



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

ÁREA DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA

E SEUS FUNDAMENTOS FILOSÓFICO-CIENTÍFICOS

**Inteligência artificial generativa no planejamento
de aulas de matemática em metodologias ativas**

FERNANDO DE MELLO TREVISANI

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS

RIO CLARO – SP

2025

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

FERNANDO DE MELLO TREVISANI

**INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA
NO PLANEJAMENTO DE AULAS DE MATEMÁTICA
EM METODOLOGIAS ATIVAS**

Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Educação Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Marcus Vinicius Maltempi

Rio Claro – SP
2025

T814i

Trevisani, Fernando de Mello

Inteligência artificial generativa no planejamento de aulas de matemática em metodologias ativas / Fernando de Mello Trevisani. -- Rio Claro, 2025
189 p.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro
Orientador: Marcus Vinicius Maltempi

1. Inteligência artificial. 2. Ensino híbrido. 3. Aprendizagem ativa.
4. Professores formação. 5. Educação matemática. I. Título.

IMPACTO POTENCIAL DESTA PESQUISA

Esta tese contribui com a Educação Matemática ao investigar como a inteligência artificial generativa pode apoiar professores no planejamento de aulas em metodologias ativas e ensino híbrido, ampliando estratégias pedagógicas, fortalecendo a autoria docente, destacando a importância do letramento digital e da formação crítica em IA para a qualidade da aprendizagem matemática.

POTENTIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

This thesis contributes to Mathematics Education by investigating how generative artificial intelligence can support teachers in planning lessons with active methodologies and hybrid teaching, expanding pedagogical strategies, strengthening teacher authorship, and highlighting the importance of digital literacy and critical AI training for the quality of mathematics learning.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

FERNANDO DE MELLO TREVISANI

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA NO
PLANEJAMENTO DE AULAS DE MATEMÁTICA EM
METODOLOGIAS ATIVAS

Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Educação Matemática.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. MARCUS VINICIUS MALTEMPI
IGCE/Unesp/Rio Claro (SP)

Prof. Dr. JACK DIECKMANN
Universidade de Stanford/Stanford (EUA)

Prof. Dr. JHONY ALEXANDER VILLA-OCHOA
Universidad de Antioquia/Medellín (COL)

Prof. Dr. JOSÉ MANUEL MORAN
Universidade de São Paulo/São Paulo (SP)

Prof. Dr. LUCIANO SATHLER ROSA GUIMARÃES
Universidade Metodista/Belo Horizonte (MG)

Conceito: Aprovado.

Rio Claro (SP), 15 de agosto de 2025

Dedico esta tese a todos os professores do Brasil
que, como semeadores de esperanças e de futuros,
acreditam, assim como eu, em um país mais justo e
luminoso, tecido pelos fios da educação.

AGRADECIMENTOS

Decidir entrar em um doutorado é também escolher abdicar de muitas coisas durante um certo período de nossas vidas, mas também é embarcar em uma jornada desafiadora e repleta de novas conexões. Por isso, quero aproveitar esta oportunidade para agradecer algumas pessoas que foram essenciais neste trajeto.

Deus, é claro, vem em primeiro lugar. Sua presença manifestou-se desde o início da minha decisão de trilhar essa jornada, mostrando-me que poderia haver luz dentro de um dos momentos mais difíceis que vivi: o ano de 2020. Confesso que, em algumas ocasiões, cheguei a questionar Sua existência. No entanto, as experiências vividas nesses anos dissiparam de uma vez por todas essas dúvidas. Faço essa afirmação publicamente para que futuros doutorandos saibam que este caminho é também de autodescoberta.

Tão importantes quanto Ele são minha avó, Cida, e minha mãe, Neusa. Vocês estiveram comigo, seja em presença, em pensamentos, em orações ou nos momentos em que precisei de força para alcançar e continuar perseguindo meus objetivos. Agradeço a Deus diariamente por ter me dado o privilégio de compartilhar a vida com vocês. Vó, você viu daí de cima a materialização desse sonho.

Gabriela, minha noiva e futura esposa, que entrou na minha vida no ano em que decidi encarar esse desafio, e se tornou rapidamente mais uma razão pela qual eu quis trilhar esse percurso. Obrigado por sua paciência, dedicação, amor recíproco e companheirismo. Também sou grato por me introduzir a uma nova família – seus pais, irmãos, sobrinhos, avós e demais familiares – a qual passei a amar e admirar rapidamente. Casaremos sete dias após a defesa deste trabalho, será incrível celebrar ambas as conquistas ao seu lado.

Ao meu pai, Jairo, ao meu irmão, Jairo, a minha irmã, Angélica, aos meus sobrinhos, Leandro, Matheus, Vicente e Alana, e a todos meus familiares que também aguardavam minhas visitas, que se tornaram mais raras e breves conforme os anos de doutorado avançavam.

Ao professor Marcus Vinicius Maltempi, minha eterna gratidão por ter acreditado em mim em mais esta etapa da minha vida. Obrigado por suas orientações, ensinamentos e, mais importante, pela sua amizade. Sua compreensão e humanidade vão além do profissional, deixando-me sem palavras para expressar a honra de ter sido seu orientando e de ter compartilhado momentos da minha vida contigo. Obrigado, professor!

Aos amigos que fiz nesse percurso todo, tanto os dessa jornada quanto os da época do mestrado, com os quais retomei contato para pedir apoio neste processo. Nilton, Lara, Fabian,

Débora e tantos outros com quem falei algumas poucas vezes, obrigado pelas orientações e ensinamentos valiosos.

Aos professores da Universidade de Stanford, que tornaram real um sonho de adolescência: frequentar uma universidade fora do Brasil. Em especial, ao professor Jack Dieckmann, ao professor Carlos Cabana e à professora Rachel Lotan. Vocês não só reacenderam esse sonho como o tornaram possível ao me acolher em Stanford. Ao Jack, minha gratidão pela sua amizade e hospitalidade ao abrir as portas de Stanford para mim, por me acompanhar em jantares, permitir que eu ministrasse minha primeira palestra em inglês e por me levar a um evento com a Jo Boaler. Carlos, sou grato pela sua amizade e por abrir as portas da sua escola para que eu pudesse acompanhar suas aulas, conhecer seus alunos e conhecer o professor Chi Lo, graduando de matemática da Universidade da Califórnia que se tornou um novo amigo. Rachel, obrigado por estimular meu desenvolvimento pessoal e profissional em 2016 quando eu ainda atuava no Colégio Sidarta. Bastou uma conversa contigo naquele ano para que eu sonhasse em visitar Stanford.

Aos professores José Moran, Jhonny Alexander Villa Ochoa, Luciano Sathler, Adolfo Tanzi, Ana Paula dos Santos Malheiros, Lessandra Marcelly Sousa da Silva, Adilson Dalben e Fabian Posada, por aceitarem participar das bancas de qualificação e defesa, ou por contribuírem com valiosos apontamentos ao meu trabalho, mesmo sem uma participação oficial nas bancas. Minha gratidão a todos vocês é imensa. Suas contribuições foram fundamentais para este trabalho.

Por fim, aos professores participantes da pesquisa, agradeço por terem tido a disponibilidade e a coragem em compartilhar seus pensamentos durante os diversos contatos que tivemos, contribuindo para que os dados deste trabalho fossem produzidos. Sem vocês, não haveria pesquisa alguma.

RESUMO

Este trabalho investigou como recursos de inteligência artificial generativa têm sido utilizados por professores no planejamento de aulas de matemática fundamentadas em metodologias ativas e ensino híbrido. Com abordagem qualitativa, a pesquisa envolveu análise de práticas pedagógicas e entrevistas semiestruturadas com docentes da educação básica, buscando compreender as dinâmicas estabelecidas entre o professor e as ferramentas de IAGen no contexto do planejamento de aulas em modelos ativos. Os resultados evidenciam que a IA generativa contribui para a diversificação das estratégias de ensino, demandando a autoria e o protagonismo docente diante dos desafios do uso desses novos recursos. Destaca-se, entretanto, que a efetiva valorização da autoria requer que o professor exerça um papel crítico e reflexivo, atuando de maneira ativa na seleção, adaptação e qualificação das respostas fornecidas pela IAGen, em vez de assumir uma postura meramente reprodutiva das sugestões dadas pela IAGen. O estudo também aponta para limitações importantes, como a ausência de domínio, por parte dos docentes, na elaboração de *prompts* eficazes, o que pode comprometer a qualidade e a pertinência dos resultados gerados pelas ferramentas de IAGen. Além disso, foram identificados cuidados e fragilidades inerentes ao uso dessa tecnologia, tais como possíveis vieses, limitações conceituais e a necessidade de validação dos conteúdos sugeridos. Neste cenário, ressalta-se a importância de uma formação docente contínua e específica para o uso crítico e criativo desses recursos, incentivando o desenvolvimento de competências relacionadas à literacia digital e ao domínio das práticas de interação com a IAGen. Conclui-se que a atuação consciente e fundamentada do professor é elemento central para que o potencial transformador da IAGen, no planejamento de aulas de matemática, se concretize de modo ético, inovador e comprometido com a qualidade do ensino.

Palavras-chave: inteligência artificial; ensino híbrido; metodologias ativas; formação de professores; educação matemática.

ABSTRACT

This study investigated how generative artificial intelligence resources have been used by teachers in the planning of mathematics lessons based on active methodologies and blended learning. Adopting a qualitative approach, the research involved the analysis of pedagogical practices and semi-structured interviews with basic education teachers, aiming to understand the dynamics established between the teacher and generative AI tools in the context of lesson planning within active learning models. The results indicate that generative AI contributes to the diversification of teaching strategies, demanding authorship and teacher protagonism in the face of the challenges posed by the use of these new resources. However, it is emphasized that the effective appreciation of authorship requires the teacher to take on a critical and reflective role, actively engaging in the selection, adaptation, and qualification of responses provided by generative AI, rather than merely reproducing the suggestions offered by these tools. The study also highlights important limitations, such as the lack of teachers' proficiency in the formulation of effective prompts, which may compromise the quality and relevance of the outputs generated by generative AI resources. Additionally, inherent cautions and vulnerabilities were identified, such as potential biases, conceptual limitations, and the need to validate the contents suggested by AI. In this scenario, the importance of continuous and specific teacher training for the critical and creative use of these resources is underscored, encouraging the development of competencies related to digital literacy and to mastering practices of interaction with generative AI. It is concluded that the teacher's conscious and well-founded performance is a central element for harnessing the transformative potential of generative AI in mathematics lesson planning in an ethical, innovative, and quality-oriented manner.

Keywords: artificial intelligence; blended learning; active learning; teacher training; mathematics education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelos de ensino híbrido.....	47
Figura 2 - Exemplo de entrada inserida no ChatGPT.....	70
Figura 3 - Texto inserido como entrada no ChatGPT.	71
Figura 4 - Imagem criada pelo ChatGPT para o exemplo 1 do prompt CAST.	77
Figura 5 - Imagem recriada pelo ChatGPT referente ao exemplo 1 do prompt CAST.....	78
Figura 6 - Gráfico construído pelo ChatGPT referente ao exemplo 3 do prompt CAST.....	78
Figura 7 - Gráfico da função $f(x) = 2x^2 - 4x - 6$ construído pelo buscador do Google.	79
Figura 8 - Tabela apresentada por UNESCO (2023) sobre como a IAGen pode apoiar professores e o ensino.....	94
Figura 9 - Máscara do modelo de EH chamado rotação por estações.....	124
Figura 10 - Primeiro comando dado por A na realização de um planejamento de aula no modelo rotação por estações.....	126
Figura 11 - Retorno dado pelo ChatGPT para o prompt do professor B.....	127
Figura 12 - Segundo retorno dado pela IAGen a partir do prompt escrito por A.....	129
Figura 13 - Terceiro retorno dado pela IAGen a partir do <i>prompt</i> reescrito por A.....	131
Figura 14 - Introdução dada pela IAGen para o planejamento de uma aula de matemática no modelo de rotação por estações.	134
Figura 15 - As sugestões dadas pela IAGen para as duas primeiras estações.....	135
Figura 16 - Estação sugerida pelo ChatGPT para o planejamento do professor B.	136
Figura 17 - As três sugestões restantes de estações criadas pela IAGen a partir do prompt de A.	137
Figura 18 - Introdução ao plano de aula sugerido pelo ChatGPT.	142
Figura 19 - Atividade 1 sobre equações do 1º grau sugerida pela IAGen.....	143
Figura 20 - Objetivos de aprendizagem sugeridos pela IAGen para o plano de aula do professor C.....	144
Figura 21 - Sugestão de atividade dada pela IAGen para o professor C.....	145
Figura 22 - Orientações dadas pela IAGen para a atividade 1.	146
Figura 23 - Orientação pedagógica fornecida pela IAGen no plano de aula.....	148
Figura 24 - Retorno da IAGen sobre um dos momentos da atividade da professora A.	149
Figura 25 - Sugestão dada pela IAGen para a atividade do plano de aula de C.....	152
Figura 26 - Início do plano de aula elaborado pelo professor B no modelo sala de aula invertida.	156

Figura 27 - Objetivos do plano de aula elaborado por C com a ajuda da IAGen.....	158
Figura 28 - Duração e recursos mencionados pela IAGen para o plano de aula criado por C.	158
Figura 29 - Parte on-line do plano de aula de B gerado pela IAGen.....	160
Figura 30 - Parte on-line do plano de aula de C gerado pela IAGen.....	161
Figura 31 - Momento presencial sugerido para o plano de aula de C realizado pela IAGen.	164
Figura 32 - Sugestões de avaliação dada pela IAGen para o plano de aula realizado por B.	165

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição dos docentes quanto ao número de anos de atuação profissional... 103

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Exemplos de <i>prompts</i> I-I-C.....	72
Quadro 2 - Exemplos do <i>prompt</i> CAST.....	74
Quadro 3 - Exemplos de <i>prompts</i> criados pelo ChatGPT a partir do modelo CLEAR.....	80
Quadro 4 - Exemplos de <i>prompts</i> criados pelo ChatGPT com base em Youngblood (2023). 83	
Quadro 5 - Exemplos de <i>prompts</i> criados pelo ChatGPT para exemplificar o modelo dos 5 Ws.....	87

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais aplicações de IA.	60
Tabela 2 - Domínios dos riscos de IA segundo o AI Risk Repository e aspectos essenciais no contexto educacional.	67
Tabela 3 - Meses e anos de realização das entrevistas.	106

LISTA DE SIGLAS

CIEB – Centro de Inovação para a Educação Brasileira

EaD – Educação a distância

EH – Ensino híbrido

IA – Inteligência Artificial

IAGen – Inteligência Artificial Generativa

ML – Machine Learning (Aprendizagem de Máquina)

PPGEM – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	18
INTRODUÇÃO.....	18
1.1 Trajetória do pesquisador	25
1.2 Estrutura da tese.....	29
CAPÍTULO 2	31
A formação de professores de matemática, o ensino híbrido e a inteligência artificial	31
2.1 Metodologias ativas e ensino híbrido	31
2.2 Ensino híbrido.....	41
2.2.1 Modelos de Rotação	48
2.2.1.1 Rotação por Estações.....	48
2.2.1.2 Laboratório Rotacional	49
2.2.1.3 Sala de Aula Invertida	50
2.2.1.4 Rotação individual.....	52
2.2.2 Modelo Flex.....	52
2.2.3 Modelo À la Carte	53
2.2.4 Modelo Virtual Enriquecido.....	54
2.2.5 Sobre todos os modelos de ensino híbrido	54
2.3 Inteligência artificial na educação	55
2.3.1 Modelos de <i>prompts</i> que podem ser utilizados por professores.....	69
2.4 Articulando metodologias ativas e inteligência artificial na educação.....	89
CAPÍTULO 3	96
METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS DE PESQUISA	97
3.1 A trajetória desta pesquisa e sua perspectiva metodológica.....	97
3.2 Momentos de produção dos dados.....	100
3.2.1 Seleção dos professores participantes da pesquisa	101
3.2.2 As entrevistas com os professores	105
3.2.3 Uso de aplicativos de mensagens para monitorar as percepções dos professores.....	107
3.2.4 Os planos de aula criados com o uso de recursos de inteligência artificial.....	108

3.2.5 Análise das grades curriculares dos cursos de formação inicial e continuada	108
3.3 O método adotado para descrever e analisar os dados	109
CAPÍTULO 4	112
APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS	112
4.1 Perfil profissional e as grades curriculares dos cursos de formação inicial e continuada	113
4.2 Os planos de aula sobre EH criados com a ajuda de recursos de IAGen.....	123
4.2.1 Os planos de aula de matemática realizados no modelo de rotação por estações .	125
4.2.2 Conclusões sobre os planos de aula de matemática no modelo rotação por estações	139
4.2.3 Os planos de aula de matemática realizados no modelo laboratório rotacional ...	141
4.2.4 Conclusões sobre os planos de aula de matemática no modelo laboratório rotacional	153
4.2.5 Os planos de aula de matemática realizados no modelo sala de aula invertida.....	155
4.2.6 Conclusões sobre os planos de aula de matemática no modelo sala de aula invertida..	166
CAPÍTULO 5	170
CONSIDERAÇÕES FINAIS	170
REFERÊNCIAS	177
APÊNDICE I – Questionário sobre ensino híbrido.....	186
APÊNDICE II – Questionário sobre IA na educação.....	187
ANEXO I – Carta-convite aos professores de matemática	188

CAPÍTULO 1

*O ser humano é aquilo que a educação faz dele.
Immanuel Kant*

INTRODUÇÃO

Diversas pesquisas em Educação Matemática e outras áreas do conhecimento têm explorado diferentes possibilidades para o ensino e a aprendizagem de matemática durante a educação básica e o ensino superior (Ferreira; Ozório; Moreira, 2024; Marques et al., 2024; Soares, 2023; Oliveira; Dias, 2021; Filatro; Cavalcanti, 2018; Santos; Borges, 2016; Bender, 2015).

Ao mesmo tempo, as políticas públicas brasileiras têm buscado propor mudanças na educação em diversos aspectos, desde a formação inicial dos professores até a adoção de diferentes formas e recursos para ensinar os estudantes. Uma das sugestões presentes em políticas públicas, como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB 9.394/96), promulgada em 1996 (Brasil, 1996); os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), em 1997 (Brasil, 1997); a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), em 2018 (Brasil, 2018); e a Resolução CNE/CEB nº 1/2022, que institui a BNCC da Computação (Brasil, 2022), incentivam o uso de recursos digitais com fins pedagógicos por parte dos docentes. Essa última, ao complementar a BNCC, abre espaço para o trabalho com a alfabetização em inteligência artificial de forma transversal e, em alguns casos, até em unidades curriculares específicas. Além disso, destaca a possibilidade de se trabalhar a Computação Desplugada, especialmente adequadas para a educação infantil e os anos iniciais do ensino fundamental, bem como para contextos de baixa conectividade, realidade vivenciada por parte das escolas públicas brasileiras.

Ações nesse sentido não são novas na educação brasileira. O primeiro programa que incentivava o uso da informática dentro das escolas surgiu em 1981 durante o I Seminário Nacional de Informática Educativa. Esse seminário originou projetos como: Educom¹, Formar² e Proninf³. Ao longo desses anos, diversas pesquisas que buscam investigar o uso de recursos

¹ Computadores na Educação: lançado em 1983 pelo Ministério da Educação e da Cultura (MEC) e pela Secretaria de Educação de Informática. Tinha como objetivo principal estimular o desenvolvimento de pesquisa multidisciplinar, voltada para a aplicação de tecnologias de informática no processo ensino-aprendizagem.

² Originou-se dentro do projeto Educom para “Formar” recursos humanos para o trabalho na área de informática educativa.

³ Programa Nacional de Informática na Educação foi lançado em 1989 pelo MEC e deu continuidade às iniciativas anteriores, contribuindo especialmente para a criação de laboratórios e centros para a capacitação de professores.

digitais na educação por professores e alunos têm sido realizadas (Baroni; Maltempi, 2020; Borba; Penteado, 2007; Maltempi, 2005; Valente, 1999).

Especificamente sobre as políticas públicas brasileiras, no final da década de noventa, os PCN constituíram diretrizes governamentais essenciais para a educação básica como um todo. Oficializados pelo governo federal, esses parâmetros desempenharam um papel crucial na orientação dos currículos estaduais, destacando-se os documentos específicos de Matemática que sublinham a relevância desta disciplina no cotidiano, associando-a a diversas aplicações práticas e à sua integração com outras áreas do saber (Brasil, 1997).

Embora os PCN tenham perdido o status de documento oficial, eles continuam a ser referência na educação básica brasileira. Em 2017, um movimento de revisão curricular da educação básica brasileira culminou na homologação da Base Nacional Comum Curricular em dezembro do mesmo ano. Este documento novo enfatiza que:

A BNCC por si só não alterará o quadro de desigualdade ainda presente na Educação Básica do Brasil, mas é essencial para que a mudança tenha início porque, além dos currículos, influenciará a formação inicial e continuada dos educadores, a produção de materiais didáticos, as matrizes de avaliações e os exames nacionais que serão revistos à luz do texto homologado da Base (Brasil, 2018, p. 5).

A BNCC estabelece um conjunto normativo de aprendizagens essenciais que deve ser desenvolvido ao longo da educação básica, requerendo que as formações de professores, tanto iniciais quanto continuadas, se adaptem para abranger os conteúdos nela previstos. Com a implementação da BNCC, observa-se uma evolução nos currículos escolares, particularmente em Matemática, que agora é estruturada em cinco eixos: Geometria, Grandezas e Medidas, Estatística e Probabilidade, Números e Operações, e Álgebra e Funções. Isto pode ter impactado a oferta de cursos de formação de professores, visando formar profissionais aptos a desenvolverem práticas condizentes com este novo documento.

De modo geral, é importante considerar que esses documentos podem ser analisados sob diferentes perspectivas. O panorama apresentado aqui busca ilustrar a transição dos PCN para a BNCC como um momento significativo no desenvolvimento curricular brasileiro, sugerindo possíveis caminhos para a concepção do ensino e da aprendizagem de matemática nas escolas do país. Diante desse cenário, surge a oportunidade de explorar formas de incorporar essas diretrizes às práticas pedagógicas, visando promover o desenvolvimento das competências e habilidades propostas pelos estudantes, de acordo com as possibilidades e contextos de cada instituição de ensino.

Enquanto documento oficial, a BNCC orienta que os estudantes devem desenvolver aprendizagens essenciais ao longo da Educação Básica que ajudarão na promoção e no

desenvolvimento de dez competências gerais. Segundo a BNCC, “[...] competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho” (2017, p.8).

Segundo Trevisani e Corrêa (2020, p. 46):

Tendo em vista as competências gerais trazidas na BNCC, é possível citar: a investigação para se estudar abordagens das ciências, o teste de hipóteses, o uso de diferentes linguagens, inclusive a digital, para se expressar e compartilhar informações, a compreensão e a utilização das tecnologias digitais, como fontes de informação e possibilidade de comunicação, o trabalho colaborativo, o desenvolvimento da autonomia, da argumentação e da empatia como características que devem ser incluídas nos planejamentos e nas aulas em todas as áreas do conhecimento (BNCC, 2017).

Ao se considerar as competências gerais e o que se quer alcançar com os estudantes ao longo da educação básica, é possível inferir que aulas expositivas podem não potencializar o desenvolvimento de tudo o que foi mencionado anteriormente. Por exemplo, a necessidade de trabalho colaborativo, do compartilhamento de informações e do desenvolvimento da autonomia, da argumentação e da empatia praticamente demandam aulas e momentos de aprendizagem diferentes dos oferecidos em uma aula totalmente expositiva. Por isso, torna-se necessária alguma modificação na estrutura, na forma, na estratégia e/ou no modo como as aulas são ministradas pelos docentes (Bacich; Neto; Trevisani, 2015).

Com o objetivo de contribuir com a aprendizagem dos alunos seguindo o que é proposto pela BNCC, é necessário que os professores tenham conhecimento para implementar práticas diversificadas que vão desde a aprendizagem individual dos alunos até uma aprendizagem mais colaborativa, coletiva, com uma responsabilidade mais compartilhada sobre seu desenvolvimento, de modo que cada aluno tenha uma participação direta no ambiente coletivo. Isso vai ao encontro do que Dewey (1950) propunha. Para ele, o desenvolvimento do conhecimento está diretamente relacionado com o meio social e, por isso, deve-se priorizar a execução de práticas docentes que relacionem o indivíduo com a sociedade onde ele vive. Ou seja, a educação não deve ficar restrita à transmissão de conteúdos, pois assim as disciplinas escolares ficariam distantes da experiência e da ação dos estudantes.

Assim como Dewey (1950), outros respeitados pesquisadores, como Freire (1996), Ausubel et al. (1980), Rogers (1973), Vygotsky (1998) e Bruner (1976) questionam o modelo escolar de transmissão de conhecimento, compreendido em nossa realidade como aulas completamente expositivas, juntamente com a avaliação uniforme de informação dos alunos. No geral, para todos eles a aprendizagem deve partir do contexto em que o aluno se encontra, do que lhe é significativo, relevante e próximo do nível de competências e habilidades que ele

possui. Portanto, “em um sentido amplo, toda aprendizagem é ativa em algum grau, porque exige do aprendiz e do docente formas diferentes de movimentação interna e externa, de motivação, seleção, interpretação, comparação, avaliação, aplicação” (Moran, 2018, p. 3).

