino de inteligência artificial: uma proposta de formação docente nas disciplinas STEAM	Dissertação	DBTD
T5	Costa Júnior et al. (2023)	As Competências do Professor na Educação 4.0: O Papel das Inteligências Artificiais na Formação Docente	Artigo	FGV
T6	Oliveira (2024)	Conhecimento Poderoso e Inteligência Artificial (IA): Aliando Didaticamente Tecnologias para Educabilidades	Artigo	SciELO

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Dando continuidade às etapas do processo de revisão da literatura, realizamos o mapeamento e o resumo dos trabalhos selecionados para análise. Este trabalho envolveu a criação de uma planilha no Excel, na qual os trabalhos selecionados na etapa anterior foram organizados com as seguintes informações: autor, ano, título, questão de pesquisa, objetivo do

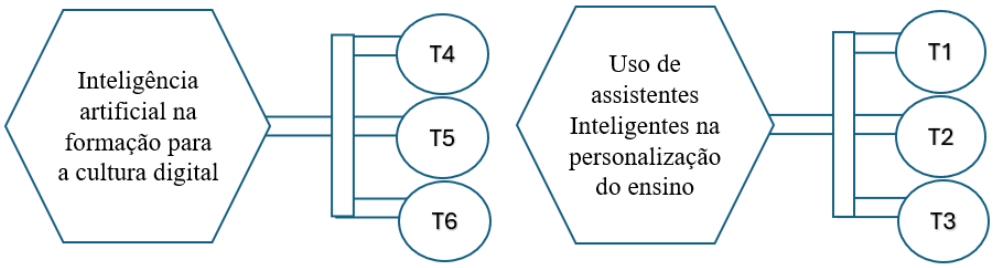
estudo, lócus da pesquisa, sujeitos, referencial teórico utilizado, tecnologias empregadas e principais resultados.

Na quinta etapa, estruturamos a revisão. Durante esse processo, analisamos e categorizamos os trabalhos selecionados com base em seus focos de pesquisa, conforme discutido a seguir.

2.1.3. Inteligências Artificiais na formação de professores: o que dizem as pesquisas?

Para obter um panorama das pesquisas desenvolvidas nos últimos anos sobre a temática discutida neste artigo, realizamos uma leitura minuciosa de cada estudo identificado na etapa anterior. Durante esse processo, buscamos identificar tanto os aspectos convergentes quanto os divergentes entre os estudos. Dessa análise, emergiram duas categorias principais: a inteligência artificial na formação para a cultura digital e o uso de assistentes inteligentes na personalização do ensino, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 3- Categorias dos Trabalhos



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

As categorias descritas na Figura 2 refletem o foco das pesquisas sobre o uso da inteligência artificial na formação de professores de Matemática nos últimos anos. As subseções a seguir detalham os estudos que compõem cada uma dessas categorias.

2.1.4. Inteligência artificial na formação para a cultura digital

A pesquisa de Costa Júnior et al. (2023) explora as competências necessárias para os educadores na Educação 4.0 e o papel das inteligências artificiais (IA) na formação docente. Os autores destacam a importância de entender as competências cognitivas, socioemocionais, tecnológicas e pedagógicas no contexto da Educação 4.0, enfantizando o papel das IA na formação dos educadores para enfrentar as mudanças tecnológicas.

Segundo Costa Júnior et al. (2023), é desejável que os educadores adquiram novas competências que lhes permitam adaptar-se às demandas da Educação 4.0. O estudo destaca diversas aplicações práticas da IA na sala de aula, como chatbots, assistentes virtuais e análise de dados educacionais.

De acordo com os autores, essas aplicações demonstram que a IA pode ser utilizada para melhorar a experiência educacional. Além disso, Costa Júnior et al. (2023) afirmam que as competências e aplicações de IA têm um impacto transformador na educação 4.0, enfatizando a importância de os educadores estarem preparados para enfrentar os desafios e aproveitar as oportunidades dessa nova era educacional.

Em concordância com Costa Júnior et al. (2023), o estudo de Oliveira (2024) também aborda a formação docente para a cultura digital, reconhecendo o papel significativo das IA na formação de professores e na transformação da prática educacional. Contudo, Oliveira (2024) realiza um estudo empírico com professores do ensino básico na modalidade online, fundamentado na teoria multirreferencial de Ardoino, que busca uma atualização teórica frente aos desafios tecnológicos atuais na educação.

Oliveira (2024) oferece uma reflexão abrangente sobre o conceito de conhecimento poderoso e sua relação com as necessidades educacionais contemporâneas. O autor destaca a importância da participação ativa dos professores na construção do currículo e na promoção de uma formação que transcenda as individualidades, sublinhando a necessidade de políticas públicas e uma mudança de paradigma na educação.

A pesquisa de Flores (2022), em consonância com Costa Júnior et al. (2023) e Oliveira (2024), destaca a importância de os professores adquirirem novas competências para lidar com os desafios da educação inovadora e da cultura digital. Flores (2022) amplia essa discussão ao enfatizar a integração da IA com as disciplinas STEAM (Sistema, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) por meio do desenvolvimento de recursos e ferramentas de ensino durante uma formação continuada realizada presencialmente.

Durante essa formação, Flores (2022) elaborou uma sequência didática destinada a capacitar professores nas disciplinas STEAM. A realização de experimentos permitiu o desenvolvimento de um produto educacional projetado para complementar a formação docente.

Segundo o autor, essa abordagem possibilita que os educadores estejam mais preparados para ensinar competências interdisciplinares relacionadas à IA, integrando conhecimentos de tecnologias computacionais e habilidades de pensamento computacional.

2.1.5. Uso dos assistentes Inteligentes na personalização do ensino

Esta seção se concentra em estudos que exploraram a aplicação de assistentes de Inteligência Artificial nos processos de ensino e aprendizagem da matemática.

A pesquisa conduzida por Oliveira e Silva (2023) teve como objetivo investigar o uso da Inteligência Artificial no ensino de matemática. De acordo com os autores, a IA possibilita a adaptação às necessidades individuais dos alunos, identificando suas dificuldades de aprendizagem. Além disso, desafia os educadores a explorar as oportunidades oferecidas pela IA como uma assistente inovadora no ambiente de aprendizagem. Oliveira e Silva (2023) argumentam que a IA pode ser integrada à plataformas, como o ChatGPT e o Bing, para apoiar os estudantes na exploração de novos conceitos matemáticos e na resolução de problemas de forma mais interativa.

De acordo com os autores, a integração dessa tecnologia na educação básica pode contribuir para promover os processos de ensino e aprendizagem. A combinação da Inteligência Artificial (IA) com estratégias pedagógicas pode possibilitar a criação de um ambiente de aprendizagem matemática personalizado e adaptável.

A pesquisa conduzida por Abar, Santos e Almeida (2023) teve como objetivo identificar as competências necessárias para compreender o uso da Inteligência Artificial (IA) na educação básica. Este estudo exploratório e interpretativo sobre a alfabetização em Inteligência Artificial na educação básica destacou a importância da integração da IA na educação matemática e a necessidade de formação de professores para lidar com a tecnologia IA nesse contexto. Os autores afirmam que a IA pode ser integrada ao currículo escolar e apresentam um conjunto de competências que permitem aos indivíduos compreender a IA, como o ChatGPT, as quais podem ser desenvolvidas para promover a compreensão na educação matemática e integradas nos currículos escolares de países como Portugal e Brasil. Destacam, assim, a importância da formação de professores para lidar com IA na educação matemática, incluindo cursos como o MOOC IA em Portugal, visando promover um ambiente adaptativo de aprendizagem.

Por outro lado, Giraffa e Santos (2023) tiveram como objetivo posicionar o campo da Inteligência Artificial e Educação (IAED), resgatando conceitos associados aos Sistemas Tutores Inteligentes (STI), aprendizagem de máquina, mineração de dados e outros aspectos. Esses autores afirmam que a integração da IA na educação é um campo de estudo estabelecido e pode contribuir significativamente para a aprendizagem dos estudantes. Segundo Giraffa e Santos (2023), a Inteligência Artificial (IA) promove o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem adaptativos, considerados essenciais para a formação docente. Os autores destacam que a IA possibilita o aprimoramento de práticas educacionais e a superação de desafios tecnológicos, incluindo aqueles relacionados aos Sistemas Tutores Inteligentes (STI), à mineração de dados educacionais (EDA - Educational Data Mining), e ao ChatGPT. Tais técnicas de IA são aplicadas na educação matemática com o propósito de analisar vastos conjuntos de dados e desenvolver ambientes de aprendizagem imersivos e interativos.

2.2. Situando a Pesquisa na literatura

Os estudos analisados da revisão de literatura apresentam exemplos em que a inteligente artificial como ChatGPT, Bing, STI e EDA que foram utilizados para personalizar a aprendizagem da Matemática, acordo com as necessidades individuais dos alunos. Além disso, essas tecnologias de IA tornaram os ambientes educacionais mais envolventes e dinâmicos. Por outro lado, entendemos que essas vantagens também trazem novos desafios para os educadores. Nesse contexto, verificamos que há necessidade de direcionar esforços para o desenvolvimento de pesquisas com foco na formação continuada dos professores, visando formá-los para que sejam capaz de lidar com essas tecnologias emergentes em particular ChatGPT.

Diante dos trabalhos realizados por autores como Oliveira e Silva (2023); Abar, Santos e Almeida (2023); Giraffa e Santos (2023) observa-se a existência de pontos que aproximam:

- IA como o ChatGPT e o Bing pode ser integrada para apoiar os estudantes na exploração de novos conceitos matemáticos e na resolução de problemas de forma mais interativa;
- IA como o ChatGPT pode ser desenvolvida para promover a compreensão na educação matemática e integradas nos currículos escolares de países como Portugal e Brasil.

- ❖ IA possibilita o aprimoramento de práticas educacionais e a superação de desafios tecnológicos, incluindo aqueles relacionados aos Sistemas Tutores Inteligentes (STI), à mineração de dados educacionais (EDA - Educational Data Mining), e ao ChatGPT.

No entanto, relacionados com os trabalhos mencionados, este estudo tem como foco a investigação sobre o uso da IA, especificamente o ChatGPT, na dinâmica no ensino e aprendizagem dos estudantes no ensino secundária em Timor-Leste.

3. PILARES TEÓRICOS DA PESQUISA

Neste capítulo, são apresentadas as principais referências que suportam este trabalho, organizadas em duas partes que preferem aprofundar esta pesquisa. Primeiramente, aborda-se o uso das tecnologias digitais, com ênfase na Inteligência Artificial, e, em seguida, discute-se a formação continuada de professores em ambientes online. A seção aborda brevemente o uso da IA ChatGPT para contextualizar sua aplicação na formação de professores do ensino secundário em Timor-Leste.

3.1.Tecnologia Digitais no Ensino de Matemática

A evolução e a inserção das tecnologias digitais no ensino e na aprendizagem são de grande relevância, reconhecendo-se tanto as contribuições quanto os desafios associados a essa evolução. As tecnologias digitais têm experimentado uma rápida difusão nas últimas décadas do século XX, transformando a educação e outros setores. De acordo com Prensky (2001), os estudantes atuais, desde a educação pré-escolar até a faculdade, representam as primeiras gerações com a tecnologia digital, usando computadores, videogames, celulares e outras tecnologias na era digital.

> Os nativos digitais estão acostumados a receber informações muito rapidamente. Eles gostam de processar em paralelo e realizam tarefas. Eles preferem os gráficos *antes* do texto, e não o contrário. Preferem o acesso randômico (como o hipertexto). Funcionam melhor quando estão conectados em rede (PRENSKY, 2001, P. 2).

À medida que as tecnologias digitais se incorporam no ambiente educacional atual, promovem novas possibilidades à consideração da formação contínua dos professores, valorizando as tendências pedagógicas contemporâneas e considerando a sua realidade.

De acordo com Borba (2001), a noção de experimentação com tecnologias pode inicialmente ser entendida como o uso de tecnologias informáticas no estudo de conceitos ou na exploração de problemas matemáticos. Além disso, Borba e Villarreal (2005) afirmam que diferentes tecnologias da inteligência ao longo da história têm influenciado a produção de diferentes tipos de conhecimento. Ao examinar a maioria dos estudos realizados no Brasil nos últimos trinta anos em educação matemática, notamos uma variedade de contextos, sugestões e perspectivas sobre como usar tecnologias no ensino. Observa-se uma variedade de contextos discutindo o uso de tecnologias na educação matemática no Brasil (Borba, 2012).

> Destacam que as tecnologias, as atividades matemáticas, perspectivas teóricas e outros aspectos que caracterizam cada uma das quatro fases. Ao final, buscamos discutir relações entre as fases a fim de estabelecer particularidades e similaridades entre elas, mostrando que não são conjuntos disjuntos.

No quadro a seguir apresenta-se um resumo sobre os aspectos e elementos característicos de cada uma das fases do desenvolvimento das tecnologias. (Borba; Scucuglia; Gadanidis, 2020).

Quadro 3- Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática

Fases	Tecnologias	Atividades das Tecnologias	Perspectiva Teóricas	Terminologia
primeira Fase (1985)	Computadores; calculadoras simples e científicas.	Logo Programação	Construcionismo; micromundo.	Tecnologias informáticas
Segunda Fase início dos anos (1990)	Computadores e calculadoras gráficas.	Geometria Dinámica (Cabri Géomètre; Geometriks); multiplas representações de funções (Winplot, Fun, Mathematica); CAS (Maple); jogos.	Experimentção, visualização e demostração; zona de risco; conectividade; ciclo de aprendizagem; construcionista; seres-humanos com-midias.	Tecnologia Informática; software educacional; tecnologia educativa.
Terceira Fase (1999)	Computadores, laptops e internet.	Teleduc; e-mail; chat; forum; Google.	Educação a distância online; interação e colaboração online; comunidades de aprendizagem.	Tecnologias da informação e comunicação (TIC).
Quarta Fase (2004)	Computadores; laptops; tablets; telefones celular; internet rápida.	GeoGebra; objetos virtuais de aprendizagem; applets; vídeos; youTube; wolframALpha; wikipédia; Facebook; ICZ; Second Life; Moodle.	Multimodalidade; telepresença; interatividade; internet em sala de aula; produção e compartilhamento online de vídeos; performance matemática digital.	Tecnologias Digitais; tecnologias móveis ou portáteis.
Quinta Fase (2022)	Intensificação do uso das tecnologias digitais, o poder de ação.	atores não humanos e a hibridização da Educação Matemática a partir do poder de ação desse vírus	Migração para o ambiente online, as tecnologias de videoconferência	Atores não humanos e a hibridização da Educação Matemática. Covid-19

Fonte: adaptado pelo Borba, Scucuglia e Gadanidis (2020) e Borba, Souto e Canedo Junior (2022)

Conforme ilustrado no quadro, a classificação das etapas Tecnologias Digitais na Educação Matemática foi ajustada com base em pesquisas anteriores, buscando refletir a evolução das práticas pedagógicas mediadas por recursos digitais ao longo dos anos. Até o ano de 2014, como descrito no livro "Fases das Tecnologias Digitais em Educação Matemática" por Borba, Scucuglia e Gadanidis (2020).

As discussões eram organizadas em quatro fases distintas. Essas etapas foram organizadas de forma cronológica e conceitual, o que possibilita entender as mudanças no uso das tecnologias digitais na educação matemática. No entanto, em 2022, com a publicação do livro "Vídeos na Educação Matemática", as reflexões previamente formuladas foram expandidas, dando seguimento às pesquisas do livro anterior.

Neste novo volume, Borba, Scucuglia e Gadanidis (2020) propõem a inserção de uma quinta fase, a qual surge como proposta às novas demandas educativas e à incorporação de mídias digitais mais dinâmicas e interativas, acrecentam Borba, Souto e Canedo Junior (2022). com destaque para a produção e o uso de vídeos em contextos didáticos. A entrada dessa quinta fase não apenas amplia o campo da categorização, mas também destaca a contínua evolução das práticas pedagógicas em resposta às inovações tecnológicas.

A primeira fase começou nos anos 80, quando as pessoas começaram a se referir aos computadores, calculadoras simples e científicas ou software como "tecnologias informáticas" (TI), no contexto das perspectivas do construcionismo e dos micromundos.

A segunda fase começou nos anos de 1990, marcada pela popularização e acessibilidade dos computadores e calculadoras gráficas como uma tecnologia informática, software educacional e tecnologia educativa. Existem diferentes opiniões sobre como os alunos, educadores e pesquisadores enxergam os computadores em suas vidas pessoais e profissionais (Borba; Scucuglia; Gadanidis, 2020).

A terceira fase iniciou por volta de 1999. Com o avanço das tecnologias, os computadores e laptops se tornaram comuns, e a internet começou a ser utilizada. Nesse período, começaram a ser utilizadas na educação como fonte de informação e como meio de comunicação entre professores e alunos. Também foi usado para a formação continuada de professores a distância por meio de fóruns de discussão e chats (Borba; Scucuglia; Gadanidis, 2020).

A quarta fase começou em meados de 2004, o termo "tecnologias digitais" (TD) tornou-se comum. Essa fase abrangeu vários elementos no ensino de matemática, como o uso do GeoGebra, tecnologias portáteis e móveis e performances digitais, entre outros. Considerada uma fase que oferece um cenário exploratório e útil para o desenvolvimento de pesquisas matemáticas e realizações de pesquisa (Borba; Scucuglia; Gadanidis, 2020). A utilização pedagógica de recursos tecnológicos traz originalidade ao pensar com tecnologias.

De acordo com Borba, Souto e Canedo Junior (2022), nas quatro primeiras fases, cada uma delas era simbolizada por um artefato tecnológico particular. Entretanto, a quinta fase foi significativamente impactada pelas mudanças provocadas pelo vírus SARS Cov-2, que causou a pandemia de COVID-19. A ideia de que as coisas têm a capacidade de agir por conta própria, ou seja, poder de ação, possibilitou a definição da quinta fase das tecnologias digitais.

A quinta fase tem como elementos principais a “intensificação do uso das tecnologias digitais, o poder de ação (agency, em inglês) de atores não humanos e a hibridização da Educação Matemática a partir do poder de ação desse vírus”. (Borba; Souto; Canedo Junior, 2022, p. 15).

Ponte, Oliveira e Varandas (2003) destacam que os professores precisam adquirir habilidades que permitam tomar decisões sobre a utilização ampla ou não das tecnologias de informação e comunicação e, principalmente, aprender a usá-las com preparação.

Isso se deve ao fato de que eles afirmam que a Inteligência Artificial não são apenas tecnologias que limitam a comunicação por distância, negócios online, pesquisar receitas, fazer compras, transações bancárias e etc. Mas também são tecnologias essenciais que podem transformar o ambiente de trabalho dos professores, afetando a forma como esses profissionais atuam na sala de aula com os estudantes.

Segundo esses autores, a Internet é uma metaferramenta de grande utilização para trabalho colaborativo-uma instrumento que oferece acesso a uma variedade de outras tecnologias, que permitem a localização e o compartilhamento de informações sobre novos avanços na Matemática e na educação Matemática.

3.2. Inteligência Artificial e Inteligência Artificial Generativa

Na área da Educação Matemática, Souto, Cunha e Borba (2025) ressaltam que a Inteligência Artificial (IA) representa um grande campo de investigação direcionado a sistemas computacionais que emulam comportamentos racionais, incluindo reconhecimento

de padrões, processo de tomada de decisões, previsão de resultados e categorização de informações.

De acordo com Souto, Cunha e Borba (2025, p. 22), “a Inteligência Artificial é um campo amplo que abrange sistemas computacionais capazes de simular comportamentos inteligentes, como reconhecer padrões, tomar decisões, prever resultados ou classificar informações, por exemplo, em assistentes virtuais, diagnósticos médicos automatizados ou sistemas de recomendação”. Essas aplicações podem ser observadas, por exemplo, em assistentes virtuais, diagnósticos médicos automatizados e sistemas de recomendação. Por outro lado, a Inteligência Artificial Generativa (IAG) configura um subtipo específico de IA que ultrapassa a análise de dados, visto que possui a habilidade de gerar novos conteúdos originais, sejam textos, imagens, composições musicais ou códigos, com base em padrões que foram assimilados.

Enquanto a inteligência artificial convencional se dedica a analisar dados preexistentes e formula respostas com base em diretrizes estabelecidas, a inteligência artificial generativa cria componentes originais, como é evidenciado pelo ChatGPT, que compõe textos, ou pelo DALL-E, que gera imagens a partir de descrições. Dessa forma, a diferença central está no tipo de tarefa: a inteligência artificial tradicional realiza análises e toma decisões, ao passo que a IA generativa é responsável pela criação (Souto; Cunha; Borba, 2025).

De acordo com os autores, a influência desse tipo de tecnologia tem incentivado a mobilização da comunidade acadêmica e dos docentes, visto que amplia os diálogos epistemológicos e ontológicos relativos à produção do conhecimento e à interação entre seres humanos e tecnologias. Essa visão é corroborada pelo aumento acelerado da difusão do ChatGPT, que alcançou 100 milhões de usuários em poucos dois meses após seu lançamento (UNESCO, 2023).