Nesse sentido, conforme afirmam Sanders et al. (2017), em educação existe a crença de que as metodologias ativas são o contraponto do ensino transmissivo mencionado anteriormente, por permitirem e incentivarem um papel mais protagonista do aprendiz durante o processo de construção do conhecimento.

Um dos pontos a serem considerados na implementação de metodologias ativas é a presença das tecnologias digitais. A própria BNCC (2018) traz a cultura digital como uma das competências gerais a serem desenvolvidas nos estudantes ao longo da educação básica. Portanto, torna-se incoerente e inadequado considerar o desenvolvimento de uma educação que não faça frente a um mundo conectado, em que cada vez mais o acesso a infraestrutura e conectividade estão disponíveis na sociedade (Coll; Monereo, 2010), embora ainda haja muitos excluídos.

Além das competências gerais propostas pela BNCC, destaca-se ainda a inclusão da Computação como área fundamental para a formação de crianças e jovens na contemporaneidade, consolidada pela publicação da BNCC Computação (Brasil, 2022). Este documento referencia três eixos estruturantes — Pensamento Computacional, Cultura Digital e Tecnologias Digitais — que, de forma integrada, buscam não apenas promover o domínio técnico e operacional das ferramentas digitais, mas também incentivar o pensamento crítico, criativo e a compreensão ética da atuação no mundo digital. A proposta visa ampliar o letramento digital dos estudantes de maneira que, desde o início da vida escolar, eles compreendam, utilizem e reflitam de modo autônomo, responsável e crítico sobre as tecnologias que permeiam todos os âmbitos da sociedade.

Cada um dos três eixos mencionados desempenha um papel específico e complementar na formação dos estudantes, abrangendo desde habilidades cognitivas voltadas à solução de problemas até a compreensão crítica dos impactos sociais das tecnologias. A seguir, apresentam-se brevemente as características e objetivos centrais de cada um desses eixos estruturantes:

- Pensamento Computacional abrange o desenvolvimento de habilidades relacionadas à resolução de problemas, raciocínio lógico, decomposição, abstração e reconhecimento de padrões, além da criação de algoritmos. Este eixo busca proporcionar aos estudantes instrumentos intelectuais para analisar situações complexas, planejando e executando soluções

de forma estruturada, tanto no contexto da tecnologia quanto em outros domínios do conhecimento e da vida cotidiana.

- Cultura Digital refere-se à compreensão crítica e significativa dos impactos, usos e transformações promovidas pelas tecnologias digitais na sociedade. Esse eixo promove a análise ética, o pensamento reflexivo e o envolvimento consciente em ambientes virtuais, considerando aspectos como cidadania digital, segurança, inclusão, privacidade, direitos e deveres no meio digital, bem como a participação ativa e criativa em comunidades online.

- Tecnologias Digitais contempla o acesso, conhecimento e o domínio prático de dispositivos, ferramentas e plataformas digitais, englobando o uso, a avaliação e a criação de soluções tecnológicas. Este eixo investe no desenvolvimento de competências para o uso responsável e eficaz dos recursos digitais no cotidiano escolar, profissional e social, incentivando o protagonismo dos estudantes na elaboração de projetos, experimentação e inovação a partir das novas tecnologias.

Nesse contexto, como poderá ser visto ao longo deste trabalho, a presença da inteligência artificial nos debates educacionais sinaliza não apenas a necessidade de adaptação curricular pontual, mas a inserção em um movimento mais amplo e estruturado, permeando os três eixos mencionados na BNCC Computação, pautado no desenvolvimento de competências alinhadas aos desafios do século XXI. Ao contemplar o letramento digital como processo amplo, a BNCC Computação objetiva preparar os estudantes para enfrentar um cenário global no qual saber interagir, criar e transformar com base em tecnologias digitais torna-se requisito fundamental para o exercício pleno da cidadania, do trabalho e da convivência social. Assim, a integração da IA à educação representa apenas um dos desdobramentos desse compromisso maior, que é formar indivíduos aptos a navegar por um mundo hiperconectado e em constante transformação.

Outro ponto fundamental para a qualidade de aulas implementadas em modelos ativos é a formação do professor. Moraes, Azevedo, Vieira e Abar (2019) investigaram alunos que aprendiam cálculo usando o modelo sala de aula invertida, um dos modelos da metodologia ativa chamada ensino híbrido. Os autores perceberam que é fundamental que os professores estejam capacitados para a implementação desse modelo no ensino de matemática. De forma geral, ensino híbrido é um modelo de aula que integra momentos de aprendizagem presenciais com momentos de aprendizagem por meio de um recurso digital, de forma que o professor possa produzir dados sobre as aprendizagens dos estudantes e personalizar o ensino após analisá-los. Este modelo será aprofundado mais à frente neste trabalho a fim de caracterizá-lo como uma metodologia ativa.

Assim, é possível afirmar que a combinação das tecnologias digitais com metodologias ativas é fundamental e estratégica para uma inovação pedagógica, pois ampliam as possibilidades de autoria, pesquisa, comunicação, compartilhamento de informações, colaboração, publicação, avaliação, acompanhamento de processos e visualização de resultados.

Esses pontos foram identificados nos resultados do trabalho de Fagundes, Brod e Lopes (2021), que analisaram a percepção dos estudantes sobre a utilização do modelo de ensino híbrido chamado laboratório rotacional quando aplicado nas aulas de matemática. Como resultado, os pesquisadores apontam que esse modelo de ensino híbrido contribui para a aprendizagem dos estudantes dos anos finais do ensino fundamental que foram investigados, pois ofereceu os conteúdos curriculares sob diversas formas: vídeos, textos, aulas on-line com atividades complementares e *feedback* imediato.

Dentro de todo este cenário relatado aqui, desde o avanço no desenvolvimento dos documentos que norteiam a educação brasileira até as menções às pesquisas e estratégias adotadas por professores para ensinar seus estudantes, a partir da minha prática docente e das minhas pesquisas sobre diferentes metodologias ativas tenho observado dificuldades por parte dos professores em planejar aulas usando alguma metodologia ativa específica mesmo após participarem de alguma formação docente sobre ela.

Nesse contexto, é imprescindível destacar a necessidade de investimentos públicos voltados à ampliação da chamada Conectividade Significativa (CETIC, 2024), tanto no espaço escolar quanto no acesso realizado pelos estudantes nos momentos em que estão fora da escola. O conceito, recentemente incorporado aos debates nacionais e internacionais sobre inclusão digital, amplia a compreensão de que não basta garantir a presença de internet nos espaços educativos; é necessário assegurar qualidade de conexão, velocidade adequada, confiabilidade no serviço, disponibilidade de dispositivos e condições efetivas de uso. Tais aspectos, quando negligenciados, reforçam desigualdades já existentes e limitam a apropriação das tecnologias digitais como ferramentas pedagógicas.

A promoção da conectividade significativa representa, assim, um requisito para que as propostas de metodologias ativas e de ensino híbrido possam se concretizar de maneira equitativa. Sem esse suporte estrutural, mesmo professores bem formados e dispostos a inovar enfrentam barreiras para implementar estratégias que demandam acesso constante e diversificado a recursos digitais. Portanto, políticas públicas que assegurem condições mínimas de conectividade devem ser compreendidas como parte integrante das ações de formação docente e de inovação curricular, pois somente em um ambiente digitalmente inclusivo será

possível potencializar os benefícios pedagógicos da integração entre tecnologias e metodologias ativas.

Isso me permite levantar alguns questionamentos: como os professores têm realizado aulas que buscam desenvolver as competências gerais propostas pela BNCC? Quais metodologias e/ou formas de ensinar os professores têm mais adotado e por qual razão? Os docentes possuem formação adequada para planejar aulas em metodologias ativas, sendo que, em sua maioria, não tiveram aulas nesses modelos quando eram estudantes de educação básica e nem em sua formação inicial? Quais ideias e como os professores criam suas aulas em diferentes modelos?

Tendo em vista esses e outros questionamentos sobre a formação docente, inicialmente esta pesquisa tinha o objetivo de investigar as possibilidades de uma formação continuada de professores de matemática com ênfase em metodologias ativas e ensino híbrido para a prática do professor que ensina matemática. Porém, esse objetivo se modificou após a produção dos dados com os sujeitos de pesquisa, o que é passível de ocorrer segundo Araújo e Borba (2004).

Ao longo da produção dos dados, acompanhei um grupo de professores de matemática durante o planejamento de aulas de matemática em modelos de ensino híbrido e identifiquei o uso de recursos de inteligência artificial generativa (IAGen) nesse processo. Ou seja, os docentes estavam planejando aulas de matemática nos modelos de ensino híbrido usando um *chatbot on-line* que os ajudava no processo de criação desses planos.

Por conta disso, a modificação da pergunta de pesquisa se fez oportuna e necessária, ganhando sua forma final: *como recursos de inteligência artificial generativa são utilizados por professores de matemática para planejar aulas em metodologias ativas e ensino híbrido?*

Como já mencionado, os elementos centrais desta pergunta foram definidos somente após as interações com os sujeitos da pesquisa. O trabalho de produção dos dados, as leituras bibliográficas e as conversas com o orientador contribuíram para a escolha desse novo foco.

Nesse contexto, o objetivo desta pesquisa é investigar como ocorreu o uso de recursos de inteligência artificial generativa por professores de matemática para planejar aulas de matemática com ênfase em metodologias e ensino híbrido. Para buscar respostas à questão realizei vários momentos de produção de dados com os professores, baseando-me na minha própria expertise com formação de professores, em constante construção durante a minha trajetória profissional, como será descrito no tópico a seguir.

1.1 Trajetória do pesquisador

Ingressei no curso de licenciatura em matemática na Universidade de São Paulo, campus de São Carlos, no primeiro semestre do ano de 2006. Durante os primeiros dois anos, tive poucas disciplinas da parte específica da licenciatura (popularmente chamadas de “disciplinas pedagógicas” no cotidiano de alunos e professores daquela universidade) quando comparado à quantidade de disciplinas específicas de matemática que tinha em minha grade.

Meu contato com a realidade escolar somente iniciou com os estágios supervisionados que começaram no segundo semestre de 2008, com as disciplinas de “práticas de ensino de matemática”. Em todos os estágios que realizei e em todas as oportunidades que tive de estar presencialmente em uma escola enquanto professor em formação inicial, pude observar que os estudantes possuíam diversas dificuldades com a aprendizagem da matemática e que, no geral, as aulas dadas pelos professores seguiam quase sempre o modelo a seguir: iniciavam com o professor dizendo para a turma qual seria o tema da aula; o docente fazia algumas anotações na lousa, na maioria das vezes seguindo a sequência de teoria – exemplos – exercícios; os alunos realizavam algumas atividades individualmente. Foram raras as vezes que presenciei algum trabalho que não fosse individual nas aulas que observei durante esses quase dois anos finais da minha graduação. A metodologia adotada pelos professores da educação básica que observei consistia em propor problemas que deveriam ser resolvidos de forma abstrata, sem contexto aplicado ou discussões entre os estudantes. Isso não é escrito aqui em forma de crítica, muito pelo contrário: o relacionamento entre os docentes que acompanhei e os alunos de cada um deles era excelente, os professores se mostravam empenhados em ensinar e sempre me receberam muito bem em suas aulas, compartilhando comigo tudo o que sabiam. Apenas coloquei esse cenário aqui para destacar as observações que fiz quando estava em formação inicial.

Em 2010, enquanto lecionava matemática em uma escola privada para turmas de 6º a 9º anos, percebi um entusiasmo particular dos alunos por atividades que envolviam o uso de computadores. Motivado por essa observação, em um dia de muita chuva tive a oportunidade de estar com vários estudantes destas turmas em uma mesma sala, pois a situação na cidade naquele dia ficou bastante ruim e muitas pessoas, inclusive professores e outros funcionários da escola, não conseguiram chegar na instituição por diversos fatores. Aproveitei a oportunidade para realizar um diálogo que durou mais de uma hora sobre as percepções deles a respeito das aulas de matemática e da forma como gostavam de aprender. Quando falamos sobre os computadores, a maioria expressou que o computador contribuía para uma melhor

visualização e entendimento das tarefas, despertava maior interesse e curiosidade pelos conceitos estudados e permitia uma exploração mais independente do conteúdo.

Essa experiência me levou a refletir sobre as potencialidades de ensino da matemática com o uso de recursos digitais. Nesse mesmo ano, participei de reuniões do Grupo de Pesquisa em Informática (GPIMEM) e frequentei como aluno especial o Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da UNESP de Rio Claro (PPGEM).

Por conta dessa trajetória específica e das experiências que eu tinha vivido até então, meu projeto de mestrado envolvia o uso de um recurso digital pelos estudantes para aprender álgebra no ensino fundamental. Ou seja, fui bastante estimulado pelo diálogo com os estudantes a buscar compreender como era possível usar diferentes recursos digitais para ensinar matemática.

Em 2013, retornei a lecionar na mesma escola para 9º anos e para todas as turmas do ensino médio. Neste mesmo ano, comecei a trabalhar na Fundação Lemann, uma fundação que faz projetos educacionais para a educação pública brasileira. Eu fazia parte de uma equipe responsável por implementar a plataforma Khan Academy em escolas públicas de cidades dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná. Ao mesmo tempo, usava tal plataforma com meus alunos nas aulas de matemática. Dessa forma, fui me constituindo um professor pesquisador: professor porque exercia a profissão dentro de salas de aulas reais; pesquisador porque buscava compreender como diferentes recursos digitais poderiam contribuir para a aprendizagem de matemática dos meus estudantes. Ou seja, sempre vinculei a prática docente com a pesquisa desde o início da minha carreira.

Por conta disso, em 2014 fui convidado a integrar um novo projeto que buscava investigar e criar um programa de formação docente que atendesse a diversas demandas da educação brasileira. Deste projeto nasceu minha relação com a metodologia ativa chamada ensino híbrido e minha participação na organização do livro *Ensino Híbrido: personalização e tecnologia na educação*, finalista do 58º Jabuti na categoria Educação e Pedagogia.

Portanto, foi a partir de 2014 que minha trajetória enquanto formador de professores se intensificou. Eu atuava como professor de matemática alguns dias na semana e em outros viajava para os estados que mencionei anteriormente para dar formações para professores e coordenadores de escolas públicas de cidades desses estados, além de acompanhá-los remotamente durante as semanas em que eu não estivesse nas cidades deles presencialmente.

Em 2015 entrei em uma pós-graduação chamada “Educação Inovadora: didática, autoria, tecnologia e design”, em que o objetivo era estudar todos esses temas relacionados com educação, buscando promover inovações em cada um deles. Havia diversas empresas e

instituições parceiras (públicas e privadas) que apresentaram problemas e os alunos da pós-graduação tiveram que escolher um deles para tentar resolver durante todo o curso.

Essa vivência me capacitou para compreender problemas de instituições educacionais e buscar soluções para eles. Consegui compreender os passos necessários para implementar tais soluções de modo sustentado, gerando impactos e mudanças nos caminhos desejados pelas instituições. Hoje eu utilizo tais conhecimentos nas parcerias e consultorias educacionais, sendo que em muitos casos relaciono tais processos com a formação de professores das instituições.

A partir de 2016 comecei a lecionar no Colégio Sidarta⁴ para turmas de 9º ano a 3ª série do ensino médio. Eu era o único professor de matemática dessas turmas. De 2016 a 2019, participei de dois projetos neste colégio. O primeiro era para implementar um modelo ativo diferente do ensino híbrido, mas com um nome bastante conhecido aqui no Brasil: trabalho em grupo. A instituição fez parceria com professores da Universidade de Stanford que vinham dar formações presenciais no Brasil para que nós conseguíssemos implementar o trabalho em grupo em nossas aulas de acordo com a teoria desenvolvida por Cohen e Lotan (2017). O projeto desenvolvido nesta instituição tem relação direta com um projeto maior desenvolvido no Brasil, chamado PED: Programa de Especialização Docente, que visa formar professores para ensinar neste modelo.

O segundo projeto se chama Mentalidades Matemáticas⁵ e tem o objetivo de alcançar o letramento e a equidade na aprendizagem de matemática por meio da formação de professores capazes de implementar modelos diferentes de ensinar os conteúdos desta área do conhecimento. Este projeto é desenvolvido em parceria com o Centro de Pesquisas Youcubed⁶ da Universidade de Stanford, que busca traduzir o resultado de pesquisas em ações práticas e acessíveis. O professor Dr. Jack Dieckmann, também diretor de pesquisa do Youcubed, apoia e supervisiona a implementação deste projeto no Brasil, contribuindo desde a formação com os professores até a criação e formulação das ações em escala que são implementadas no país.

Ambos os projetos fortaleceram ainda mais a minha visão e expandiram a minha atuação enquanto professor e formador de professores. Eu pude participar de um grupo focado em estudar uma metodologia ativa em profundidade, discutindo os aprendizados oriundos de

⁴ O Colégio Sidarta é uma escola de aplicação do Instituto Sidarta, onde são realizadas várias pesquisas em educação. Mais informações em: <https://www.sidarta.org.br/colégio/pt>. Acesso em 09/02/2024.

⁵ Programa de formação docente com o objetivo de transformar pesquisas que abordam a matemática e seu ensino em ações práticas a serem implementadas por professores. Mais informações em: [https://mentalidadesmatematicas.org.br/sobre/#:~:text=O%20Mentalidades%20Matem%C3%A1ticas%20\(MM\)%20%C3%A9,de%20equidade%20e%20letramento%20matem%C3%A1tico](https://mentalidadesmatematicas.org.br/sobre/#:~:text=O%20Mentalidades%20Matem%C3%A1ticas%20(MM)%20%C3%A9,de%20equidade%20e%20letramento%20matem%C3%A1tico). Acesso em 09/02/2024.

⁶ O objetivo é inspirar, educar e capacitar professores de matemática, transformando as últimas pesquisas sobre matemática em formas acessíveis e práticas. Mais informações em: <https://www.youcubed.org/pt-br/>. Acesso em 09/02/2024.

implementações realizadas por professores em salas de aula de toda a educação básica, ao mesmo tempo em que discutia estratégias para o ensino de matemática nas turmas em que eu era professor.

Enquanto pesquisador, eu estudava e refletia com uma equipe de professores sobre as teorias e as práticas que implementávamos. Enquanto professor, eu planejava e pensava em atividades que satisfaziam o arcabouço teórico estudado, buscando que meus alunos aprendessem os conceitos de matemática presentes no currículo brasileiro. Em resumo, poder atuar nesses projetos com ambas as visões, a de pesquisador e a de professor de matemática, fortaleceu e ampliou minha visão quanto à formação de professores de matemática, além do ensino e da aprendizagem de matemática pelos estudantes.

Por último, mas não menos importante, entre 2016 e 2018 atuei por quase dois anos e meio como professor universitário para um curso de licenciatura em matemática na cidade de São Paulo. Nessa experiência, busquei desenvolver uma formação inicial utilizando diferentes estratégias e metodologias ativas para ensinar os futuros professores, o que se mostrou desafiador em vários sentidos. O principal deles, acredito, foi criar atividades para o ensino superior dentro de modelos ativos diferentes, pois eu tinha que investir muito tempo e pensar bastante para criar e planejar minhas aulas. O fato de eu nunca ter tido uma experiência de formação inicial cujos professores frequentemente utilizassem modelos de aulas diferentes do expositivo contribuiu para essa dificuldade.

Portanto, todas essas experiências que tive em minha trajetória profissional me ajudaram a delinear o caminho desta pesquisa e a tomar importantes decisões quando necessário. Conforme abordarei no capítulo sobre a metodologia de pesquisa adotada, a mudança da pergunta de pesquisa foi uma dessas decisões importantes, mas não a única.

Durante a produção dos dados, percebi que os professores não tinham uma bagagem de experiências nem enquanto alunos e nem enquanto docentes sobre aulas de matemática planejadas e implementadas nos modelos de ensino híbrido. Por conta disso, os professores fizeram o que sabem fazer de melhor: buscaram uma alternativa para criar seus planos de aula, “deram um jeito” para fazer o plano nascer e a aula acontecer, pois possuem bastante força de vontade e dedicação para com a docência.

Foi nesse sentido que eu descobri que os recursos de inteligência artificial generativa estavam sendo usados pelos sujeitos da minha pesquisa, o que me levou a modificar a pergunta inicial. Dessa forma, mais uma vez a minha pesquisa nasceu da prática docente, mas, desta vez, não da minha e sim da prática de vários professores que aceitaram participar voluntariamente da minha pesquisa.

1.2 Estrutura da tese

A presente tese está organizada em cinco capítulos que se complementam para investigar a questão de pesquisa central: “como recursos de inteligência artificial generativa são utilizados por professores de matemática para planejar aulas em metodologias ativas e ensino híbrido?”. Abaixo está a descrição detalhada de cada capítulo.

O Capítulo 1, "Introdução", estabelece o panorama geral do estudo, contextualizando a pesquisa no cenário da Educação Matemática e das tecnologias digitais. Apresenta o problema de pesquisa, os objetivos que nortearam a investigação e, de forma essencial, a trajetória do pesquisador, que ilustra as motivações e os percursos que levaram à formulação da questão investigada.

O Capítulo 2, "A formação de professores de matemática, o ensino híbrido e a inteligência artificial", aprofunda-se na fundamentação teórica que embasa o estudo. Aborda o tema das metodologias ativas e do ensino híbrido, detalhando seus modelos e características, e discute o conceito de inteligência artificial na educação, com foco especial na inteligência artificial generativa (IAGen). Este capítulo busca tecer as relações entre esses três pilares teóricos, preparando o leitor para a compreensão das análises subsequentes.

O Capítulo 3, "Metodologia e procedimentos de pesquisa", dedica-se à descrição detalhada do percurso metodológico adotado. São apresentados o delineamento da pesquisa qualitativa, o caráter de design emergente, os critérios de seleção dos participantes (professores de matemática), as diferentes etapas e instrumentos de produção de dados (entrevistas, observação das interações com a IAGen, análise documental) e os procedimentos utilizados para a análise dos dados.

No Capítulo 4, "Apresentação, análise e discussão dos dados", os dados produzidos são apresentados e analisados à luz do referencial teórico e da questão de pesquisa. Este capítulo é dividido em subseções que abordam o perfil profissional e as grades curriculares dos professores (categorizados como "conhecimentos de base") e, de forma central, a elaboração dos planos de aula de matemática nos modelos de ensino híbrido (rotação por estações, laboratório rotacional e sala de aula invertida) com o auxílio da IAGen (categorizados como "conhecimentos aplicados"). As discussões focam na dinâmica da interação professor-IAGen, nos desafios, contribuições e nas nuances da autoria docente.

Por fim, o Capítulo 5, "Considerações Finais", sintetiza os principais achados da pesquisa, oferecendo uma resposta abrangente à questão investigada. Discute as implicações dos resultados para a formação de professores e para a prática pedagógica, enfatizando a

importância da valorização da autoria docente, da literacia em IA e dos cuidados necessários no uso dessas tecnologias, além de propor caminhos para futuras investigações na área.

CAPÍTULO 2

Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes.

Marthin Luther King

A formação de professores de matemática, o ensino híbrido e a inteligência artificial

Existe uma ideia chamada de *teoria dos seis graus de separação*, originada de um estudo científico do psicólogo Stanley Milgram, que diz que, no mundo, são necessários no máximo seis laços de amizade para que duas pessoas consigam criar uma ligação entre elas. Embora essa teoria não seja comprovada cientificamente e existam muitas críticas aos estudos de Milgram, acredito que seja possível utilizá-la apenas para fazer uma analogia a partir do que ela propõe, servindo como uma provocação para refletirmos sobre as possíveis conexões existentes no mundo.

De acordo com essa ideia, uma pessoa qualquer conseguirá se conectar com qualquer outra do planeta a partir de até seis possíveis ligações com outras pessoas. A título de curiosidade, foi inspirado nesta teoria que a rede social Orkut foi criada no início dos anos 2.000, se propondo a ser o local virtual que conectaria as pessoas.

Aproveitando esta ideia, será que o mesmo pode ocorrer no campo acadêmico? Ou seja, será que é possível conectar diferentes ideias e teorias a partir de algumas ligações entre seus significados e/ou seus pesquisadores? A resposta não será dada neste trabalho, mas basicamente esse foi o desafio enfrentado por mim neste capítulo.

Aqui, apresento algumas relações possíveis entre pesquisas sobre formação de professores de matemática, sobre metodologias ativas e ensino híbrido e sobre recursos digitais, especificamente inteligência artificial generativa, focando em propor uma possível relação que embasará o trabalho desenvolvido nesta tese.

2.1 Metodologias ativas e ensino híbrido

A sociedade tem se modificado ao longo do tempo e em diversos sentidos. Esse é um processo natural que não pode ser freado ou pausado e que afeta a todos nós, independentemente de nossas crenças ou preferências. A educação básica, por sua vez, enfrenta desafios complexos e multifacetados que requerem novas abordagens pedagógicas para esse mundo em constante transformação. Como exemplo, é possível citar a presença das tecnologias digitais em nossas vidas e o papel que elas podem assumir em diferentes contextos sociais, o que tem sido motivo

de diversas discussões no âmbito educacional. Dentre elas, tem-se discutido o papel da escola na formação do ser humano, como os estudantes podem aprender utilizando recursos digitais e quais os limites e potencialidades que tais recursos podem oferecer para a educação de um jovem.