Apesar dessa difusão ser recente, os autores enfatizam que a Inteligência Artificial data de mais de cinquenta anos. Ele começou com as investigações em lógica computacional e redes neurais durante a década de 1950 e se estendeu até os avanços em aprendizado de máquina e no processamento de linguagem natural. Conforme os autores

> As Inteligências Artificiais Generativas, como ChatGPT, Copilot e DeepSeek, constituem apenas um dos diversos marcos dessa evolução incessante, evidenciando os mais recentes progressos na habilidade de processamento de linguagem e na interação com os usuários. Portanto, apesar de a IA Generativa constituir uma inovação significativa, a Inteligência Artificial possui um desenvolvimento histórico sólido e um contexto muito mais abrangente do que a recente popularização pode indicar. (Souto, Cunha e Borba 2025, p. 22).

Segundo Souto, Cunha e Borba (2025) situa a Inteligência Artificial Generativa dentro de um percurso histórico mais amplo da Inteligência Artificial. Os autores ressaltam que sistemas como ChatGPT, Copilot e DeepSeek representam avanços recentes na interação com linguagem natural, porém não correspondem ao início desse campo científico. Essa compreensão amplia a análise do fenômeno tecnológico, pois direciona a atenção para a evolução gradual das pesquisas em IA e para as bases conceituais que sustentam os sistemas atuais.

Assim, a compreensão da Inteligência Artificial Generativa exige considerar o percurso histórico da Inteligência Artificial e os avanços progressivos na área de processamento de linguagem, situando tecnologias como o ChatGPT em um contexto mais amplo de desenvolvimento científico e tecnológico.

3.3.Inteligência Artificial Generativa-ChatGTP

A ideia de Cosmat (2019) é que a “inteligência artificial” (IA), como seres, máquinas ou ferramentas “criadas artificialmente” e “inteligentes”, está espalhada por toda a história humana. Por isso, a IA na educação tem potencial para transformar a formação continuada de professores que ensinam Matemática, oferecendo recursos personalizados e adaptativos que podem aumentar a eficácia do ensino. No entanto, o uso de IA deve ser acompanhado de reflexões sobre a integração pedagógica e as implicações sociais e éticas no ensino.

> A Inteligência Artificial é a capacidade de dispositivos eletrônicos de funcionar de maneira que lembra o pensamento humano. Isso implica em perceber variáveis, tomar decisões e resolver problemas. Enfim, operar em uma lógica que remete ao raciocínio. Ou seja, a Inteligência Artificial se propõe a elaborar dispositivos que simulem a capacidade humana de raciocinar, perceber, tomar decisões e resolver problemas, enfim, a capacidade de ser inteligente (Barbosa; Portes, 2023, p. 17).

As tarefas realizadas por Inteligência Artificial que requerem a inteligência humana incluem “aprendizado, raciocínio, tomada de decisões, compreensão da linguagem natural e percepção visual, entre outras” (Aprende Virtual, 2024, p. 8-9, tradução minha). A história e a definição da Inteligência Artificial nos fornecem um contexto valioso para compreendermos sua crescente relevância e impacto em nosso contexto contemporâneo. É um tema que tem ganhado cada vez mais destaque na educação, principalmente na modalidade a distância. “Pode ser definido 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” (Picão et al., 2023, pág. 198).

Rodrigues e Rodrigues (2023) destacam que as discussões em torno das IAs de categoria generativa, que conseguem criar conteúdo possivelmente original, como imagens, músicas e até mesmo textos, precedem a preocupação de semelhança ao humano. Por enquanto, autores acrescentam que a utilização de IA generativa, exemplificada pelo ChatGPT, levanta questões sobre criatividade, desenvolvimento crítico e o risco de plágio, especialmente no contexto educacional.

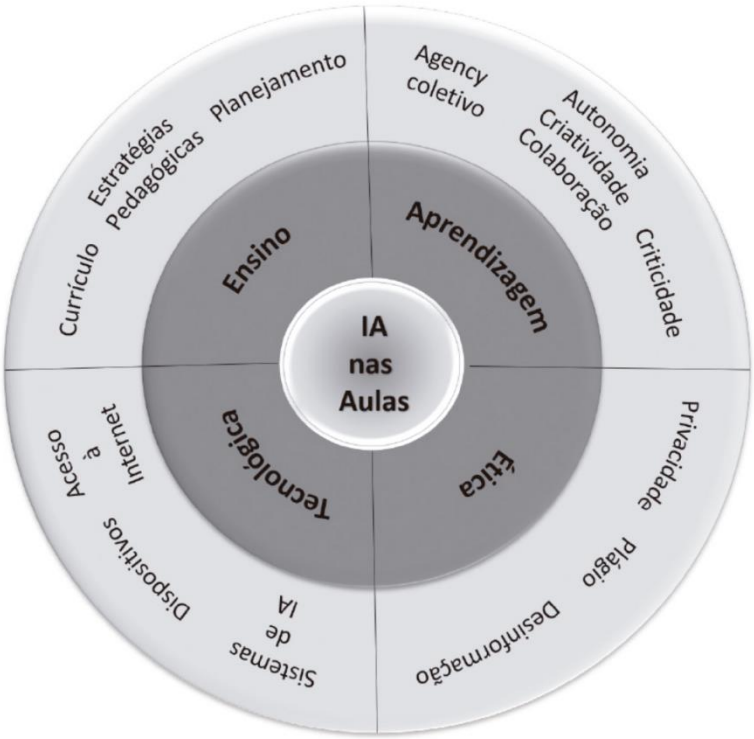
Embora a IA possa otimizar o processamento de grandes volumes de dados e a execução de tarefas específicas, sua implementação não substitui a criatividade e o senso comum inerentes à inteligência humana. Além disso, há uma necessidade crescente de regulamentação e padrões éticos para o uso da IA em instituições educacionais. (Santaella, 2023). No entanto, pode garantir uma abordagem mais ética e reflexiva que promova o verdadeiro potencial da inteligência humana.

Um dos conceitos fundamentais para o funcionamento das IAs generativas é a probabilidade, segundo Souto, Cunha e Borba (2025), e é por isso que uma mesma pergunta pode gerar diferentes respostas corretas, simples ou erradas. Isso significa que os processos de ensino e aprendizagem mediados por essas tecnologias precisam confirmar a confiabilidade dos resultados obtidos e trabalhar para reduzir possíveis vieses nos conteúdos gerados.

Os autores ressaltam que a criação conjunta entre humanos e IAs generativas pode ser vista como um espaço de agência, em que ambos se impactam e moldam uns aos outros. Por essa razão, a utilização segura e responsável da IA generativa na Educação Matemática é vista como uma condição crucial, especialmente porque abrange questões éticas que dizem respeito à integridade acadêmica, ao respeito pelos direitos autorais e à proteção de dados.

Em relação às práticas pedagógicas, os autores são a favor da adoção das IAs generativas em diversas metodologias de ensino, o que poderá levar a uma reestruturação dos processos avaliativos e incentivar a criatividade em sala de aula. Porém, eles sinalizam riscos importantes, como a diminuição da autonomia e do pensamento crítico dos alunos, além de possíveis infrações éticas e de privacidade. Também são evidentes as ameaças de automação de tarefas, assim como as desigualdades e discriminações. Com o objetivo de reduzir esses riscos, Souto, Cunha e Borba (2025) sugerem que a incorporação das IAs generativas seja guiada por uma perspectiva crítica e alinhada a normas internacionais, como as que a UNESCO propôs (2023; 2024).

Figura 4- Aspectos básicos a serem considerados em salas de Matemática com IAs Generativas



Fonte: Souto, Cunha e Borba (2025)

Conforme a Figura 5, os autores organizam os principais eixos a serem considerados para a integração das Inteligências Artificiais nas aulas de matemática, sistematizando a proposta de Souto, Cunha e Borba (2025). O esquema apresenta quatro dimensões que se interconectam: Ensino, Aprendizagem, Ética e Tecnológica.

No campo do ensino, mencionam-se aspectos como currículo, estratégias pedagógicas e planejamento, sugerindo que a introdução da IA precisa estar alinhada às práticas de ensino e às propostas curriculares. O eixo da aprendizagem coloca em destaque valores como agency coletivo, autonomia, criatividade, criticidade e colaboração, sugerindo que o uso de IAs generativas pode enriquecer processos de aprendizagem que são mais ativos e participativos.

A questão ética trata de temas como privacidade, plágio, fake news e discriminação, ressaltando a responsabilidade no uso dessas tecnologias e a urgência de princípios críticos que guiem sua inserção no contexto educativo. O eixo tecnológico, por sua vez, abrange questões relacionadas à infraestrutura e ao acesso, ressaltando que, para uma utilização efetiva em sala de aula, é fundamental contar com os sistemas de IA, a disponibilidade de dispositivos e uma conexão à internet.

Souto, Cunha e Borba (2025), a ilustração na figura resume a perspectiva dos autores acerca da complexidade envolvida na integração das IAs às aulas de Matemática. Ela enfatiza que a tecnologia deve ser entendida não de forma isolada, mas em constante diálogo com aspectos pedagógicos, éticos e sociais.

De acordo com Souto, Cunha e Borba (2025), a integração das Inteligências Artificiais Generativas no ensino de Matemática não se limite à resolução mecânica de problemas. Ao contrário, deve ajudar a formar entendimentos críticos sobre os conceitos e a pensar nas consequências sociais e ecológicas do uso das tecnologias. Os autores sustentam que, nos coletivos que incluem tanto estudantes quanto IAs generativas, é fundamental que os atores humanos sejam incentivados a refletir sobre como esses modelos de IA podem reproduzir vieses e desigualdades. Isso deve ser feito sem perder de vista a importância da proteção de dados e da privacidade.

Respeitar a privacidade é sugerido como um princípio norteador, garantindo que as IAs generativas na Educação Matemática sejam utilizadas em conformidade com as normas de segurança digital e com a Lei de Proteção de Dados. São aspectos éticos que se mostram indispensáveis para firmar uma relação crítica e responsável com a IA em sala de aula, promovendo uma aprendizagem que seja realmente compatível com os valores acadêmicos, sociais, morais e éticos.

Conforme os autores, a dimensão tecnológica deve incluir critérios técnicos para a adoção das IAs generativas nas aulas de Matemática, ou seja, não apenas a infraestrutura necessária, mas também o entendimento sobre suas potencialidades e limitações nos ambientes educacionais. Para tanto, os autores oferecem recomendações organizadas no quadro 4, que sistematiza esses aspectos (Souto; Cunha; Borba, 2025).

Quadro 4- Critérios tecnológicos para o uso da IA Generativas em aula

Critérios	**Recomendações**
Acessibilidade e infraestrutura	Garantir a disponibilidade de dispositivos, sistemas de IA Generativa para todos os estudantes e, quando necessário, o acesso à internet.
Usabilidade	Priorizar IAs Generativas com interface simples, intuitivas e adequadas à faixa etária dos estudantes.
Compatibilidade	Assegurar que IA Generativa funcione corretamente nos dispositivos disponíveis (Windows, Android, iOS, web, etc.).

Segurança e privacidade	Verificar a conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), evitando a coleta de dados sensíveis sem consentimento.
Transparência do funcionamento	Avaliar se IA Generativa informa como gera suas respostas e se explicita suas limitações e incertezas.
Customização	Optar por soluções que permitam ao professor personalizar conteúdos, temas e níveis de complexidade.
Custo e licenciamento	Confirmar se a IA Generativa é gratuita, possui versão educacional ou apresenta custos acessíveis.
Atualizações e suporte	Verificar se a IA Generativa recebe atualizações regulares e conta com suporte técnico eficiente.

Fonte: Adaptado de Souto, Cunha e Borba (2025)

Conforme resumido no Quadro 4, elaborado por Souto, Cunha e Borba (2025), estão os critérios essenciais para a integração das IAs generativas nas aulas de Matemática. Entre eles, está a questão dos recursos fundamentais, como uma conexão à internet estável, dispositivos compatíveis e sistemas de IA adaptados às necessidades do ensino. Os autores destacam que, sem esses componentes, as inovações no aprendizado digital podem intensificar as disparidades no acesso e uso dessas tecnologias, colocando em risco a equidade na educação.

Um aspecto importante é garantir que as soluções tecnológicas sejam acessíveis, seguras e transparentes, para que todos os alunos e professores possam usá-las com confiança. Assim, a privacidade é priorizada, de forma que os dados envolvidos estejam alinhados com as normas de segurança digital e as leis que estão em vigor.

No âmbito epistemológico, os autores estabelecem uma conexão entre essas recomendações e a ideia de seres-humanos-com-mídias (Borba; Villarreal, 2005). Eles sustentam que as IAs generativas não servem apenas como um apoio à ação humana, mas atuam em conjunto na criação de conhecimento em sala de aula. São apresentados exemplos de diversas tecnologias, por exemplo, ChatGPT, Copilot, Gemini e Manus, cada uma com funções distintas e em evolução acelerada, especialmente na resolução de problemas e na representação de linguagem matemática.

Portanto, o quadro não deve ser visto como uma lista de aspectos distintos, mas como uma proposta integrada que une aspectos técnicos, éticos e pedagógicos. Ou seja, ele enfatiza que a presença das IAs generativas na Educação Matemática não é algo que se solidifica de uma só vez, mas requer mudanças constantes, em sintonia com a Educação Matemática Crítica e uma postura socioecológica.

Considerando isso, práticas como análise de erros, exploração criativa e trabalho colaborativo entre alunos, professores e IA podem reforçar o pensamento crítico e a capacidade de resolver problemas. Ao mesmo tempo, isso exige uma avaliação contínua das potencialidades e limitações desses recursos tecnológicos (Souto; Cunha; Borba, 2025).

3.4.Teoria da Atividade

A Teoria da Atividade (TA) foi elaborada ao longo de três gerações de pesquisadores, tendo como origem a escola Histórico-Cultural da psicologia soviética. Proporciona uma fundamentação robusta para a compreensão das interações entre os indivíduos e o ambiente, mediadas por meio de atividades. Originalmente elaborada por Lev Vygotsky no século XX, a Teoria da Atividade (TA) foi ampliada pelas contribuições de Aleksei Leontiev e Yrjö Engeström, os quais proporcionaram avanços importantes para a compreensão da atividade humana nos âmbitos educacional e social.

Esses pesquisadores elaboraram ideias fundamentais para examinar o processo de aprendizagem e a relação entre os indivíduos e os objetos que utilizam. Conforme Souto (2014), a Teoria da Atividade destaca as mudanças que ocorrem a partir das interações entre os indivíduos e o ambiente, no decorrer da realização de atividades mediadas por artefatos. A autora ressalta a presença de dois conceitos fundamentais para a compreensão da concepção de atividade humana que fundamenta essa teoria.

> O primeiro coloca em destaque a natureza da existência da atividade humana, a qual pressupõe um elemento principal: o objeto. Atividade sem objeto é desprovida de significado (Leontiev, 1978). O segundo indica que, a partir do conceito de mediação, os artefatos deixam de constituir somente produtos de ação dos seres humanos sobre o ambiente e passam a ser entendidos como mediadores culturais por meio dos quais os indivíduos agem na estrutura social, material e psicológica (Souto, 2014, p. 11).

Em resumo, conforme a autora, o objeto apresenta a capacidade de atribuir significado às ações humanas, enquanto os artefatos mediadores estabelecem a interação entre o ser humano e o ambiente. Tais conceitos são considerados essenciais na Teoria da Atividade. Segundo Engeström (1999), a Teoria da Atividade tem contribuído para o refinamento do conhecimento multidisciplinar vinculado a práticas culturais e cognitivas. Seu amplo escopo e sua perspectiva teórica têm contribuído para a criação de padrões conceituais que tratam de muitas das questões teóricas e metodológicas complexas que, atualmente, desafiam diversas áreas do conhecimento.

Com o intuito de ampliar essa compreensão, escolhemos organizar as seções seguintes deste estudo para delinear as importantes contribuições que fundamentaram a sua origem e propiciaram a elaboração da Teoria da Atividade.

3.4.1. Construção Social do Conhecimento de Lev Semenovich Vygotsky

A teoria histórico-cultural de Vygotsky defende que o desenvolvimento cognitivo resulta das interações sociais, mediadas por instrumentos e signos. A mediação é um conceito central nessa perspectiva. Ele sugere que a interação entre sujeito e o mundo não é direta, mas mediada por elementos culturais, como a linguagem, os símbolos da matemática e as práticas sociais. Esses elementos servem como ponte entre a experiência concreta e a construção do pensamento abstrato. Pois, na teoria, a mente humana tem uma conexão intrínseca com a ideia fundamental da mediação, que constitui um dos fundamentos centrais do pensamento de Vygotsky.

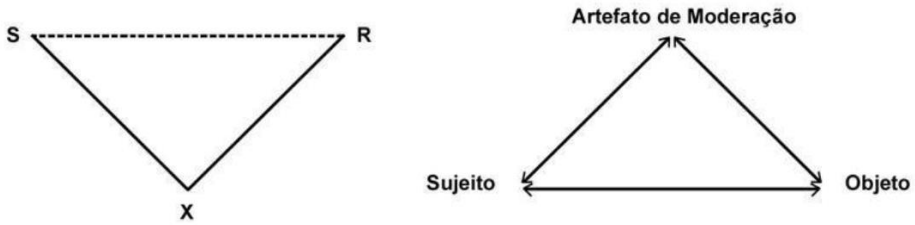
De acordo com Souto (2013), Vygotsky expressava descontentamento em relação à forma como as duas correntes da psicologia que predominavam naquele período, a behaviorista e a psicanálise, percebiam o desenvolvimento psicológico do ser humano, uma vez que ambas não ofereciam a fundamentação necessária para a elaboração de uma teoria coesa sobre os processos e aspectos psicológicos essencialmente humanos.

Entretanto, Vygotsky estabeleceu a concepção de mediação e interação entre o sujeito, o objeto e os instrumentos ou artefatos. A relação entre sujeito e objeto torna-se indireta, deixando de ser direta, devido à presença de elementos mediadores. A atividade constitui um laço que facilita as interconexões. Dessa forma, o procedimento padrão consiste em sujeito↔atividade↔objeto.

Segundo Kozulin (2002), a atividade ocupa o lugar do traço na fórmula Estímulo-Resposta (E-R), transformando-a numa fórmula E↔R. Resta assim objeto↔atividade↔sujeito, em que tanto objeto quanto sujeito são historicamente e culturalmente específicos.

Essa perspectiva foi fundamentada no modelo triangular, o qual estabelece uma conexão direta entre o estímulo e a resposta mediada por instrumentos e signos, conforme ilustrado na figura 5. Essa triangulação da mediação cultural das ações é comumente considerada como o direcionamento do sujeito, do objeto e dos instrumentos/artefatos mediadores. (ENGESTRÖM, 2001a, p. 134).

Figura 5- Modelo de Vygotsky da ação mediada e sua reformulação usual na TA



Fonte: Engeström (2001a)

Vygotsky propôs a ação do indivíduo, mediada pela fala, como a unidade de análise, enfatizando que essa se desenvolve no contexto cultural e histórico da sociedade. Segundo ele, o conceito deve ser elaborado por meio da cadeia triangular: problema – finalidade – meios auxiliares, a qual corresponde à tripartição: sujeito – objeto – instrumentos/artefatos mediadores. Portanto, um procedimento instrumental que envolve instrumentos, artefatos e signos. O signo desempenha a função de procedimentos psíquicos (instrumentos psicológicos), enquanto o instrumento/artefato (instrumento físico) contribui para o desenvolvimento do trabalho físico.

3.4.2. Construção Social do Conhecimento de Alexei Nikolaevich Leontiev

A teoria da atividade, de Leontiev, contempla a elaboração de conceitos sobre o objeto, os propósitos, a centralidade na investigação das motivações.

Segundo Leontiev (2004), a estrutura essencial da atividade de um indivíduo nas circunstâncias do trabalho coletivo. “Quando um membro da coletividade realiza a atividade de trabalho, realiza-se também com o fim de satisfazer uma necessidade sua.” (Leontiev, 2004, p. 82). As interações entre o indivíduo e as sociedades são sempre mediadas por outros indivíduos em um processo comunicativo. Mesmo ao realizar uma atividade de forma isolada, essa ação está sendo mediada pela relação social e pela comunicação.

De acordo com Leontiev (1978b) ampliou o princípio da atividade individual apresentado por Vygotsky para uma perspectva de atividade coletiva. Então, essa diferenciação entre a ação individual e a atividade coletiva considera a teoria da atividade como uma formação sistêmica e conjunta, caracterizada pela interação total entre sujeito e objeto, ambos inseridos em um contexto histórico-cultural.