Campos e Lastória (2020) afirmam que crianças e adolescentes despendem muito tempo utilizando telas, seja em redes sociais, jogos, filmes e séries, *streaming*, e que isso pode afetar a concentração deles em sala de aula. Por isso, para contornar esse ponto, sugerem modificar a forma como os estudantes são ensinados, trazendo a presença dos recursos digitais no cotidiano da escola. Nesse sentido, considera-se possível buscar metodologias de ensino que busquem a convergência entre os espaços presenciais e os virtuais, promovendo novas formas de pensar, de se expressar, de criar, de aprender, de interagir e de estabelecer relações.

Metodologias, para Moran (2015, p.4), são “grandes diretrizes que orientam os processos de ensino e aprendizagem e que se concretizam em estratégias, abordagens e técnicas concretas, específicas e diferenciadas”.

As metodologias ativas emergem como uma resposta eficaz a essas demandas, podendo promover uma aprendizagem mais significativa e engajadora. Essas metodologias deslocam o foco do ensino tradicional centrado no professor para um modelo no qual o aluno assume o papel central, participando ativamente na construção do conhecimento. Esse processo é essencial em um mundo que é marcado pela velocidade na produção e disseminação de informações, o que torna o aprendiz o foco das atenções. Isso não quer dizer que modelos de ensino caracterizados principalmente pela transmissão e exposição de informações não sejam importantes em algum momento, mas sim que eles não devem ser o foco principal a ser explorado como prática de ensino e aprendizagem nos dias atuais justamente pelos argumentos apresentados acima. É devido à complexidade da sociedade constituída hoje que se faz necessário buscar por novas estratégias de formação humana que vão além da transmissão e da exposição de informações.

Nesse sentido, acredita-se que as metodologias ativas podem contribuir com a educação, pois, de forma geral, são compreendidas como estratégias pedagógicas que envolvem os alunos em atividades de análise, síntese, avaliação, compartilhamento e construção coletiva de conteúdos, contrastando com a abordagem tradicional centrada na transmissão de informações pelo professor.

Bacich e Moran (2018, p.4) definem metodologias ativas como

estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível, interligada e híbrida. As metodologias ativas, num mundo conectado e digital, expressam-se por meio de

modelos de ensino híbridos, com muitas possíveis combinações. A junção de metodologias ativas com modelos flexíveis e híbridos traz contribuições importantes para o desenho de soluções atuais para os aprendizes de hoje.

Ainda, segundo os mesmos autores,

As metodologias ativas dão ênfase ao papel protagonista do aluno, ao seu envolvimento direto, participativo e reflexivo em todas as etapas do processo, experimentando, desenhando, criando, com orientação do professor; a aprendizagem híbrida destaca a flexibilidade, a mistura e compartilhamento de espaços, tempos, atividades, materiais, técnicas e tecnologias que compõem esse processo ativo. Híbrido, hoje, tem uma mediação tecnológica forte: físico-digital, móvel, ubíquo, realidade física e aumentada, que trazem inúmeras possibilidades de combinações, arranjos, itinerários, atividades. (p.4)

Ambos os trechos destacados ressaltam a importância da participação ativa do estudante no processo educativo, essencial para a construção de um conhecimento profundo e duradouro, ampliando o entendimento de que é necessário haver maior flexibilidade e integração de diferentes métodos e tecnologias digitais no processo educativo. É nesse sentido que a definição de metodologias ativas será considerada neste trabalho.

Nesse âmbito, é crucial reconhecer a complexidade inerente ao desenho e à implementação das metodologias ativas, que se manifestam em um espectro vasto de arranjos pedagógicos. Longe de se restringirem ao escopo de um professor atuando isoladamente, como é o foco primordial deste trabalho, elas podem florescer em cenários com mais elementos interrelacionados, que podem envolver a colaboração sinérgica entre múltiplos educadores, o desenvolvimento de projetos interdisciplinares abrangentes, ou a exploração profunda de temas integradores, tal como exemplificado em abordagens como as de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática (STEAM, em inglês).

Apesar de o tópico de IA ser abordado mais para frente neste trabalho, cabe aqui destacar que a inserção da IA neste panorama educacional multifacetado adiciona, por sua vez, camadas de complexidade às metodologias ativas praticadas. A IA pode inicialmente servir como um catalisador para o professor que, em sua prática diária e mesmo dentro de um currículo pré-estabelecido e sem grandes alterações estruturais, busca inovar e personalizar a experiência de aprendizagem de seus alunos, oferecendo ferramentas para criação de planos de aula e de atividades interativas, *feedback* automatizado, ou a curadoria de trilhas adaptativas de estudo que atendam às necessidades individuais. Basicamente, este foi o cenário recortado para esta pesquisa, como será descrito mais adiante.

Num segundo nível de complexidade, a IA emerge como uma poderosa aliada em trabalhos mais integradores, onde múltiplos professores unem esforços em projetos colaborativos e temáticos, como os que fundamentam as iniciativas de desenvolver experiências

de aula na abordagem STEAM. Aqui, por exemplo, a inteligência artificial pode atuar facilitando a gestão de projetos que atravessam diferentes disciplinas, analisando dados de desempenho de grupos interdisciplinares para identificar padrões e necessidades conjuntas, sugerindo recursos que conectem variadas áreas do conhecimento, ou mesmo auxiliando na criação de ambientes de simulação avançados e personalizáveis para experimentação prática, potencializando a investigação e a resolução de problemas complexos de forma inédita e escalável.

Finalmente, em um nível mais profundo e transformador, a IA pode se integrar a escolas que operam inteiramente sob uma filosofia centralizada em projetos. Nesse contexto de escolas "por projetos", a IA pode transcender o suporte individual ou de pequenos grupos, influenciando o próprio desenho do currículo por meio de análises preditivas sobre tendências de aprendizagem e competências futuras, personalizando itinerários educacionais em escala institucional para cada estudante, otimizando a alocação de recursos pedagógicos para projetos de longo prazo ou facilitando a avaliação formativa contínua em um ecossistema de aprendizagem dinâmico, flexível e orientado por dados.

Embora este estudo se dedique especificamente a explorar as possibilidades das metodologias ativas e o suporte da IA sob a ótica do professor que atua principalmente em sua sala de aula com seus alunos, sozinho, em um currículo pré-desenhado pela instituição ou rede em que ele leciona, é imperativo reconhecer as possibilidades de diferentes impactos desses outros modelos e cenários de integração da IA com as metodologias ativas, que delineiam diversos caminhos para a inovação e que demandam olhares e pesquisas aprofundadas.

As metodologias ativas apresentam características específicas que as diferenciam das abordagens tradicionais: foco no aluno, aprendizagem colaborativa, resolução de problemas, uso de tecnologias digitais, *feedback* contínuo, possibilidade de personalizar o ensino, dentre outras. O foco no aluno significa que ele poderá participar com mais protagonismo do processo de aprendizagem, atuando ativamente na construção do conhecimento. A aprendizagem colaborativa envolve atividades em grupo que promovem a interação entre os alunos e o desenvolvimento de habilidades sociais. A resolução de problemas incentiva os alunos a resolverem problemas reais, aplicando os conhecimentos adquiridos de forma prática e contextualizada. As tecnologias digitais integram o uso de ferramentas para facilitar o acesso à informação e a realização de atividades práticas. O *feedback* contínuo proporciona aos alunos identificar áreas de melhoria e progressão. A personalização do ensino permite que o professor crie momentos únicos de aprendizagem para potencializar e (talvez) acelerar o processo de construção do conhecimento de seus estudantes.

Para isso, é possível utilizar ou não recursos digitais que possibilitam a personalização do ensino, como as plataformas adaptativas e recursos baseados em *machine learning* (aprendizagem de máquina), que se refere à capacidade das máquinas aprenderem e direcionarem o usuário em um percurso específico conforme dados são gerados a partir do uso do recurso digital em questão.

Em termos educacionais, uma plataforma adaptativa consegue produzir dados a partir do uso que um estudante faz dela, direcionando-o em um roteiro de aprendizagem criado somente para ele a partir das interações que ele faz com a plataforma, ou seja, das suas respostas estarem corretas ou não, do tempo investido em cada atividade proposta, dos materiais que ele acessa, das buscas que ele faz, dentre outras informações. Essas ferramentas são capazes de identificar os interesses dos estudantes, de reuni-los e de categorizá-los, criando um roteiro de aprendizagem que possivelmente irá favorecer que ele alcance os objetivos desejados (Domingos, 2017).

Na verdade, o que é discutido hoje sobre personalização de ensino nas plataformas que já existem e são utilizadas por instituições educacionais é algo que, no geral, ainda atinge formas que podem ser consideradas superficiais de personalização: um estudante fazendo atividades específicas de uma sequência de opções disponíveis, de forma que o *software*, a partir das respostas inseridas nele pelo estudante, desenha caminhos possíveis considerando os erros e acertos obtidos.

Um dos principais autores que aprofunda a discussão sobre personalização da aprendizagem é César Coll. Para Coll (2016), a personalização vai muito além da simples adequação de tarefas ou da diferenciação de ritmos: trata-se da apropriação do aluno sobre seu percurso formativo. O autor diferencia três níveis: individualização (ajuste do ensino ao ritmo e necessidade de cada aluno, de forma que cada um faz no seu próprio tempo, ritmo, necessidade, mas seguindo o mesmo planejamento geral); diferenciação (organização de propostas distintas para diferentes grupos de alunos, conforme seus perfis e necessidades específicas); e finalmente a personalização, que implica autonomia para que o aluno faça escolhas significativas em seu processo de aprendizagem, participando ativamente das decisões sobre o quê, como e para quê aprender. Isso requer que o planejamento pedagógico contemple não só as tarefas, mas também a voz, o interesse e a agência dos estudantes — uma perspectiva que desafia práticas centradas exclusivamente nas decisões do professor (Coll, 2016).

Quando menciono que é algo superficial, refiro-me ao fato de que a personalização poderia ocorrer também ao identificar a forma como os estudantes aprendem melhor (se por leitura de um texto, pela explicação de alguém mais experiente, por discussões em grupos, por

vídeos, por debates, dentre outras) e sugerir atividades que considerassem isso também, incentivando o desenvolvimento de habilidades de aprendizagem que não sejam as preferidas pelo estudante, mas considerando a que ele aprende melhor como um caminho principal em sua trajetória.

Outra opção seria a personalização do currículo, de forma que seria possível a plataforma criar um currículo específico voltado para cada estudante a partir de dados de aprendizagens inseridos nela, permitindo o diagnóstico de aprendizagens consolidadas e de defasagens para o desenho de um percurso personalizado. Uma terceira opção seria uma plataforma de personalização de ensino atuar na criação de projetos transdisciplinares envolvendo vários estudantes e diversos professores, considerando também a forma como os estudantes aprendem melhor e o currículo a ser ensinado.

Hoje, o que é encontrado como personalização é apenas (e não entenda a palavra ‘apenas’ como uma crítica, mas sim como algo que está em processo inicial de implementação) uma plataforma que cria caminhos possíveis a partir de respostas certas ou erradas de estudantes para determinadas questões. Ressalto que isso não é ruim, muito pelo contrário: se bem utilizadas pelos professores, esses recursos podem favorecer a aprendizagem dos estudantes, pois o docente pode desenhar percursos de aprendizagem para um aluno ou um grupo de alunos considerando também os dados obtidos pela plataforma.

No que se refere à criação de percursos personalizados de aprendizagem, Tavares, Meira e Amaral (2020) dividem o *Machine Learning* em duas categorias distintas: as que promovem o aprendizado supervisionado e as que promovem o aprendizado não supervisionado. A primeira categoria utiliza situações conhecidas para indicar novas e a segunda simplesmente compara os dados produzidos entre si, criando suas informações a partir disso. A implicação disso nas plataformas adaptativas é que elas podem criar rotas de aprendizagem individuais, considerando características bastante singulares nesse processo, como o fato de o estudante aprender melhor por determinados tipos de vídeos, ou por textos com exemplos, ou por textos mais teóricos, ou por meio de exercícios com nível de dificuldade ascendente. O conceito de personalização do ensino será retomado mais adiante, ainda neste capítulo.

Nas metodologias ativas, o papel do estudante é central e transformador. Ele deve ser um participante ativo, engajando-se em atividades que o ajudem a construir seu próprio conhecimento de forma crítica e reflexiva. Em contraste, o professor assume o papel de facilitador e mentor, guiando os alunos no processo de aprendizagem e oferecendo suporte quando necessário. Dollan e Collins (2015) afirmam que quando o professor atua como orientador e explica menos os conceitos, os alunos precisam participar mais ativamente do

processo de aprendizagem, fazendo com que ela seja mais significativa. Essa mudança de paradigma redefine a relação tradicional entre professor e aluno, promovendo uma dinâmica mais interativa e colaborativa.

Ou seja, quando é mencionado que as metodologias ativas devem transitar por modelos mais centrados nos estudantes, isso deve aparecer também no planejamento do professor, pois estimular essas diferentes possibilidades de participação do aluno no processo de aprendizagem deve ser algo intencional, algo que foi pensado e executado pelo docente. As aulas podem, então, ser pensadas e construídas com os alunos tendo um papel central, mais protagonistas e atuantes na construção das próprias aprendizagens.

Os espaços de aprendizagem devem ser projetados para apoiar as atividades propostas pelas metodologias ativas. Isso implica em ambientes flexíveis e adaptáveis, equipados com mobiliário móvel e acesso a tecnologias digitais, que favoreçam a colaboração e a interação. Exemplos incluem salas de aula invertidas e laboratórios de aprendizagem, onde os alunos podem trabalhar em projetos e resolver problemas em equipe. Esses ambientes devem ser configurados para facilitar a movimentação e a interação, promovendo uma aprendizagem dinâmica e engajada (Schneider, 2015). Porém, outros espaços podem ser utilizados, como espaços externos às salas de aula: quadras, pátios, bibliotecas, hortas, espaços com vegetação dentro da escola, dentre outros. Nesse caso, o mobiliário passa a ser os objetos naturais de cada espaço e os recursos digitais necessitam ser portáteis, como *notebook* ou celulares para o caso em que o docente queira utilizar algum desses recursos com os estudantes.

No Brasil, estudos compartilharam algumas práticas pontuais realizadas utilizando metodologias ativas como possibilidade de ensino. A Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) é um exemplo disso, em que Valente (2018) relatou uma aplicação da sala de aula invertida em alguns cursos de graduação, onde os alunos estudam o conteúdo *on-line* antes das aulas e utilizam o tempo em sala para atividades práticas e discussões. Já a Uniamérica, de Foz do Iguaçu, buscou reformular a divisão curricular por semestres ou anos em cursos de Biomedicina e de Farmácia, organizando-o por projetos e fazendo o uso intensivo da sala de aula invertida (Moran, 2015). Na educação básica, escolas públicas do projeto NAVE – Núcleo Avançado de Educação – utilizaram recursos digitais em aulas em diferentes modelos para capacitar os estudantes para profissões que os utilizam diretamente (Moran, 2015). Ainda no Brasil, em Parauapebas, no Pará, a Escola Evolução adota o modelo de ensino híbrido chamado *flex* pelo menos uma vez por mês com todas as turmas dos anos finais do ensino fundamental.

Os estudantes participam de pelo menos um dia por mês inteiro planejado e desenvolvido neste modelo de aula por todos os professores que estão na escola neste dia⁷.

Internacionalmente, a Universidade de Harvard implementa a metodologia da aprendizagem baseada em problemas em alguns de seus cursos, que desafia os alunos a resolverem problemas complexos em um contexto colaborativo, propondo soluções para eles e compartilhando-as com seus pares (Wetzel, 1994). No equivalente à educação básica, as escolas públicas High Tech High desenvolvem projetos em seus laboratórios, possibilitando que os estudantes percorram o processo de execução de um projeto desde sua concepção e com a possibilidade de utilizarem diversos recursos digitais, inclusive impressoras 3D (Moran, 2015).

Os benefícios das metodologias ativas são amplamente reconhecidos na literatura acadêmica. Elas promovem uma aprendizagem mais profunda e significativa, melhoram o engajamento dos alunos e desenvolvem habilidades essenciais para o século XXI, como a colaboração, a resolução de problemas e o pensamento crítico. Além disso, essas metodologias são eficazes em promover a autonomia e a responsabilidade dos alunos pelo seu próprio aprendizado, preparando-os para enfrentar desafios futuros de forma mais competente e confiante (Bacich; Moran, 2018; Horn; Staker, 2015; Bonwell; Eison, 1991).

A implementação das metodologias ativas não está isenta de desafios. Entre os principais obstáculos estão a resistência à mudança por parte de professores e instituições, a necessidade de formação contínua dos educadores, e a adequação dos currículos e das infraestruturas escolares para suportar essas novas abordagens. Segundo Almeida e Valente (2011, p.32), “a integração das tecnologias digitais e das metodologias ativas no currículo requer uma reconfiguração profunda das práticas pedagógicas tradicionais”.

Nesse sentido, considera-se essencial que as tecnologias digitais sejam integradas ao uso de metodologias ativas. Ressalta-se a palavra essencial: ela não significa que é obrigatório ocorrer o uso de recursos digitais para que um modelo de aula seja considerado uma metodologia ativa.

Nesse contexto, a Sociedade Brasileira de Pediatria (SBP) orienta que o uso de recursos digitais por crianças e adolescentes seja fortemente vinculado à adoção de metodologias ativas como forma de promover a aprendizagem significativa e evitar riscos associados à simples exposição passiva às telas. O manual destaca que, quando o uso das tecnologias digitais ocorre sem o envolvimento crítico, reflexivo e ativo dos estudantes, pode-se favorecer a exteriorização

⁷ Visitei a Escola Evolução presencialmente em 2023 e observei *in-loco* a prática dos professores da instituição. Os estudantes mostraram-se habituados com a rotina no modelo flex, participando ativamente das atividades propostas pelos docentes.

da memória — ou seja, uma dependência excessiva de dispositivos digitais para armazenamento e recuperação de informações — com impactos negativos no desenvolvimento cognitivo, na autonomia intelectual e na consolidação do aprendizado. A SBP alerta para a importância de que crianças usem recursos digitais sob supervisão, em atividades orientadas que estimulem a busca ativa pelo conhecimento, a criatividade e a resolução de problemas reais, em oposição ao consumo passivo de conteúdos. Dessa forma, a integração consciente das tecnologias deve priorizar experiências em que o estudante esteja no centro do processo, construindo sentido para aquilo que aprende, o que contribui para a proteção da saúde mental, o desenvolvimento de habilidades socioemocionais e para uma relação mais equilibrada e saudável com o mundo digital (SBP, 2019).

Sobre as possíveis relações entre metodologias ativas e recursos digitais, Santaella (2022) ressalta que, embora o uso de recursos digitais possa enriquecer o processo de ensino e de aprendizagem em aulas que utilizam metodologias ativas, não existe uma obrigatoriedade para que ambos caminhem sempre juntos. Santaella destaca que as tecnologias digitais podem trazer um potencial transformador para a educação ao oferecerem novas ferramentas capazes de engajar os alunos e diversificar estratégias de ensino. No entanto, ela enfatiza que a essência das metodologias ativas está na centralidade do aluno, na promoção de participação ativa, colaboração e desenvolvimento do pensamento crítico — princípios que podem ser plenamente implementados com ou sem o suporte de dispositivos digitais. Dessa forma, a autora chama a atenção para o fato de que a simples presença de recursos tecnológicos, por si só, não garante uma aprendizagem significativa. O fator decisivo é a intencionalidade pedagógica e a postura crítica e criativa de alunos e professores ao vivenciarem as experiências de aprendizagem que utilizam os recursos digitais no processo de construção do conhecimento, sempre visando o desenvolvimento de competências relevantes para o século XXI. Portanto, o uso de recursos digitais pode ser um complemento poderoso nas metodologias ativas, mas o principal permanece sendo a valorização do protagonismo do estudante e a busca por aprendizagem significativa, independentemente do grau de tecnologia envolvido.

Considerando as razões já expostas anteriormente neste texto, acredita-se que o uso integrado de recursos digitais no processo de ensino e aprendizagem é recomendado, pois elas oferecem inúmeras oportunidades para enriquecer esse processo, oferecendo acesso a uma vasta gama de recursos que podem proporcionar diferentes experiências, facilitando a comunicação e a colaboração entre os alunos, e permitindo a personalização do aprendizado se assim for desejado.

Diversos autores destacam a importância da utilização de recursos digitais junto com diferentes modelos de aula, incluindo as metodologias ativas (Pérez Gómez, 2015; Coll; Monereo, 2010). Moran (2018, p.11) ressalta que

As tecnologias digitais trazem inúmeros problemas, desafios, distorções e dependências que devem ser parte do projeto pedagógico de aprendizagem ativa e libertadora. No entanto, esses problemas que as tecnologias trazem não podem ocultar a outra face da moeda: é absurdo educar de costas para um mundo conectado, educar para uma vida bucólica, sustentável e progressista baseada só em tempos e encontros presenciais e atividades analógicas (que são, também, importantes).

Nesse sentido, para que seja ofertada uma educação contemporânea, deve-se, preferencialmente, fazer uso dos recursos digitais de modo integrado ao processo e quando tal uso for conveniente. Corroborando tal pensamento, Almeida e Valente (2012, p.60) mencionam que esses recursos

[...] propiciam a reconfiguração da prática pedagógica, a abertura e plasticidade do currículo e o exercício da coautoria de professores e alunos. Por meio da mediação das tecnologias de informação e comunicação, o desenvolvimento do currículo se expande para além das fronteiras espaço-temporais da sala de aula e das instituições educativas; supera a prescrição de conteúdos apresentados em livros, portais e outros materiais; estabelece ligações com os diferentes espaços do saber e acontecimentos do cotidiano; e torna públicas as experiências, os valores e os conhecimentos, antes restritos ao grupo presente nos espaços físicos, onde se realizava o ato pedagógico.

Conforme mencionado pelos autores, o uso de recursos digitais propicia a reconfiguração da prática pedagógica em diversos sentidos. É justamente por conta desse impacto que a formação de professores tem um papel fundamental quando se fala em metodologias ativas.

Em uma pesquisa realizada anualmente desde 2010 pelo Comitê Gestor da Internet, no ano de 2014 foi divulgado o relatório chamado “TIC educação 2014: pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras”, revelando que professores usavam as tecnologias digitais principalmente para prepararem aulas, fazendo menor uso com os estudantes em atividades práticas (Brasil, 2014). Já no relatório divulgado em 2019 pelo mesmo comitê, 55% dos professores de Ensino Fundamental e Médio de escolas localizadas em áreas urbanas afirmaram utilizar tecnologias digitais para realizar aulas expositivas para os alunos, 43% solicitaram aos alunos que fizessem exercícios com o uso de tecnologias, 36% fizeram pesquisas e 28% trabalharam com jogos educativos com os alunos (Brasil, 2019).

No relatório divulgado em 2022, o último disponível até a escrita deste material, dos 1.424 professores pesquisados, 89% afirmaram ter desenvolvido ao menos uma atividade sobre o uso seguro, responsável e crítico da internet com seus estudantes, buscando conscientizá-los do uso qualitativo dos recursos digitais a favor da aprendizagem. Além disso, 75% dos professores de Ensino Fundamental e Médio de escolas localizadas em áreas urbanas disseram

utilizar tecnologias digitais para realizar aulas expositivas, 72% solicitaram a realização de exercícios, 78% fizeram pesquisas e 45% trabalharam com jogos educativos com os alunos.

Conforme pode ser analisado nos dados informados acima, existe um aumento do uso de recursos digitais na prática pedagógica dos professores pesquisados, o que torna ainda mais necessário o desenvolvimento de programas de formação docente para um uso qualitativo das tecnologias digitais na educação associados com modelos de aula que possibilitam e integram tais recursos ao processo de aprendizagem.

Neste contexto, há metodologias que proporcionam momentos de aprendizagem integrados com o uso de recursos digitais. Uma dessas metodologias ativas é o ensino híbrido, um termo que ganhou popularidade durante a pandemia da COVID-19. No entanto, é importante ressaltar que o ensino híbrido antecede a pandemia e foi erroneamente associado a ela, pois seu significado não corresponde ao que foi atribuído durante o período em que as escolas brasileiras estavam fechadas por conta da pandemia da COVID-19. A subseção seguinte aborda o ensino híbrido e alguns de seus modelos.

2.2 Ensino híbrido

Após a pandemia da COVID-19, o conceito de ensino híbrido foi amplamente divulgado, comumente associado ao modelo de ensino adotado após o início das tentativas de reabertura das instituições de ensino no final do ano de 2020 e, principalmente, ao longo do ano de 2021. De forma geral, o termo ensino híbrido (ou algum de seus derivados criados na época, como “aulas híbridas”, “rodízio híbrido”, dentre outros) era divulgado e compreendido pela sociedade como aulas que aconteciam virtual e presencialmente ou até mesmo momentos do ano letivo em que havia o revezamento dos estudantes para frequentar a escola em uma tentativa inicial de retomar as aulas presenciais.