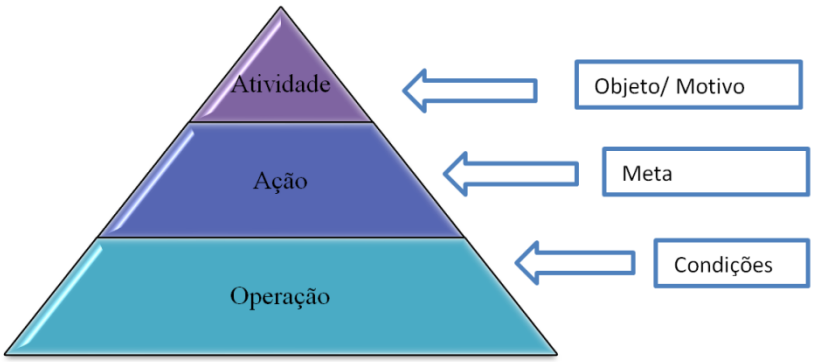
A teoria da atividade, segundo Daniels (2016), de Leontiev, abrange o desenvolvimento das noções do objeto e as metas se tornam centrais para a análise das

motivações. Dessa forma, quando ocorre a intersecção entre as necessidades individuais e as metas a serem alcançadas, as possibilidades se concretizam em ações individuais, resultando no envolvimento do indivíduo com o objeto em consideração.

Em síntese, atividade, ação e operação são termos que se distinguem por um nível hierárquico. Leontiev (2004) define o que significa cada um desses componentes. A atividade refere-se a uma classe específica de impressões psíquicas que estão carregadas de emoção e sentimento; a ação "[...] é um processo cujo motivo não coincide com o seu objeto (isto é, com aquilo que visa), pois pertence à atividade em que entra a ação" (Leontiev, 2004, p. 316).

Para uma compreensão da estrutura da atividade, Leontiev (1978) propõe a investigação de seus componentes: ações e operações. Enquanto o objeto, ou seja, o motivo, caracteriza a atividade, os objetivos, também denominados metas, definem as ações, e as condições instrumentais, por sua vez, delimitam as operações. A configuração da estrutura, conforme apresentada na Figura 6.

Figura 6- Estrutura hierárquica da atividade de Leontiev



Fonte: Adaptação do Daniels (2002).

As ações, segundo a teoria da atividade, são processos conscientes nos quais o sujeito direciona seus esforços em função do objeto ou motivo. Esse objeto representa a razão da ação e orienta a busca por um resultado específico. Diferentemente das ações, as operações correspondem a processos que, com o tempo, tornam-se habituais e automáticos, perdendo o caráter plenamente consciente. Cada ação possui um objetivo, uma razão ou uma meta, que é estabelecida pela atividade em conjunto. Nenhuma atividade ocorre sem uma razão; uma atividade que não proporciona motivação não pode ser considerada uma atividade.

Conforme Souto (2013), sobre a perspectiva de Leontiev, o pensamento é uma atividade humana consciente e intencional, mediada culturalmente, sendo essa mediação um

elemento central na construção das ações. Nesse sentido, cada ação possui um objetivo, uma razão ou uma meta, definidos pela atividade como um todo. Não há atividade sem razão; se ela não gera motivação, não pode ser caracterizada como uma tarefa.

A respeito da estrutura hierárquica da atividade na figura 6, representa que o nível mais alto da ação coletiva é impulsionado por uma razão conectada ao objeto; por sua vez, o grau médio do indivíduo (ou a ação grupal) é impulsionado por metas; já a classificação inferior, que envolve operações automáticas, é conduzido pelas condições e instrumentos para ação manual. A mediação realizada por outros seres humanos e as relações sociais não foram teoricamente incorporadas ao modelo triangular de ações.

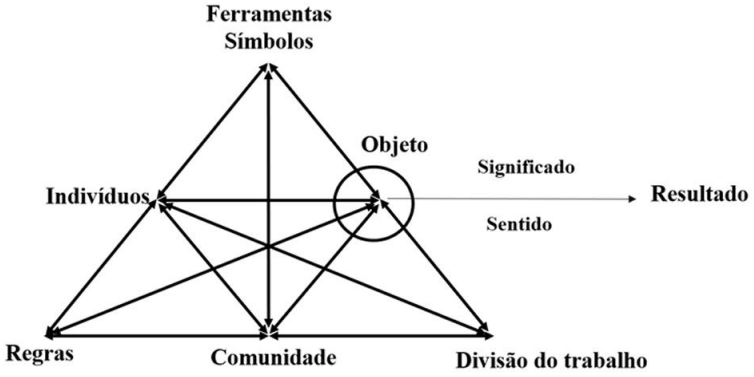
3.4.3. Construção Social do Conhecimento de Engeström

A terceira geração da Teoria da Atividade foi proposta por Engeström (1987), que, inspirado nas ideias de Vygotsky e Leontiev, criou o conceito de sistema de atividade. Com a participação por parte de outros seres humanos e as interações sociais não foram teoricamente incorporadas ao modelo triangular de ações. Esse contexto, provoca a integração demandou uma ruptura com a noção de atividade em Vygotsky, ao diferenciar atividade coletiva e ação individual.

A teoria da atividade oferece desenvolver instrumentos para analisar e transformar redes de atividades culturalmente heterogêneas por meio do diálogo e da discussão (Engeström, 1999). Os autores ainda afirmam que, além dos elementos do sistema de atividades, as tensões internas e contradições atuam como o impulso motivador para que mudanças e desenvolvimento ocorram. Elas se acentuam, portanto, por meio de constantes transições e transformações entre os diversos elementos do sistema de atividade.

Assim como entre o nível hierárquico que é, por assim dizer, próprio da atividade movida por motivos coletivos, das ações que são guiadas por objetivos individuais e das operações automatizadas que se veem motivadas pelas ferramentas e condições de ação (Engeström, 1999). Isso apresenta um modelo analítico no qual são mostrados os diferentes elementos do sistema de atividade e as relações de conexão e interdependência entre eles Figura 8.

Figura 7- Estrutura de um sistema de atividade de Engeström



Fonte: Engeström (2001)

Na Figura 7 mostra todas as relações que se dão na produção, no consumo, na distribuição, na troca, o objeto que ainda é o centro de toda a produção de saber, o que liga as ações particulares à atividade coletiva. Segundo Engeström (2001b), a teoria da atividade pode ser sintetizada em cinco princípios que são: sistema de atividade como unidade de análise, a multivocalidade do sistema de atividade, a historicidades dos sistemas de atividade, o papel das contradições como fonte de transformação e o sistema de atividade de transformação expansivaque definem o conceito de objeto da atividade. Ele os apresenta baseando-se na teoria elaborada por Vygotsky, que foi ampliada por Leontiev, sendo que o quinto princípio serve como o principal indicador da terceira geração.

A fim de analisar as contradições, foi proposta uma abordagem da aprendizagem expansiva, chamada por Engeström (2016) de sistema de atividades expansivas.

Conforme Souto (2013), as transformações expansivas são contínuas construções e resolução de tensões em um sistema que envolve objeto, artefatos e os motivos dos participantes envolvidos.

3.4.4. Seres humanos com mídia (S-H-C-M)

Desde os primeiros relação de TA, foi ampliada o sistema de atividade expansiva onde, os seres humanos constroem sua identidade e suas relações sociais em constante diálogo com as mídias disponíveis em cada época. Os seres humanos agora habitam um ambiente imerso em várias tecnologias, mídias e interações.

Segundo Borba e Xavier (2022), é evidente que estamos vivendo a era da informação tecnológica, e é impossível separar o humano da tecnologia quando se trata de educação.

Precisamos compreender de que maneira os humanos conseguem se relacionar com o mundo e com as técnicas que decorrem desta sociedade ultra tecnológica.

Os autores acrecentam que, “desta visão e adotando-a como ponto de partida para a com preensão da relação homens e mídias, este trabalho buscou entender as gênese do construto Seres-Humanos-Com-Mídias (SHCM) e a sua aplicação em conjunto com a teoria da atividade”. Borba e Xavier (2022, p. 4).

Borba e Villarreal (2005) afirmam que, as mídias são vistas não apenas como instrumentos, mas como agentes ativos que contribuem para a transformação do pensamento, assim como das práticas pedagógicas e curriculares.

Isso significa que a interação do ser humano com as Tecnologias Digitais (TD) é fundamental e, independentemente de sua maneira de existir no mundo, não é percebida apenas como um conjunto de instrumentos externos, mas como um componente integrante da própria maneira de ser e de se relacionar com a realidade (Rosa e Bicudo, 2018). Essa perspectiva não dicotômica entre humanos e não humanos constitui um dos fundamentos do construto seres-humanos-com-mídias.

Almeida (2005) destaca, a sociedade requer uma nova configuração de papéis, em que o professor serve como mediador e o estudante como protagonista do processo de aprendizagem. Neste processo, a incorporação das tecnologias digitais da inteligência artificial permitirá a reflexão sobre as teorias pedagógicas e a sua associação com a prática em sala de aula.

> O professor desempenha funções de mediador, facilitador, incentivador, provocador, investigador do saber, assim como da própria atuação e da aprendizagem tanto individual quanto coletiva. Os alunos constroem o conhecimento por meio da exploração, da navegação, da comunicação, da troca, da representação, da criação/recriação, organização/reorganização, ligação/religação, transformação, e elaboração/reelaboração (ALMEIDA, 2005, p. 37).

Nesse entendimento, conforme Borba, Souto, Cunha e Domingues (2023), as mídias não são consideradas apenas como instrumentos externos, mas como componentes que influenciam e são influenciados pelas interações humanas, afetando diretamente o modo de pensar e a maneira de gerar conhecimento.

A noção de que tanto os humanos como os não-humanos têm poder de ação é parte de um esforço para modelar os artefatos em particular, softwares, hardware, e a Internet das Coisas (isto é, coisas que são conectadas à Internet) como fatores históricos, sociais e

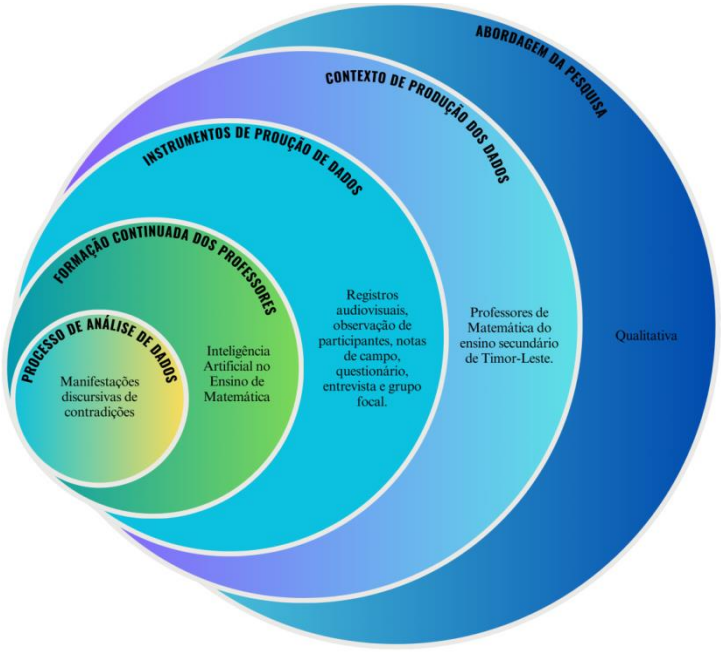
culturais no coletivo que produz conhecimento. Ela enfatiza uma visão de que o conhecimento é produzido (tanto de uma perspectiva filosófica quanto psicológica) por humanos-com-artefatos. (Borba, 2021, p. 391).

Esse referencial teórico tem sustentado diversas investigações voltadas à geração de conhecimentos matemáticos utilizando tecnologias digitais, incluindo, de maneira mais recente, as Inteligências Artificiais Generativas.

4. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo serão apresentados os percursos seguidos ao longo da elaboração da pesquisa. Inicialmente, descrevem-se a metodologia adotada, o contexto investigativo, os participantes, os procedimentos implementados e os instrumentos empregados. Em seguida, são discutidos os aspectos referentes à análise dos dados.

Figura 8- Estrutura dos aspectos metodológicos



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

4.1. Abordagem da Pesquisa

Para esta pesquisa, adotamos o paradigma qualitativo proposto por Bogdan e Biklen (1994); é um tipo de estudo que busca ampliar a compreensão de um problema de pesquisa usando variedade de fontes e instrumentos de produção de dados. As características investigadas na pesquisa evidenciam sua capacidade de fomentar estudos exploratórios, especialmente no contexto educacional, em que o foco é tanto no tema em estudo quanto em sua aplicação prática.

Segundo Fonseca (2002), o termo "métodos" significa "organização" e "logos", estudo sistemático, pesquisa e investigação. Portanto, a metodologia é o estudo da organização, os caminhos a seguir. Metodologicamente, pesquisa qualitativa pode ser um recurso útil para analisar as práticas pedagógicas e identificar possíveis áreas de avanços.

Bogdan e Biklen (1994) explicam que a pesquisa qualitativa pode ajudar pesquisadores a atingir seus objetivos, como o contato do pesquisador com o ambiente a ser investigado e o fato de ser descritiva, produzindo dados em forma de transcrições de observação participante, notas de campo, questionário, entrevista, grupo focal online, registros audiovisuais. No entanto, a ênfase dessa abordagem está mais voltada para o processo de investigação do que apenas para coleta de dados, buscando compreender de forma profunda as ações e interações dos participantes.

Creswell (2010) afirma que há diferentes maneiras de abordar os métodos qualitativos e quantitativos, pois na pesquisa são empregadas distintas concepções em perspectivas filosóficas, estratégias de investigação, processos de coleta, análise e interpretação de dados.

No entanto, na perspectiva qualitativa, estabelece-se uma interação entre o pesquisador e participantes da pesquisa, na qual as experiências no âmbito social são reconhecidas durante a produção de dados. Essa perspectiva torna-se clara nas observações de Bogdan e Biklen, que "o processo de condução da investigação qualitativa reflete uma espécie de diálogo entre os investigadores e os respectivos sujeitos, dado que estes não são abordados por aqueles de uma forma neutra" (Bogdan e Biklen, 1994, p. 51).

Adicionalmente, a formação continuada dos professores foi essencial para atender às demandas do contemporâneo para proporcionar um ensino de excelência aos estudantes. Ao levar em consideração esses elementos, a abordagem metodológica escolhida é composta por uma pesquisa qualitativa, com a primeira consistindo principalmente em "determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis capazes de influenciá-lo e definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto" (Gil, 2007, p. 48).

Contexto e sujeitos da pesquisa

Os participantes desta pesquisa são professores de Matemática do ensino secundário de Timor-Leste. Os professores participantes possuem uma experiência mínima de dois (2) anos de ensino; tais critérios estão relacionados ao fato de que, após o desenvolvimento do mundo da Inteligência Artificial (IA) e da necessidade de professores aprenderem a incorporar essa tecnologia no processo de ensino de conteúdos específicos para os estudantes. Os professores participaram da pesquisa em dois momentos diferentes.

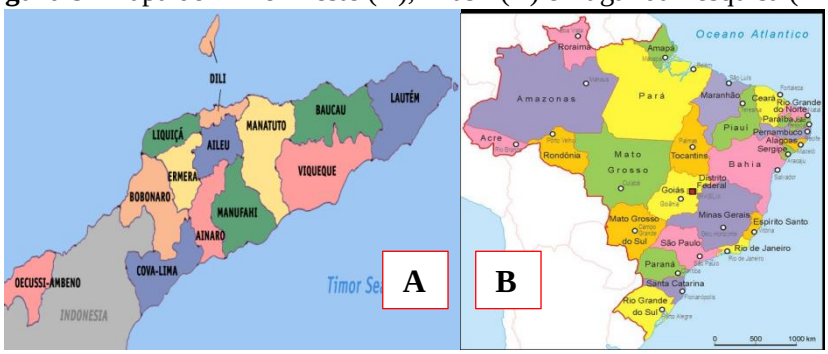
A primeira foi responder a um questionário diagnóstico da participação, com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios sobre a utilização de tecnologias digitais de

IA no processo do ensino. Em seguida, durante o período de formação continuada dos professores, foi realizado última questionário de pós formação , com o propósito de avaliar o progresso em relação ao objetivo estabelecido durante a formação.

4.1.1. Local da Pesquisa

A pesquisa foi conduzida em Timor-Leste (Figura A) em forma totalmente online. O estudo foi realizado em ambiente virtual, com a participação de professores de matemática, e tem como compreender como professores de Matemática do ensino secundário em Timor-Leste produzem conhecimentos a respeito do ensino deste componente curricular quando interagem com Inteligências Artificiais, em particular o ChatGPT

Figura 9- Mapa do Timor-Leste (A), Brasil (B) e Lugar da Pesquisa (AB)



Fonte: Google (2024)

A figura (B) apresenta o mapa do Brasil, e a localização do pesquisador é no estado de Mato Grosso, onde o autor está cursando o seu mestrado. Este contexto oferece uma sólida base acadêmica e acesso a recursos que permitem a realização da pesquisa em Timor-Leste.

4.2. A Formação dos Professores Online

A proposta metodológica desta pesquisa inclui promover uma formação online voltada aos professores do ensino secundário de Matemática em Timor-Leste, centrada na utilização de inteligências artificiais, como o ChatGPT, no ensino de matemática.

O crescimento das investigações em Educação a Distância (EaD), sobretudo após a pandemia da Covid-19, tem levado a novas maneiras de formação docente mediadas por tecnologias digitais e inteligência artificial. Diante disso, a modalidade online se tornou mais do que uma alternativa, mas uma real oportunidade para obter conhecimento e crescer profissionalmente.

A formação de professores, nesse sentido, é considerada um processo contínuo, que inclui a reflexão sobre a prática, a atualização em pedagogia e o desenvolvimento de novas habilidades. Em se tratando, especificamente, da Matemática, tais competências têm a ver com a utilização responsável das inteligências artificiais no planejamento e na condução das aulas, além de aumentar a autonomia do professor em contextos digitais.

Souto (2013, p. 13) reitera que "a necessidade pode mobilizar e alterar os processos de ensino e aprendizagem, colocando-os em constante mudança". Essa perspectiva embasa a ideia de que o ambiente de formação, principalmente quando mediado por tecnologias digitais, altera a forma como o professor se relaciona com o saber e com outros profissionais. Portanto, a interação entre pessoas e as tecnologias digitais transforma o contexto educativo, superando limites de espaço e tempo e aumentando as oportunidades de engajamento e colaboração.

Para isso, a investigação se baseia em uma metodologia pedagógica do tipo que privilegia a participação ativa dos professores na concepção e implementação das iniciativas sugeridas. Como ressalta Prada (2012), é só por meio de investigações que impliquem de fato os participantes em processos reflexivos e de construção coletiva que se tornam possíveis verdadeiras experiências educacionais. Assim, a metodologia visa integrar a geração de dados à experiência de formação em si, priorizando o aprimoramento profissional dos professores em vez da simples coleta de informações.

Freitas (2009) aponta que as mudanças culturais geradas pela expansão da internet provocam novas maneiras de ler, escrever e produzir conhecimento. Essas transformações indicam uma sociedade em que a inteligência é fruto da interação entre indivíduos e tecnologias, o que reforça a relevância da proposta metodológica desta pesquisa, que se concentra na formação continuada em ambiente virtual e na incorporação das inteligências artificiais ao contexto educacional.

4.3. Instrumentos de produção de dados

O curso oferecido neste trabalho foi de maio até julho de 2025, com a duração de 8 encontros, em um total de 40 horas A formação foi totalmente a distância online, e as atividades foram programadas e organizadas em várias etapas.

Este curso ofereceu aos professores condições favoráveis para a utilização da inteligência artificial como recursos didáticos, enfatizando a possibilidade de aplicar a

construção de conceitos matemáticos de forma prática. A formação foi combinada em momentos dedicados tanto à abordagem teórica quanto à prática, promovendo uma integração entre dois aspectos no ensino de Matemática com o uso de IA ChatGPT.

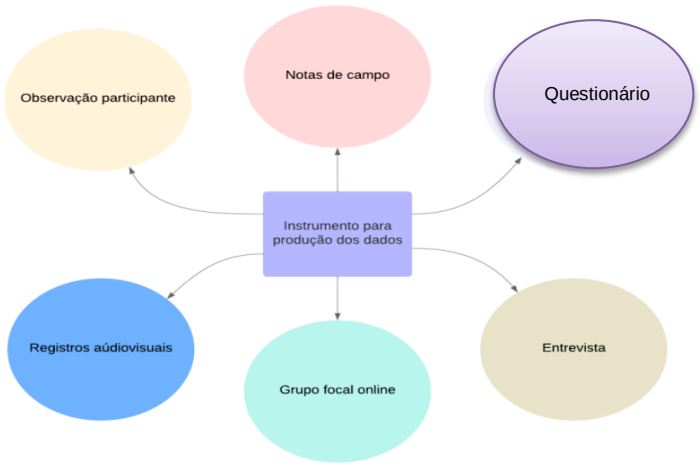
Foi discutido como as atividades podem ser realizadas usando a Metodologia de Ensino a Distância, considerando que os participantes participaram de várias atividades em ambientes virtuais de aprendizagem (AVA). Para o desenvolvimento dessa pesquisa, foram utilizados os seguintes instrumentos: observação participante, notas de campo, questionário, entrevista, grupo focal online e registros audiovisuais.

Os pesquisadores, nas investigações qualitativas, muitas vezes utilizam diferentes procedimentos para gerar os dados, buscando uma compreensão ampla na descrição, compreensão e explicação do objeto de estudo. Somente a perspectiva ampliada que resulta da combinação de vários métodos garante a confiabilidade desse tipo de estudo.

A utilização de múltiplos métodos na coleta de dados é uma estratégia que enriquece a pesquisa, também chamada de triangulação por Denzin e Lincoln (2006), que discutem a triangulação como estratégia metodológica na pesquisa qualitativa. Portanto, por mais precisão em relação à coleta de dados, utilizamos os seguintes métodos como procedimentos e instrumentos de produção de dados: registros audiovisuais, observação participante, notas de campo, questionário, entrevista e grupo focal, conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 10- Instrumentos Para a produção de Dados

PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS PARA A PRODUÇÃO DE DADOS



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Este diagrama destaca como foi realizada a produção de dados na presente pesquisa, neste cenário, as atividades foram aplicadas em forma online, com temas específicos estabelecidos de acordo com os objetivo do curso. Durante decorrer do curso, as evidências coletadas, tais como registros, entrevista, grupo focal dos professores, foram recolhidas e analisadas por meio dos instrumentos mencionados, a fim de avaliar os impactos e resultados.

O grupo focal on-line, reuniu os professores que participaram da formação continuada sobre Inteligência Artificial. Foi utilizado para identificar como compreenderam as atividades, quais expectativas criaram e como relacionaram a IA à prática docente. A escolha do formato on-line atendeu ao caráter digital da formação e à distância entre os participantes.

Segundo Morgan (1996), o grupo focal articula três elementos definidores, trata-se de um procedimento direcionado à produção de dados; toma como fonte principal a interação entre os participantes; e requer atuação ativa do pesquisador na elaboração dos tópicos que orientarão o debate.

Essa perspectiva reforça o papel da interação como elemento estruturante do processo, permitindo que opiniões, tensões e consensos emergentes sejam observados de maneira situada. Conforme Gatti (2012), esse instrumento também contribui para complementar outros procedimentos, como a observação. Flick (2009) aponta que o grupo focal funciona como uma dinâmica coletiva semelhante a entrevistas em grupo, permitindo captar percepções, sentimentos e ideias dos participantes.

Em síntese, o grupo focal on-line possibilitou compreender sentidos construídos coletivamente sobre o uso da IA no ensino de Matemática, compondo um conjunto de dados complementar aos demais instrumentos da pesquisa.

4.4. Formação continuada dos Professores Matemática em Timor-Leste

Os estudos sobre a formação continuada de professores foram desenvolvidos ao longo dos anos com atenção progressiva, considerando os novos caminhos que a educação enfrenta atualmente. Nesse cenário, a utilização de tecnologias digitais amplia diferentes formas de interação e cria oportunidades para integrar correntes pedagógicas contemporâneas aos sistemas educacionais..

No contexto da formação continuada de professores de Matemática em Timor-Leste, é importante destacar sua relevância diante das mudanças atuais impulsionadas pelas tecnologias digitais, como a inteligência artificial (IA). Diante dessas demandas, este estudo

procura identificar alguns pressupostos que apoiam as propostas de formação continuada dos professores do ensino secundário de Matemática.

Em consonância com os desafios atuais da formação continuada de professores, o nosso artigo 590 da Constituição do Timor-Leste estabelece os termos da Educação e Cultura. Neste artigo constitucional, principalmente no parágrafo segundo, estabelece-se que todos os cidadãos timorenses têm direito e igualdade de oportunidades de ensino e formação profissional, seja ela inicial ou continuada.

Também a Lei de Base Educação Nacional (LBEN) oferece o documento como:

> o artigo 59º da Constituição da República Democrática de Timor-Leste (CRDTL) atribui ao Estado a criação de um sistema público de ensino básico universal, obrigatório e, na medida das possibilidades, gratuito. Afirma igualmente que o Estado reconhece e fiscaliza o ensino privado e cooperativo. A lei fundamental garante a todos os cidadãos o direito e a igualdade de oportunidades de ensino e formação profissional, o acesso aos graus mais elevados do ensino, da investigação científica e da criação artística, para além do direito à fruição e à criação cultural, bem como o dever de preservar, defender e valorizar o patrimônio cultural (LBE, 2008, p. 01)

Conforme destaca Gusmão (2010), o governo da Indonésia reconheceu a educação como elemento central para o desenvolvimento dos recursos humanos. Diante dessa compreensão, o regime indonésio direcionou, em um primeiro momento, seus esforços para a capacitação docente, com o propósito de aprimorar as práticas pedagógicas e estimular um ensino em abordagens mais afetivas e criativas. Tal iniciativa evidencia a valorização da formação de professores como estratégia essencial para o fortalecimento da educação e, em consequência, para o avanço do desenvolvimento nacional.

Segundo Freire (2011, p. 89), a autoridade docente implica outra, que se funda na sua competência profissional. Nenhuma autoridade docente se exerce à margem desta competência. O professor que não leva a sério sua formação, que não estuda, que não se esforça para estar à altura de sua tarefa não tem força moral para coordenar as atividades da sua classe.

Nesse sentido, os saberes docentes podem ser compreendidos como disciplinares, curriculares, experienciais e profissionais. A compreensão dessas dimensões de conhecimento é considerada relevante para a organização das práticas pedagógicas, contribuindo para o desenvolvimento de processos de ensino e aprendizagem com maior qualidade nas atividades educativas.

4.5. Cronograma dos encontros da formação

A formação foi organizada de acordo com o seguinte cronograma, com foco nos professores do ensino secundário de matemática em Timor-Leste, com a carga horária total de 40 horas, e foi desenvolvida em 8 encontros, sendo 7 síncronos e 1 assíncrono, conforme mostra o Quadro 5.

Quadro 5- Cronograma da formação

Data	Descrição	Modalidade
16/05/2025	Introdução da IA (Evolução e história)	Síncrono
23/05/2025	Implicações e Éticas do Uso ChatGPT	Síncrono
30/05/2025	Descobre ChatGPT e Outros IAs	Assíncrono
06/06/2025	Criação de atividade de Ensino com o ChatGPT e outras IA.	Síncrono
13/06/2025	Apresentação da criação plano de aula com IA	Síncrono
20/06/2025	Palestra sobre IA pela Profa. Dra. Daise Lago Pereira Souto	Síncrono
27/06/2025	Atividade prática e apresentção	Síncrono
04/07/2025	Atividades com IA e enceramento com Questionario, Grupo focal e entrevista.	Síncrono

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

As atividades foram organizadas pelas plataformas digitais Google Meet para os encontros em tempo real e Google Sala de Aula, como ambiente de gestão e acompanhamento das atividades e recursos para acesso à formação.

Durante a formação, foram exploradas as tecnologias de IA como ChatGPT, Mentimenter, Padlet, Solvely, Xmind-AI, Wolframapha, Gamma, Symbolab, AI Turtle-GeoGebra, Canvas LMS, Canva, Julius-AI, entre outras, buscando articular teoria, prática dos professores e inovação com as tecnologias de IA.

Ainda assim, a formação foi integralmente realizada com a presença de 8-12 participantes até o encerramento dessa formação. Com essas participantes, favoreceu uma interação mais dinâmica e participativa, e que contribui para a construção coletiva do conhecimento dos professores participantes e formador e para a consolidação das aprendizagens durante a formação da IA.

4.6. Método de análise de dados

A análise dos dados é um momento importante da investigação, considerando que é nesse período que o pesquisador busca informações que o ajudem a atingir os objetivos traçados. Isso não se dá apenas em um momento da pesquisa, mas em várias etapas, seguindo o fluxo dinâmico da construção do conhecimento.

Visando assegurar a inclusão de todas as vozes desde o princípio da coleta dos dados, os pesquisadores estabeleceram um sistema de registro cuidadosamente elaborado. Esse procedimento envolveu a elaboração de pastas e subpastas, incluindo gravação, estruturadas de acordo com as datas dos encontros e os nomes das duplas de participantes, de forma a manter a clareza e a identificação das informações coletadas.

Em concordância com as considerações de Borba, Almeida e Gracias (2018), a análise dos dados ressalta a importância de reconhecer não apenas os registros gerados, mas também as vozes dos envolvidos, apreciando suas experiências e significados no âmbito do processo de investigação. As discussões foram transcritas de forma a possibilitar a utilização da metodologia de análise sugerida por Engeström e Sannino (2011).

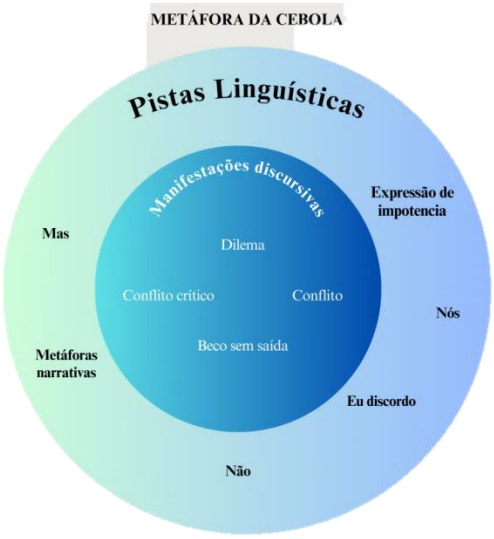
Essa abordagem revela-se fundamental para reconhecer as expressões discursivas de contradições, permitindo entender de que maneira a Inteligência Artificial generativa pode contribuir para o ensino de Matemática, especialmente no âmbito do Ensino Secundário. O processo analítico consistiu em três etapas: a princípio, foram examinadas as indicações de variação linguística contidas nas manifestações discursivas; em seguida, procurou-se determinar quais dessas evidências evidenciavam contradições nas interações entre os participantes; por último, as manifestações discursivas foram categorizadas em quatro grupos, como dilema, conflito, conflito crítico e beco sem saída.

Segundo Engeström e Sannino (2011), analisar dados discursivos é como descascar uma cebola. A camada exterior diz respeito às pistas linguísticas, expressas em termos aparentemente simples, como o uso de “mas” e “não”, ou em construções um pouco mais complexas, como narrativas permeadas por metáforas e expressões de impotência.

A observação desses elementos da linguagem torna possível detectar contradições nas manifestações discursivas. A repetição da conjunção “mas”, por exemplo, pode indicar dilemas, ao passo que sequências do termo “não” tendem a indicar conflitos (Engeström; Sannino, 2011).

Como mostra a Figura 8, a metáfora da cebola evidencia que o discurso possui várias camadas, sendo a camada das pistas linguísticas a mais externa. Dessa forma, para se identificar manifestações discursivas de contradições, é fundamental começar pela análise e identificação dessas pistas nos enunciados dos participantes.

Figura 11- Instrumentos Para a produção de Dados



Fonte: Elaborado pelo autor, com base em Engeström e Sannino (2011)

Na análise dos dados, procurou-se identificar a presença de eventuais contradições internas. Conforme abordado na fundamentação teórica, exposta no Capítulo II, foi adotado o procedimento de análise sugerido por Engeström e Sannino (2011).

Conforme aponta Galleguillos (2016), tal procedimento revela-se relevante ao possibilitar tanto a identificação e a fundamentação da ocorrência de contradições quanto sua classificação, direcionando a criação do quadro 5. Portanto, levando em conta que a finalidade deste estudo consiste em entender de que maneira os docentes de Matemática do Ensino Secundário em Timor-Leste produzem conhecimento a respeito do ensino deste componente curricular quando interagem com inteligências artificiais, em particular o ChatGPT. A utilização desse método mostrou-se adequada no seguinte quadro 6.

Quadro 6- Manifestações discursivas de contradições

Manifestações	Características	Pistas Linquísticas

Duplo vínculo ou Beco sem saída	Beco sem saída: situação que não oferece alternativas de prosseguir.	"Nós", "nos", "devemos" ou "teremos que". Perguntas retóricas de pressão. Expressões de impotência
	Resolução: Transformação prática ou mudança radical, algo que vai além das palavras.	"Permita a nós fazer isso", "o faremos".
Conflito crítico	Sentindo-se maltratado ou culpado; enfrentando motivos contraditórios em interações sociais.	Estrutura narrativa pessoal, emocional, moral, metáforas.
	Resolução: descobrindo um novo sentido pessoal e negociando um novo significado.	"Eu agora percebo isso...."
Conflito	Argumentado, fundamentando e criticando	"Não", "isto não é verdade", "eu discordo".
	Resolução: encontrando um acordo ou submissão	"Sim", "isto eu posso aceitar".
Dilema	Expressão ou intercâmbio de avaliações incompatíveis.	"Mas", "por um lado"..., "por outro lado", "sim, mas".
	Resolução: formulação e negação.	"Eu não quis disser isso", "eu agora quero dizer".

Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de Engeström e Sannino (2011) e Galleguillos (2016)

De acordo com o Quadro 6, Engeström e Sannino (2011) abordam quatro categorias de expressões discursivas de contradições, cada uma associada a indícios linguísticos particulares. Os dilemas, por sua vez, fornecem elementos que facilitam a compreensão dos processos de tomada de decisão, das representações sociais, dos raciocínios morais e das construções ideológicas. Visando facilitar a identificação dessas manifestações nos diálogos, foi implementado um procedimento de destaque por meio de cores, atribuindo significados diferentes a cada tonalidade.

Essa abordagem possibilitou tanto a observação das pistas linguísticas mais frequentes quanto a categorização das manifestações discursivas. No sistema de codificação utilizado, atribuiu-se a cor amarela ao beco sem saída; a cor vermelha, ao conflito crítico; a cor azul, ao conflito; e a cor verde, ao dilema. A mesma codificação de cores foi utilizada na marcação dos trechos analisados, permitindo a identificação, de forma mais rápida, das variações manifestadas pela linguagem oral e pelas formas de enunciação associadas a cada categoria de conflito.

Em síntese, Engeström e Sannino (2011) categorizam as manifestações discursivas das contradições, conferindo a cada uma um significado específico nas seguintes formas: O duplo vínculo refere-se a situações urgentes e inaceitáveis em que as pessoas estão sem uma opção clara de saída, sinalizadas por marcas linguísticas de impotência e pressão. O término desse tipo de vínculo, em geral, ocorre por meio de transformações práticas, que podem ser alterações radicais ou até mesmo com a necessidade de uma intervenção externa. Casos semelhantes a um beco sem saída compartilham a característica de não terem uma solução clara.

O conflito crítico se caracteriza por uma forte carga emocional, muitas vezes expressa por meio de metáforas. A resolução ocorre quando as pessoas atribuem um novo significado pessoal às experiências que tiveram ou criam novas interpretações durante a interação.

O conflito, em sua definição mais ampla, é o resultado de interesses divergentes ou de ações incompatíveis entre pessoas ou grupos que se percebem como ameaçados. A sua expressão linguística ocorre por meio de palavras que negam ou se opõem, como “não”, “eu discordo” e “isto não é verdade”. A sua solução pode envolver consensos, imposição de autoridade ou simplesmente o que a maioria pensa.

Finalmente, o dilema diz respeito a trocas de opiniões conflitantes, frequentemente sinalizadas por expressões como “por um lado [...], por outro lado” ou “sim, porém”. Diferente de outras manifestações, o dilema tende a se reiterar no discurso, ao invés de ser resolvido, geralmente abordado por meio de negações ou reformulações que buscam contornar a contradição latente. Para identificar essas manifestações, procuram-se, em primeiro lugar, as pistas linguísticas.

5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Conforme foi abordado no capítulo anterior, para efeito de análise a metodologia foi utilizada a gravação e transcrição das conversas conforme os procedimentos sugeridos por Engeström (2001), Registos audiovisuais, observação participante, notas de campo, questionário, entrevista e grupo focal. Durante o andamento da pesquisa, foram feitos oito encontros em datas distintas entre o pesquisador e os participantes.

A análise dos dados foi organizada em quatro momentos, as quais correspondem aos momentos da formação professores durante a experiência de ensino de Matemática com Inteligência Artificial. Cada momento agrega evidências oriundas das interações, produções e falas dos participantes, o que possibilita entender de que maneira os professores foram construindo significados em relação à IA e ao seu desenvolvimento profissional.

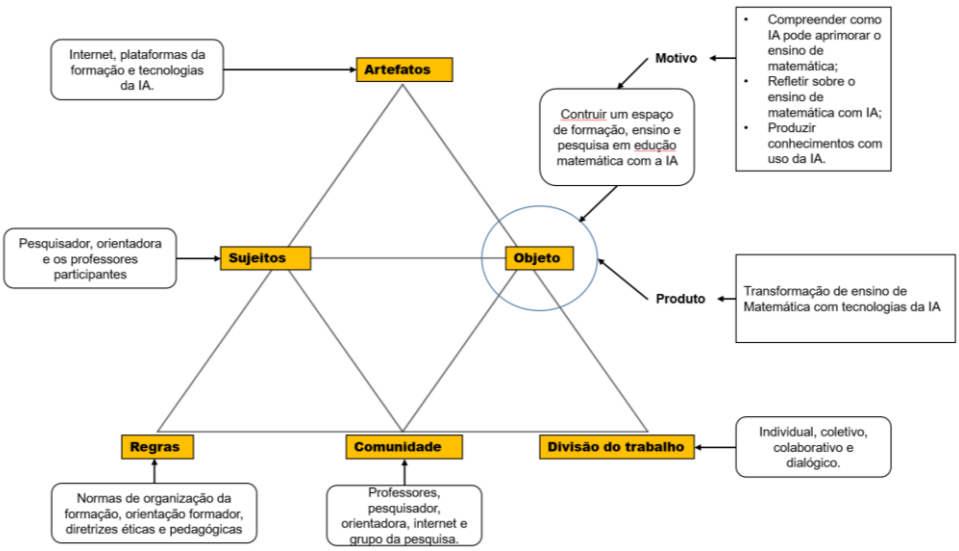
5.1. Encontros da formação continuada

Na formação continuada voltada aos professores de Timor-Leste, foram abordadas temáticas referentes ao uso da inteligência artificial generativa no ensino da Matemática, englobando tanto atividades práticas quanto reflexões acerca de estratégias para a resolução de problemas e planejamento da aula. Cada reunião proporcionou uma contribuição específica, tanto para o progresso da investigação quanto para a realização dos objetivos estabelecidos.

Durante o desenvolvimento da pesquisa, ocorreram oito encontros semanais com os professores participantes, levando em conta a diferença de fuso horário entre o Brasil e Timor-Leste. As atividades iniciaram em meados do mês de maio e foram concluídas no início de julho. Cada encontro representou um momento relevante para a interação, a troca de ideias e a construção conjunta de saberes entre o pesquisador e os professores participantes. O planejamento desses encontros foi organizado de forma cuidadosa, contemplando diferentes dimensões do estudo e promovendo discussões mais detalhadas sobre a temática investigada.Conforme a perspectiva da Teoria da Atividade, como aponta Engeström (2001), a compreensão dos encontros realizados envolve levar em conta a historicidade dos dados e a maneira como estes se desenvolvem ao longo do tempo. Com base nessa perspectiva, decidiu-se realizar a análise dos encontros na sequência em que se verificaram, respeitando a ordem cronológica dos eventos. Esse modelo de organização possibilita não apenas a análise de eventos específicos de cada reunião, mas também a compreensão das mudanças e das progressões progressivas que se firmaram ao longo do processo da formação.

Para ilustrar a dinâmica da formação continuada em Inteligência Artificial para professores de Matemática, utilizo o modelo triangular de atividade de Engeström (1987). Essa estrutura possibilita uma visão integrada das interações entre pessoas, materiais, normas, comunidade, organização do trabalho e o foco principal da atividade. Portanto, a Figura 13 traz uma primeira síntese desse sistema formativo, em que se podem observar as relações e impactos entre os elementos em relação à constituição e ao desenvolvimento das práticas educativas por meio da IA.

Figura 12- Sistema de atividade da formação continuada



Fonte: Elaborado pelo autor, com base em Engeström (1987)

A representação triangular de Engeström (1987) se mostra relevante para analisar a dinâmica da formação continuada relacionada à aplicação da Inteligência Artificial no ensino de Matemática, pois ela possibilita investigar como os diversos elementos interagem dentro do sistema. A figura 13 resume essa configuração e direciona a análise dos elementos fundamentais.

Os sujeitos são o pesquisador e a orientadora, que têm o papel de elaborar a proposta formativa e estão situados na base do sistema. Segundo Galleguillos (2016), eles são a ação do sistema, porque o sujeito é quem de fato leva o processo adiante e impulsiona ações.

A mediação entre os sujeitos e o objeto ocorre por meio dos artefatos, que são considerados mediadores do trabalho intelectual e organizacional. Segundo Souto e Borba (2013), os artefatos são meios que aproximam o sujeito do objeto. Nesta formação, artefatos iniciais como a Internet, plataformas educacionais e tecnologias de IA foram utilizados para construir uma proposta que se centra na IA educacional e no ensino de Matemática.