Ignorava-se, portanto, a existência de estudos e pesquisas na área de educação que já adotavam o termo “ensino híbrido” com um significado diferente, propondo modelos de ensino que consideram diversas outras características e cenários possíveis dentro das instituições de ensino. Antes de apresentar a definição de ensino híbrido adotada neste estudo, é importante destacar que o conceito de ensino híbrido apresenta várias definições diferentes na literatura (Valente, 2014).

Sathler (2021) destaca que esse modelo transcende a mera combinação mecânica de momentos presenciais e *on-line*. Para o autor, o ensino híbrido deve ser compreendido como uma reorganização intencional do trabalho pedagógico docente para potencializar experiências de aprendizagem mais autônomas e diversificadas, nas quais o papel do professor se transforma

em mediador, curador e articulador de percursos formativos. O autor enfatiza que o ensino híbrido propicia oportunidades para personalização, colaboração e o desenvolvimento de competências digitais, mas exige planejamento cuidadoso, reflexão crítica sobre o uso das mídias e adaptação constante das estratégias pedagógicas às necessidades dos estudantes, em um processo dialógico e reflexivo. Assim, o ensino híbrido, na perspectiva de Sathler, não se resume à alternância de espaços, mas sim à criação de ecossistemas flexíveis que buscam integrar diferentes tempos, espaços, recursos e metodologias para promover aprendizagens mais significativas.

Um exemplo de uma variação na definição de ensino híbrido pode ocorrer no ensino superior, quando o modelo de ensino implementado faz uso da educação a distância (EaD), com o momento presencial se misturando com o momento *on-line*, sendo que a divisão de tempo entre ambos os momentos varia conforme a instituição. Essa definição não pode ser considerada incorreta, mas considera-se que existem modelos de aula mais amplos e variados que alcançam outras contribuições para a formação dos estudantes que vão além das contribuições englobadas nessa definição, como será explicado na continuidade deste texto. Segundo Singh (2003), o conceito de ensino híbrido traz consigo uma ideia de que não existe uma única forma de aprender, mas sim que a aprendizagem é um processo contínuo que pode ocorrer em uma sequência de experiências de aprendizagem vivenciadas pelo estudante.

Segundo Tori (2010), os ambientes físicos e *on-line* (virtuais) se desenvolveram de forma separada, mas são complementares. Além disso, o pesquisador faz uma observação importante sobre o acompanhamento do desenvolvimento dos estudantes:

Um aspecto importante refere-se ao acompanhamento dos aprendizes enquanto desenvolvem suas atividades de aprendizagem. Em atividades ao vivo, o professor consegue monitorar facilmente as ações e reações de seus alunos, tomando em tempo real decisões sobre como conduzir sua aula. Em atividades a distância esse feedback é mais difícil de ser obtido. No entanto são abertas inúmeras e ricas possibilidades de acompanhamento. Por meio dos sistemas de gerenciamento comumente utilizados em atividades virtuais de aprendizagem, torna-se possível registrar todas as ações e reações de cada um dos participantes. Essa massa de dados, no entanto, pode facilmente se tornar inviável de ser manipulada pelo professor. Mas, com a ajuda de sistemas de agentes inteligentes, é possível uma automatização do processo de monitoramento que alerte o professor para situações que necessitem de sua atenção. (p. 32-33)

No trecho destacado acima, o autor se refere aos dados que o professor pode obter ao realizar atividades *on-line*. Um exemplo dos dados que podem ser obtidos pelos docentes é quando uma plataforma adaptativa é utilizada para que os alunos pratiquem algum conceito que aprenderam na sala de aula física ou que aprenderam na própria plataforma. Ao praticar tal conceito, a plataforma pode registrar os acertos e erros dos estudantes ao mesmo tempo em que eles recebem *feedback* em tempo real sobre suas respostas. Esses dados ficam salvos para que

o professor possa consultar posteriormente, fazendo análises e tirando as conclusões que desejar. Esse processo permite que o professor modifique a sequência das próximas aulas a partir de suas conclusões, com decisões sendo tomadas baseadas em dados, tornando-as muito mais assertivas.

Algumas pesquisas compartilham resultados sobre o impacto do uso das tecnologias digitais em sequência de aulas que utilizam o ensino híbrido como abordagem pedagógica (Trevisani; Corrêa, 2020; Ruck, 2012; Cherry, 2010). De forma geral, esses estudos mostram que a adoção do ensino híbrido permite e incentiva uma reorganização dos processos de ensino e aprendizagem, transformando uma educação que tinha o professor como centro do processo para uma aprendizagem que é centrada no estudante, possibilitando interações entre os estudantes, entre cada estudante e o recurso digital adotado e entre estudantes e o professor. A avaliação, por sua vez, passa a ser desenvolvida no processo e não somente ao final, focando em resultados.

Por conta da variedade de definições possíveis para o termo “ensino híbrido”, Horn e Staker (2015) entrevistaram educadores responsáveis por mais de 150 programas de ensino híbrido para elaborar uma definição que conseguisse abranger os diferentes cenários e realidades de cada entrevistado, mas restrita o suficiente para diferenciá-la de concepções que não abordam todos os elementos que caracterizam práticas em modelos híbridos (como nomear a prática em tempos de COVID-19 de ensino híbrido, mesmo tendo a ausência de momentos presenciais de aprendizagem; ou como práticas que simplesmente consideram ensino híbrido quando ocorre o uso de um recurso digital em sala de aula).

Portanto, para os autores Horn e Staker (2015, p.54):

Ensino híbrido é qualquer programa educacional formal no qual um estudante aprende, pelo menos em parte, por meio do ensino on-line, com algum elemento de controle do estudante sobre o tempo, o lugar, o caminho e/ou o ritmo e, pelo menos em parte, em um local físico, supervisionado, longe de casa. As modalidades, ao longo do caminho de aprendizagem de cada estudante em um curso ou disciplina, estão conectadas para fornecer uma experiência de aprendizagem integrada.

Esta será a definição de ensino híbrido que será considerada neste trabalho. Como é possível perceber, a forma como ensino híbrido é definido mostra uma integração das tecnologias digitais ao currículo, sendo fundamentais nos processos de ensino e aprendizagem, principalmente para a personalização do ensino.

Horn e Staker (2015) consideram o ensino híbrido com um modelo disruptivo de inovação. Para compreender o que isso significa, é necessário compreender primeiro a ideia de inovação considerada aqui.

Para Rogers (2003), a inovação é uma ideia, uma prática ou um objeto percebido como novo por um indivíduo. Isso não está relacionado com o tempo cronológico em que a tal ideia ou prática foi concebida, mas com a capacidade de perceber tal “novidade” pelos indivíduos considerados. Ou seja, se algo pareceu “novo” para um indivíduo, é uma inovação para ele. Além disso, uma inovação não precisa necessariamente envolver novos conhecimentos. Ela pode ser um processo aplicado em algum ponto específico visando resolver um problema existente que pode ser relacionado com este determinado ponto.

Nesse caso, considerando o cenário educacional, uma inovação pode ser entendida como um processo que pode ser aplicado em algum ponto específico do cenário educacional para resolver um problema (específico ou não) que afeta algum elemento desse cenário. Ainda segundo Rogers (2003), para se analisar a viabilidade de se inovar dentro da educação (e em outros campos também), alguns pontos devem ser considerados. Abaixo está uma lista com a explicação de alguns desses pontos seguida de uma complementação ilustrativa e associativa relacionada com educação, criadas a partir da minha prática profissional:

- Vantagem relativa: após implementar o processo de inovação, qual será a vantagem relativa a como as coisas funcionavam antes desse processo ser implementado? Como os envolvidos perceberão o novo cenário como melhor do que o anterior? Existem formas de se medir essa vantagem relativa: economicamente, socialmente, a conveniência que os resultados trouxeram, satisfação dos envolvidos, facilidade de se executar um processo, dentre outros (as vantagens da implementação de um processo de inovação em uma instituição de ensino devem estar claras para todos os envolvidos desde a concepção do projeto de inovação que será implementado).
- Compatibilidade: ao se implementar um processo de inovação, deve-se considerar o processo que estava sendo desenvolvido anteriormente, pois algo incompatível com isso teria grandes chances de não ser adotado ou executado pelos envolvidos (é praticamente inviável implementar um processo de inovação em uma instituição de ensino que seja incompatível com o que estava sendo feito nela até o momento da implementação desse processo).
- Complexidade: a implementação de um processo de inovação não pode ser complexa a ponto de os envolvidos não conseguirem implementá-lo. Por isso, a complexidade é um fator essencial de ser analisado ao se implementar um processo de inovação (se educadores, gestores escolares e demais envolvidos com um processo de inovação não conseguirem compreender as etapas de sua implementação por elas serem complexas demais, provavelmente esse processo não terá sucesso).
- Deve ser possível de ser experimentada: os indivíduos envolvidos com um processo de inovação tendem a querer experimentá-lo em uma escala menor antes de aplicá-lo de uma forma

mais ampla, dando mais segurança aos envolvidos durante o processo (uma instituição de ensino provavelmente irá começar a implementar alguma inovação aos poucos, em cenários controlados e limitados, para depois expandir para toda a instituição).

- Os resultados devem ser visíveis: todos devem conseguir observar os avanços e melhorias obtidos após o processo de inovação ser implementado. Isso pode estimular outras pessoas a passarem pelo mesmo processo em casos em que isso seja possível (uma instituição de ensino que deseja inovar em algo tem mais propensão a fazê-lo após observar os avanços em outra que já passou por esse processo).

Nesse sentido, a ideia da disrupção inicia no momento em que o elemento *on-line* aparece na definição de ensino híbrido, principalmente porque este momento pode ocorrer fora da sala de aula presencial, como, por exemplo, durante a adoção do modelo sala de aula invertida, que será explicado mais adiante quando os modelos de ensino híbrido forem definidos. Conforme Horn e Staker (2015, p. 4) mencionam,

[...] um número cada vez maior de estudantes está experimentando a aprendizagem virtual, embora continue a frequentar suas escolas tradicionais físicas - um fenômeno chamado “ensino híbrido”. O surgimento do ensino híbrido é um sinal de que o ensino on-line está marchando para o topo do mercado. Ao acrescentar um componente físico, o ensino on-line pode oferecer mais supervisão, mais tutoria presencial e mais diversão presencial com os amigos para a maioria dos estudantes que necessitam da escola para esses propósitos tanto quanto para ajudá-los a obter conhecimento e habilidades.

É justamente por essa razão que o ensino híbrido se torna oportuno, pois ele também tem o objetivo de colocar os estudantes no centro do processo de aprendizagem, permitindo algum grau de personalização do ensino nos momentos em que os estudantes utilizam os recursos digitais e permitindo que os docentes utilizem os dados obtidos para modificar suas aulas da maneira como desejarem, buscando potencializar a aprendizagem dos conceitos ensinados.

Com relação à personalização do ensino, Horn e Staker (2015) falam que não existe um significado único para tal conceito, mas adotam as ideias defendidas por Patrick, Kennedy e Powell (2013). Esses pesquisadores apresentam uma definição que também engloba as ideias defendidas neste trabalho. Para eles, a personalização consiste em criar experiências de aprendizagem sob medida para atender aos pontos fortes, as necessidades e aos interesses de cada estudante, permitindo que eles expressem, em algum momento, o que, como, quando e onde irão aprender, visando proporcionar alguma flexibilidade e apoio para aumentar o domínio dos conceitos de forma clara e satisfatória.

Por exemplo, em uma sala de aula de matemática, a personalização pode envolver a oferta de diferentes desafios para diferentes alunos, com alguns trabalhando em problemas mais

avancados enquanto outros recebem suporte adicional em conceitos básicos. Além disso, os alunos podem ter a opção de escolher como demonstrar seu entendimento, seja através de um teste tradicional, uma apresentação oral ou um projeto prático. A flexibilidade no "quando" e "onde" aprender pode ser implementada através de plataformas que permitem aos alunos acessar materiais e completar tarefas em seu próprio ritmo e em horários que lhes sejam mais convenientes. O objetivo final é criar um ambiente de aprendizado que seja ao mesmo tempo desafiador e acessível para todos os alunos, promovendo maior engajamento e sucesso.

Essa perspectiva sobre a personalização do ensino está alinhada com os fundamentos da Educação Democrática, notadamente como articulados por Hecht (2016). A ênfase em permitir que os estudantes possam definir, em algum momento, o que, como, quando e onde irão aprender ecoa diretamente a premissa da educação democrática de que o aluno deve ser um participante ativo nas decisões que moldam sua trajetória de aprendizagem. Ao conceder essa agência, transcende-se a mera adaptação de conteúdo, reconhecendo o estudante como um co-construtor de seu conhecimento.

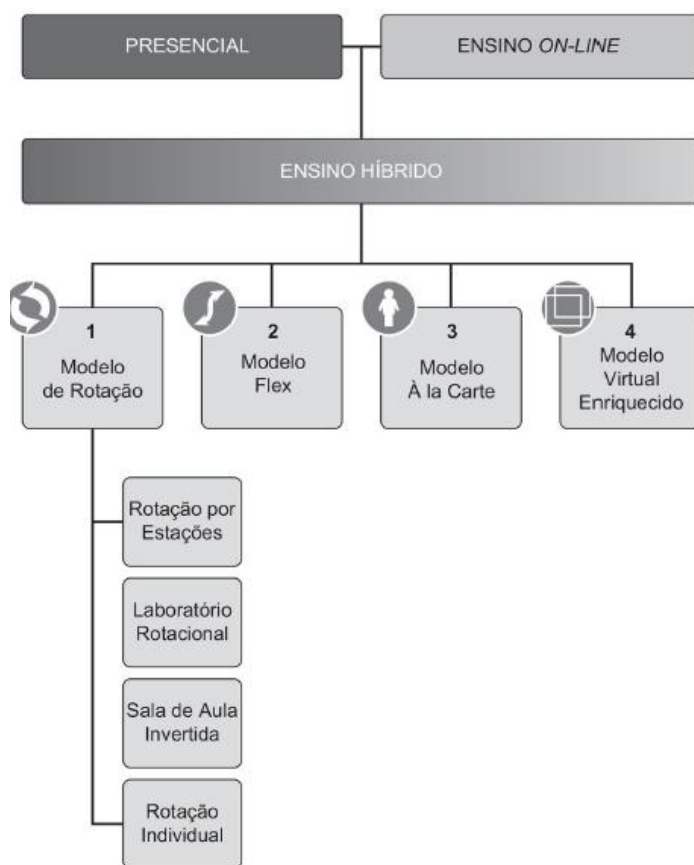
Nesse sentido, a ideia defendida por Hecht, que posiciona o estudante como protagonista capaz de influenciar as escolhas pedagógicas, converge com a busca e a construção de um caminho de aprendizagem personalizado. Quando os discentes participam da definição do "o quê" e do "como" aprender, a experiência educacional torna-se intrinsecamente mais ajustada às suas singularidades, potencializando o engajamento e a profundidade da compreensão. Por exemplo, em uma escola democrática, os alunos podem participar na criação do currículo, propondo projetos e atividades que reflitam seus interesses e paixões. Eles também podem ter voz na avaliação de seu próprio progresso, estabelecendo metas e refletindo sobre seu aprendizado. Assim, a Educação Democrática não apenas complementa, mas efetivamente viabiliza uma forma robusta de personalização, onde a flexibilidade e o suporte são co-construídos em um ambiente de aprendizado participativo e responsivo. Essa abordagem promove a autonomia, a responsabilidade e o pensamento crítico, preparando os alunos para serem cidadãos engajados e aprendizes ao longo da vida.

As escolas têm buscado cada vez mais o ensino personalizado. No Brasil, isso pode ser percebido também nos livros didáticos e/ou plataformas digitais de ensino que os materiais didáticos possuem atrelados, se em caso de livro físico, ou nos locais onde os livros digitais são disponibilizados. Existe um desejo pela personalização para que o fracasso dos estudantes, principalmente dos que possuem dificuldades de aprendizagem, seja evitado. Além disso, tais plataformas possibilitam a disponibilização de lições para os estudantes praticarem, sendo essa mais uma opção para os docentes utilizarem. Porém, ao mesmo tempo, nota-se que as

instituições de ensino, seus gestores e professores, muitas vezes não sabem utilizar tais recursos adequadamente. Eles mantêm as chamadas práticas tradicionais, que consistem em aulas expositivas na maioria dos casos, e somente querem acrescentar os recursos digitais mencionados anteriormente ao processo, o que não faz sentido dados todos os argumentos apresentados até aqui.

Por conta disso, o conceito de ensino híbrido apresentado e adotado nesta pesquisa pode ser organizado segundo alguns modelos, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Modelos de ensino híbrido.



Fonte: Horn e Staker (2015, p. 38).

Na Figura 1 é possível identificar quatro modelos principais, a saber: Modelos de Rotação, Flex, À la Carte e Virtual Enriquecido. Nota-se que o Modelo de Rotação tem quatro modelos derivados dele: Rotação por Estações, Laboratório Rotacional, Sala de Aula Invertida e Rotação Individual. A ideia de nomear esses modelos partiu da necessidade de reunir em cada um deles alguns dos principais elementos dos modelos mais utilizados pelas instituições de ensino pesquisadas por Horn e Staker (2015). No que segue será descrito cada um deles.

2.2.1 Modelos de Rotação

Quando professores começam a implementar aulas adotando o ensino híbrido, esses modelos são os mais atraentes para eles, pois conservam muitas das características presentes no formato das aulas com as quais os docentes estão acostumados e/ou possuem mais experiência. De forma geral, os modelos de rotação são compostos de experiências de aprendizagem em que os estudantes alternam entre modalidades de aprendizagem, nas quais pelo menos uma parte seja *on-line*/utilize um recurso digital. A ordem da rotação de cada estudante ou grupo de estudantes é definida pelo professor, podendo inclusive seguir uma sequência fixa de rotação ou uma sequência individual criada pelo docente.

Muitas vezes chamados de “circuitos” ou “cantinhos”, o ensino por rotações não é novo na educação; ele existe nos anos iniciais da educação básica há bastante tempo. A diferença agora é que, em um dos momentos, a aprendizagem terá o elemento do recurso digital.

Com relação às tarefas, elas podem envolver atividades em grupo, individuais, utilizar os materiais didáticos dos estudantes ou materiais extras preparados pelo professor, atividades escritas, leituras, vídeos, projetos, socialização das propostas desenvolvidas pelos estudantes, esquemas e, necessariamente, uma atividade *on-line* ou que use recurso digital.

2.2.1.1 Rotação por Estações

Os estudantes são divididos em grupos, sendo que cada grupo realizará uma tarefa específica planejada pelo professor. O número de grupos e a quantidade de alunos por grupo são definidos pelo docente. Normalmente, cada grupo compõe uma estação, mas existem casos em que temos dois ou mais grupos compondo uma única estação (por exemplo, é preferível ter dois grupos de quatro alunos cada um fazendo a mesma tarefa em uma única estação do que um único grupo de oito alunos compondo esta estação).

As tarefas realizadas em cada estação devem ser independentes, ou seja, a tarefa ter uma estação não pode ser pré-requisito para a outra ser realizada, pois, se um estudante não conseguiu realizar a tarefa anterior, ele ficará impossibilitado de realizar a próxima. Porém, essa independência não significa que elas não tratarão de um mesmo tema; pelo contrário: todas as tarefas preferencialmente devem pertencer a um único tema para que os alunos expandam as possibilidades de aprender sobre tal tema por diferentes formas.

Para planejar cada estação, os docentes podem usar uma variedade de tarefas com diferentes objetivos, conforme já mencionado anteriormente, mas é importante valorizar dois momentos: um em que os estudantes trabalham colaborativamente na construção do conhecimento, discutindo propostas, falando sobre problemas, resolvendo questões, criando

estratégias diferentes e compartilhando tudo com um grupo; e outro em que o estudante trabalha individualmente, deparando-se com as suas próprias dificuldades e limitações e buscando superá-las com a ajuda do professor, da plataforma virtual que ele talvez esteja usando ou por si só, mediante uma estratégia individual. Nesse sentido, a personalização do ensino é favorecida, já que é um fato que nem todos aprendem da mesma forma. As atividades nas estações terminarão após um mesmo tempo, e os estudantes deverão rotacionar entre as estações, passando por todas elas até o final do processo, que não precisa ser terminado no tempo de uma aula, mas que pode ser começado em uma aula e finalizado na aula seguinte (caso dos professores especialistas, principalmente).

Ao final das rotações, o professor pode encerrar a aula da forma como quiser, inclusive mediando discussões para levantar os conhecimentos dos alunos a partir das atividades realizadas. Isso é o que ocorre, por exemplo, na Innova Schools⁸, onde o professor conduz o trabalho com os alunos mesclando entre dois momentos, um coletivo e um individual, que estimula o ensino *on-line* ou por meio de um recurso digital. Este é um dos modelos mais utilizados por professores da educação básica e superior em suas aulas.

2.2.1.2 Laboratório Rotacional

Enquanto no modelo anterior os professores podem dividir os alunos como e em quantos grupos desejarem, a divisão principal neste modelo é realizado em dois grandes grupos, sendo que cada grupo usará um espaço diferente em cada momento na aula. Portanto, a ideia é que o professor inicie dividindo os estudantes em dois grandes grupos, de forma que um desses fique sob orientação do docente, enquanto o outro realiza uma atividade em algum outro espaço designado pelo professor.

A sala de aula física, onde os alunos têm aulas regulares, pode ser um desses espaços, ou seja, o professor pode permanecer nela com metade da turma e pode realizar a tarefa que achar mais adequada, inclusive utilizar uma aula expositiva para ensinar um determinado conceito. Aqui, vale ressaltar que o ensino híbrido não se opõe a aulas expositivas, mas considera que uma diversidade de propostas e estratégias de ensino de um determinado conceito favorece a aprendizagem dos estudantes. Enquanto o docente estiver em um espaço específico da instituição de ensino com metade da turma, a outra metade pode estar em qualquer outro espaço realizando, preferivelmente, uma tarefa *on-line* com recursos digitais para atender as necessidades dos estudantes.

⁸ Ver mais em <http://www.innovaschools.edu.pe>.

Em outras palavras, estes alunos usariam computadores, celulares, *tablets* ou qualquer outro recurso digital de forma individual e autônoma para realizar as tarefas propostas pelo professor, que estará com a outra metade da turma realizando a sua aula da maneira que achar mais adequada. A título de curiosidade, o nome deste modelo remete aos espaços formados por recursos digitais fixos, como computadores *desktop*. Porém, com o passar do tempo, os recursos digitais se tornaram móveis e, por isso, podem ser usados em outros espaços além do chamado “laboratório de informática”.

2.2.1.3 Sala de Aula Invertida

Este talvez seja o modelo de rotação mais conhecido entre todos os que serão apresentados aqui. Como o próprio nome diz, a proposta consiste em estudar a teoria antes da aula presencial. Isso pode ser feito em casa ou em algum local fora da sala de aula física, e os conteúdos podem ser disponibilizados no formato *on-line*, virtualmente. O momento em que os alunos estiverem presencialmente na instituição de ensino deve ser utilizado para realizar discussões sobre as aprendizagens construídas a partir do estudo anterior, realizar atividades do próprio material didático ou outras que o professor planejou, elaborar cartazes individuais ou coletivos para explicar o que foi estudado em casa, criar quadros comparativos entre o que foi estudado em casa e novos materiais fornecidos pelo docente na aula presencial, dentre outras propostas.

A sala de aula invertida é o modelo mais indicado para professores que desejam começar a implementar os modelos de ensino híbrido em suas aulas, pois, apesar de modificar o processo de ensino e aprendizagem, ainda pode conservar o momento presencial com toda a turma, sem divisões como nos modelos de rotação por estações ou no laboratório rotacional. É fundamental ressaltar a necessidade de discutir este modelo com os professores para que eles o aprimorem cada vez mais, integrando os recursos digitais que desejarem de acordo com os objetivos de suas aulas e criando formas de potencializar a aprendizagem de seus estudantes em um momento em que eles estarão, provavelmente, aprendendo sozinhos a partir de orientações prévias dadas pelo docente.

Segundo Valente (2014), a sala de aula invertida foi usada pela primeira vez no ano de 1996 por professores da Miami University, em Ohio, Estados Unidos. Eles denominaram a prática pelo termo *inverted classroom*, e a desenvolveram de forma que os estudantes tiveram que realizar algumas atividades antes da aula presencial. Tais atividades não necessariamente envolveram o uso de recursos digitais e o tempo da aula presencial foi aproveitado para os estudantes aplicarem os conhecimentos construídos a partir das atividades realizadas

previamente. Quando os professores comparam o rendimento que os estudantes tiveram nessa prática com o que tiveram quando a abordagem foi a tradicional, eles perceberam que a sala de aula invertida proporcionou maior motivação e um leve aumento no desempenho dos discentes. Valente (2014) ainda comenta que o termo *inverted classroom* passou a ser chamado de *flipped classroom* após 2010 e, desde então, tem sido bastante adotado por instituições do ensino médio e superior no mundo todo.