O sistema abrange também a comunidade, que é formada pelos agentes que compartilham o mesmo objeto. Engeström e Sannino (2010) ressaltam que a comunidade fornece suporte sociocultural ao processo. Desse modo, nessa formação, a comunidade se constituiu por professores, o pesquisador, a orientadora e os integrantes do Grupo de Estudos e Pesquisas e a Internet, que foi empregada como um espaço para busca, consulta e troca de ideias com o campo científico.

A relação entre sujeitos e comunidade é mediada por regras, que são diretrizes, sejam elas explícitas ou implícitas, que orientam as atividades. Essas regras, segundo Galleguillos (2016), normatizam o funcionamento conjunto do sistema. No que diz respeito a esta formação, as regras abrangeram a organização da formação, a orientação ao formador e as diretrizes éticas e pedagógicas.

Outro aspecto essencial é a divisão do trabalho, entendida como a maneira pela qual as responsabilidades são repartidas entre a comunidade e o objeto. Souto (2013) sugere que essa divisão surgiu a partir de acordos e das normas estabelecidas. Dessa forma, durante a formação, procurou-se criar um ambiente coletivo, colaborativo e de diálogo, permitindo que os professores trocassem interpretações, questionamentos e maneiras de integrar a IA ao ensino de Matemática.

O objeto do sistema, sob a perspectiva dos motivos, diz respeito à finalidade que guiou a elaboração do curso. Conforme Souto (2013), o objeto de estudo foi definido com o intuito de incentivar a aprendizagem de conteúdos matemáticos, neste caso uso da IA, investigando possibilidades com o ChatGPT e favorecendo práticas colaborativas entre professores. Este objeto se consolidou como um ponto de interesse compartilhado entre os integrantes da formação.

No final, o sistema indica o produto, que resulta na mudança das percepções e práticas dos professores em relação à Inteligência Artificial. Essa mudança se materializou por meio de análises críticas, reestruturação de conhecimentos e uma percepção melhorada no que diz respeito ao uso da IA em ambientes educativos. Esse movimento evidenciou que o sistema de atividade, ao interligar seus componentes, possibilitou entender a extensão pedagógica e social da formação.

Esse esquema de triangulação resume como a formação toda funciona, ou seja, como sujeitos, artefatos, comunidade, regras e a divisão do trabalho se entrelaçaram para gerar novas maneiras de pensar e fazer o ensino de Matemática mediado pela Inteligência Artificial.

5.1.1. O primeiro momento da formação “Planejamento e ambientação da formação”

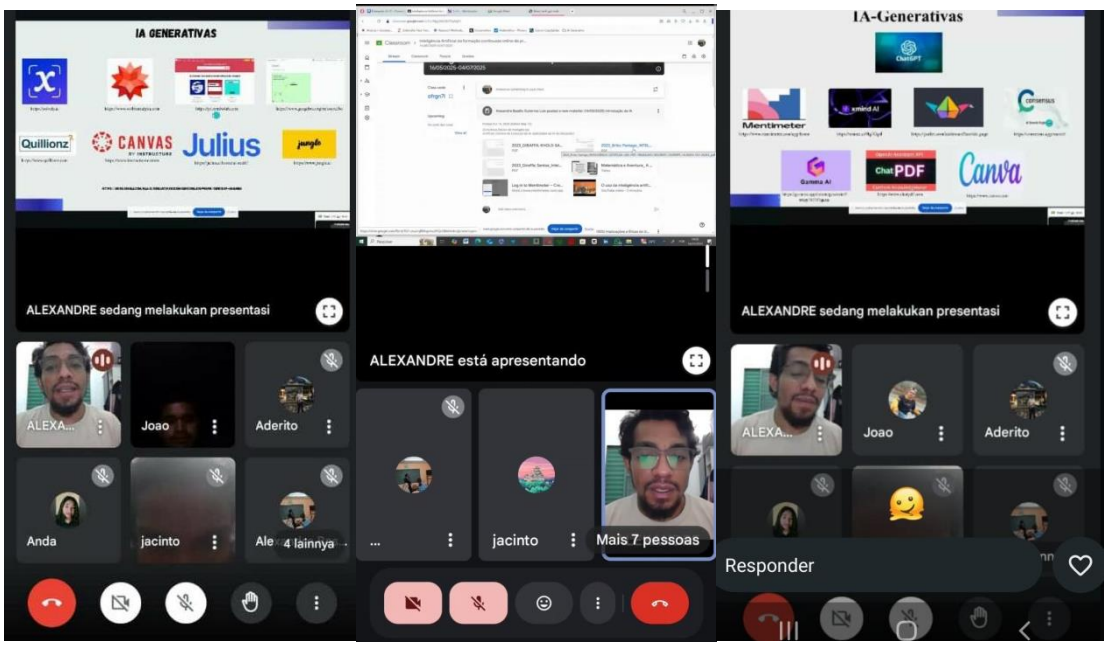
O primeiro momento dessa formação aconteceu em 16 de maio de 2025, às 05h00 (horário de Brasília) e às 18h00 (horário de Timor-Leste). Esse horário foi então estabelecido com base nas respostas ao formulário de inscrição, em que os professores participantes do encontro expressaram suas preferências sobre a flexibilidade de participar.

No primeiro momento, estiveram presentes 11 participantes, como pode ser observado na Figura 9, que mostra a lista de frequência dos professores no início da formação. Esse dado inicial foi importante para entender o quanto os participantes estavam engajados e aderindo ao processo de formação e para planejar os encontros seguintes.

Nesse primeiro momento, centrou-se nas percepções iniciais dos docentes a respeito da IA e nas expectativas que tinham em relação à formação. As interações revelaram uma curiosidade, interesse e um pouco de preocupação em relação ao mundo digital. A organização dos conteúdos iniciais, o uso do ambiente virtual e o contato preliminar com alguns conceitos fundamentais ajudaram a situar os participantes e a estabelecer um espaço de aproximação com o tema.

Esse momento trouxe à tona aspectos como a expectativa formativa, a familiaridade com as tecnologias e a curiosidade inicial sobre a aplicação da IA na prática dos professores.

Figura 13 - Primeiro momento da formação dos professores



Fonte: Créditos à autor (2025)

Conforme previsto no cronograma da formação, o primeiro encontro incluiu a apresentação do ambiente virtual de aprendizagem (AVA), que foi organizado no Google Sala de Aula, além da explicação dos objetivos da pesquisa, que se concentra na investigação sobre as inteligências artificiais na formação continuada de professores de Matemática do ensino secundário em Timor-Leste.

Para registro das atividades, decidiu-se gravar os encontros realizados pelo Google Meet, de modo a garantir a conservação dos momentos formativos e permitir uma futura transcrição textual para análise. É importante destacar que essas gravações foram integradas ao corpus da pesquisa, servindo como uma fonte significativa para a análise e interpretação dos dados.

5.1.1.1. Vozes dos Participantes

Dentre os participantes que fizeram contribuições relevantes neste momento de formação, destacam-se P1, P2 e P3. Os professores relataram que já estavam familiarizados com o ChatGPT, embora tenham reconhecido limitações em relação à forma apropriada de interação com a plataforma. Na dinâmica sugerida, foram expostas duas perguntas fundamentais: (i) os motivos que justificaram a escolha da formação acerca do uso da Inteligência Artificial no ensino de Matemática e (ii) as expectativas em relação à aprendizagem e transformações desejadas após a participação na formação. A partir desses questionamentos, os professores apresentaram seus interesses e perspectivas, que se tornaram elementos fundamentais para entender tanto as motivações iniciais quanto as previsões relacionadas ao uso de inteligências artificiais generativas no âmbito da Educação Matemática.

> **P1:** Eu sinto que a formação é uma nova experiência na minha vida como professor, por isso sinto-me muito contente, porque pode me ajudar a manejar melhor meu tempo diante dessas novas tecnologias. (*Hau sente kontente tamba ne hanesan buat foun ida mai hau, maibe hau kontente tuir formasaun ida ne'e tamba bele ajuda hau oinsá bele maneja hau nia tempo iha sala ho diak liu husi teknologia*).
>
> E a minha expectativa, depois de concluir a nossa formação, é que eu queira aplicar sozinho. Mas neste momento ainda tenho dificuldade, por isso preciso de mais ajuda do professor.(*Hau nia espeativa hafoin*

remata formasaun, eu hakarak aplika mesak. Maibe agora hau sei iha difikuldade, tamba ne hau sei precisa professor nia tulun).

P2: Eu sinto que essa formação é muito importante, essas plataformas que vimos hoje são novas para mim. (*Hau sente formasaun ne'e importante tebes, ho plataforma ne'ebe professor hatudo foun hotu mai há'u)*

A minha expetativa, quero participar o máximo essa formação para que posso aplicar na minha sala de aula. Mas também preciso ajuda pelo professor com essas novas tecnologias. (*Hau nia espetativa hakarak partipa maksima iha formasaun ida ne'e para bele aplika iha sala de aula. Maibe, nafatin husu ajuda ba professor ba iha teknologia foun ida ne'e*)

P3: Para mim, eu sinto-me muito orgulhosa, porque posso aprender as novas tecnologias. Eu já apliquei o ChatGPT, mas não sei como interagir com essas tecnologias, portanto, agradeço muito por essa oportunidade da formação. (*Ba hau sente orgullu boot, tamba bele aprende teknologia foun, hau aplika ona ChatGPT, maibe seidauk hatene oinsá bele uza, tamba ne'e, agradese los ba oportunidade ba formasaun ida ne'e*)

A minha expectativa no futuro é que eu queira aplicar essas tecnologias na minha sala de aula. (*Hau nia espetativa iha futuro, hau hakarak aplika teknologia ne iha hau nia sala de aula*).

As vozes de P1, P2 e P3 trazem ao público manifestações discursivas que expressam, por um lado, as emoções ligadas à novidade da formação e, por outro, as contradições que emergem no uso das IAs generativas para o ensino de Matemática.

Em relação a P1, percebe-se um certo entusiasmo ao pensar na formação como "nova experiência", o que se relaciona à expectativa de aprimorar sua gestão do tempo. Contudo, a sua voz também revela uma contradição entre o desejo de autonomia no futuro e a necessidade de apoio imediato do professor. Isso se revela como uma manifestação típica de tensão entre o que se espera e o que realmente é possível atuar.

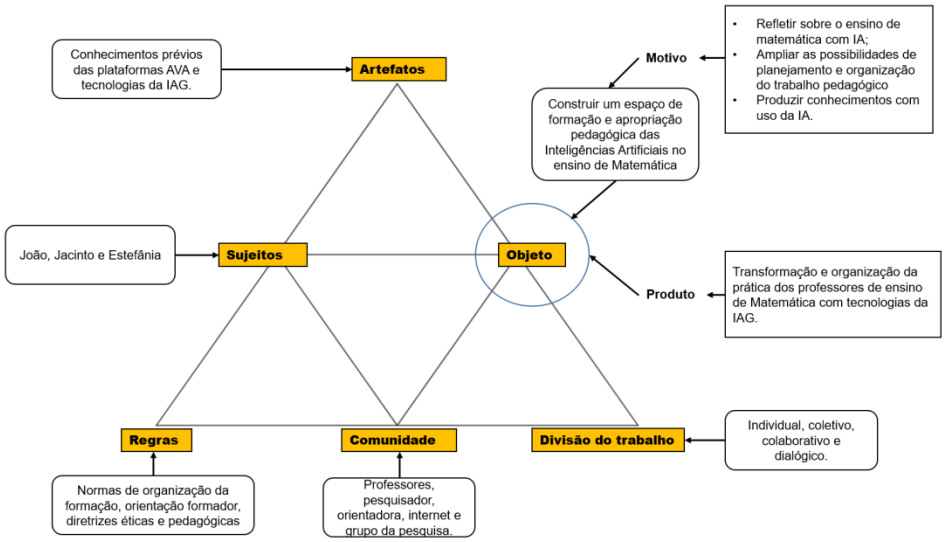
As palavras de P2 ressaltam essa contradição. O professor destaca a importância do aprendizado e sente orgulho de estar por dentro de novas tecnologias da IAs. Simultaneamente, reconhece suas limitações no uso prático e a necessidade de suporte para se apropriar das tecnologias. Esse enunciado se assemelha ao que Engeström e Sannino (2011) caracterizam como conflito primário, quando os indivíduos se deparam com a necessidade de inovação, mas se deparam com obstáculos imediatos em sua prática.

A voz de P3, por outro lado, mescla pouca experiência anterior com a percepção da necessidade de um aprofundamento na formação. Ela menciona que já usou o ChatGPT, mas não sabe como interagir com a tecnologia de maneira eficaz. Podemos considerar esse tipo de enunciado como uma expressão de dilema, segundo Engeström e Sannino (2011), pois existe uma tensão entre uma prática já estabelecida e a expectativa de que essa prática seja transformada para alcançar níveis mais complexos e críticos. De acordo com Galleguillos (2016), o dilema é reproduzido mais do que resolvido, frequentemente sendo solucionado com a ajuda da negação ou reformulação. Essa análise dialoga com a perspectiva de Borba e Villareal (2005).

> [...] “acreditamos que o conhecimento é produzido juntamente com um determinado meio ou tecnologia da inteligência. É por isso que adotamos a perspectiva teórica que sustenta a noção de que conhecimento é produzido por um coletivo composto de seres-humanos-com-mídias, ou seres-humanos-com-tecnologias, e não, como outras teorias sugerem, por um só indivíduo humano, ou por coletivos composto apenas por humanos”. (BORBA; VILLAREAL, 2005. p. 23).

De maneira geral, essas vozes evidenciam as contradições que caracterizam a formação docente, colocando os professores em um espaço entre o apreço pela inovação e as dificuldades para colocá-la em prática. Segundo a Teoria da Atividade, essas contradições não são obstáculos, mas sim impulsos para processos de expansão, onde os indivíduos reconfiguram suas ações para descobrir novas maneiras de agir. A formação, portanto, se configura como um espaço para questionamentos e reflexão, levando os professores a reconsiderar como se relacionam com as tecnologias digitais e como as utilizam na Educação Matemática.

Figura 14- Primeira representação do sistema de atividade individual



Fonte: Elaborado pelo autor, com base em Engeström (1987)

A Figura 14 mostra o sistema de atividade individual dos professores no começo da formação continuada em Inteligência Artificial. Este primeiro momento é centrado na relação direta do indivíduo com as tecnologias, antes de se estabelecerem interações coletivas no contexto da formação.

Durante o desenvolvimento da formação, em especial no que se refere à motivação e às expectativas dos participantes, foram observadas mudanças nesse sistema de atividade. Essas mudanças ficaram mais evidentes durante o primeiro contato dos professores com a Inteligência Artificial e na formação on-line mediada pelo AVA. Esse momento é comparado ao que ocorre no início de uma nova instrução, quando os professores buscam entender como o ambiente funciona, quais são os objetivos da formação.

A análise desse momento fundamentou-se em fala dos professores, que expressaram emoções de curiosidade e interesse, mas também incerteza em relação ao uso da IA e à forma online. Essas manifestações discursivas evidenciam as mudanças iniciais que o sistema de atividade começou a implementar quando os sujeitos se depararam com novas demandas da formação.

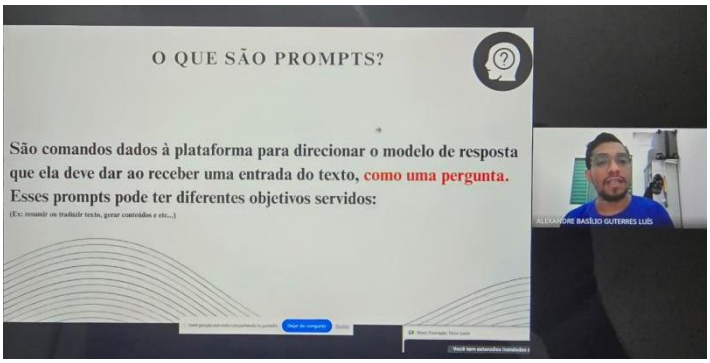
Para compreender essas transformações, seguirei utilizando a metodologia proposta por Engeström e Sannino (2011), que possibilita a análise das contradições internas do sistema de atividade por meio das manifestações discursivas dos sujeitos envolvidos. Nesse contexto teórico, as falas são vistas não como relatos individuais, mas como pontos de tensão entre expectativas, percepções de capacidade e condições reais de atuação.

Com isso, foi possível entender, a partir do sistema de atividade individual, tal como representado na Figura 14, que o primeiro contato com a IA e a formação on-line promoveram os primeiros movimentos de reflexão e reorganização, os quais sustentaram o desenvolvimento dos momentos seguintes da formação, quando o sistema de atividade começou a se tornar mais complexo e coletivo.

5.1.2. Segundo momento da formação "Compreensão Teórica e Ética da IA na Educação".

O segundo momento da análise corresponde aos encontros 2 e 3 da formação e teve como foco a compreensão teórica e ética da Inteligência Artificial na educação. Nesta seção foram realizados em 23 e 30 de maio de 2025, nos quais os participantes, a partir das vozes previamente organizadas, concentraram-se na fase de elaboração dos prompts para interagir com o ChatGPT na Pesquisa de Satisfação, conforme ilustrado na Figura 16. Essa etapa constituiu-se como momento de transição entre a apropriação inicial das tecnologias digitais e a aplicação prática no contexto pedagógico.

Figura 15- Elaboração dos prompts



Fonte: Créditos à autor (2025)

A elaboração de prompts permitiu que os professores se colocassem ativamente em relação às contradições que haviam identificado em suas vozes, como a falta de experiência na interação com o ChatGPT e a expectativa de que a IA fosse integrada à sua prática pedagógica. Conforme afirmam Engeström e Sannino (2011), essas contradições podem ser consideradas impulsionadoras de desenvolvimento, pois revelam tensões entre o conhecimento estabelecido e o novo que está sendo desenvolvido.

Assim, a elaboração de prompts não foi apenas um exercício técnico, mas um espaço de mediação em que os professores puderam discutir significados, explorar possibilidades e planejar a aplicação da IA em suas aulas de Matemática. Dessa forma, o encontro sinalizou momentos de aprendizagem, na medida em que os participantes, diante das tensões, buscaram

avançar de uma posição de incerteza para a construção de estratégias mais autônomas de uso pedagógico da tecnologia.

A análise das discussões ocorridas nesses encontros possibilitou aos professores uma reflexão crítica acerca de sua atuação na era digital, considerando, sobretudo, as potencialidades e os desafios pedagógicos do uso da IA no ensino da Matemática.

Os participantes analisaram, durante as interações, exemplos de uso de sistemas como o ChatGPT e debateram casos que levantaram questões sobre responsabilidade, limites e impactos pedagógicos dessas tecnologias. Essas conversas revelaram um entendimento crítico em movimento, em que os docentes passaram a enxergar a IA não apenas como um recurso técnico, mas como algo que envolve decisões éticas e consequências mais amplas para a educação. No quadro 7, mostra o comparativo das manifestações.

Quadro 7- Comparativo das manifestações discursivas de contradições

Professores	**Vozes**	**Manifestação discursiva**	**Características**	**Pistas linguísticas**
P1	Sim, eu sei o ChatGPT, mas eu não entendo como atua o ChatGPT para gerar as informações/plano de aula para a minha sala de aula.	**Dilema**	Presença de formulações contraditórias: conhecimento declarado, mas ausência de compreensão prática.	Uso de oposição: *"sei, mas não entendo"*.
P2	Pensei que a pergunta que ofereço para o ChatGPT não precisa do padrão como prompts. Mas eu percebi que o ChatGPT pode oferecer a resposta mais adequada	**Conflito crítico**	Reposicionamento de perspectiva; reconhecimento de uma mudança de compreensão.	Expressões de deslocamento: "pensei que... mas percebi... ".

	quando sabemos interagir com os prompts.			
P3	Quero gerar conteúdo da minha sala de aula, mas tenho medo de cometer plágio com os prompts que não sei ainda.	**Duplo vínculo / beco sem saída**	Situação de impasse: desejo de aplicar, mas bloqueio ético e insegurança.	Uso de oposição com carga emocional: *"quero... mas tenho medo"*.
P2	O ChatGPT tem o limite, então devemos interagir pouco com informações necessárias.	**Conflito**	Argumento crítico sobre os limites da tecnologia, sem impasse pessoal.	Termos de avaliação crítica: *"tem o limite"*, *"devemos interagir pouco"*.
P4	Eu considero bons para planejar atividade como o apoio de tecnologia da IA, mas com transparência, responsabilidade e pensamento crítico.	**Dilema**	Aceitação condicionada a princípios éticos; presença de dupla posição.	Oposição: *"bons... mas com transparência"*.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

As vozes dos professores evidenciam tensões discursivas que se articulam às categorias de contradições internas do sistema de atividade, segundo a proposta de Engeström e Sannino (2011). Essas tensões manifestam-se como dilemas, conflitos, conflitos críticos e duplos vínculos ou becos sem saída, sendo assim potenciais impulsionadores de mudança pedagógica.

A voz de P1 revela um dilema ao admitir que "sim, eu sei" do ChatGPT, "mas" não entende como funciona. Essa oposição entre conhecimento expressivo e saber aplicado revela uma contradição que põe em evidência a distância entre o conhecimento familiar e o conhecimento pedagógico apropriado. Segundo Galleguillos (2016), essas situações evidenciam zonas de tensão que, quando examinadas em conjunto, possibilitam a criação de novos significados.

P2 (1) levanta um conflito crítico importante, ao questionar sua crença anterior de que o ChatGPT poderia ser utilizado sem a necessidade de elaborar prompts específicos. Pensei que... mas percebi...” O que você diz indica um desvio do entendimento e valida o que Engeström e Sannino (2011) apontam como uma chance de aprendizagem expansiva, já que a contradição leva à reavaliação do próprio conhecimento.

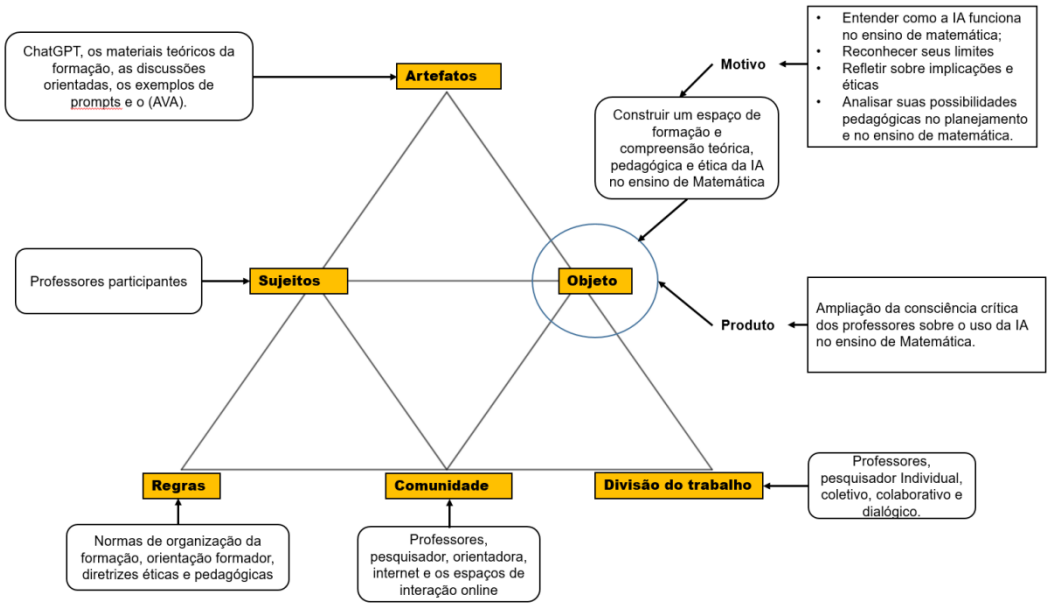
P3 está presa em um duplo vínculo ou beco sem saída, pois quer gerar conteúdos, mas tem medo de plagiar: “Quero... mas tenho medo”. A voz revela uma questão ética que impede a ação, evidenciando a carga emocional que, de acordo com Galleguillos (2016), muitas vezes acompanha as contradições pedagógicas. Isso demonstra a necessidade de mediações formativas que proporcionem segurança e clareza em relação ao uso.

P2 (2) traz, por sua vez, um conflito mais claro ao questionar os limites do ChatGPT: “Tem o limite”, “Devemos interagir pouco”. Diferentemente da primeira manifestação, nesta ocasião não se trata de um reposicionamento individual, mas sim de uma análise crítica que enriquece a reflexão conjunta sobre a função e os limites da tecnologia na educação.

A voz de P4 volta ao dilema, considerando que a IA pode ser benéfica no planejamento, mas sua utilização precisa respeitar normas éticas como transparência e dever: “Bons... mas com transparência”.

Em síntese, as vozes que compõem o quadro expressam a emergência de contradições diversas, interdependentes, que, longe de funcionarem como obstáculos, segundo Borba, Silva e Gadanidis (2018) sustentam que, na perspectiva do coletivo seres-humanos-com-mídias, o conhecimento é produzido e configurado por humanos e por tecnologias que possuem um contexto histórico e em consequência, os humanos desenvolvem essas tecnologias e são por elas influenciados, resultando em um conhecimento com uma duração determinada, entre tanto, configuram-se como possibilidades de ampliação da prática pedagógica, de Galleguillos (2016), esses enunciados oferecem evidências importantes sobre o movimento de discussão coletiva em processos formativos, tensionados entre a inovação tecnológica e as práticas pedagógicas estabelecidas.

Figura 16- Segunda representação do sistema de atividade individual.



Fonte: Elaborado pelo autor, com base em Engeström (1987)

Na Figura 16, apresenta o sistema de atividade individual dos professores que participaram do segundo momento, cujo foco esteve na compreensão teórica e ética da Inteligência Artificial na educação. Este momento correspondia aos encontros dos dias 23 e 30 de maio de 2025 e constituía uma etapa de transformação do conhecimento no processo de formação.

Nesta etapa, os professores, a partir das vozes já organizadas na análise, se centraram na criação de prompts para interagir com o ChatGPT, ação vinculada à Pesquisa de Satisfação. Essa fase pode ser comparada àquela em que os professores, depois de entender os conceitos que irão ensinar, passam a planejar como irão ministrá-los em aula, ou seja, é um período de reflexão e de organização para a aplicação futura, já que o foco não estava ainda na aplicação das plataformas digitais no ensino.

Como se pode observar na figura 16, os motivos do sistema de atividade foram reconceituados para destacar a necessidade de saber como planejar o ensino de Matemática com a mediação da IA. Isso aconteceu porque, na segunda etapa da formação, os docentes começaram a adaptar a Inteligência Artificial, alinhando-a às necessidades do ensino de Matemática, o que os levou a deixar para trás uma perspectiva apenas exploratória da tecnologia.

O foco da atividade continuou sendo entender o funcionamento da IA no ensino de Matemática, identificar suas limitações, refletir sobre as questões éticas e analisar suas

potencialidades pedagógicas no planejamento e na atividade de ensino. Entretanto, esse objeto de aprendizagem se tornou mais denso, principalmente para os professores que já haviam começado a usar o ChatGPT, mesmo que de forma inicial.

Os artefatos do sistema foram reorganizados para incorporar de maneira mais integrada o ChatGPT, o conteúdo teórico da formação, as discussões guiadas, os exemplos de prompts e o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA). Esses componentes tornaram-se os mediadores principais da formação, estimulando uma reflexão conceitual e ética sobre a utilização da IA na educação, especialmente no ensino de matemática.

Dessa forma, a análise do sistema de atividade no segundo momento revela um processo de reorganização progressiva, no qual os professores avançaram da exploração inicial da tecnologia para uma compreensão mais crítica e voltada ao ensino de Matemática. Esse movimento serviu de fundamento para o terceiro momento da formação, que teve como foco a prática e a produção de recursos didáticos.

5.1.3. Terceiro Momento da formação "Aplicação prática e elaboração dos materiais didáticos".

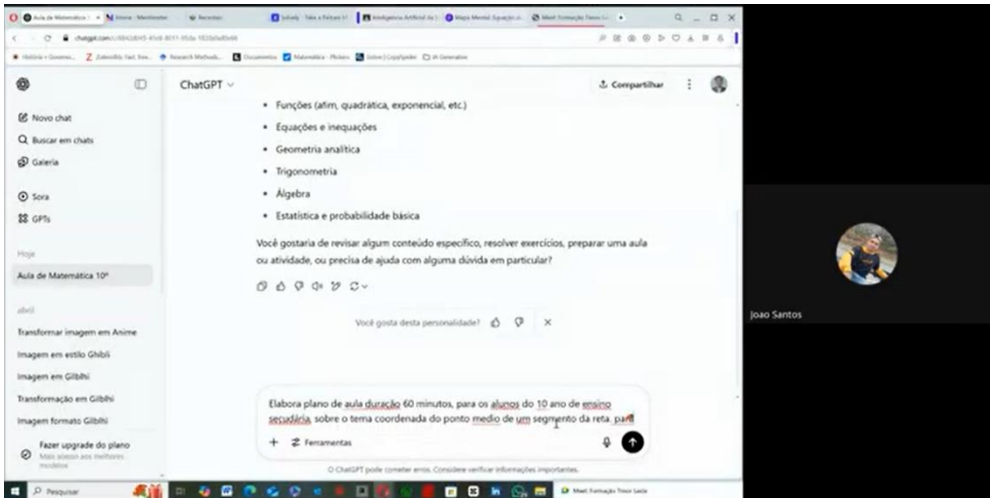
No terceiro momento da análise refere-se aos 4º, 5º e 6º encontros da formação continuada, que se concentraram na aplicação prática da Inteligência Artificial no ensino de Matemática e na criação de materiais pedagógicos. Esse foi o momento de implementação do processo formativo, em que os professores começaram a mobilizar, em situações pedagógicas reais, os saberes previamente discutidos.

Como mostrado na Figura 18, ilustra uma situação prática que se relaciona ao terceiro momento da formação, quando se trata da utilização da Inteligência Artificial para a produção de recursos didáticos para o ensino de Matemática. Foi o instante em que se deu o movimento da teoria para a prática pedagógica planejada.

Na imagem, o formador está dando orientações ao professor João dos Santos, que participa do curso, enquanto ele interage com o ChatGPT. Essa interação aconteceu durante a criação de um plano de aula de Matemática para o 10º ano do ensino secundário. O processo consistiu em estruturar os conteúdos, estabelecer metas de aprendizado e planejar as atividades.

A situação apresentada demonstra como se dá a prática pedagógica mediada pela IA, em que o professor constrói o plano de aula junto com o ChatGPT, alinhando seus conhecimentos didáticos com as possibilidades que oferecidas pelo ChatGPT.

Figura 17- Prática elaboração dos materiais didáticos.



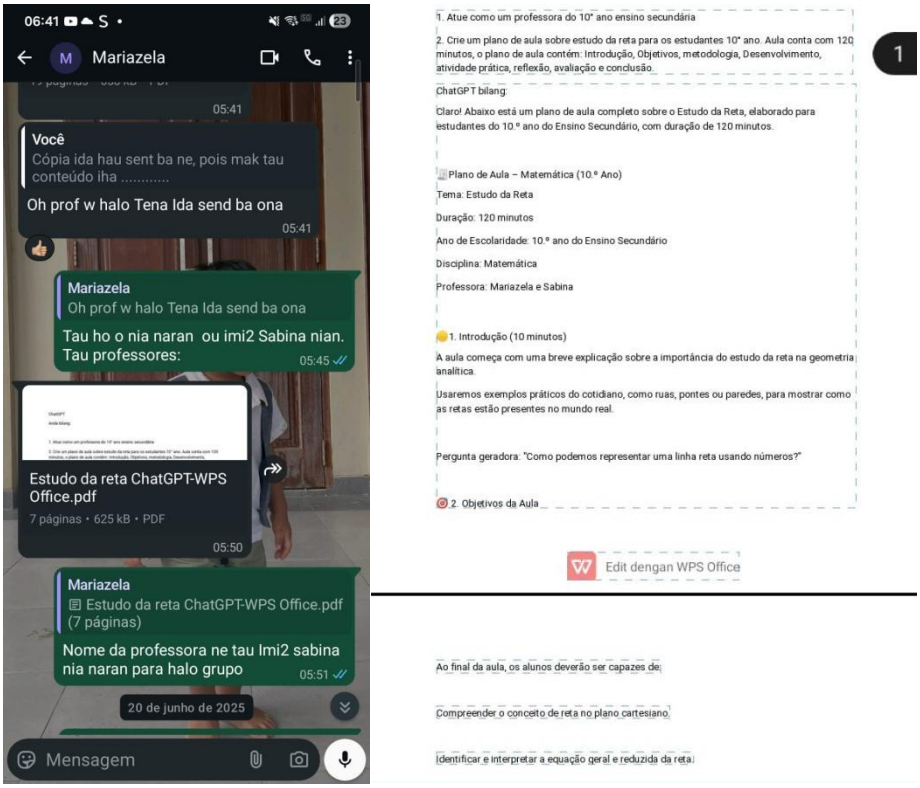
Fonte: Créditos à autor (2025)

Foram elaborados através do ChatGPT, problemas matemáticos personalizados para cada nível do ensino secundário e materiais didáticos diversos, tais como atividades, textos explicativos e exercícios contextualizados. Ressaltou-se ainda o planejamento de aulas e de roteiros personalizados, conectando objetivos de aprendizagem, conteúdos matemáticos e estratégias didáticas.

Essas ações estão alinhadas com a rotina escolar, onde o planejamento ocorre antes da prática em sala de aula, oferecendo estrutura e orientação ao trabalho do professor. Portanto, o terceiro momento destacou a transição da teoria para a prática pedagógica da IA, envolvendo a tecnologia, o conteúdo matemático e as práticas de ensino.

Durante a formação, os professores participantes aprofundam a compreensão dos fundamentos teóricos, das questões éticas e das responsabilidades pedagógicas relacionadas ao uso da Inteligência Artificial no ensino de Matemática. Desenvolvem a elaboração de prompts direcionados à interação com o ChatGPT, com foco na produção de materiais didáticos alinhados ao currículo escolar.

Figura 18- Prática elaboração plano de aula em dupla.

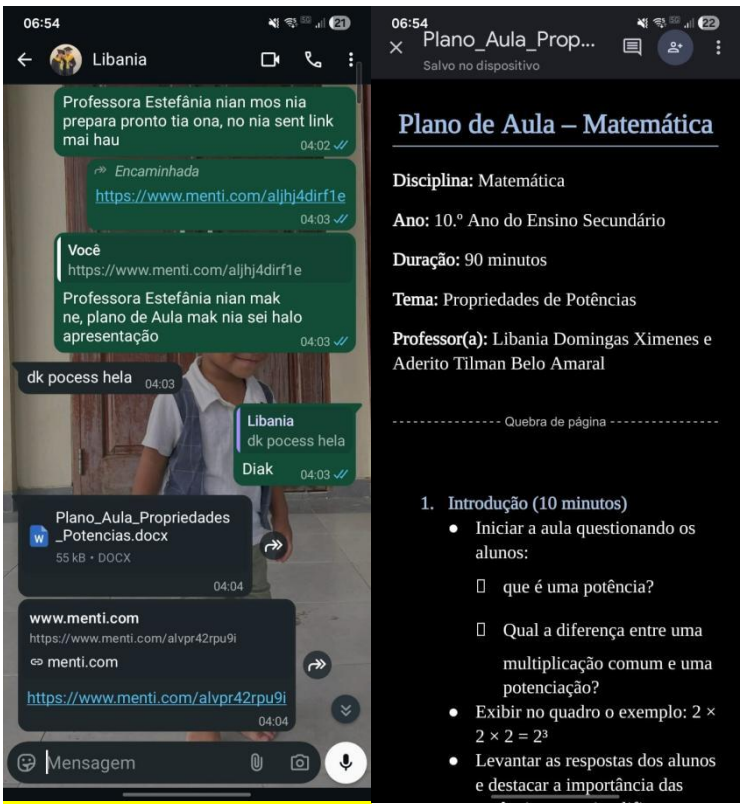


Fonte: Créditos à autor (2025)

A figura 18, apresenta a atuação das professoras Mariazela e Sabina, organizadas em dupla, em uma situação de prática durante a formação. Nesse contexto, ambas realizam a elaboração de planos de aula sobre *estudo da reta* com a interação do ChatGPT, tomando como referência os prompts discutidos ao longo da formação e os conteúdos de Matemática do 10º ano.

Essa atividade ocorre de forma planejada e reflexiva, articulando os conhecimentos teóricos estudados com as demandas do ensino. Assim, a prática desenvolvida caracteriza-se como um processo colaborativo, semelhante às dinâmicas de planejamento pedagógico vivenciadas no cotidiano escolar. A interação entre as professoras e a IA envolve reflexão sobre os conteúdos curriculares, organização das estratégias didáticas e tomada de decisões pedagógicas. Desse modo, observa-se a transição do estudo conceitual para a aplicação prática no contexto da sala de aula, configurando um aspecto relevante nos resultados da formação analisada.

Figura 19- Prática elaboração plano de aula em dupla.



Fonte: Créditos à autor (2025)

Na continuidade da prática já apresentada na formação, a Figura 19 mostra a dupla Libânia e Aderito elaborando um plano de aula de Matemática para o 10.º ano, cujo conteúdo são as propriedades de potências. Esse exercício faz parte do terceiro momento da formação, que aproxima os estudos teóricos das situações concretas de planejamento pedagógico.

Nesse sentido, os professores se apoiam nos saberes discutidos durante a formação para planejar os pontos principais da aula, como objetivos de aprendizagem, tempo disponível, estratégias de ensino e os exemplos matemáticos trabalhados. A interação com o ChatGPT funciona como suporte ao pensamento pedagógico, promovendo reflexões sobre a estrutura conceitual do conteúdo e a ordem didática simultaneamente, a plataforma Mentimeter atua para organizar as práticas matemática que foram planejadas.

O trabalho em parceria remete às dinâmicas comuns do ambiente escolar, nas quais o planejamento colaborativo estimula o debate, a reavaliação de conceitos e a reflexão sobre a prática docente.

Conforme Borba, Silva e Gadanidis (2018) afirmam que, na perspectiva do coletivo seres-humanos-com-mídias, o conhecimento é produzido e configurado pela interação entre

sujeitos e tecnologias, ambas inseridas em contextos históricos que influenciam os modos de pensar, agir e aprender.

Nesse sentido, nota-se que os professores estão interessados em conhecer e vivenciar o uso de tecnologias digitais na suas práticas, pensando na sua futura inserção no ensino de Matemática. A ação, desse modo, reflete um processo de apropriação pedagógica da Inteligência Artificial alinhado à organização consciente do trabalho dos professores.

Dialogo:

1. **P1:** Obrigada, professor. Ainda estamos precisando do seu apoio, considerando o conhecimento e a experiência que você possui.
2. **P2:** Professor, considero que essa plataforma para organizar planos de aula é muito interessante, pois contribui para uma melhor organização do nosso tempo de trabalho.
3. **Formador:** Agradeço pela observação. Ao longo da formação, entraremos em contato com outras plataformas de Inteligência Artificial voltadas ao planejamento de aulas, que serão estudadas de forma conjunta.
4. **P2:** Nossa, isso é muito bom, professor. Ontem participei da atividade prática e achei bastante interessante. Tenho interesse em aprender formas mais adequadas para organizar o planejamento pedagógico.
5. **P1:** Vamos, primeiro, aplicar o que aprendemos. Quando surgirem dificuldades, conversaremos com o professor. Também podemos combinar um horário para, se ele tiver disponibilidade, nos explicar outras plataformas.
6. **P3:** Utilizo o ChatGPT não apenas para organizar meu tempo, mas também no cotidiano da docência. Costumo dialogar com ele sobre dúvidas relacionadas aos conteúdos, quase como uma conversa reflexiva. Por isso, agradeço ao professor pelo conhecimento partilhado conosco.

Esse diálogo indica um processo no qual os professores são protagonistas e o conhecimento produzido coletivamente durante a formação é valorizado. Os relatos dos participantes demonstram um desejo de entender e integrar a Inteligência Artificial ao

planejamento pedagógico, especialmente no que se refere à estruturação dos planos de aula e à gestão do tempo do professor.

As intervenções de P1 e P2 mostram uma postura colaborativa e reflexiva, alinhada às práticas frequentes das atividades pedagógicas no ambiente escolar. Nesses momentos, os professores trocam experiências, analisam dificuldades e reavaliam propostas pedagógicas. Essa dinâmica indica que a formação vai além do simples conhecimento, criando oportunidades para prática, diálogo e análise coletiva das aprendizagens.

A fala de P3 enriquece essa perspectiva ao mencionar que ele utiliza o ChatGPT de maneira frequente em sua prática. Definindo a IA como um suporte reflexivo para o dia a dia, o professor indica uma mudança do uso eventual da tecnologia para uma incorporação mais intencional ao trabalho pedagógico, articulando planejamento, reflexão e prática educativa.

No geral, o que se dialoga indica que a interação com a Inteligência Artificial, em formação continuada, favorece aprendizagens professores que se sustentam na interação, na troca de experiências e na construção coletiva de novos sentidos para o ensino de Matemática.