Bergmann e Sams (2017) realizaram um estudo ao ministrar a disciplina de química inteiramente neste modelo por volta do ano de 2007. Nesta publicação, os autores compartilharam orientações sobre como preparar e/ou selecionar vídeos e outros materiais de estudo para os estudantes realizarem o momento pré-aula, além de estratégias para utilizar o tempo da aula presencial de maneira mais eficaz, com foco em atividades práticas, resolução de problemas e discussão de conceitos. Dentre as sugestões dadas pelos autores, destaca-se a necessidade de conhecer os estudantes, saber um pouco sobre os interesses deles, considerando tais informações no momento de selecionar os vídeos. A partir dessas sugestões, uma possibilidade é que os próprios estudantes podem sugerir vídeos como parte da tarefa, ou seja, o professor pode indicar algum vídeo para que eles vejam, sugerindo perguntas que eles devem responder sobre o vídeo, e pode solicitar que eles selecionem outro vídeo e criem um quadro comparativo das informações apresentadas nos dois materiais, destacando possíveis semelhanças e divergências nos conceitos estudados e criando algumas perguntas para compartilhar com todos no momento da aula presencial. Desta forma, o professor também expande o seu referencial de vídeos possíveis de serem utilizados em um outro momento, quando aplicar novamente esta aula.

Como benefícios do modelo de sala de aula invertida, Bergmann e Sams (2017) destacam o aumento na autonomia dos alunos, a possibilidade de personalizar o ensino a partir dos dados obtidos com as atividades *on-line*, a promoção de uma maior interação entre estudantes e professores no momento da aula presencial e a criação de uma cultura de aprendizagem coletiva cuja responsabilidade é compartilhada com os estudantes. Como possíveis desafios na implementação deste modelo, os autores mencionam a resistência à mudança na forma de aprendizagem por parte dos estudantes, das famílias e/ou da gestão escolar, a necessidade de uma infraestrutura tecnológica acessível aos estudantes e a formação do professor para desenvolver e planejar uma aula neste modelo. Com relação a possível resistência mencionada anteriormente, os autores relatam que a adoção deste modelo deve ser explicada em detalhes para todos os envolvidos no processo, orientando e compartilhando as

estratégias que foram planejadas para que os estudantes consigam se desenvolver e aprender o que é desejado.

2.2.1.4 Rotação individual

Neste modelo, cada aluno recebe uma lista de tarefas que deverá realizar com os temas que serão estudados. Tais tarefas podem compor estações de trabalho, mas cada estudante passará somente pelas estações indicadas na sua lista. Esta característica torna necessário que o professor tenha realizado uma avaliação contínua de cada um dos estudantes para elaborar o roteiro individual deles. Nota-se aqui o processo de personalização bastante presente, visto que criar um roteiro individual só faz sentido se considerar as dificuldades e as facilidades de cada um dos discentes. As estações podem compor tarefas relacionadas com um mesmo tema, de modo que cada uma proponha um trabalho de forma diferente para os estudantes, mesclando diferentes recursos e estratégias para que eles possam compreender os conceitos.

Como exemplo de instituição que adota este modelo, é possível citar as Carpe Diem Schools (Horn e Staker, 2015), que começaram em Yuma, Arizona, e posteriormente passaram a dirigir escolas em vários estados nos Estados Unidos. Nessas instituições, os estudantes se revezam a cada 35 minutos entre diferentes estações, o que possibilita que cada um deles aprenda utilizando o ensino *on-line* com recursos digitais e no seu ritmo individual. Cada estudante tem a sua própria lista individual de prioridades para orientá-lo ao longo das rotações. Alguns professores assistentes ficam disponíveis na escola para auxiliar os estudantes com o programa que faz a gestão da lista de cada um deles. Todos os estudantes ficam em uma grande sala com vários recursos digitais disponibilizados no centro, sendo que ao redor existem salas de apoio para o professor aprofundar, de forma presencial, o conteúdo que foi introduzido e estudado de forma *on-line*. A gestão da aprendizagem de cada estudante é feita pelo professor com o apoio dos dados construídos mediante o trabalho de cada um na plataforma adotada. Os próprios estudantes podem indicar aos docentes quando querem ser avaliados, solicitando isso no momento em que se sentirem mais seguros. A realização desse controle individual do aprendizado de cada aluno é fundamental para o sucesso deste modelo e para a aprendizagem do estudante.

2.2.2 Modelo Flex

Este modelo, assim como os modelos À la Carte e Virtual Enriquecido, propõe uma maior reorganização do ambiente escolar como um todo. No caso do modelo flex, os estudantes também possuem uma lista de tarefas que devem seguir, priorizando a aprendizagem *on-line*.

O ponto principal é que os alunos podem fazer isso de forma colaborativa, interagindo uns com os outros, utilizando recursos digitais, mas sem a necessidade de estarem divididos por anos ou séries. Ou seja, os estudantes podem aprender todos juntos, mesmo sendo de turmas e/ou séries diferentes. Assim como na rotação individual, o roteiro de cada estudante será personalizado e o professor estará à disposição para atendê-los. É importante ressaltar que o docente estará presente na escola física assim como os estudantes, mas o aprendizado ocorrerá principalmente *on-line* com a ajuda de programas de gestão de aprendizagem e a partir do planejamento do professor.

No Brasil, o Projeto Âncora⁹ que, apesar de ter sido descontinuado em 2019, foi um dos exemplos conhecidos que utilizaram uma abordagem mesclada com a rotação individual, pois era necessário que o professor elaborasse um plano personalizado a ser seguido por cada estudante. Por outro lado, os estudantes de anos diferentes podiam aprender juntos, quebrando a divisão por salas comumente encontrada nas escolas brasileiras. Em outras propostas, como a realizada pela San Francisco Flex Academy, os estudantes focam principalmente no aprendizado *on-line* e possuem um grupo de professores e orientadores para acionarem quando sentirem necessidade.

2.2.3 Modelo À la Carte

Neste modelo, os estudantes fazem um curso inteiramente *on-line* estando fisicamente presentes em uma unidade escolar. Ou seja, os alunos estão reunidos presencialmente em uma instituição de ensino preferencialmente, mas o professor está *on-line*. Essa é a diferença principal entre este modelo e o modelo flex, pois neste o professor está *on-line*, enquanto no flex, o professor está presencialmente na escola com os estudantes. Apesar disso, os discentes podem ter momentos presenciais de aprendizagem assim como no modelo flex, porém não terão um professor para orientá-los caso necessitem.

Outra opção é que os estudantes realizem cursos extras ministrados desta forma, com um professor especialista *on-line* e em um momento posterior aos seus estudos regulares. Isto pode servir para um aprofundamento em algum conteúdo, ou também para que o professor consiga oferecer novas formas de aprendizagem para alunos que apresentam dificuldades ou alguma outra necessidade específica.

Este modelo se caracteriza como um modelo de ensino híbrido porque os estudantes vivenciam uma mistura de ensino *on-line* com ensino presencial. Como o próprio nome do

⁹ <https://escolastransformadoras.com.br/escola/escola-projeto-ancora/>

modelo indica, o estudante poderá solicitar estudar em algum dos dois formatos caso julgue necessário, tomando tal decisão em parceria com o professor.

2.2.4 Modelo Virtual Enriquecido

Neste modelo, os estudantes realizam seus estudos com encontros presenciais obrigatórios com um professor. A partir disso, eles ficam livres para estudar os conceitos e realizar algumas tarefas obtidas após a orientação do docente, que não estará com os estudantes. Para os casos em que os discentes estiverem distantes fisicamente uns dos outros, o ensino *on-line* será utilizado para conectá-los.

Normalmente, o professor realiza dois papéis: o de professor presencial e o de professor (ou tutor) *on-line*. Ou seja, o docente pode acompanhar as interações dos alunos tanto presencialmente quanto virtualmente, se aproveitando das interações que ocorrem no momento presencial para realizar problematizações no momento *on-line* e vice-versa.

Este modelo difere da sala de aula invertida porque nela existe um encontro do professor com os estudantes todos os dias da semana. Este modelo também não é um curso realizado inteiramente *on-line*, pois os momentos presenciais são obrigatórios e não opcionais.

No Brasil, muitos cursos de medicina se assemelham com esse modelo. Os estudantes se reúnem presencialmente com um professor, também chamado de tutor, orientador ou preceptor em alguns casos, para receber instruções sobre como deverão estudar determinados conceitos, inclusive com alguma orientação de onde deverão buscar tais conceitos (uma espécie de curadoria prévia, com indicação de livros ou artigos, por exemplo). Após isso, são dispensados para estudar tais conceitos da maneira como quiserem, inclusive com o apoio de materiais *on-line* extras, além dos indicados pelo professor. Apesar de em muitos casos a parte *on-line* não ser integrada efetivamente como um material de apoio para os alunos (ou seja, os estudantes acabam consultando materiais virtuais da forma como quiserem), a ideia se assemelha bastante a proposta aqui apresentada. Após o estudo autônomo, os estudantes se reúnem novamente com o professor para apresentar as tarefas realizadas e sanar dúvidas.

2.2.5 Sobre todos os modelos de ensino híbrido

Os modelos de ensino híbrido descritos podem ser utilizados da maneira como professores, gestores escolares e instituições de ensino quiserem. Não há uma ordem estabelecida para a aplicação desses modelos, eles não possuem hierarquia. Mesmo assim, para professores iniciantes, alguns deles são considerados mais fáceis de serem implementados com os estudantes, conforme já mencionado nas explicações de cada modelo (Bacich; Tanzi Neto;

Trevisani, 2015). Professores mais experientes podem mesclar os modelos, como, por exemplo, utilizando a sala de aula invertida para realizar uma atividade e, no momento da aula presencial, desenvolvê-la utilizando uma rotação por estações ou um laboratório rotacional.

Dessa forma, a aprendizagem passa a não ficar restrita somente aos momentos de aula presencial e pode ser potencializada em outros ambientes dentro da própria escola, na casa dos estudantes, em bibliotecas públicas, em espaços coletivos, dentre outros.

Para isso, é fundamental que os docentes saibam planejar aulas nos modelos de ensino híbrido aqui descritos, conseguindo elaborar experiências de aprendizagem que aproveitem “o melhor dos dois mundos”: o presencial, nas escolas físicas, e o mundo virtual, por meio das atividades *on-line* e dos recursos digitais. Uma possibilidade que pode auxiliar os docentes no processo de planejamento das aulas é a utilização de recursos de inteligência artificial generativa. Por conta disso, este tópico será abordado na sequência.

2.3 Inteligência artificial na educação

Ao se falar sobre inteligência, o senso comum tende a associá-la exclusivamente ao ser humano, embora ele não seja o único animal capaz de exibir tal característica. Segundo Gabriel (2024, p. 54), “inteligência é um termo extremamente fácil de compreender, mas, ao mesmo tempo, é um campo altamente complexo e extremamente difícil de definir - tanto que não existe uma única definição que possa explicá-la”. Por conta da amplitude e da complexidade do tema, fez-se necessário realizar um recorte na abordagem que será dada neste trabalho, visando atingir o seu objetivo principal: a construção de respostas para a pergunta de pesquisa “*como recursos de inteligência artificial generativa são utilizados por professores de matemática para planejar aulas em metodologias ativas e ensino híbrido?*”.

Portanto, este trabalho não busca discutir as diferentes definições sobre “inteligência” por acreditar que tal discussão pode fazer com que o foco da construção de respostas para a pergunta de pesquisa se desvie do objetivo desta tese. Também não serão abordados em profundidade temas como ética e uso de recursos de inteligência artificial (IA), pois a discussão, assim como a anterior, é bastante ampla. É claro que, quando pertinente, será mencionado aqui sobre tal tema, apesar de sua discussão não ganhar corpo ao longo desta escrita. Por fim, mas não menos importante, não serão abordados aplicações e usos de IA em outros campos, como engenharia, computação etc., que, apesar de pertinentes para a construção de um conceito amplo sobre IA, desviariam a discussão da nossa pergunta de pesquisa.

Com relação às metodologias ativas e ao ensino híbrido, o objetivo é considerar o cenário que se acredita ser o mais comum na docência no Brasil: professores que desejam

planejar aulas que consideram inovadoras, em modelos diferentes do expositivo, que fazem a maioria, senão todo, esse processo de planejamento sozinhos, que atuam com suas próprias turmas e seus próprios alunos de maneira individual, onde projetos não são executados com frequência. Nesse sentido, a IA apareceu como algo que eles decidiram usar por si mesmos, sem qualquer interferência ou sugestão de uso e de recursos específicos ter sido realizada. Portanto, o foco deste trabalho será apenas dissertar sobre IA e educação visando construir uma possível resposta para a questão de pesquisa acima apresentada e não necessariamente aprofundando nas diversas possibilidades que o uso de ferramentas de IA traz para diferentes contextos e cenários educacionais possíveis

Um exemplo de cenário possível que não será aprofundado aqui é uma instituição de ensino que deseja utilizar IA para realizar um processo de personalização do ensino em que a IA auxilie professores a elaborarem planos de aula individuais para escolas que visam ensinar exclusivamente com IA, se a mediação de docentes e de forma completamente individual. Conforme esclarecido, esse cenário não será aprofundado, visto que ele se distancia da realidade dos docentes pesquisados e da construção de uma possível resposta para a pergunta de pesquisa deste trabalho.

Para se compreender o que pode ser uma IA, é necessário se atentar primeiro ao que pode ser entendido como “inteligência”. Com relação à ideia de inteligência em si, Michael et al. (2024) fizeram uma descoberta interessante. Os autores descobriram que outros mamíferos também demonstram inteligência, mas de maneiras mais mensuráveis. Eles identificaram elefantes africanos selvagens que utilizam chamadas que funcionam como nomes para se dirigirem uns aos outros, sendo esse um fenômeno extremamente raro entre não humanos e uma manifestação clara de inteligência. No entanto, pode-se argumentar que, na espécie humana, a inteligência atinge níveis mais elevados e é capaz de gerenciar e organizar diversas outras habilidades. Porém, é necessário ressaltar um ponto fundamental da descoberta de Michael et al. (2024): ela não foi feita somente por observação dos animais, mas também utilizando um outro tipo de inteligência, a inteligência artificial.

O professor Stuart Russell, docente da Universidade da Califórnia em Berkeley, e ex-vice-presidente do Conselho de IA e Robótica do Fórum Econômico Mundial, escreveu uma das principais referências acadêmicas sobre esse assunto: o livro chamado “Inteligência Artificial a nosso favor: como manter o controle sobre a tecnologia”. Em sua obra, ele descreve um pouco a relação entre a inteligência em humanos e a de máquinas, dizendo que, em linhas gerais, “uma entidade é inteligente à medida que faz o que provavelmente serve para atingir o que ela quer, levando em conta o que ela percebeu” (Russell, 2021, p. 23). Segundo ele, ter uma

definição razoável do que significa “inteligência” é o primeiro passo para a criação de máquinas inteligentes.

Nesse sentido, segundo Sanvito (1995, p.362),

Em virtude dos avanços científico-tecnológicos, particularmente na área da informática, existem correntes científicas que afirmam que a máquina pode pensar e teria, portanto, um comportamento inteligente. Esta matéria, que está longe de ser pacífica, é uma provocação irresistível ao debate, que poderia ser colocado nos seguintes termos: Homo sapiens versus Machina sapiens.

A provocação do autor possui tempo e contexto específicos. No entanto, não é possível afirmar que essa dicotomia de rivalidade tenha sido superada nas discussões sociais e na acessibilidade ao conhecimento, ainda mais atualmente. É provável que o alcance dos conhecimentos, técnicas, aplicação ou arquitetura do que é chamado de IA tenha sofrido impactos e mudanças ao longo do tempo. Contudo, esse debate tem se expandido e, naturalmente, chegou à educação, por mais que esse tópico pareça restrito a um grupo específico dentro da comunidade científica e acadêmica, provavelmente ligado ao setor de tecnologia digital.

Por conta disso, faz-se necessário definir o que se entende por IA neste trabalho, o que não é trivial, já que tal conceito possui várias definições possíveis. Segundo Webb (2020), IA é um sistema que toma decisões autônomas, simulando a inteligência humana. Como exemplo, é possível citar o reconhecimento de voz, de sons, de objetos, a resolução de problemas e de cálculos.

Para a IBM, a IA é um campo que combina ciência da computação com conjuntos de dados para permitir a resolução de problemas. Ou seja, ela é capaz de reconhecer padrões em um número gigantesco de dados e usá-los de forma correlacionada para chegar a conclusões estatísticas. Na geração de texto, por exemplo, a IA identifica os padrões de escrita da língua em questão baseada em dados que ela analisou anteriormente, prevendo estatisticamente as palavras mais usadas em sequência sobre um mesmo tema, elaborando um texto baseado nessas análises. Para Kurzweil (2012), IA é a arquitetura e confecção de máquinas que desempenham atividades que, quando executadas por pessoas, demandam inteligência e habilidades.

A definição adotada neste trabalho seguirá a linha mencionada por Vicari (2021), que, apesar de ampla, oferece uma ideia do que é considerado IA nesta pesquisa: uma ferramenta que pode servir ao ser humano para otimizar tarefas que demorariam muito tempo para serem executadas por uma ou mais pessoas. Para Vicari (2021), a IA é composta por sistemas que habitam as máquinas, operando a partir de objetivos que podem ser implícitos (aprendidos com base em comandos dados previamente) ou explícitos (programados previamente). Esses

aprendizados somente são possíveis a partir de uma análise de grandes conjuntos de dados sem supervisão humana e feita pela própria máquina, o que é chamado de *deep learning*. A partir dos comandos dados, os sistemas de IA criam conteúdos, recomendações, previsões e vários outros tipos de saídas dependendo do que foi solicitado ou programado anteriormente. Tais previsões podem ser corretas, parcialmente corretas ou incorretas. Tudo isso só é possível por conta de análises estatísticas feitas pelos sistemas de IA, sendo que tudo o que é criado estará carregado de incertezas, pois o grau de inteligência de um sistema de IA varia conforme a complexidade do problema em que ele está sendo aplicado.

A definição apresentada por Vicari (2021) vai ao encontro do que Rich (1988) afirmou em seu trabalho: que a IA é o estudo de como fazer computadores realizarem tarefas para as quais, até o momento, o ser humano é capaz de fazer melhor. Porém, cabe ressaltar um ponto importante: a publicação de Rich é de 1988. Hoje, em 2025, já existem coisas que a IA faz melhor que o ser humano, como, por exemplo, analisar um volume muito grande de dados e tirar conclusões sobre eles que podem auxiliar os humanos na tomada de decisões ou na descoberta de padrões, como feito por Michael et al. (2024).

Vicari (2021) ressalta que as inferências realizadas por IAs podem influenciar tanto ambientes físicos quanto ambientes virtuais. O grau de influência será de acordo com a autonomia de cada sistema de IA após sua implementação, ou seja, se o sistema de IA continuará aprendendo ou não após ser implementado.

Apesar de ser um tópico bastante discutido atualmente, as pesquisas em IA começaram na década de 1950 com a tentativa de se criar sistemas que integrassem várias áreas do conhecimento e mostrassem alguma inteligência. O Teste de Turing é talvez o principal marco das pesquisas dessa época. Segundo Russell e Norvig (2009), o Teste de Turing foi projetado com o objetivo de se criar uma definição de inteligência a partir da análise dos resultados de interações de uma máquina com um ambiente específico. Em uma linguagem simples, o Teste de Turing consiste em um diálogo entre um interrogador e alguém por meio de um computador. Se o interrogador não souber quem está teclando, ou seja, se é uma pessoa ou o próprio computador que está escrevendo, então o computador passou no teste, pois sua forma de conversar com o interrogador seria muito próxima que a forma de um ser humano. Esse teste é considerado um problema de difícil resolução, pois envolve diferentes capacidades, como Processamento de Linguagem Natural (máquina compreende a linguagem natural e se comunica com ela por meio da escrita), Representação de Conhecimento (o computador armazena informações dadas antes e durante a conversa), Raciocínio Automático (a partir das informações armazenadas, o computador consegue raciocinar automaticamente para responder

e fazer inferências) e Aprendizagem de Máquina (computador se adapta ao diálogo e aprende novos padrões conforme a conversa se desenvolve).

Com o decorrer do tempo, a IA passou de integrar somente a arquitetura destes sistemas para integrar mecanismos para construir arquiteturas híbridas que podem se interrelacionar e se desdobrar em modelos (por exemplo, relações de causa e efeito), o que significa raciocinar (Vicari, 2021). As primeiras mudanças aconteceram a partir dos modelos de Aprendizagem de Máquina (Machine Learning – ML) (Raedt et al., 2016), possibilitando um avanço significativo no desenvolvimento de sistemas de IA, ocorrido principalmente nos últimos 15 anos. Somente para ilustrar, entre 2013 e 2018 foram geradas 170 mil patentes de IA registradas no mundo todo, número maior que a metade do total de patentes relacionadas com IA registradas até então (Wipo, 2019). Por conta disso, a IA pode ser considerada fundamental na 4ª revolução industrial, impactando diversos setores da sociedade, inclusive podendo modificar a natureza do trabalho como conhecemos até hoje (Ally; Perry, 2022).

A Tabela 1 apresenta os principais usos de IA na atualidade, mostrados em três colunas que trazem as áreas em que a IA são utilizadas, possíveis impactos e exemplos desses usos. Todas essas aplicações contribuem com o avanço dos recursos de IA, causando impactos diversos em nosso cotidiano.

Uma das áreas mencionadas na Tabela 1 tem ganhado destaque nos últimos dois anos: a IA generativa (IAGen). Ao identificar isso, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) criou um documento chamado “Guia para a IA generativa na educação e na pesquisa” com o objetivo de apoiar países no planejamento e implementação de políticas a longo prazo a respeito do uso de recursos de IAGen na educação e na pesquisa, propondo passos fundamentais para que os governos consigam regular o uso de ferramentas de IAGen. Dentre eles, é possível citar a obrigatoriedade de proteção de privacidade dos dados, o estabelecimento de uma idade limite para sua utilização e a descrição de requisitos a serem cumpridos pelos desenvolvedores de IAGen para um uso ético e eficaz na educação.

A criação deste documento é de fundamental importância. O crescimento do uso de recursos de IAGen foi algo recorde na história da humanidade: o ChatGPT (do inglês *Chat Generative Pretrained Transformer*), recurso de IAGen mais famoso e utilizado por pessoas do mundo todo, foi lançado em 30 de novembro de 2022 e alcançou 100 milhões de usuários em janeiro de 2023, menos de dois meses após seu lançamento, tornando-se o aplicativo com crescimento de usuários mais rápido da história. Porém, até julho de 2023, apenas um país havia desenvolvido uma regulação voltada para a utilização da IAGen.

Tabela 1 - Principais aplicações de IA.

Área da IA	Impactos	Exemplos
Processamento de linguagem natural	Interfaces de <i>chatbots</i> , reconhecimento de voz	Sistemas de reconhecimento de voz, como Siri e Ok Google
Aprendizado de máquina	Sistemas capazes de aprender por meio de dados	Análise de grandes quantidades de dados, sistemas de busca na internet, de reconhecimento de plágio, de recomendação de produtos etc.
Visão computacional	Reconhecimento de imagem.	Sistemas de reconhecimento facial, realidade virtual ¹⁰ e aumentada ¹¹ .
Raciocínio automatizado e representação de conhecimento	Sistemas de recomendação e previsão.	Classificadores, sistemas de IA explicáveis, sistemas de conhecimento.
IA generativa ¹²	Geração de textos, imagens e vídeos.	Modelos de linguagem baseados em <i>transformers</i> ¹³ , como o OpenAI Chat GPT, Microsoft CoPilot, Google, Gemini, Groq, entre outros.
Robótica inteligente	Robôs e veículos autônomos.	Carros e robôs autônomos

Fonte: Adaptado de Vicari et al. (2023).

Segundo a UNESCO (2023, p. 8),

A Inteligência Artificial Generativa (IAGen) é uma tecnologia de inteligência artificial (IA) que gera conteúdo de forma automática em resposta a comandos escritos em interfaces de conversação em linguagem natural. Em vez de simplesmente fazer a curadoria de páginas da web, aproveitando o conteúdo existente, a IAGen na verdade produz novo conteúdo. Esses conteúdos podem aparecer em formatos que compreendem todas as representações simbólicas do pensamento humano: textos escritos em linguagem natural, imagens (incluindo fotografias, pinturas digitais e desenhos animados), vídeos, música e código de software. A IAGen é treinada usando dados coletados de páginas da web, conversas em mídias sociais e outros meios online. Ela gera seu conteúdo analisando estatisticamente as distribuições de palavras, pixels ou outros elementos nos dados que foram consumidos e identificando e repetindo padrões comuns (por exemplo, quais palavras geralmente aparecem seguidas de outras palavras). Embora a IAGen possa produzir novo conteúdo, ela não pode gerar novas ideias ou soluções para desafios do mundo real, pois não compreende objetos ou relações sociais do mundo real que sustentam a linguagem. Além disso, apesar de sua produção fluida e impressionante, não se pode confiar na precisão da IAGen.

O próprio desenvolver do ChatGPT, a empresa OpenAI, divulgou uma nota em 2023 falando que por mais que as respostas pareçam boas, não se pode confiar que sejam precisas ou totalmente corretas. Alguns erros podem passar despercebidos pelos usuários, a menos que

¹⁰ Realidade virtual é uma tecnologia digital que permite ao usuário ter a sensação de presença em um ambiente computacionalmente criado por meio de recursos gráficos 3D ou imagens 360°.