Quadro 8- Comparativo das manifestações discursivas de contradições pela individual

Professores	**Vozes**	**Manifestação discursiva**	**Características**	**Pistas linguísticas**
P1	Professor, eu quero praticar direto da nossa formação, para que o professor possa me orientar, mas eu uso o celular, então só gravo para conseguir treinar sozinho na sala de aula.	**Duplo vínculo ou beco sem saída**	Desejo de praticar, mas limitado pelo recurso tecnológico (uso do celular apenas para gravação).	"mas eu uso o celular, então só gravo" limitação.
P2	Estou usando o lap, mas o ChatGPT está acima do limite, porque hoje eu pratico demais.	**Conflito**	Barreiras externas (limite da plataforma) em contraste com dedicação pessoal.	"mas o ChatGPT está acima do limite", "porque hoje eu pratico demais".
P3	Mas, pode crar uma nova conta do Google para acessar novamente.	**Dilema**	Sugestão técnica que abre alternativas, mas não resolve a contradição	Imperativo: "Mas crie uma nova conta".

			pedagógica.	
P4	Eu sempre pratico conforme a explicação do professor, porque uso o celular e o lap.	**Conflito**	Argumenta sua prática, relacionando-a ao recurso utilizado.	"porque uso o celular e o lap".
P5	Então, Stefânia, você pode nos mostrar sua prática?	**Conflito crítico**	Solicitação que provoca exposição da prática, podendo gerar divergência.	Estrutura interrogativa: "você pode nos mostrar?".
P4	Eu sigo a orientação do professor, mas com conteúdos diferentes para a minha aula.	**Conflito**	Divergência entre seguir orientação e adaptar para sua própria aula.	"mas com conteúdos diferentes".
P5	Sim, é verdade, mas eu pratico quando uso um laptop na escola.	**Dilema**	Reconhecimento parcial seguido de contraposição.	"Sim, é verdade, mas…".
P4	Usar o celular também é bom, mas não dá para acompanhar a explicação do professor.	**Duplo vínculo ou beco sem saída**	Reconhecimento de utilidade com limitação que afeta a aprendizagem.	"mas não dá para acompanhar".
P2	Eu interagi na semana passada e criei materiais para a minha sala de aula.	**Conflito crítico**	Relato de prática própria como argumento.	Estrutura narrativa pessoal no passado.
P4	Professor, estou seguindo a explicação do professor, mas não sei se é certo ou errado.	**Duplo vínculo ou beco sem saída**	Insegurança diante da falta de validação de sua prática.	"mas não sei se é certo ou errado".
P1	Quero compartilhar com meu celular, mas é um pouco difícil.	**Duplo vínculo ou beco sem saída**	Vontade de compartilhar em contraste com limitação técnica.	"mas é um pouco difícil".
P5	Professor, existem alguns procedimentos, então me envie para eu seguir.	**Conflito**	Pedido objetivo de instruções para resolver situação.	"me envie para eu seguir".
P1	Quero também alguns procedimentos que são feitos sobre	**Conflito crítico**	Solicitação prática, vinculada a necessidade imediata de	"preciso deles porque tenho uma aula".

	gráficos, preciso deles porque tenho uma aula de Geometria.		conteúdo.	
P2	Então, mas, posso usar o ChatGPT gratuito para gerenciar os conteúdos corretamente?	**Dilema**	Incerteza diante da viabilidade de usar a versão gratuita da IA.	"mas posso usar…?".
P6	Sim, eu sei o ChatGPT, mas eu não entendo como atua o ChatGPT para gerar as informações/plano de aula para a minha sala de aula.	**Dilema**	Reconhece o recurso, mas não compreende o funcionamento. A estrutura adversativa revela formulação contraditória típica do dilema.	Uso de oposição: *"sei... mas não entendo"*

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Através das vozes analisadas, há um conjunto de manifestações discursivas contraditórias que se articulam em distintos níveis de tensão, segundo a sistematização de Engeström e Sannino (2011) e o aprofundamento de Galleguillos (2016). Elas brotam de momentos de estagnação, reposicionamento, questionamento ou dilema e indicam de que modo os docentes experimentam o processo de apropriação das Inteligências Artificiais Generativas à sua prática pedagógica.

As vozes de P1 (1 e 2) e P4 (3 e 4) ilustram o conceito de duplo vínculo ou beco sem saída, onde a vontade de implementar a tecnologia é confrontada com obstáculos estruturais (como a restrição ao uso do celular) ou com a insegurança em relação à validação de suas produções. De acordo com Engeström e Sannino (2011), esse tipo de contradição se revela em vozes de incapacidade, quando o sujeito expressa não ter uma alternativa evidente para superar o obstáculo. Galleguillos (2016) complementa que essas pistas linguísticas como "mas não sei se é certo ou errado" evidenciam uma paralisia que pede mediações formativas mais robustas.

Em P2 (1) e P5 (3) encontram-se conflitos, tanto por meio de críticas abertas quanto por pedidos de que se estabeleçam regras. Nessas colocações, o indivíduo busca argumentar e inquirir, tentando entender os limites técnicos da IA ou os métodos pedagógicos possíveis. Segundo Engeström e Sannino (2011), o conflito pode levar à submissão ou à criação de novos acordos, o que o torna um espaço para negociação coletiva.

As vozes de P5 (1), P3 (2) e P1 (3) são exemplos de conflito crítico, pois reposicionam sentidos ou ressignificam as práticas docentes. O chamado de P5 para que P4 compartilhe sua experiência e o discurso de P3 sobre a elaboração de materiais indicam movimentos de transformação nos quais os professores passam de simples consumidores de formação a produtores de conhecimento. Nessa perspectiva, conforme afirmam Engeström e Sannino (2011), o conflito crítico impulsiona a aprendizagem expansiva, uma vez que leva os indivíduos a negociar novos significados em grupo.

Por último, as vozes de P6, P4 (1 e 2), P5 (2) e P3 (1 e 3) se alinham aos dilemas, marcados por formulações contraditórias que não impedem a ação por completo, mas geram tensões que precisam ser negociadas. A repetição da partícula “mas” evidencia essa contradição: ao mesmo tempo em que reconhecem o valor da IA, os professores ajustam seu uso a aspectos técnicos, éticos ou contextuais. Segundo Galleguillos (2016), essas marcas linguísticas são fundamentais para reconhecer como os sujeitos gerenciam divergências avaliativas em seu diálogo.

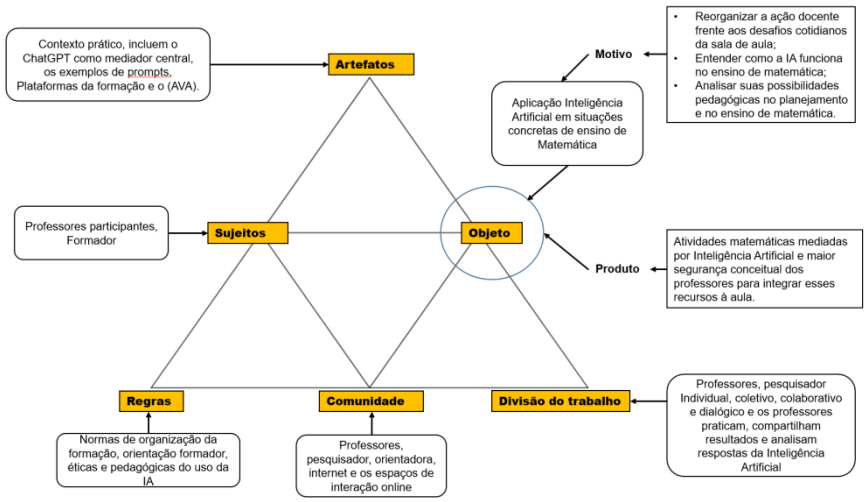
Assim, é evidente que a integração da IA na atividade professor não é um processo simples, mas sim repleto de questões que necessitam de reflexão e orientação pedagógica. Segundo Borba e Xavier (2022), a noção de seres-humanos-com-mídias parte da compreensão de que a produção do conhecimento ocorre em uma construção coletiva que envolve tanto humanos quanto elementos não humanos. Nesse entendimento, o conhecimento não apenas é produzido, mas também moldado por essas interações, adquirindo potencial para transformar os processos de aprendizagem. Assim, defendendo a teoria da atividade, essas tensões deixam de ser apenas entradas para se tornarem oportunidades de ampliação da aprendizagem e de transformação das práticas educativas.

Até o momento, já foram analisados três encontros que ocorreram com os professores participantes da pesquisa. Essas vozes trouxeram ao público pontos significativos para entender a visão dos professores em relação à utilização da inteligência artificial no ensino de Matemática. A análise foi identificar evidências discursivas de contradições, tensões e negociações de sentidos, com base na Teoria da Atividade.

Ainda faltam cinco encontros a serem analisados, que estão sendo organizados e transcritos. Esse conjunto proporcionará recursos adicionais para fortalecer a discussão, possibilitando a identificação de tanto a continuidade quanto possíveis alterações nas práticas discursivas ao longo do processo da formação.

Dessa forma, para qualificação, são apresentados os resultados provisórios dos três encontros já analisados e sinaliza-se a continuidade do trabalho de investigação com os dados que ainda estão em andamento. Essa estratégia não só oferece um primeiro olhar sobre os resultados, como também indica que a pesquisa ainda está em andamento para garantir mais consistência na etapa final.

Figura 20- Terceira representação do sistema de atividade individual.



Fonte: Elaborado pelo autor, com base em Engeström (1987)

Na figura 20 mostra a prática dos professores com IA ChatGPT durante a formação, a prática dos professores participantes, ao longo da formação continuada, indicou um movimento progressivo de aproximação com as tecnologias de Inteligência Artificial. A interação com essas tecnologias foi tanto exploratória quanto reflexiva, envolvendo experimentação prática e discussão das potencialidades didáticas para o ensino da Matemática. É possível notar que os professores não se restringiram a usar os recursos de forma eficaz, mas procuraram entender de que maneira essas tecnologias se conectam ao planejamento e à estruturação das aulas.

Os professores mostraram um envolvimento ativo na criação de atividades de matemática com mediação da Inteligência Artificial. Os professores, ao trabalhar com o ChatGPT e outros recursos digitais, criaram comandos, avaliaram as respostas que obtiveram e ajustaram conforme os objetivos pedagógicos que estabeleciam. Esse movimento é parecido com o que ocorre quando o professor resolve previamente dos exercícios do livro didático, conferindo sua adequação ao nível da turma antes de aplicá-los.

Sobre ao planejamento pedagógico, observou-se que a Inteligência Artificial começou a ganhar destaque na preparação das aulas. Os professores mencionaram melhorias na

organização de sequências didáticas, na oferta de exemplos contextualizados e na variedade de estratégias para explicar os conteúdos de matemática. Essa prática ajudou a enriquecer a produção pedagógica dos professores, sem tirar o papel principal do docente nas escolhas didáticas.

A interação entre os participantes foi um aspecto significativo da prática durante a formação. Os professores trocaram experiências, debateram as limitações que encontraram ao utilizar as tecnologias e refletiram em conjunto sobre as respostas geradas pela Inteligência Artificial. Esse espaço de diálogo contribuiu para que todos chegassem a um entendimento conjunto sobre como essas tecnologias podem ser usadas na educação, assim como no ensino de matemática.

A atuação mediadora do formador teve um tom de orientação e reflexão, guiando a atenção dos docentes para questões pedagógicas e éticas relacionadas ao uso da Inteligência Artificial. A mediação, em vez de oferecer respostas prontas, fomentou a crítica às produções e o questionamento da relevância das atividades para a realidade escolar. Isso reforçou a autonomia dos professores em sua prática na formação.

Por último, o que foi aprendido na prática deu origem a atividades e planos de aula que integram a Inteligência Artificial ao ensino de Matemática. Para além do material produzido, notou-se uma alteração na atitude dos professores, com mais segurança ao utilizar as tecnologias e um olhar mais crítico sobre seus limites e potencialidades. Essa mudança é um sinal de crescimento profissional, que provavelmente terá um impacto no dia a dia da sala de aula.

Em diferentes termos, a prática dos professores que participaram da pesquisa indica que a interação com tecnologias de Inteligência Artificial, quando inserida em um contexto formativo colaborativo, provoca uma reconfiguração na ação do professor. Tal como no contexto escolar, onde a prática pedagógica se firma na reflexão sobre a ação, a formação que se analisou mostrou que o uso consciente da Inteligência Artificial se alia ao compromisso com o ensino da Matemática.

5.1.4. Quatro momento da formação "Consolidação e avaliação do processo formativo"

No quarto momento da análise, que se refere aos 7º e 8º encontros da formação, juntamente com a aplicação do questionário final, caracterizando-se como a etapa de consolidação e avaliação da experiência formativa. A análise, neste momento, centrou-se na

organização das aprendizagens que foram construídas durante o processo e na reflexão sobre como a formação impactou a prática dos professores.

Foram desenvolvidas atividades como a observação da prática pedagógica utilizando a Inteligência Artificial em aula, uma palestra com professora convidada e a avaliação final com fechamento da formação. Com isso, foi possível reexperimentar as vivências, assim como no ambiente escolar o professor revisita conteúdos já trabalhados para avaliar progressos e desafios.

Dessa maneira, o quarto momento possibilitou entender de que forma os formandos lograram sistematizar os saberes construídos e avaliaram a contribuição da formação para a utilização da Inteligência Artificial no ensino de Matemática.

Figura 21- Uso das plataformas de Inteligência Artificial em sala de aula no período pós-formação.



Fonte: Créditos à autor (2025)

A formação foi um ponto de partida para a integração das plataforma de Inteligência Artificial ao cotidiano escolar, especialmente ensino de matemática. Como indicam os resultados do questionário pós-formação na figura 21 e as observações dos professores. A maior parte dos participantes trouxe relatos concretos de uso das plataformas em aula, enquanto as dificuldades mencionadas dizem respeito, sobretudo, a limitações materiais e institucionais do contexto escolar.

Os dados indicam que o processo durante a formação provocou mudanças na prática pedagógica dos professores, ainda que de maneira distinta, já que não são todos os professores que têm as mesmas condições para implementar os saberes discutidos ao longo da formação.

Analisando os resultados do questionário pós-formação, é fundamental não apenas considerar os percentuais, mas também relacioná-los com as falas e com o sistema de atividade, o que possibilita uma interpretação crítica, contextualizada e coerente com os objetivos da pesquisa.

Quetionario:

P1: Antes da formação, eu não conhecia a Inteligência Artificial e percebia muitos desafios. Após a formação, sinto que não enfrento desafios no uso dessa tecnologia no ensino de Matemática.

P2: Os principais desafios que encontro estão relacionados à disponibilidade e às condições dos equipamentos tecnológicos.

P3: O principal desafio ao utilizar a Inteligência Artificial no ensino de Matemática está relacionado à instabilidade da rede de internet.

P4: Os principais desáfios são os equipamentos da escola, mas eu agradeço muito por ter essa orpotunidade, facilitou muito no meu trabalho como um professor na era tecnologia.

P5: Os desafios que enfrento incluem a deficiência da rede de internet e a preocupação relacionada ao uso reduzido do telemóvel pelos alunos.

P6: Os maiores desafios para utilizar a Inteligência Artificial no ensino de Matemática na minha escola são o acesso limitado à internet e a falta de dispositivos tecnológicos, uma vez que muitos estudantes não possuem telemóvel.

P7: Na minha realidade escolar, os maiores desafios para utilizar a Inteligência Artificial no ensino de Matemática são o acesso limitado à internet, a escassez de materiais didáticos que integrem a Inteligência Artificial e a falta de formação específica dos professores.

P8: Um dos desafios que enfrento é o fato de os alunos não utilizarem tecnologias no processo de ensino e aprendizagem.

P9: Antes da formação, eu enfrentava desafios e dificuldades para organizar os recursos didáticos. Após conhecer as tecnologias de Inteligência Artificial, sinto maior motivação para elaborar recursos didáticos e planejar o ensino de Matemática de forma mais consistente.

P10 Durante a utilização da Inteligência Artificial na prática do ensino de Matemática em sala de aula, não enfrento desafios significativos, uma vez que essa tecnologia contribui para um ensino mais avançado e com maior agilidade.

P11: Não percebo desafios no uso da Inteligência Artificial, pois ela contribui para a organização dos recursos didáticos quando enfrento dificuldades no planejamento, além de possibilitar melhor aproveitamento do tempo de trabalho no ensino de Matemática.

O que os professores (P1-P11) disseram indica que a formação resultou em uma mudança significativa no quanto estão familiarizados com a Inteligência Artificial. A experiência da participante P revela uma mudança de insegurança para confiança no uso, o que sugere que a formação funcionou como uma mudança em termos de reestruturação

ideológica e prática. Esse movimento é comparável à trajetória de um professor que, ao se familiarizar com uma nova abordagem pedagógica, começa a trabalhar o conteúdo de maneira mais confiante e organizada.

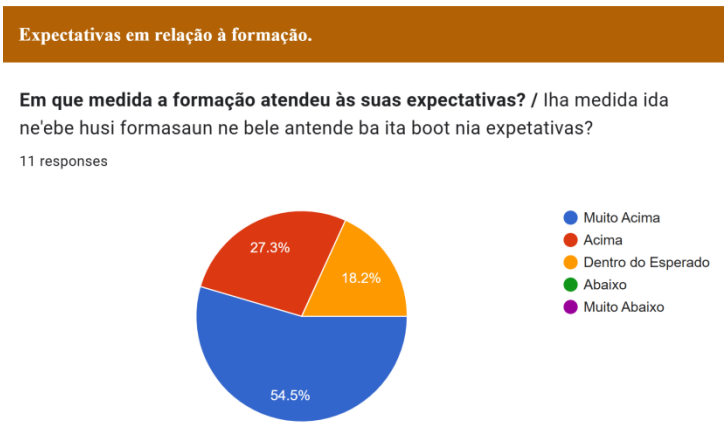
Contudo, as vivências que surgem após a formação não se restringem ao aspecto conceitual. As intervenções de P2, P3, P4, P6 e P7 sugerem que os problemas ainda estão intimamente ligados às condições estruturais da instituição de ensino. É comum enfrentar a falta de equipamentos, a instabilidade da conexão com a internet e a falta de dispositivos por parte dos alunos.

Estes testemunhos sugerem que, assim como a tentativa de implementar um planejamento bem estruturado em uma sala de aula sem os materiais básicos na prática pedagógica mediada por IA, mesmo após a formação, em barreiras externas ao professor.
Outro ponto importante diz respeito à interação dos alunos com a tecnologia. P8, um dos participantes, observa que os alunos têm usado muito pouco a tecnologia, o que pressiona a aplicação das sugestões debatidas durante a formação. Esse ponto ressalta que a vivência posterior à formação não está apenas nas mãos do professor, mas também no contexto em que a escola se encontra.

No âmbito da pedagogia, as falas de P9, P10 e P11 sugerem mudanças que têm um vínculo mais direto com a prática do ensino. O participante P9 menciona que conseguiu vencer as dificuldades que havia encontrado no planejamento dos recursos didáticos e que está mais disposto a criar materiais para o ensino de Matemática. P10 e P11 mencionam que, depois da formação, a aplicação na sala de aula ficou mais estruturada e dinâmica, com menos dificuldades no planejamento e uma gestão do tempo mais eficiente. Essas vivências indicam que a formação teve um papel reorganizador do trabalho docente, tal qual o momento em que o professor começa a planejar suas aulas com mais clareza de objetivos e estratégias.

De maneira geral, as falas revelam que a experiência após a formação foi repleta de conquistas no que se refere ao planejamento pedagógico e à autoconfiança profissional, mas ainda enfrenta desafios estruturais que se mantêm. Dessa forma, a formação alargou os horizontes de atuação dos professores, mas seu impacto ainda depende das condições materiais e institucionais das escolas em que esses educadores trabalham.

Figura 22- Expetativa dos participantes pós-formação.



Fonte: Créditos à autor (2025)

A Figura 22 apresenta as respostas expetativas dos professores que participaram do questionário pós-formação. Os dados apresentam um quadro, de maneira geral, favorável em comparação às expectativas dos professores de Matemática. Dos 11 participantes, 54,5% afirmaram que a formação superou suas expectativas, com a avaliação de “muito acima”, enquanto 27,3% disseram que foi “acima” e 18,2% mencionaram que os resultados se mantiveram “dentro do esperado”. Não foram registrados dados nas categorias “abaixo” ou “muito abaixo”, o que reforça uma percepção positiva do percurso desenvolvido.

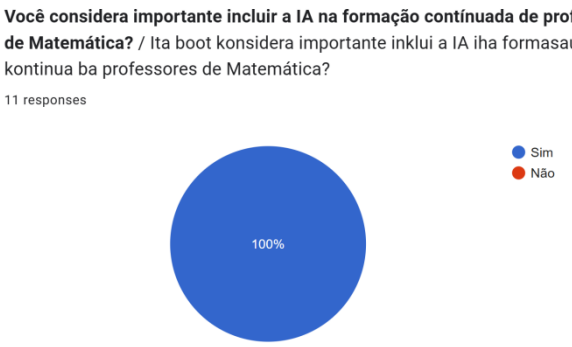
Os resultados indicam que a formação foi bastante aceita pelos participantes, o que sugere que ela está alinhada com as necessidades da metodologia pedagógica e com os desafios do dia a dia na escola. Numa leitura acadêmica, os dados mostram que os docentes perceberam ganhos em sua formação profissional e também cognitiva, valorizando a experiência que tiveram. Assim como ocorre em um processo educativo em que os alunos reconhecem a relevância dos conteúdos para suas vidas, os professores mencionam que a formação teve uma aplicabilidade real em suas práticas pedagógicas.

A ausência de feedbacks negativos reforça a ideia de que o percurso formativo foi bem estruturado e que houve uma consonância entre os objetivos estabelecidos e as expectativas iniciais dos formandos. Apesar de o número de participantes ser pequeno, o que requer cuidado ao fazer generalizações, as respostas indicam uma forte aprovação e confiança no trabalho realizado.

De modo geral, os resultados indicam que os professores não apenas acolheram a formação, mas passaram a valorizar ainda mais a formação após participar dela, permitindo

novas discussões e aprofundamentos sobre o uso da Inteligência Artificial e das tecnologias digitais no ensino da Matemática.

Figura 23- Percepção dos professores sobre a importância da Inteligência Artificial na formação continuada em Matemática.



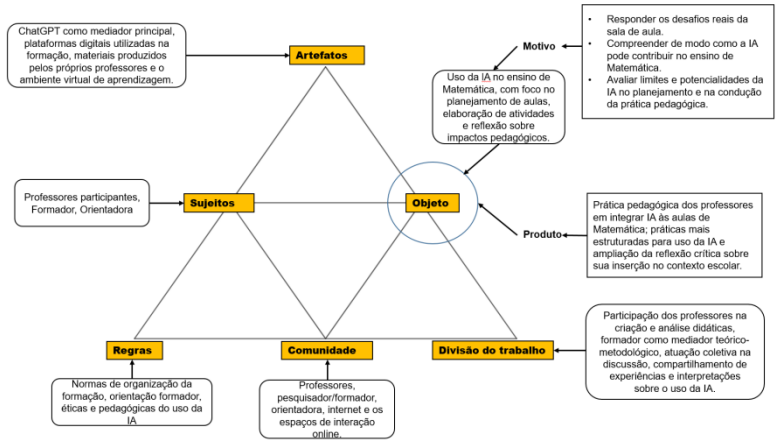
Fonte: Créditos à autor (2025)

O gráfico da Figura 23 mostra os resultados do questionário pós-formação sobre a relevância da inclusão da Inteligência Artificial na formação continuada de professores de Matemática. Os dados indicam que todos os participantes concordam, uma vez que 100% dos respondentes se mostraram favoráveis à inclusão. Esse resultado revela que, de forma coletiva, os docentes estão alinhados às necessidades de desenvolvimento profissional que se configuram na atualidade.

Essa imagem indica que a experiência da formação contribuiu para a construção de uma visão favorável sobre a importância da IA na prática pedagógica. Esse achado dialoga com investigações anteriores, que indicaram que a maioria dos professores passou a utilizar plataformas de IA após a formação, revelando uma consonância entre discurso e prática.

Esse consenso pode ser interpretado como um reforço relacionado ao aprimoramento da prática docente mediada por tecnologias digitais. Os resultados reforçam a pertinência da proposta formativa em questão e indicam a relevância de manter ações formativas alinhadas à realidade das escolas e às necessidades concretas dos professores de Matemática.

Figura 24- Quarta representação do sistema de atividade individual.



Fonte: Elaborado pelo autor, com base em Engeström (1987)

No sistema de atividade anterior, os professores passam, em um primeiro momento, por um movimento de exploração e familiarização com a IA, o que envolve o contato com conceitos, possibilidades de uso e primeiros experimentos mediadores.

Esse é o momento em que se reforça o objeto da formação, que consiste em compreender como a IA funciona e refletir sobre suas possibilidades pedagógicas. Os participantes ainda se organizam, em grande medida, segundo uma orientação mais conduzida pelo formador, com uma forte dimensão de estudo e adaptação inicial.

No quarto momento, o sistema de atividades passa a se reconfigurar, no qual o objeto de estudo se desloca de uma compreensão mais exploratória para uma aplicação mais prática em contextos reais ou que se aproximam da atividade dos professores. Os artefatos permanecem, mas passam a ser utilizados de maneira mais focada e crítica, uma vez que os professores se sentem mais confiantes e apresentam maior domínio do conteúdo.

A comunidade se fortalece, uma vez que os professores começam a assumir um papel mais proativo na construção conjunta de conhecimentos, trocando experiências, questionando ideias e avaliando as possibilidades reais de integrar a IA ao ensino de Matemática. À luz da concepção de mediação pedagógica apresentada por Almeida (2005), na qual o professor assume múltiplas funções, tais como mediador, incentivador, provocador e investigador da própria prática e da aprendizagem.

Nesse enquadramento, o movimento em que os professores passam a assumir um papel mais proativo na construção conjunta de conhecimentos revela um deslocamento da centralidade da formação, antes concentrada no formador, para uma lógica mais distribuída e colaborativa.

A divisão do trabalho e as regras também passam por movimentos significativos. A formação, que antes se baseava quase exclusivamente na orientação do pesquisador/formador, passa a se caracterizar por uma corresponsabilidade maior entre os participantes, com uma colaboração mais efetiva e uma postura reflexiva mais abrangente.

Ao considerar as contribuições de Borba, Souto, Cunha e Domingues (2023), essa reorganização da comunidade ganha uma dimensão ainda mais ampla, pois as mídias incluindo a Inteligência Artificial e a Inteligência Artificial Generativa passam a ser compreendidas como participantes ativas na produção do conhecimento matemático.

Nessa perspectiva, não se trata apenas de professores que interagem entre si, mas de coletivos formados por seres humanos com mídia, nos quais as tecnologias integram o processo de pensar, produzir e validar conhecimentos.

Esse movimento indica o progresso do grupo e o fortalecimento da autonomia profissional dos professores. Entre os sistemas, revela-se um processo contínuo de transformação do primeiro contato à apropriação crítica, da experimentação orientada à análise prática, da curiosidade inicial à segurança pedagógica.

Assim, esse sistema favorece, além da incorporação da IA como uma possibilidade no ensino de Matemática, o desenvolvimento de uma cultura colaborativa e reflexiva entre os professores, aspecto central em processos durante formação.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa tratou do surgimento, durante a Inteligências Artificiais na formação continuada dos professores do ensino secundário de matemática em Timor-Leste. A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, o que possibilitou compreender de forma como os professores de Matemática adquiriram conhecimento durante a formação. A realização dos encontros de maneira totalmente online, através de google meet e AVA, permitiu a combinação de atividades individuais e em dupla, o que contribuiu para um ambiente participativo, baseado no diálogo e colaborativo.

A formação realizou pela presença dos professores de vários municípios de Timor-Leste, enriqueceu a análise da pesquisa ao possibilitar a observação de diferentes pontos de vista sobre an utilização da IA no ensino de Matemática. A análise realizada nesta pesquisa indica que an incorporação das inteligências artificiais generativas no ensino de Matemática em Timor-Leste cria um ambiente educacional ativo, repleto de tensões construtivas, negociações de significados e uma reconfiguração das práticas de ensino.

A relação entre professores e IA, então, não se resume ao contato com uma inovação tecnológica, o que se confirmou em quatro momentos organizados na análise. É um processo de formação profissional carregado de tensões internas e externas que provocam mudanças no comportamento professor e nas concepções sobre a instrução. O objetivo principal foi compreender como professores do Ensino Secundário constroem conhecimento ao interagir com inteligências artificiais, especialmente com o ChatGPT.

A pesquisa, fundamentada pela Teoria da Atividade (Engeström, 1987, 1999, 2001; Engeström; Sannino, 2011; Galleguillos, 2016), enfatizou a pluralidade de vozes, a historicidade das ações, as mediações, as contradições e a coletividade das experiências. Os registros audiovisuais, a observação participante, os questionários, as entrevistas, as notas de campo e os grupos focais possibilitaram compreender a complexidade das interações docentes e o movimento coletivo de produção de conhecimento.

A trajetória de formação revelou avanços progressivas na relação dos professores com a IA generativa. No primeiro momento, observou-se a apropriação de conceitos centrais e o primeiro reconhecimento do potencial da tecnologia de IA. O segundo momento, que se concentrou na compreensão teórica e ética da IA na educação, observou um aumento nas interações, maior envolvimento dos professores e uma construção colaborativa de significados, além de discussões mais aprofundadas sobre a responsabilidade pedagógica, as

implicações sociais e os efeitos do uso da IA no contexto escolar de Timor-Leste. No terceiro momento, que focou na prática e na produção de materiais didáticos, as contradições se tornaram mais evidentes, manifestando-se em dilemas, conflitos, comflitos críticos e duplo vínculo ou beco sem saída. Contudo, essas tensões atuaram como incentivadores para uma aprendizagem mais ampla, promovendo uma reestruturação nas estratégias e um aprofundamento na reflexão. O quarto momento, que se dedicou à consolidação e avaliação do processo de formação, revelou um aumento na confiança pedagógica, uma maior clareza nos objetivos e uma apropriação mais crítica e consciente da IA, indicando um amadurecimento profissional.

Percebeu-se também que as contradições não apareceram de modo individual. Em várias ocasiões, elas surgiram sobrepostas, o que evidenciava a complexidade do sistema de atividade e a habilidade dos professores em negociar diferentes pontos de vista em tempo real. Nesse contexto, a IA generativa se tornou o elemento integrador, conectando vozes, experiências e intenções pedagógicas.

Os resultados obtidos evidenciam que o objetivo principal da pesquisa foi atingido. É claro que a IA ajudou a expandir as oportunidades educativas, a fortalecer a colaboração entre pares e a apoiar inovações pedagógicas no ensino da Matemática. Ao mesmo tempo, provoca considerações éticas, pedagógicas e estruturais que demandam planejamento, formação continuada e políticas educacionais que sejam atentas às particularidades do contexto timorense. Por conseguinte, esta pesquisa destaca a importância de considerar a IA não apenas como um recurso tecnológico, mas como um elemento de um processo educativo que demanda transformação, reflexão crítica e a construção conjunta de novos significados para o ensino de matemática no contexto atual e especialmente em Timor-Leste.

REFERÊNCIAIS

ABT – Associação Brasileira de Tecnologia Educacional. Disponível em: <http://abt-br.org.br/>. Acesso em: 8 abr. 2024. As competências do professor na educação 4.0: o papel das inteligências artificiais na formação docente. Revista Educação, Humanidades e Ciências Sociais, v. 07, n. 13, 2023. Disponível em: https://periodicos.educacaotransversal.com.br/index.php/rechso/article/view/90>. Acesso em: 8 abr. 2024.

ABAR, C. A. P; SANTOS, J. M; ALMEIDA, M. V. Um estudo teórico sobre competências necessárias para compreender o uso da Inteligência Artificial na Educação. **Etic@net. Revista científica eletrônica de Educação e Comunicação na Sociedade do Conhecimento,(**Tradução pelo autor) v. 23, n. 2, p. 230–245, 2023. Disponível em: https://revistaseug.ugr.es/index.php/eticanet/article/view/28498. Acesso em: 8 abr. 2024.

AISENBERG FERENHOF, H. Métodos qualitativos de pesquisa: de dados à informação ao conhecimento; formando pesquisadores. **Revista Internacional de Engenharia e Gestão do Conhecimento** (Tradução pelo autor), v. 7, n. 19,2018.Disponívelem:http://incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/IJKEM/article/view/5238. Acesso em: 12 ago. 2024.

ALMEIDA, M. E. B. Tecnologia na escola: criação de redes de conhecimento. In: ALMEIDA, M. E. B.; MORAN, J. M. (org.) **Integração das tecnologias educacionais**. Brasília: MEC/SEED, 2005.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação:** uma introdução à teoria e aos métodos. Porto, Portugal: Porto Editora, 1994. 333p.

BORBA, M. C; SCUCUGLIA, R. S; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática: sala de aula e internet em movimento**. Autêntica Editora, 2020.

BORBA, M. C; SOUTO, D. L. P; CANEDO JUNIOR, N. R. **Vídeos na educação matemática: Paulo Freire e a quinta fase das tecnologias digitais**. Belo Horizonte: Autêntica, 2022.

BORBA, M. C; SOUTO, SOUTO, D. L. P; CUNHA, J. F. T; DOMINGUES, N. S. Humans-with-Media: Twenty-Five Years of a Theoretical Construct in Mathematics Education. *In*: PEPIN, Birgit; GUEUDET, Ghislaine; CHOPPIN, Jeff (Orgs.). **Handbook of Digital Resources in Mathematics Education**. Cham: Springer International Publishing, 2023, p. 1–26. Disponível em: <https://link.springer.com/10.1007/978-3-030-95060-6_7-1>. Acesso em: 02 mar. 2026.

BORBA, M. C; XAVIER, J. F. Vídeos curtos na perspectiva dos seres-humanos-com-mídias e da Teoria da Atividade. Intermaths, Vitória da Conquista, v. 3, n. 2, p. 01–14, 2022. DOI: 10.22481/intermaths.v3i2.11869. Disponível em: https://periodicos2.uesb.br/intermaths/article/view/11869. Acesso em: 19 fev. 2026.

COSTA JÚNIOR, J. F. et al. As Competências do Professor Na Educação 4.0: O Papel das Inteligências Artificiais na Formação Docente. **Revista Educação. Humanidades e Ciências Sociais**, n.13. v. 07, jun. 2023. Disponível em:

https://periodicos.educacaotransversal.com.br/index.php/rechso/article/view/90. Acesso em: 8 abr. 2024

DURSO, S. O. Reflexões Sobre a aplicação da inteligência artificial na educação e seus impactos para a atuação docente. **Educação em Revista**, v. 40, p. e47980, 2024. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102 46982024000100404&tlng=pt. Acesso em: 8 abr. 2024.

ENGESTRÖM, Y. Activity theory and individual and social transformation. In: ENGESTRÖM, Y.; MIETTINEN, R.; PUNAMÄKI, R (Org.). **Perspectives on activity theory**. Cambridge England: Cambridge University Press, 1999. p. 19-38.

ENGESTRÖM, Y. **Learning by expanding**: an activity-theoricalaprroach to developmental research. Helsinki, 1987. Disponível em: http://lchc.ucsd.edu/MCA/Paper/Engestrom/expanding/toc.thm.

ENGESTRÖM, Y.; SANNINO, A. **Studies of expansive learning: foundations, findings and future challenges.** Educational Research Review, 2010.

ENGESTRÖM, Y; SANNINO, A. Discursive manifestations of contradictions in organizational change efforts: a methodological framework. **Journal of Organizational Change Management**, v. 24, n. 3, p.368–387, 2011.

ENGESTRÖM, Y. **Aprendizagem expansiva: por uma reconceituação pela teoria da atividade**. In: ILLERIS, K. (org.). Teorias contemporâneas da aprendizagem. Porto Alegre: Penso, 2001a. p. 68-90.

ENGESTRÖM, Y. **Expansive learning at work: toward an activity theoretical reconceptualization**. Journal of Education and Work, Vol. 14, Nº 1, 2001.

FERREIRA, A. T. B; LEAL, T. **Formação continuada de professores**: reflexões sobre a prática. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2010.

FIATCOSKI, D. A. S; GÓES, A. R. T. Desenho Universal para Aprendizagem e Tecnologias Digitais na Educação Matemática Inclusiva. **Revista Educação Especial**, 2021. Disponível em: https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/55111. Acesso em: 27 mar. 2024.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa-3**. Artmed editora, 2008.

FLÔRES, S. R; DULLIUS, M. M. Mentoring no desenvolvimento profissional de professores de matemática relacionado ao planejamento de aulas, integrando tecnologias digitais. **Educação em Revista**, v. 40, p. e39452, 2024. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-46982024000100203&tlng=pt. Acesso em: 8 abr. 2024.

FREITAS, M. T. A. **A formação de professores diante dos desafios da cibercultura**. Cibercultura e formação de professores. Belo Horizonte: Autêntica, 2009.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

GATTI, B. A. Grupo focal na pesquisa em ciências sociais e humanas. In: **Grupo focal na pesquisa em ciências sociais e humanas**. 2005. p. 77-77.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2007

GUSMÃO. M. M. **Cooperação bilateral Brasil-Timor-Leste na profissionalização docente em serviço**: perspectivas e desafios do século XXI. Brasilia, 2010. 152f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) – Universidade de Brasilia.

KENSKI, V. M. Educação, memórias e cultura digital: reflexões para hoje e os próximos futuros. **Video Journal of Social and Human Research**, v. 2, n. 1, p. 35–44, 2023. Disponível em: https://vjshr.uabpt.uema.br/index.php/ojs/article/view/23 Acesso em: 05 out. 2024.

MISKULIN, R. G. S. As potencialidades didático pedagógicas de um laboratório em educação matemática mediado pelas TICs na formação de professores. In: LORENZATO, Sérgio (Org). O Laboratório de Ensino de Matemática na Formação de Professores. Campinas, SP: Autores Associados, 2009. p.153-178.

MORGAN, D. **Focus groupo como pesquisa qualitativa. Série Métodos de Pesquisa Qualitativa, tradução meu**. 16. Londres: Sage Publications. (1997).

Morgan, David L. "Focus Groups". **Annual Review of Sociology**, vol. 22, 1996, pp. 129-152, https://www.jstor.org/stable/2083427?seq=1.

OLIVEIRA, A. A. S; TRANCOSO, A. E. R. **Metassíntese Apontamentos para sistematização de revisões amplas e crítica interna à produção científica. In: Investigação Qualitativa em Saúde**. Investigación Cualitativa en Salud. Volume 1. 2015.

MORAN, J. M. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. [s.l.]: Papirus Editora, 2017. (Papirus educação).

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://journal.editorametrics.com.br/index.php/amormundi/article/view/254.Acesso em: 13 de mai. 2024.

PONTE, J. P; OLIVEIRA, H; VARANDAS, J. M. O contributo das tecnologias de informação e comunicação para o desenvolvimento do conhecimento e da identidade profissional. **Formação de professores de Matemática: Explorando novos caminhos com outros olhares**, p. 159-192, 2003.

RODRIGUES, O. S; RODRIGUES, K. S. **A inteligência artificial na educação: os desafios do ChatGPT. Texto Livre**, v. 16, p. e45997, 2023. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983 36522023000100224&tlng=pt. Acesso em: 28 jul. 2024.

SANTAELLA, L. **A inteligência artificial é inteligente?** São Paulo: Almedina, 2023

SCHLEICHER, A. **De classe mundial: como construer um sistema escolar do século XXI**. [s.l.]: OECD, 2018. (Desempenhos fortes e reformadores bem-sucedidos na educação) (tradução pelo autor). Disponível em: https://www.oecd-ilibrary.org/education/world-class_9789264300002-en. Acesso em: 13 out. 2024.

SHAHRIAR, S; HAYAWI, K. Vamos conversar! Uma conversa com o ChatGPT: **Tecnologia, Aplicações e Limitações. Inteligência Artificial e Aplicações**. v. 2, n. 1, p. 11–20, 2023.(Tradução pelo autor) Disponível em: https://ojs.bonviewpress.com/index.php/AIA/article/view/939. Acesso em: 9 abr. 2024.

SILVA, V. T. **O "estar junto virtual" na formação continuada de professores.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat), Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM), Barra do Bugres, 2018. 164 p. disponível em: http://portal.unemat.br/media/files/VILSON_TEIXEIRA_DA_SILVA.pdf. Acesso em: 02 abr. 2019.

SOUTO, D. L. P; BORBA, M. C. Seres humanos-com-internet ou internet-com-seres humanos: uma troca de papéis? **Revista Latinoamericana de Investigação em Educação Matemática a**, v. 19, n. 2, p. 217–242, 2023. Disponível em: https://relime.org/index.php/relime/article/view/141. Acesso em: 27 mar. 2024.

SOUTO, D. L. P. **Transformações expansivas na produção matemática on-line**. São Paulo: Editora Cultura Acadêmica, 2014.

SOUTO, D. L. P. **Transformações expansivas em um curso de educação matemática a distância online**. Tese (Doutorado em Educação Matemática), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Rio Claro, 2013. 279 p. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/handle/11449/102097. Acesso em: 27 mar. 2024.

SOUTO, D. L. P; CUNHA, J. F. T; BORBA, M. de C. **Inteligência Artificial em Educação Matemática**. Belo Horizonte, MG: Autêntica Editora, 2025. (Tendências em Educação Matemática).

TAYLOR, S. J; BOGDAN, R; DEVAULT, M**. Introdução aos métodos de pesquisa qualitative: Um guia e recurso**.(Tradução pelo autor) John Wiley & Sons, 2015.

TIMOR-LESTE. **Constituição da República Democrática de Timor-Leste**. 2002. Disponível em: http://timor-leste.gov.tl/wp- content/uploads/20 1 0/03/C onstituicao_RDTL_PT.pdf. Acesso em: 05 out. 2024.

TIMOR-LESTE. **Diploma Ministerial n 13/2011**, artigo 10, 2011. 2011.Disponível em: http://www.infordepe.tl/legislacao/. Acesso em: 05 out. 2024.

TIMOR-LESTE. Lei n. 14/2008, de 29 de outubro de 2008: Estabelece as Bases da Educação do Timor-Leste. 2008. Disponível em: http://www.me.gov.t/lei-de-base-da-educao. Acesso em: 05 out. 2024.

World Bank statement on East Timor- Timor-Leste|ReliefWeb. Disponível em: https://reliefweb.int/report/timor-leste/world-bank-statement-east-timor. Acesso em: 07 Jul. 2024.