¹¹ Realidade aumentada é uma tecnologia digital que permite utilizar câmeras (como as dos celulares) para visualizar uma figura ampliada, possibilitando enxergar detalhes de forma mais realista.

¹² Recursos de IA que fazem previsões e criam conteúdos a partir de dados fornecidos previamente.

¹³ *Transformers* são arquiteturas de aprendizado de máquina que processam linguagem natural.

eles tenham um conhecimento sólido sobre o tópico em questão (OpenAI, 2023). Por isso, é essencial que os docentes conheçam profundamente a metodologia ativa que desejam utilizar em suas aulas para que possam identificar possíveis inconsistências teóricas no retorno dado pela IAGen.

Com a expansão do uso de recursos de IAGen, uma discussão recorrente (e, de certa forma, antiga) ganhou força: educadores e instituições passaram a questionar o porquê, o quê e como aprendemos, o papel da escola e o que deve ser ensinado nas instituições de ensino, já que agora existe uma tecnologia de IA que amplia a nossa capacidade de processar informações e produzir conhecimentos. O principal receio dos educadores era que ferramentas de IAGen, como o ChatGPT, fossem utilizadas para que os estudantes copiassem suas respostas, de forma que tais recursos fizessem todo o trabalho dado pelos docentes, deixando o processo de avaliação da aprendizagem sem credibilidade e colocando em cheque certificações e qualificações a respeito de um determinado tópico (Anders, 2023).

Nos primeiros meses de lançamento, algumas instituições, cidades e países proibiram o uso do ChatGPT nas escolas, como foi o caso da cidade de Nova Iorque¹⁴. Porém, no mesmo mês, exatamente 20 dias após a proibição de uso nas instituições de educação básica, as universidades americanas divulgaram mudanças na forma de avaliação de seus estudantes por causa do ChatGPT¹⁵. Isso é apenas um retrato de como o amplo acesso a recursos de IAGen gerou ações contraditórias no seu início, ressaltando a importância da criação de um documento como o formulado pela UNESCO (2023).

A interface intuitiva é um dos principais apontamentos realizados pelos usuários de recursos como o ChatGPT para justificar o seu uso, permitindo que pessoas que sentem dificuldades em manusear recursos digitais consigam utilizá-lo. Após o lançamento do ChatGPT, outros recursos de IAGen foram rapidamente desenvolvidos e divulgados para o amplo uso.

Dentre eles, é possível citar o Bard, desenvolvido pela Google, que teve seu nome alterado e hoje se chama Gemini, considerado o principal concorrente do ChatGPT. O Gemini pode ser acessado por qualquer navegador e permite que os usuários classifiquem as respostas dadas para que ele próprio aprenda o que pode ser ofensivo e inseguro para os usuários. As entradas podem ser feitas por gravações de voz, as conversas desenvolvidas nele podem ser

¹⁴ Ver mais em <https://forbes.com.br/forbes-tech/2023/01/escolas-de-nova-york-proibem-o-uso-do-chatgpt/#:~:text=O%20ChatGPT%2C%20chatbot%20de%20intelig%C3%A4ncia,e%20redes%20nas%20escolas%20p%C3%ABlicas>.

¹⁵ Ver mais em <https://www.terra.com.br/byte/chatgpt-forca-universidades-dos-eua-a-mudar,4e141f2c566252fd58f6b96d68bb6a285ds0wd7f.html>.

compartilhadas e exportadas para arquivos de texto. Por último, ele pode ser integrado nas buscas realizadas pelo Google.

O Bing é outro recurso de IA que foi desenvolvido pela Microsoft, optando por integrar o ChatGPT no seu motor de busca e chamando-o de Copilot. Ele também apresenta uma interface simples para o usuário e permite conversas via texto ou áudios, além do compartilhamento e avaliação das conversas. O LLaMa 3¹⁶ foi desenvolvido pela Meta, empresa dona do *Facebook*, do *Instagram* e do *Whatsapp*. LLaMa significa *Large Language Model Meta AI* e é um *chatbot* que pode ser utilizado *off-line* e em 27 línguas diferentes. Além desse recurso, eles estão desenvolvendo outros para gerar saídas multimodais em textos e imagens.

Além desses recursos existem outros, porém de menor alcance até o momento da escrita deste trabalho. O Perplexity, semelhante ao ChatGPT e ao Gemini; e o Jasper, focado em marketing para empresas, são dois exemplos. Não cabe listar aqui todos os recursos, pois hoje são inúmeros, mas cabe citar que muitos utilizam algumas das IAGen mencionadas anteriormente como base para o desenvolvimento de novas IA, modificando apenas a interface do usuário.

As últimas atualizações do ChatGPT impactaram ainda mais esse cenário incerto da educação em tempos de IAGen, pois passaram a aceitar imagens, textos, áudios e vídeos como entradas, sendo considerado multimodal por isso. Sua velocidade de processamento de informações aumentou consideravelmente, permitindo que as interações com os usuários atinjam o patamar de, por exemplo, conversas síncronas em diferentes línguas, o que inevitavelmente afetará o aprendizado de novas línguas em um futuro próximo.

Uma aplicação notável no aprendizado de línguas pode ser vista na plataforma Duolingo¹⁷ com o recurso Duolingo Max, que utiliza o ChatGPT-4. A plataforma adaptativa Khan Academy¹⁸ utiliza o *chatbot* Khanmigo, oferecendo a possibilidade de os usuários terem um acompanhamento personalizado por ele. O Canva¹⁹ utiliza vários recursos de IA diferentes, podendo converter textos em imagens, modificar imagens, melhorar escritas, dentre outros. Todos esses exemplos mostram como a educação poderá ser impactada pelos recursos de IA.

Além disso, outros pesquisadores apontam alguns tipos de usos que a IA pode ter dentro da educação, incluindo a possibilidade de se acrescentar a IA dentro uma plataforma educacional. O exemplo apontado acima sobre o Khanmigo é um deles, pois a IA pode ajudar

¹⁶ Ver mais em <https://about.fb.com/br/news/2024/04/saiba-mais-sobre-o-meta-ai-desenvolvido-com-o-llama-3/>.

¹⁷ Ver mais em <https://blog.duolingo.com/pt/duolingo-max-gpt-4/>.

¹⁸ Ver mais em <https://www.khanmigo.ai/>.

¹⁹ Ver mais em <https://www.canva.com/ai-image-generator/>.

na personalização da aprendizagem, adaptando conteúdos de uma aula para cada aluno, considerando o ritmo de aprendizagem individual e as demandas específicas que cada um pode ter (Kamalov et al., 2023; Kamenskih, 2022). Para Kamalov et al. (2023), a IA também pode auxiliar professores na automatização de tarefas administrativas, liberando tempo dos docentes para que consigam se concentrar em tarefas mais importantes, como o próprio ato de ensinar. Murphy (2019) e Martínez-Comesaña et al. (2023) citam os sistemas de avaliação automatizada como um benefício da IA na educação, auxiliando professores na verificação do que foi aprendido pelos estudantes.

Sobre esses usos, ainda há poucos estudos mostrando como a IA pode realmente impactar e apoiar estudantes e docentes no contexto da educação (Akgun; Greenhow, 2022). Alguns estudos investigam o uso de recursos de IA por parte dos estudantes, como é o caso de Cleto (2023), que pesquisou o uso de IA com estudantes do ensino superior para explorar ferramentas de criação de conteúdos digitais; Zheng et al. (2021), que investigaram o desempenho e a percepção de aprendizagem em estudantes; e Kamalov et al. (2023), que relatam o uso realizado por professores em suas práticas docentes. Eles também recomendam que, ao invés de proibirem o uso, instituições de ensino devem pensar em como incorporar a IA para potencializar a aprendizagem dos estudantes.

Com relação ao uso da IA na educação, é fundamental ressaltar que este estudo foca no uso que professores de matemática fizeram ao planejar aulas em metodologias ativas, especificamente ensino híbrido. O contexto de atuação desses professores reflete a realidade de boa parte dos docentes brasileiros: eles atuam sozinhos, com suas salas de aula, em escolas regulares cujo ensino segue um currículo já posto, em que existem algumas aulas ou projetos sendo implementados, mas que não são a maioria das experiências de aprendizagem que os estudantes vivenciam regularmente.

Isso é importante de ser destacado porque a IA abre inúmeras possibilidades no cenário educacional que vão muito além da realidade solitária que alguns docentes vivenciam ao planejar aulas em modelos de ensino híbrido usando IA: ela permite um nível de personalização do ensino em que é possível adequar e considerar o ritmo, o tempo de aprendizagem individual de cada estudante, se eles irão aprender sozinhos, em duplas ou em grupos maiores, o percurso que cada aluno vivenciará ao aprender determinado conceito.

Além desses possibilidades, a IA pode ajudar na construção de um modelo de educação diferente, em que o currículo é desenhado de uma forma diferente do que está posta no modelo mais comum encontrado atualmente. Um exemplo disso é em uma realidade curricular que pode ser organizada por metas de aprendizagem, em que o estudante não seria dividido por turmas

ou anos, mas sim teria que percorrer uma trilha de conhecimentos em que o avanço para um conceito de maior complexidade dependerá totalmente da compreensão de um conceito de menor complexidade anterior. Nesse caso, as avaliações seriam contínuas e frequentes, visando diagnosticar regularmente as aprendizagens e dúvidas dos estudantes. Somado a isso, a IA ajudaria com o oferecimento de estratégias diferentes para ensinar os estudantes sobre o que precisam aprender, auxiliando os docentes a decidirem quando cada aluno aprenderia sozinho e quando cada aluno aprenderia com grupos, dando os nomes de cada integrante do grupo a partir de dados individuais e direcionando os docentes sobre quando os grupos devem ser formados. A forma de ensinar também poderia considerar informações sobre os perfis de cada estudante: vídeos, textos, imagens, projetos, experiências, leituras, atividades de prática, dentre outras – a IA ajudaria também com a seleção da forma como os estudantes aprenderia determinados conceitos.

Outra possibilidade é na construção dessas atividades, ou seja, de como serão as tarefas que os estudantes deverão fazer sozinhos ou em grupos. Aqui existem pelo menos duas possibilidades: ou a IA cria totalmente a atividade a partir de uma programação pré-determinada, usando materiais disponíveis *on-line* ou carregados previamente mediante alguma seleção prévia; ou a IA poderia ajudar os docentes na construção desse material ao propor atividades que seriam avaliadas e modificadas pelos professores, visando adequá-las seguindo diretrizes e opiniões deles.

A IA pode ajudar também a definir o grau de interação entre os estudantes, deles com o(s) professor(es), dos grupos, bem como o nível de mediação necessário para a realização dos passos de cada parte das atividades que os estudantes deverão realizar. Ela pode auxiliar no desenho de novos espaços para a realização das tarefas, de modo que haja intencionalidade na construção dos mesmos ou de forma que os docentes consigam aproveitar espaços já existentes na instituição de ensino e até mesmo fora dela, na comunidade e na região onde os estudantes vivem.

Nesses casos, vemos um pensamento de uso de recursos de IA que consideram o envolvimento e a participação de um ou mais docentes na construção do processo de ensino e aprendizagem dos estudantes. Porém, as instituições de ensino podem pensar em utilizar a IA para, em algum momento do processo instrucional, substituir os docentes, ou para criar percursos de aprendizagem totalmente individuais, chamados de adaptativos, em que os estudantes não teriam relações de troca com nenhum professor e nenhum colega; podem usar a IA visando o controle de acesso a aulas construídas em um currículo mais conteudista ainda,

sequencial, com aulas somente expositivas, sem interação alguma para além da interação com a máquina.

Portanto, os recursos de IA podem contribuir com diferentes formas de repensar a educação. Muitas transformações são possíveis, mas nem sempre na mesma direção, ou seja, a IA pode ajudar a transformar a educação, mas também pode criar caminhos para uma sociedade mais desigual, individualista, perigosa em alguns sentidos, que não estimulará a criticidade durante o processo de educação de um indivíduo. O uso de IA necessita de atenção e cuidados, ele não é necessariamente sempre positivo. A IA pode ajudar quem deseja repensar a educação, pode auxiliar governos que desejam construir novas propostas de ensino e de currículo e pode contribuir também com docentes que desejam repensar sua própria prática, mas pode apoiar o desenho de uma escola mais conservadora. Não será a IA que levará os créditos: antes mesmo dela ganhar o destaque que está tendo atualmente, era possível criar propostas mais inovadoras e com modelos diferentes de ensino. Ou seja, são as pessoas envolvidas no processo que farão a diferença.

Existem pesquisas que destacam os riscos e desafios de se usar a IA na educação. A seguir, algumas são mencionadas a título de ilustração, mas por conta do recorte realizado neste trabalho, elas não serão aprofundadas. Madiega (2023) destaca a possibilidade de expor a privacidade e segurança dos usuários por conta da quantidade de dados capturados pelas IA. Por isso, Kamenskih (2022) aponta a necessidade de um planejamento prévio para o uso de IA e o armazenamento de dados pessoais dos estudantes, pois, se vazados, podem causar danos irreparáveis. Madiega (2023) destaca também a necessidade de atenção com os algoritmos de IA com relação a discriminação racial, de gênero ou a marginalização de grupos sociais historicamente oprimidos, pois a IA não considera a cultura e as experiências humanas no momento de retornar saídas a partir dos comandos inseridos nelas. Akgun e Greenhow (2022) mencionam que esses riscos e desafios éticos devem ser compartilhados com professores e estudantes a fim de promover maior conscientização sobre o uso de IA.

Slattery et al. (2025) criaram uma base de dados abrangente denominada *AI Risk Repository* (Repositório de Riscos de IA, tradução livre) com o objetivo de mapear, organizar e tornar acessível o vasto conjunto de riscos associados ao uso de sistemas de IA. Essa iniciativa visa consolidar, a partir de diversas fontes e referenciais teóricos, os múltiplos perigos e desafios que a IA pode apresentar em diferentes contextos sociais, econômicos e institucionais, oferecendo classificações claras e referências detalhadas para pesquisadores, desenvolvedores, gestores públicos e demais interessados. O *AI Risk Repository*, portanto, funciona como uma

ferramenta estratégica para apoiar o desenvolvimento de pesquisas, políticas e práticas mais seguras, responsáveis e éticas no campo da inteligência artificial.

Dentre as principais contribuições do *AI Risk Repository*, destaca-se a taxonomia que organiza os riscos de IA em sete domínios centrais. O domínio da desinformação contempla riscos relacionados à geração e disseminação de informações falsas ou enganosas por sistemas de IA, que podem comprometer a construção do conhecimento e a confiabilidade das fontes informacionais. O domínio da discriminação e toxicidade refere-se à perpetuação ou amplificação de preconceitos, discursos de ódio e conteúdos ofensivos, geralmente oriundos de vieses presentes nos dados de treinamento dos algoritmos. No campo da privacidade, evidenciam-se os perigos de exposição, vazamento ou uso indevido de dados pessoais, ameaçando direitos fundamentais dos indivíduos em ambientes digitais. O domínio da segurança aborda vulnerabilidades técnicas que podem ser exploradas por atores maliciosos para manipular, atacar ou comprometer sistemas automatizados, com potenciais impactos negativos tanto institucionais quanto individuais. Os riscos de ordem econômica e trabalhista abarcam a automação de funções, a reconfiguração do mercado de trabalho e a concentração de benefícios econômicos, com possíveis efeitos adversos sobre emprego e distribuição de renda. No domínio político, a IA pode ser utilizada para manipular opiniões, influenciar decisões coletivas ou reforçar estruturas de poder, colocando em risco o debate democrático e a equidade social. Por fim, o domínio da governança e controle está relacionado à ausência de mecanismos robustos de supervisão, transparência e responsabilização, dificultando tanto a regulação adequada quanto a contestação de decisões algorítmicas e a proteção de direitos. Essa classificação oferece um panorama sistematizado e multidimensional dos riscos da IA, fundamental para embasar análises críticas e políticas de mitigação no contexto educacional e em setores mais amplos da sociedade.

A Tabela 2 apresenta cada um dos domínios mencionados anteriormente seguidos de sua descrição e da relação deles com o contexto educacional.

Como visto na Tabela 2, o uso de recursos de IA não está isento de riscos e deve ser pensado e planejado com cuidado pelas instituições. Apesar disso, o uso de recursos de IA, principalmente de IAGen, têm sido cada vez mais comum para as pessoas por conta das interfaces intuitivas que estão sendo desenvolvidas. A UNESCO (2023) ressalta a importância da literacia, competência essencial que engloba a capacidade de ler, escrever e compreender uma informação.

Hwang et al. (2023), além da literacia tradicional (i), apresentam mais três tipos de literacias: (ii) a Literacia Digital, que se refere à capacidade para encontrar, avaliar, utilizar,

partilhar e criar conteúdo usando dispositivos e plataformas digitais; (iii) a Literacia em IA, que se refere à necessidade de compreender e interagir criticamente com a IA; e (iv) a Literacia de *Prompts*, que é a capacidade para criar instruções ou comandos (*prompts*), interpretar os resultados e refinar os textos de entrada até que o resultado desejado seja retornado pela IA, permitindo uma melhor interação com a IA segundo critérios do próprio usuário.

Tabela 2 - Domínios dos riscos de IA segundo o *AI Risk Repository* e aspectos essenciais no contexto educacional.

Domínio	Definição/Descrição	Aspectos essenciais no contexto educacional
Desinformação	Riscos de geração, propagação e amplificação de informações falsas, enganosas ou manipuladas por sistemas de IA.	Compromete o senso crítico dos estudantes; dificulta a verificação de fontes; afeta a credibilidade institucional; necessidade de estratégias de letramento digital e combate à desinformação.
Discriminação e toxicidade	Riscos de perpetuação e ampliação de preconceitos, exclusão, discursos de ódio, bullying e conteúdos ofensivos, oriundos de vieses nos dados de IA.	Criação de avaliações enviesadas; risco de marginalização de grupos; exposição a conteúdo ofensivo; importância da formação docente para a identificação desses aspectos.
Privacidade	Riscos de coleta de informações, inferências enganosas, vazamento ou uso inadequado de dados pessoais e sensíveis por sistemas de IA.	Governança de dados; atenção à LGPD; prevenção de vazamento; necessidade de educação voltada para a segurança digital.
Segurança	Vulnerabilidades técnicas, ataques cibernéticos, manipulação e comprometimento de sistemas de IA, afetando dados e operações.	Risco aos sistemas pedagógicos, principalmente aos virtuais que utilizam IA; impacto em plataformas educacionais; necessidade de políticas de cibersegurança.
Econômico e mercado de trabalho	Impacto da automação, reconfiguração do trabalho, possibilidade de desemprego estrutural, necessidade de requalificação e concentração econômica de benefícios.	Automatização de funções; preparo para novas profissões digitais; necessidade de debate sobre desigualdade pela adoção assimétrica da IA, seguido de políticas públicas para disseminar um uso igualitário.
Político	Riscos de uso da IA para manipular opiniões, influenciar decisões coletivas, reforçar ideologias e afetar o debate democrático.	Influência nas políticas educacionais; risco de direcionamento ideológico; necessidade de transparência e pluralismo.
Governança e controle	Deficiências em supervisão, transparência, responsabilização e regulação, dificultando contestação de decisões e proteção de direitos.	Necessidade de auditoria e revisão; mecanismos de responsabilização; participação da comunidade escolar; cultura ética no uso da IA.

Fonte: Adaptado de Slattery et al. (2025).

Segundo Jacobs e Fisher (2023), a literacia de *prompts* é fundamental para a aprendizagem baseada em IA. Os autores defendem que quanto melhor e mais refinado for um *prompt*, mais útil ele será para as respostas que o usuário irá obter após inserir suas entradas em uma IA. Apesar de os autores defenderem tal ponto de vista em um artigo voltado para *prompts* do ponto de vista de usabilidade por parte dos estudantes, o mesmo pode ser afirmado para *prompts* criados por professores e por qualquer outra pessoa.

A criação de *prompts* ganhou importância após a disseminação de recursos de IA inclusive na educação. Por conta disso, a expressão “*prompt engineering*” (engenharia de *prompts*) passou também a ganhar destaque em vários setores. Tal expressão pode ser entendida como a lógica por trás do envio de mensagens exatas para as IA visando receber um resultado específico.

Nesse cenário de riscos, dilemas éticos e novas literacias, torna-se fundamental destacar o *Marco Referencial de Competências em IA para Professores*, publicado pela UNESCO em julho de 2025. Trata-se do primeiro documento internacional de referência para a formação docente em IA que define de forma sistemática os conhecimentos, habilidades, valores e atitudes que os docentes precisam desenvolver para lidar com a IA em contextos educacionais de maneira ética, crítica e pedagógica (UNESCO, 2025). O documento assume que a IA não deve substituir os professores, mas sim apoiar suas práticas de ensino, valorizando a autonomia e colocando o humano no centro da experiência educacional.

Esse documento se organiza em cinco aspectos de competência, a saber: mentalidade centrada no ser humano, ética da IA, fundamentos e aplicações de IA, pedagogia de IA e IA para o desenvolvimento profissional. Esses aspectos são distribuídos em três níveis de progressão: *Adquirir*, voltado para competências essenciais; *Aprofundar*, que reúne habilidades intermediárias; e *Criar*, que corresponde a competências avançadas e inovadoras. Essa estrutura resulta em quinze blocos de competências que possibilitam mapear desde professores iniciantes no uso de IA até aqueles com experiência consolidada.

Apesar de tal documento não mencionar a literacia de *prompts* e a importância de o docente saber escrever bons *prompts* para obter melhores saídas em uma IAGen, considera-se que isso tenha sido abordado em três dos cinco aspectos mencionados anteriormente: no aspecto “Fundamentos e aplicações de IA”, no “Pedagogia de IA” e no “IA para o desenvolvimento profissional”. De forma geral, esses três aspectos preveem que o professor desenvolva a capacidade de utilizar ferramentas de IA de forma crítica, criativa e pedagógica ao utilizar a IA em atividades de ensino, avaliação e personalização da aprendizagem, sempre

com olhar crítico, sabendo se atualizar continuamente, explorando novas funcionalidades e práticas emergentes.

Porém, pesquisas estão sendo desenvolvidas para investigar o impacto dos *prompts* na prática docente. Na subseção a seguir serão apresentadas propostas de modelos para a elaboração de *prompts* que professores podem utilizar tanto na docência, como no planejamento de aulas, ou com os estudantes, quando quiserem implementar alguma aula utilizando IA.

2.3.1 Modelos de *prompts* que podem ser utilizados por professores

Um *prompt* pode ser entendido como o conjunto de comandos ou instruções criado pelo usuário e inseridos em uma IA para que ela os interprete e retorne alguma saída. Ou seja, saber formular um *prompt* surge como um requisito fundamental para interagir com a IA, de forma que essa interação pode ser transformadora em diferentes contextos pedagógicos para práticas docentes que utilizem recursos de IA (Gattupalli; Maloy, 2023).

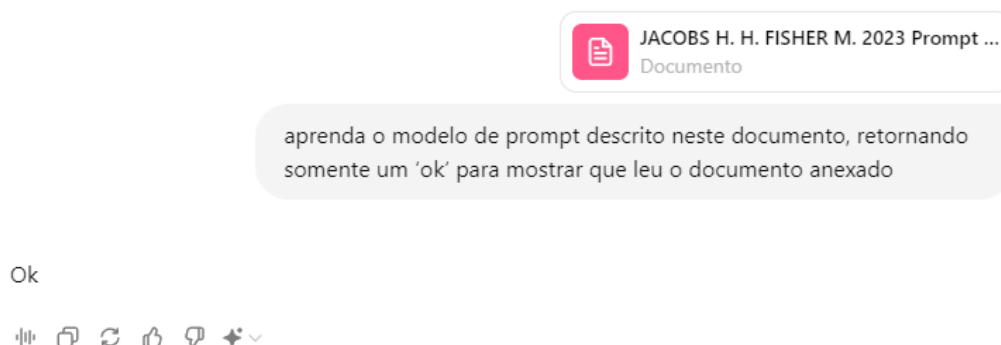
De forma geral, a IA pode retornar resultados melhores quando um *prompt* apresentar uma sequência de raciocínios coerentes centrados em um problema específico, utilizando uma lógica na forma de expor o que está sendo pedido. Algumas recomendações gerais podem ser dadas para a criação de qualquer *prompt*, como, por exemplo: a utilização de uma linguagem simples e direta que possa ser facilmente compreendida, se possível sem a utilização de palavras ambíguas ou de regionalismos; a inclusão de exemplos para ilustrar o que é esperado como resposta ou o que é desejado como conclusão; a inclusão de um contexto para detalhar o que deve ser considerado pela IA para gerar conclusões significativas; o refinamento, quando necessário, dos comandos de entrada a cada nova iteração, de forma que seja possível experimentar diferentes variações para um mesmo problema; a permanência da ética nas solicitações, evitando comandos que possam gerar a criação de conteúdo inadequado e indesejado pelo usuário; o reconhecimento de que os resultados gerados pela IAGen não são totalmente confiáveis e podem conter erros cruciais, inclusive com a criação de conteúdos e referências que não existem na realidade. Por isso, sempre é necessário realizar uma avaliação crítica das saídas geradas por uma IAGen.

Alguns pesquisadores em educação têm desenvolvido estudos sobre sequência de comandos a serem colocadas em *prompts* com o objetivo de obter melhores resultados a partir do que for pedido. Abaixo são apresentados os estudos de Jacobs e Fisher (2023), Kumar et al. (2022), Lo (2023), Nyakundi (2023) e Youngblood (2023). O objetivo é mostrar o que esses pesquisadores propõem para a escrita de *prompts*.

As propostas de *prompts* elaboradas por cada um dos autores citados serão apresentadas da seguinte forma: primeiro será dada uma explicação teórica sobre a ideia principal do *prompt* mostrada na pesquisa de cada um dos autores. Em seguida serão apresentados exemplos inteiramente criados pela IAGen chamada ChatGPT para ilustrar a aplicação dentro de um contexto educacional. Isso será feito para ilustrar o modelo de *prompt* apresentado anteriormente visando facilitar sua compreensão. O ChatGPT foi a IAGen escolhida porque foi a mais utilizada entre os professores pesquisados, conforme será descrito nos próximos capítulos deste trabalho.

Para cada um dos exemplos, a entrada inserida como *prompt* foi a seguinte: após inserir cada uma das publicações como anexo no ChatGPT, o comando “aprenda o modelo de *prompt* descrito neste documento, retornando somente um ‘ok’ para mostrar que leu o documento anexado” foi inserido. A Figura 2 mostra o exemplo de entrada para o arquivo com a publicação de Jacobs e Fisher (2023), mas isso foi feito para todos os arquivos com as pesquisas dos autores mencionados anteriormente

Figura 2 - Exemplo de entrada inserida no ChatGPT.



Fonte: ChatGPT.

Em seguida, descrevi o contexto do pedido, explicando que meu pedido fazia parte da escrita de um dos capítulos desta tese, e solicitei que ele criasse até três exemplos aplicados à educação e à matemática considerando o *prompt* aprendido no anexo. O texto inserido está mostrado na Figura 3.

Figura 3 - Texto inserido como entrada no ChatGPT.

Compreenda o contexto para entender o que irei te pedir: estou fazendo meu doutorado em educação matemática. Estou escrevendo o meu referencial teórico neste momento. Como parte da escrita, preciso explicar para os leitores da minha tese cada um dos modelos de prompts que estou utilizando como referencial teórico. Por isso, inserir o arquivo e solicitei que você aprendesse o que está escrito nele. Agora, preciso que você crie e até 3 exemplos aplicados à matemática se baseando no que você aprendeu no arquivo que foi anexado. Por favor, crie esses três exemplos.

 Memória atualizada

Baseado no modelo de prompts descrito no documento, vou criar três exemplos aplicados à matemática utilizando o modelo CAST (Criteria, Audience, Specifications, Testing). Cada exemplo abordará diferentes áreas da matemática, destacando como o modelo pode ser aplicado.

Fonte: ChatGPT.

Essas duas comandas foram introduzidas para cada um dos referenciais teóricos, a saber: Jacobs e Fisher (2023), Kumar et al. (2022), Lo (2023), Nyakundi (2023) e Youngblood (2023). Em seguida, o ChatGPT criou os exemplos que serão mostrados após a apresentação de cada um dos trabalhos citados. Eles foram transcritos e alocados dentro de quadros para facilitar a leitura, pois a imagem do texto gerado pelo ChatGPT prejudicava visualmente a compreensão.

Kumar et al. (2022) utilizaram em sua pesquisa um modelo de *prompts* desenvolvido pela OpenAI (criadora do ChatGPT) chamado de Identidade, Intenção e Comportamento (I-I-C, do inglês *Identity, Intent and Behavior*). O objetivo deste modelo é retornar um texto semelhante ao humano e baseado em sugestões dadas que sejam relacionadas com a identidade, a intenção e o comportamento inseridos como entradas na IAGen. Ou seja, a ideia é criar interações com *chatbots* que auxiliarão o usuário no processo de ensino e aprendizagem.

O usuário deverá fornecer informações em três etapas. A primeira é sobre qual é a identidade ou o papel que ele deseja que a IA assuma, como o de um professor especialista, fazendo perguntas e fornecendo explicações detalhadas sobre os conceitos estudados, oferecendo feedback quando necessário; ou o de um colega, engajando os estudantes em discussões e com perguntas informais sobre os tópicos que estudaram, promovendo um debate de ideias. Além disso, é possível também que a IA assuma a identidade de um professor assistente que realizará tarefas mais burocráticas, como lembrar os estudantes dos prazos das atividades e fornecer informações sobre eventos escolares.

A segunda será deixar clara a intenção da interação com a IA no *prompt* que está criando, ou seja, escrever o objetivo pelo qual está usando IA. No contexto educativo, isso pode ser ensinar um conceito (explicar novos conteúdos, responder perguntas e dar exemplos dos conceitos), revisar algo que foi aprendido anteriormente (criar estratégias para revisar os conceitos aprendidos antes de avaliações, auxiliar na criação de resumos e de fichas que destacam os pontos mais importantes daquilo que é estudado), criar estratégias para reforçar o aprendizado de algum conceito (oferecer exercícios práticos, elaborar *quizzes* e atividades interativas), dentre outras possibilidades.

Por último, o usuário deverá dizer qual é o comportamento que a IA deverá ter ao retornar as respostas, referindo-se ao estilo de comunicação e à forma de interação que irá ocorrer entre ele e a IA. Na educação básica, por exemplo, isso pode incluir o tom de voz, a formalidade e a complexidade das respostas. Para estudantes mais novos, a IA pode retornar de forma mais amigável e encorajadora, visando motivá-los e estimulá-los positivamente para os novos aprendizados. É possível também solicitar que a IA retorne respostas mais detalhadas e explicativas para alunos que desejam se aprofundar em algum tópico, auxiliando-os na compreensão de conceitos complexos. Outra possibilidade é solicitar que a IA interaja de forma mais dinâmica, utilizando imagens e vídeos para tornar o aprendizado mais interessante para os estudantes.

Abaixo seguem três exemplos criados inteiramente pelo ChatGPT para ilustrar a implementação do *prompt* descrito acima. Eles foram retornados pelo ChatGPT após a inserção dos passos descritos na Figura 2 e na Figura 3.

Quadro 1 - Exemplos de *prompts* I-I-C.

Exemplo 1: Identidade de Professor de Matemática

****Identidade:**** Professor de Matemática

****Intenção:**** Ensinar o conceito de frações equivalentes para alunos do 5º ano

****Comportamento:**** Explicações detalhadas, uso de exemplos práticos e feedback construtivo

****Prompt:****

"Olá, sou o Professor de Matemática e estou aqui para ajudar vocês a entenderem o conceito de frações equivalentes. Vamos começar com uma explicação detalhada do que são frações equivalentes e como podemos encontrá-las. Imagine que você tem uma pizza e divide ela em 4 partes iguais. Se você comer 2 partes, você comeu $\frac{2}{4}$ da pizza. Agora, se dividirmos a

mesma pizza em 8 partes iguais, comer 4 partes seria a mesma quantidade, ou seja, $\frac{4}{8}$. Então, podemos dizer que $\frac{2}{4}$ e $\frac{4}{8}$ são frações equivalentes.

Vamos praticar mais com alguns exemplos? Se vocês tiverem dúvidas, estou aqui para responder. E lembrem-se, quanto mais praticarem, mais fácil será entender!"*

Exemplo 2: Identidade de Colega

****Identidade:**** Colega

****Intenção:**** Revisar o conceito de ângulos para uma prova

****Comportamento:**** Conversa informal e engajadora, promovendo debate de ideias

****Prompt:****

"Ei, pessoal! Vamos revisar o que aprendemos sobre ângulos? Estou um pouco nervoso para a prova e acho que seria ótimo discutirmos isso juntos. Lembrem-se dos diferentes tipos de ângulos que vimos em aula? Como o ângulo reto, agudo e obtuso?

Vamos fazer o seguinte: cada um de nós pode tentar explicar um tipo de ângulo e dar um exemplo do dia a dia onde podemos encontrá-lo. Eu começo! Um ângulo reto é aquele que tem 90 graus, como o canto de uma folha de papel. E vocês, que exemplos têm?"*

Exemplo 3: Identidade de Professor Assistente

****Identidade:**** Professor Assistente

****Intenção:**** Lembrar os estudantes sobre prazos e fornecer informações sobre atividades

****Comportamento:**** Comunicativo e organizador, com tom amigável e encorajador

****Prompt:****

"Oi, turma! Aqui é o Professor Assistente e estou passando para lembrar vocês dos prazos importantes desta semana. Não se esqueçam de que a tarefa sobre equações deve ser entregue até sexta-feira. Além disso, teremos uma atividade especial na próxima semana sobre geometria, onde faremos um projeto prático em grupos.

Se alguém precisar de ajuda ou tiver dúvidas sobre as tarefas, estarei disponível para ajudar. Vamos manter tudo organizado e garantir que todos estejam no caminho certo para o sucesso!"*

Fonte: ChatGPT.

Nos exemplos acima, a IA assumiu o papel de professor especialista, de um colega de um estudante e de um professor assistente, respectivamente. É possível notar as características descritas para cada um dos casos, como a identidade, a intenção e o comportamento assumidos

pela IA. Todos os exemplos foram criados pela IAGen para ilustrar uma aplicação do modelo proposto por Kumar et al. (2022).

Seguindo essa mesma ideia, a próxima pesquisa a ser abordada foi a desenvolvida por Jacobs e Fisher (2023), que propuseram um modelo de *prompt* conhecido como CAST (acrônimo originado do inglês *Criteria, Audience, Specifications, Testing*), significando Critérios, Público, Especificações e Testes. Os Critérios definem as restrições ou normas que a IA deve seguir, como o formato da resposta a ser criada ou o vocabulário que deve ser utilizado por ela ao retornar uma saída para o usuário. O Público especifica quem são as pessoas que receberão o retorno, como, por exemplo, estudantes de uma determinada turma. As Especificações se referem às informações detalhadas que devem ser incluídas no *prompt* e que originarão resultados de maior qualidade nas saídas retornadas pela IA. Por último, o Teste tem o objetivo de ajudar a refinar a linguagem a partir da revisão e do ajuste do *prompt* para aprimorar a interação e os resultados criados pela IA. Basicamente, essa etapa consiste em experimentar o *prompt* criado.

Abaixo estão três exemplos criados pelo ChatGPT para ilustrar a implementação do *prompt* CAST. Neles, é possível observar as características descritas no *prompt* CAST, porém algumas imperfeições nos retornos foram identificadas, conforme será mencionado após apresentar os exemplos criados.

Quadro 2 - Exemplos do *prompt* CAST.

Exemplo 1: Conceito de Frações para Alunos do 4º Ano

****Critérios:****

- Formato da resposta: Explicação clara e concisa com exemplos visuais.
- Vocabulário: Simples e acessível, adequado para crianças de 9 a 10 anos.

****Público:****

- Estudantes do 4º ano do ensino fundamental.

****Especificações:****

- Incluir uma explicação do conceito de frações.
- Utilizar exemplos do cotidiano, como pizza ou barras de chocolate.
- Incluir uma atividade prática ao final para reforçar o aprendizado.

****Teste:****

- Revisar a clareza da explicação.
- Verificar se os exemplos são apropriados e compreensíveis.
- Avaliar se a atividade prática ajuda a consolidar o conceito.

****Prompt:****

"Olá, estudantes do 4º ano! Hoje vamos aprender sobre frações. Frações são uma forma de mostrar partes de um todo. Imagine uma pizza dividida em 4 partes iguais. Se você comer 1 parte, você comeu $\frac{1}{4}$ da pizza. Agora, pense em uma barra de chocolate com 8 pedaços. Se você comer 2 pedaços, você comeu $\frac{2}{8}$ da barra.

Vamos praticar com uma atividade? Desenhem uma pizza e dividam em 8 partes iguais. Pinte 3 partes e escreva a fração que representa a parte que você pintou. Qualquer dúvida, estou aqui para ajudar!"

Exemplo 2: Conceitos de Proporcionalidade para Alunos do 7º Ano

****Critérios:****

- Formato da resposta: Explicação clara e estruturada, com exemplos práticos e atividades.
- Vocabulário: Adequado para alunos de 12 a 13 anos, utilizando termos matemáticos apropriados.

****Público:****

- Estudantes do 7º ano do ensino fundamental.

****Especificações:****

- Explicar o conceito de proporcionalidade.
- Incluir exemplos práticos do cotidiano para ilustrar o conceito.
- Propor uma atividade prática que envolva a resolução de problemas de proporcionalidade.

****Teste:****

- Revisar a clareza e a precisão da explicação.
- Verificar se os exemplos são relevantes e compreensíveis.
- Avaliar se a atividade prática reforça o entendimento do conceito de proporcionalidade.

****Prompt:****

"Olá, estudantes do 7º ano! Hoje vamos aprender sobre proporcionalidade. Proporcionalidade é quando duas quantidades variam de forma que uma é um múltiplo constante da outra. Por exemplo, se você está preparando suco e a receita pede 2 copos de água para cada copo de suco concentrado, a relação entre água e suco concentrado é proporcional.

Vamos ver um exemplo prático: Se você quiser fazer o dobro de suco, vai precisar de 4 copos de água e 2 copos de suco concentrado, mantendo a mesma proporção.

Agora, uma atividade para praticar: Imagine que você está organizando uma festa e precisa fazer uma grande quantidade de suco. A receita pede 3 copos de água para cada 1 copo de suco concentrado. Se você quiser preparar 15 copos de suco, quantos copos de água você precisará?

Lembrem-se, a prática é essencial para entender bem a proporcionalidade. Estou aqui para esclarecer qualquer dúvida que possa surgir durante a atividade!"*

Exemplo 3: Conceitos de Funções Quadráticas para Alunos da 1ª Série do Ensino Médio

Critérios:

- Formato da resposta: Explicação detalhada com exemplos e gráficos.
- Vocabulário: Técnico, porém acessível, adequado para alunos de ensino médio.

Público:

- Estudantes da 1ª série do ensino médio.

Especificações:

- Explicar o conceito de funções quadráticas.
- Incluir exemplos práticos e a representação gráfica das funções.
- Propor uma atividade prática que envolva a resolução e a interpretação de problemas envolvendo funções quadráticas.

Teste:

- Revisar a clareza e a precisão da explicação.
- Verificar se os exemplos e gráficos são relevantes e compreensíveis.
- Avaliar se a atividade prática reforça o entendimento do conceito de funções quadráticas.

Prompt:

"Olá, alunos da 1ª série do ensino médio! Hoje vamos estudar funções quadráticas. Uma função quadrática é uma função polinomial de segundo grau, geralmente expressa na forma $f(x) = ax^2 + bx + c$, onde a , b e c são constantes e $a \neq 0$.

Vamos ver um exemplo prático. Suponha que você queira lançar uma bola e analisar a trajetória dela. A altura h da bola em função do tempo t pode ser descrita por uma função quadrática como $h(t) = -5t^2 + 20t + 1$. Nesse caso, -5 , 20 e 1 são os coeficientes da função.

A representação gráfica dessa função é uma parábola. O coeficiente a determina se a parábola se abre para cima ($a > 0$) ou para baixo ($a < 0$). No nosso exemplo, como $a = -5$, a parábola se abre para baixo, indicando que a bola sobe até um certo ponto e depois desce.

Agora, vamos fazer uma atividade: Encontrem o vértice e as raízes da função $f(x) = 2x^2 - 4x - 6$ e desenhem o gráfico dessa função. O vértice é o ponto máximo ou mínimo da parábola, e as raízes são os pontos onde a parábola cruza o eixo x.

Lembrem-se de que entender as funções quadráticas é fundamental para resolver muitos problemas práticos e teóricos. Qualquer dúvida, estou aqui para ajudar!"*

Fonte: ChatGPT.

Neste caso, ao solicitar que o ChatGPT criasse um exemplo sobre o *prompt* acima, um dos Critérios era que o formato da resposta tivesse exemplos visuais, o que não ocorreu em um primeiro momento. Por conta disso, foi inserida a entrada da seguinte forma: “você mencionou que seriam dados exemplos visuais, o que não ocorreu. Pode fornecê-los?”. O retorno dado foi a imagem mostrada na Figura 4, que claramente contém inconsistências e erros em sua elaboração, a começar pela escrita das frações, tornando inconsistente a figura toda. Isso corrobora o que foi publicado pela OpenAI (2023) e pela UNESCO (2023) acerca das imprecisões nos retornos de uma IAGen.

Figura 4 - Imagem criada pelo ChatGPT para o exemplo 1 do prompt CAST.



Fonte: ChatGPT.

Ao solicitar que o ChatGPT recriasse a imagem, foi gerada a Figura 5, que também contém os mesmos erros em sua criação.

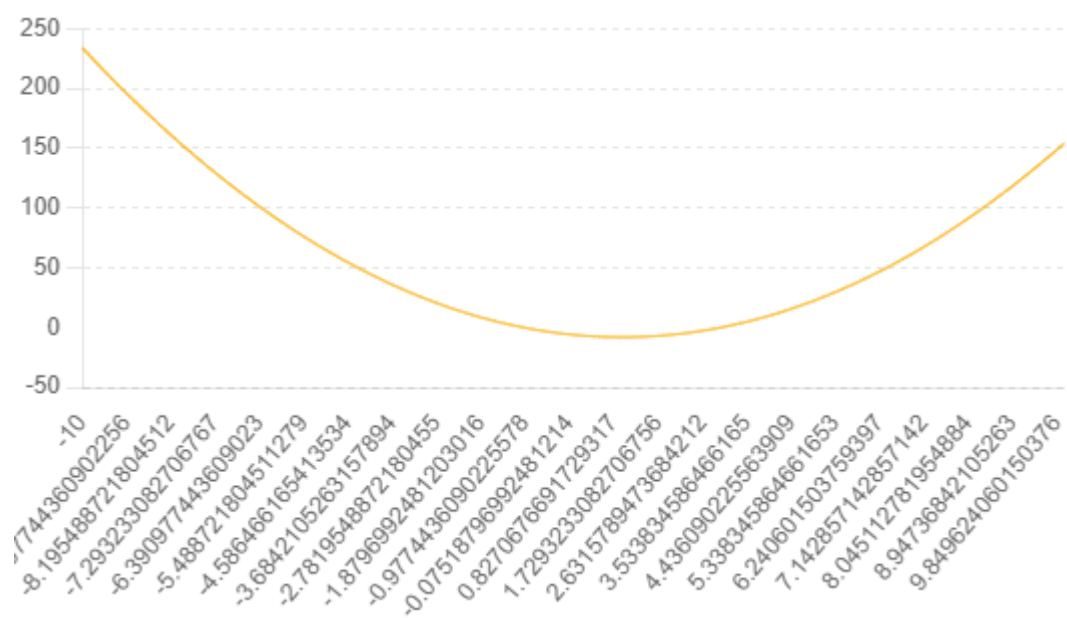
Figura 5 - Imagem recriada pelo ChatGPT referente ao exemplo 1 do prompt CAST.



Fonte: ChatGPT.

Por outro lado, as especificações do exemplo 3 continham a construção de um gráfico para funções quadráticas, imagem mostrada na Figura 6.

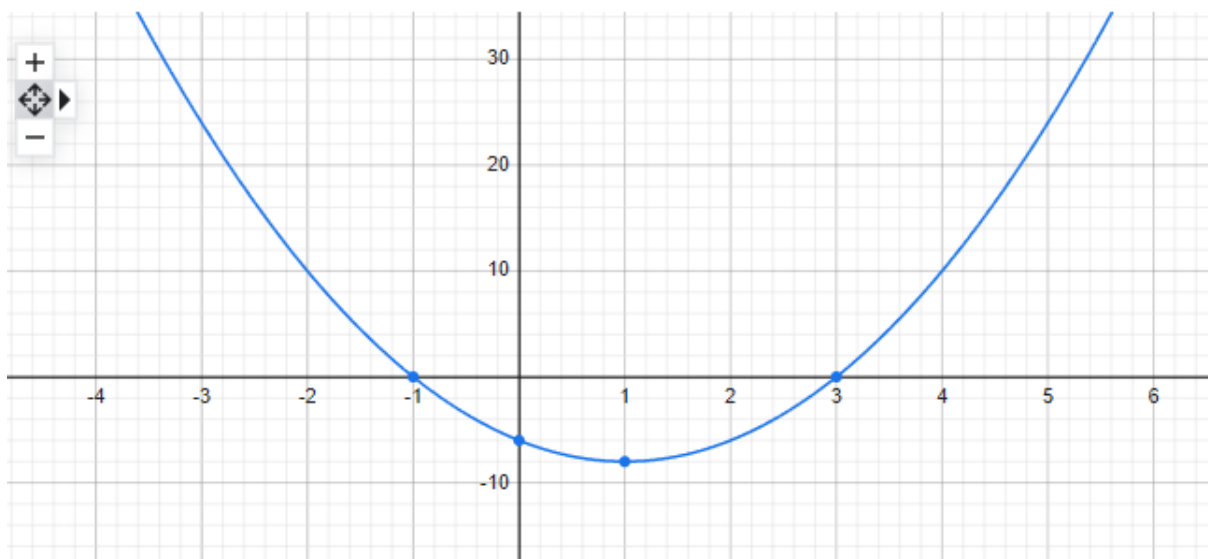
Figura 6 - Gráfico construído pelo ChatGPT referente ao exemplo 3 do prompt CAST.



Fonte: ChatGPT.

A imagem gerada mostra um gráfico construído para a função dada no exemplo 3 do *prompt* CAST, mas somente de acordo com a imagem não é possível ter certeza se o gráfico está correto ou não rapidamente. Uma das razões é a ausência dos eixos na imagem. A Figura 7 mostra o gráfico da mesma função construído pelo buscador do Google ao se inserir a função desta forma: “ $f(x) = 2x^2 - 4x - 6$ ”. Essa imprecisão pode ser considerada uma inconsistência no retorno dado pela IA para este caso.

Figura 7 - Gráfico da função $f(x) = 2x^2 - 4x - 6$ construído pelo buscador do Google.



Fonte: Google.

Isso ressalta que a IAGen nem sempre retorna saídas corretas para o que é solicitado mesmo se as ideias apresentadas nos *prompts* sugeridos forem seguidas corretamente. Por outro lado, é possível se observar com clareza a sequência dos comandos CAST (Critérios, Público, Especificações e Testes) ao longo de cada exemplo do *prompt* que foi construído pela IAGen. É justamente por essas razões que a etapa Teste tem fundamental importância, pois é nela que docentes e estudantes poderão analisar a qualidade do retorno elaborado pela IAGen utilizada, bem como a validade das informações retornadas. É fundamental deixar claro que tais inconsistências não invalidam a ideia de *prompt* sugerida por Jacobs e Fisher (2023), pois elas não são exclusivas desse *prompt*, podendo ser cometidas a partir de qualquer entrada oferecida em uma IAGen.

Lo (2023) apresenta o modelo CLEAR (acrônimo originado do inglês para *Concise, Logical, Explicit, Adaptive, Reflective*) que, em português, refere-se a Conciso, Lógico, Explícito, Adaptativo, Reflexivo, mantendo o mesmo acrônimo que no inglês. A ideia desse modelo é que os *prompts* sejam claros e Concisos, diretos, breves; eles devem seguir uma Lógica para garantir que a IAGen compreenda o que é solicitado, devem ser estruturados em etapas fáceis de serem seguidas; as instruções devem ser Explícitas, claras, detalhadas e específicas, podendo conter resultados de experimentos para ilustrar o que se deseja; os *prompts* devem ser Adaptáveis, flexíveis e ajustáveis com base no que a IAGen retornar como saída, sendo que o usuário pode mencionar possíveis erros que a IAGen retornou e dar instruções sobre como ela pode corrigi-los para melhorar os resultados; o usuário deve Refletir sobre a eficácia do *prompt* criado ao final das etapas, pensando sobre os comandos que levaram ao

resultado obtido, sobre as questões e entradas que deram retornos melhores e como aprimorar comandos futuros.

O objetivo central deste modelo é pensar na eficácia da comunicação com a IAGen e na relevância das respostas (saídas) que ela cria baseada no que foi dado como comando (*prompt*) inicial. Esse foco faz esse *prompt* ser bastante útil para o mundo acadêmico e educacional, pois pode desenvolver a consciência nos usuários dos melhores comandos para se obter boas respostas, desenvolvendo o senso crítico de docentes e estudantes (Lo, 2023).

A seguir são mostrados dois exemplos usando o modelo CLEAR de *prompts*, todos criados pelo ChatGPT para exemplificar implementações desse modelo na educação. O objetivo não é discutir a qualidade do que foi retornado, mas sim ilustrar a estrutura do retorno dado, mostrando o *prompt* final estruturado nas etapas descritas neste modelo. Não necessariamente espera-se que o usuário escreva o *prompt* da forma como foi ilustrado aqui, mas sim que ele compreenda cada um dos passos conforme descrito nos *prompts*, dando clareza e compreensão para todas as etapas.

Quadro 3 - Exemplos de *prompts* criados pelo ChatGPT a partir do modelo CLEAR.

Exemplo 1: Problema de Frações

****Conciso:****

Resolva o problema de frações a seguir.

****Lógico:****

1. Considere a fração $\frac{3}{4}$.
2. Some a fração $\frac{3}{4}$ com $\frac{1}{2}$.
3. Converta o resultado para uma fração irredutível.

****Explícito:****

- A fração inicial é $\frac{3}{4}$.
- A fração a ser somada é $\frac{1}{2}$.
- Primeiro, encontre o denominador comum entre 4 e 2.
- Converta as frações para ter denominadores comuns.
- Some os numeradores.
- Simplifique a fração resultante se possível.

****Adaptativo:****

Caso a IA não simplifique corretamente a fração final, forneça uma correção detalhada:

- O denominador comum entre 4 e 2 é 4.
- Converta $1/2$ para $2/4$.
- Some $3/4$ e $2/4$ para obter $5/4$.
- Simplifique $5/4$ para 1 e $1/4$.

****Reflexivo:****

Avalie se a IA retornou a fração correta e se a simplificação foi adequada. Verifique se as etapas lógicas foram seguidas corretamente e ajuste a instrução inicial se necessário.

****Prompt:****

Resolva o seguinte problema de frações. Considere a fração $3/4$. Some a fração $3/4$ com $1/2$. Converta o resultado para uma fração irredutível. Primeiro, encontre o denominador comum entre 4 e 2. Converta as frações para ter denominadores comuns. Some os numeradores. Simplifique a fração resultante se possível. Caso você não simplifique corretamente a fração final, revise o denominador comum, converta $1/2$ para $2/4$, some $3/4$ e $2/4$ para obter $5/4$ e simplifique para 1 e $1/4$.

Exemplo 2: Problema de Equações Simples

****Conciso:****

Resolva a equação linear simples a seguir.

****Lógico:****

1. Dada a equação $2x + 3 = 11$.
2. Isole a variável x .
3. Resolva para x .

****Explícito:****

- A equação é $2x + 3 = 11$.
- Subtraia 3 de ambos os lados da equação.
- Divida ambos os lados da equação por 2 para encontrar x .
- O resultado deve ser $x = 4$.

****Adaptativo:****

Caso a IA erre na subtração ou divisão, forneça uma correção:

- Subtraia 3 de ambos os lados: $2x = 8$.
- Divida ambos os lados por 2: $x = 4$.

****Reflexivo:****

Verifique se a IA seguiu corretamente os passos lógicos e chegou à resposta correta. Reflita sobre a clareza e a eficácia das instruções dadas e ajuste conforme necessário para futuros prompts.

****Prompt:****

Resolva a equação linear simples a seguir: $2x + 3 = 11$. Isole a variável x . Subtraia 3 de ambos os lados da equação. Divida ambos os lados da equação por 2 para encontrar x . O resultado deve ser $x = 4$. Se você errar na subtração ou divisão, revise o processo: subtraia 3 de ambos os lados para obter $2x = 8$ e divida ambos os lados por 2 para encontrar $x = 4$.

Fonte: ChatGPT.

Nos exemplos compartilhados acima é possível enxergar o modelo CLEAR estruturado nos *prompts* compartilhados, pois ele mostra o passo a passo de maneira clara e concisa, com comandos diretos e possíveis de serem melhorados a cada etapa de entrada inserida na IAGen. Dessa forma, o usuário conseguirá acompanhar detalhadamente o desenvolvimento das ideias construídas em conjunto com a IAGen utilizada. Apesar de o modelo apresentado mostrar uma estrutura bem-definida, é possível notar que o Exemplo 2 mostrado no Quadro 3 apresenta uma inconsistência matemática, chamando x em uma equação de primeiro grau de variável quando deveria ser chamado de incógnita. Ou seja, nem ao se utilizar uma estrutura de *prompt* é possível garantir que o retorno dado por uma IAGen estará correto, sendo tarefa do usuário validar as respostas obtidas.

O modelo de *prompt* proposto por Youngblood (2023) possui mais etapas que os modelos CAST e CLEAR apresentados anteriormente, sendo nove ao todo: Papel, Tarefa, Formato, Categoria, Definição, Descrição, Exemplo, Instrução e Tom (do inglês *Role, Task, Format, Category, Definition, Description, Example, Instruction* e *Tone*). O objetivo de cada etapa é fazer com que os *prompts* sejam claros, específicos e estejam alinhados com o que o usuário deseja construir junto com a IAGen, facilitando a obtenção de respostas mais precisas e relevantes. Visando dar clareza a cada etapa, elas serão explicadas uma a uma:

- i. **Papel:** define o papel que a IAGen deve adotar, sua função, perspectiva, especialização.
- ii. **Tarefa:** define exatamente o que a IAGen deverá fazer, indicando o que ela deverá executar.
- iii. **Formato:** define o formato da resposta dada pela IAGen, especificando como elas devem ser, como, por exemplo, em forma de documentos, escrita ou de um arquivo específico.
- iv. **Categoria:** visa categorizar o *prompt* de acordo com o tópico ou com o objetivo que ele tem.
- v. **Definição:** fornece definições claras dos termos principais e essenciais do *prompt* com base no tópico que ele irá abordar.
- vi. **Descrição:** define o contexto ou detalhes adicionais que possam contribuir para a clareza do *prompt*, podendo ajudar na construção das respostas geradas.
- vii. **Exemplo:** é um exemplo de *prompt* que pode ser dado para ilustrar o resultado esperado, norteando a IAGen sobre como é esperado o resultado que ela irá gerar.
- viii. **Instrução:** fornece instruções específicas sobre como o *prompt* deve ser formulado e criado a partir dos comandos iniciais.
- ix. **Tom:** especifica o estilo da resposta desejada, a linguagem, como, por exemplo, tom profissional, amigável, persuasivo, semelhante ao tom inserido nos comandos de entrada.

Como é possível perceber, os nove passos descritos acima visam abordar a criação de um *prompt* em uma IAGen passo a passo para que o usuário consiga resultados melhores a partir dos comandos iniciais que ele desejar inserir, sem se esquecer de alguma informação que possa contribuir para a IAGen criar, junto com o usuário, o que ele deseja.

Abaixo são mostrados dois exemplos criados pelo ChatGPT para exemplificar os *prompts* no modelo apresentado por Youngblood (2023). O objetivo é mostrar os passos separadamente para dar clareza à ideia compartilhada. Ao final de cada exemplo é mostrado o *prompt* escrito por completo escrito pelo ChatGPT, semelhante à forma como um docente poderia escrever em um recurso de IAGen.

Quadro 4 - Exemplos de *prompts* criados pelo ChatGPT com base em Youngblood (2023).

Exemplo 1: Problema de Adição de Frações

- **Papel:**

Você é um professor de matemática para educação básica.

- Tarefa:

Explique como adicionar frações com denominadores diferentes.

- Formato:

A resposta deve ser em forma de parágrafo explicativo.

- Categoria:

Adição de Frações.

- Definição:

Adição de frações: operação matemática que envolve combinar duas frações em uma única fração.

- Descrição:

Para adicionar frações com denominadores diferentes, é necessário encontrar um denominador comum. O denominador comum é o menor múltiplo comum dos denominadores das frações. Depois de encontrar o denominador comum, converta as frações para terem este denominador, some os numeradores e simplifique a fração resultante, se necessário.

- Exemplo:

Adicione as frações $\frac{1}{3}$ e $\frac{2}{5}$. Primeiro, encontre o denominador comum (15). Converta $\frac{1}{3}$ para $\frac{5}{15}$ e $\frac{2}{5}$ para $\frac{6}{15}$. Some os numeradores: $5 + 6 = 11$. A fração resultante é $\frac{11}{15}$.

- Instrução:

Formule a explicação passo a passo, detalhando cada etapa do processo de adição de frações com denominadores diferentes.

- Tom:

Use um tom claro e didático, adequado para estudantes de educação básica.

Prompt:

Você é um professor de matemática para educação básica. Explique como adicionar frações com denominadores diferentes. A resposta deve ser em forma de parágrafo explicativo. Para adicionar frações com denominadores diferentes, é necessário encontrar um denominador comum. O denominador comum é o menor múltiplo comum dos denominadores das frações. Depois de encontrar o denominador comum, converta as frações para terem este denominador, some os numeradores e simplifique a fração resultante, se necessário. Por exemplo, adicione as frações $\frac{1}{3}$ e $\frac{2}{5}$. Primeiro, encontre o denominador comum (15). Converta $\frac{1}{3}$ para $\frac{5}{15}$ e $\frac{2}{5}$ para $\frac{6}{15}$. Some os numeradores: $5 + 6 = 11$. A fração resultante

é 11/15. Formule a explicação passo a passo, detalhando cada etapa do processo de adição de frações com denominadores diferentes. Use um tom claro e didático, adequado para estudantes de educação básica.

Exemplo 2: Resolução de Equações Lineares

- Papel:

Você é um tutor de matemática para alunos do ensino fundamental.

- Tarefa:

Ensine como resolver uma equação linear simples.

- Formato:

A resposta deve ser em forma de uma lista de etapas.

- Categoria:

Álgebra - Equações Lineares.

- Definição:

Equação linear: uma equação matemática que pode ser representada na forma $ax + b = c$, onde a , b e c são constantes.

- Descrição:

Para resolver uma equação linear simples, isole a variável (x) realizando operações inversas em ambos os lados da equação. Estas operações podem incluir adição, subtração, multiplicação ou divisão.

- Exemplo:

Resolva a equação $2x + 3 = 11$. Primeiro, subtraia 3 de ambos os lados: $2x = 8$. Depois, divida ambos os lados por 2: $x = 4$.

- Instrução:

Liste as etapas necessárias para isolar a variável e resolver a equação, explicando cada operação realizada.

- Tom:

Use um tom claro e encorajador, adequado para alunos do ensino fundamental.

Prompt:

Você é um tutor de matemática para alunos do 7º ano do ensino fundamental. Ensine como resolver uma equação linear simples. A resposta deve ser em forma de uma lista de etapas. Para resolver uma equação linear simples, isole a variável (x) realizando operações inversas em ambos os lados da equação. Estas operações podem incluir adição, subtração,

multiplicação ou divisão. Por exemplo, resolva a equação $2x + 3 = 11$. Primeiro, subtraia 3 de ambos os lados: $2x = 8$. Depois, divida ambos os lados por 2: $x = 4$. Liste as etapas necessárias para isolar a variável e resolver a equação, explicando cada operação realizada. Use um tom claro e acessível, incentivando a participação ativa dos alunos.

Fonte: ChatGPT.

Nos exemplos mostrados no Quadro 4 é possível perceber a construção do *prompt* passo a passo a partir do detalhamento das nove etapas anteriores. De certa forma, em um primeiro momento, pode parecer que os comandos em que o usuário “conversa” com a IAGen se misturam com o que ela retornará, mas a ideia é essa mesmo, pois alguns passos se referem mais aos comandos dados pelo usuário para a IAGen e outros se referem mais às saídas que ela irá oferecer.

Por exemplo, no exemplo 2 do Quadro 4, existem cinco comandos (Papel, Tarefa, Formato, Categoria e Tom) são comandos mais técnicos que podem ser pensados pelo usuário, enquanto os restantes (Definição, Descrição, Exemplo e Instrução) aparentam ser retornos dados pela IAGen a partir do que foi solicitado, pois são etapas que retornam explicações a partir do que foi inserido anteriormente pelo usuário. De qualquer maneira, o objetivo do modelo apresentado por Youngblood (2023) não é separar tais entradas entre “entradas técnicas e não-técnicas”, mas sim sistematizar os passos para a construção de um *prompt* que forneça boas saídas para o usuário.

Por fim, Nyakundi (2023) propõe um modelo estruturado para a criação de *prompts* que segue o princípio dos 5 Ws, a saber: Quem, O quê, Quando, Onde, Por que (do inglês *Who, What, When, Where, Why*). Assim como nos modelos de *prompts* apresentados anteriormente, o objetivo é facilitar a clareza e a precisão na comunicação com recursos de IAGen, melhorando a relevância das respostas geradas para o usuário final.

Os princípios deste modelo são definidos da seguinte forma:

- i. Quem: define o papel ou a função que se espera que o modelo de IAGen assuma, como, por exemplo, a de um professor, tutor, aluno, avaliador etc.
- ii. O quê: define a ação ou a tarefa que a IAGen irá realizar.
- iii. Quando: define o prazo ou o cronograma para a realização da tarefa solicitada, podendo sugerir etapas para o seu cumprimento, se desejado.
- iv. Onde: define a localização ou o contexto sob o qual a ação deverá ocorrer. Tem o objetivo de especificar detalhes para alimentar a IAGen de informações úteis para a construção de saídas de mais qualidade.

- v. Por que: define as razões, os motivos, as justificativas para a criação do *prompt* elaborado. Delimitar essa finalidade é importante para que a IAGen tenha conhecimento dos objetivos das interações que o usuário deseja ter com ela.

Esse modelo de *prompt* também visa elencar elementos considerados essenciais para a formulação de um *prompt* eficaz do ponto de vista do usuário. Assim, Nyakundi (2023) acredita que ele aborda as principais dimensões contextuais e operacionais para a criação de comandos que possam auxiliar docentes e estudantes no processo de ensino e aprendizagem.

Abaixo serão dados três exemplos de *prompts* criados pelo ChatGPT com base no modelo sugerido por Nyakundi (2023). A ideia é que seja possível visualizar cada um dos passos do modelo 5 Ws na construção de um *prompt* para uma IAGen.

Quadro 5 - Exemplos de *prompts* criados pelo ChatGPT para exemplificar o modelo dos 5 Ws.

Exemplo 1:

****Quem:**** Um professor de matemática

****O quê:**** Criar uma explicação detalhada sobre a adição de frações com denominadores diferentes

****Quando:**** Para uma aula de 50 minutos

****Onde:**** Em uma sala de aula do 5º ano do ensino fundamental

****Porquê:**** Para ajudar os alunos a entenderem e resolverem problemas de adição de frações, preparando-os para avaliações futuras

Prompt: "Você é um professor de matemática e precisa criar uma explicação detalhada sobre a adição de frações com denominadores diferentes. A aula deve durar 50 minutos e será ministrada em uma sala de aula do 5º ano do ensino fundamental. O objetivo é ajudar os alunos a entenderem o conceito e resolverem problemas relacionados, preparando-os para avaliações futuras."

Exemplo 2:

****Quem:**** Um tutor de matemática

****O quê:**** Elaborar uma atividade prática sobre equações lineares

****Quando:**** Para a próxima aula de reforço

****Onde:**** Em um ambiente de reforço escolar para alunos dos anos finais do ensino fundamental (8º e 9º anos)

****Porquê:**** Para reforçar o entendimento dos alunos sobre equações lineares através de atividades práticas e interativas

Prompt: "Você é um tutor de matemática e precisa elaborar uma atividade prática sobre equações lineares. A atividade será utilizada na próxima aula de reforço, em um ambiente de reforço escolar para alunos dos anos finais do ensino fundamental (8º e 9º anos). O objetivo é reforçar o entendimento dos alunos sobre equações lineares através de atividades práticas e interativas."

Exemplo 3:

****Quem:**** Um tutor de matemática

****O quê:**** Elaborar um conjunto de exercícios práticos sobre funções exponenciais

****Quando:**** Para serem utilizados na próxima sessão de estudo em grupo

****Onde:**** Em um grupo de estudos para alunos do ensino médio

****Porquê:**** Para reforçar o aprendizado dos alunos sobre funções exponenciais através da prática e aplicação de conceitos

Prompt: "Você é um tutor de matemática e precisa elaborar um conjunto de exercícios práticos sobre funções exponenciais. Esses exercícios serão utilizados na próxima sessão de estudo em grupo, em um grupo de estudos para alunos do ensino médio. O objetivo é reforçar o aprendizado dos alunos sobre funções exponenciais através da prática e aplicação de conceitos, preparando-os para provas e atividades futuras."

Fonte: ChatGPT.

Nos exemplos dados no Quadro 5 é possível observar a estrutura completa do modelo de *prompts* sugerido por Nyakundi (2023). Uma característica interessante dos exemplos é que o próprio ChatGPT sugeriu o primeiro no papel de professor e os outros dois como um tutor de matemática, sendo que no terceiro foi proposta uma atividade para ser realizada em grupo pelos estudantes.

É possível observar que existem algumas repetições de ideias em alguns dos *prompts* apresentados, mesmo que sejam representadas por palavras distintas. Por exemplo, no *prompt* proposto por Nyakundi (2023), conhecido como 5 Ws, existe o “Quem”, que possui função semelhante ao “Papel” de Youngblood (2023). Isso poderá ser encontrado em outras sugestões

e ideias de *prompts* apresentadas neste trabalho. Porém, é importante ressaltar que outras estruturas de *prompts* podem ser criadas ou adaptadas de ideias pré-estabelecidas, contendo mais ou menos elementos, como em um *prompt* do tipo CTF (acrônimo do inglês *Context, Task, Format*), significando Contexto, Tarefa e Formato (Moura; Carvalho, 2023).

Liu e Chilton (2022) realizaram uma pesquisa com o objetivo de investigar se diferentes reformulações de um *prompt* que usasse as mesmas palavras-chave produziam resultados significativamente diferentes na geração de texto-imagem por recursos de IAGen. As autoras concluíram que existem diferenças significativas nos resultados obtidos a partir de diferentes *prompts* e entradas fornecidas pelos usuários, impactando nos retornos dados pelas IAGen. Nesse sentido, quando se trata do uso de IAGen para a produção de conhecimento, é fundamental que o usuário saiba como construir *prompts* que deem retornos com maior qualidade, pois isso impactará diretamente os resultados obtidos.

Em resumo, a IA está transformando a educação ao oferecer ferramentas que podem ser utilizadas pelos professores em sua prática docente. Para isso, é necessário que eles saibam utilizá-las de forma a potencializar o fazer pedagógico. Segundo Jacobs e Fisher (2023), Kumar et al. (2022), Lo (2023), Nyakundi (2023) e Youngblood (2023), os modelos de prompts apresentados demonstram como os professores podem interagir com sistemas de IA para obter resultados mais precisos e relevantes, promovendo um ambiente de aprendizado mais eficiente e adaptativo. A integração dessas tecnologias com metodologias ativas, como o ensino híbrido, potencializa ainda mais os benefícios educacionais, preparando os alunos para um futuro em que a IA será cada vez mais presente. O próximo tópico aborda a relação entre os temas de metodologias ativas, ensino híbrido e inteligência artificial na educação, buscando relacioná-los com a prática docente.

2.4 Articulando metodologias ativas e inteligência artificial na educação

Ao longo deste capítulo, foram abordados os conceitos de metodologias ativas, ensino híbrido e IA na educação. O uso integrado destes conceitos na educação pode contribuir com a prática docente de professores de matemática e com as experiências de aprendizagem que podem ser criadas a partir da relação destes conceitos (Jacobs; Fisher, 2023; Kumar et al., 2022; Lo, 2023; Nyakundi, 2023; Youngblood, 2023).

As metodologias ativas, com seu foco na participação efetiva dos estudantes e na construção coletiva do conhecimento, deslocam o centro do processo educativo do professor para o aluno ou para a relação entre eles. Esse movimento é essencial em um mundo onde a produção e disseminação de informações acontecem em uma velocidade sem precedentes,

demandando que os estudantes desenvolvam habilidades críticas, colaborativas e reflexivas (Bacich; Moran, 2018).

O ensino híbrido complementa essas metodologias ao mesclar momentos de aprendizado presencial e *on-line*, proporcionando flexibilidade e personalização. Os modelos de ensino híbrido apresentados aqui podem permitir que os estudantes experimentem diferentes formas de aprendizado, utilizando recursos digitais de maneira integrada. Essa abordagem pode facilitar a adaptação do conteúdo às necessidades individuais dos alunos e promover mais interação e engajamento, elementos fundamentais para uma aprendizagem significativa (Horn; Staker, 2015).

A IA, por sua vez, surge como uma ferramenta que pode potencializar a implementação desses modelos educativos ou pode conduzir a educação para algo mais conservador: dependerá das pessoas que estiverem utilizando tais recursos. Para quem visa inovar com o uso de IA, os sistemas de IA generativa, como o ChatGPT e outros, permitem a criação de conteúdos personalizados, a automação de tarefas administrativas e a análise de grandes volumes de dados, podendo oferecer *feedback* em tempo real e adaptando o ensino às necessidades específicas de cada aluno. Ferramentas de IA podem auxiliar na personalização do ensino, adaptando o conteúdo ao ritmo e estilo de aprendizado individual, e liberando tempo dos professores para focarem em atividades mais importantes e criativas (Vicari, 2021).

Para isso, para os docentes que desejam utilizar os recursos de IAGen para realizar planejamentos de qualidade, é fundamental a apropriação e o entendimento dos passos essenciais sobre como utilizar tais recursos para além da experimentação (UNESCO, 2023; Akgun; Greenshow, 2022). A literacia de *prompts* desempenha um papel crucial nesse processo, pois a habilidade de formular comandos claros e específicos para a IAGen impacta a relevância e a precisão das respostas geradas. Professores capacitados para criar *prompts* eficazes podem extrair um melhor potencial das ferramentas de IAGen, garantindo que as sugestões e materiais fornecidos sejam altamente pertinentes e personalizados para suas turmas (Jacobs; Fisher, 2023; UNESCO, 2023).

O guia para a IA na educação e na pesquisa desenvolvido pela UNESCO (2023) traz um tópico voltado para como a IAGen pode facilitar o ensino e apoiar professores, sintetizado na Figura 8. Os usos potenciais mencionados na tabela se limitam a dois pontos principais:

1. Currículo ou curso co-projetado com a ajuda de recursos de IAGen para auxiliar na seleção dos conhecimentos que deverão ser desenvolvidos ao longo do currículo, além de auxiliar professores no preparo de provas e exames por meio da criação de

questionários, perguntas e dos critérios para avaliação. Aqui o foco é o currículo gerado em conjunto com uma IAGen.

2. A criação de um *chatbot* generativo que atuará como assistente de ensino do professor junto aos estudantes, fornecendo suporte individualizado, respondendo perguntas, fornecendo breves explicações, tudo sob demanda dos estudantes. O foco aqui é atuar como assistente do professor, sendo direcionado principalmente aos estudantes. Por isso, necessita ser alimentado com conhecimentos prévios suficientes para realizar tais funções. A linha da tabela que se refere a esse uso potencial menciona que tal recurso provavelmente seja mais direcionado para o ensino superior por conta das características mencionadas aqui.

Destacamos que o documento produzido pela UNESCO (2023) não menciona de forma explícita um possível uso da IAGen pelos professores: o planejamento de aulas, intencionalidade que se mostrou ser bastante realizada por eles durante o desenvolvimento desta pesquisa. mesmo considerando que todo o estudo da IAGen deve ser centrado no ser humano. Isso quer dizer que os recursos de IA seriam desenvolvidos, implantados e usados considerando o bem-estar, os direitos, a dignidade, as necessidades e a participação ativa das pessoas; e que a IA não deve substituir, desvalorizar ou prejudicar humanos, mas sim ampliar capacidades, apoiar decisões, promover inclusão e proteger a autonomia dos usuários.

Sobre o documento produzido pela UNESCO (2023), é possível afirmar que ele foca principalmente no uso com os estudantes e não trata do uso pelos docentes. Esse ponto não é mencionado nem na parte do documento que trata do uso de IAGen para a pesquisa docente, abordando somente a pesquisa do ponto de vista acadêmico em seu significado mais puro, mas não na pesquisa, por exemplo, de estratégias de aulas ou de ideias para desenvolver práticas docentes utilizando outras metodologias de ensino além daquelas que os docentes costumam utilizar.

Nesse sentido, Moraes Costa et al. (2019) realizaram uma pesquisa bibliográfica para identificar as contribuições dos recursos de IA e do EH para a educação a distância, considerando diversos autores para elaborar um quadro que mostra as contribuições da IA na arquitetura pedagógica híbrida e *on-line*. Eles mencionaram que a IA pode ser utilizada em ambientes virtuais de aprendizagem, em tutoriais, em interfaces e módulos e em momentos de aprendizagem *on-line* e híbrida. Assim como no caso da UNESCO (2023), a IA não foi mencionada a partir de um ponto de vista de uso para funções docentes, como planejamento de aulas em diferentes modelos. Ressalta-se que os autores trataram de recursos de IA e não de IAGen, pois no ano da publicação tais recursos ainda não estavam acessíveis para todos como atualmente.

A possibilidade de implementação de recursos de IAGen não apenas pode aprimorar o planejamento das aulas, mas também permite enriquecer o processo de ensino e aprendizagem, tornando-o mais dinâmico e adaptado às necessidades dos alunos (Vicari, 2021). Professores podem utilizar recursos de IAGen para criar planos de aula em algum dos modelos de ensino híbrido e para ter ideias que poderão utilizar, por exemplo, em algumas das estações (Moran, 2024). Também poderão utilizar os recursos de IAGen para desenvolver atividades mais envolventes, para analisar dados dos estudantes, criar avaliações mais precisas e oferecer feedback mais detalhado e imediato, se assim desejarem. Isso facilita a identificação de lacunas no aprendizado e permite a criação de estratégias de intervenção mais eficazes (Moran, 2024; Morais Costa et al., 2019). Portanto, entendo que o não tratamento deste uso de IAGen revela um sério descuido com a formação docente e com a investigação de como os docentes podem utilizar tais conceitos de IAGen para tarefas essenciais do exercício da docência, como o planejamento de aulas.

Nesse sentido, Lizares e Rojas (2024) investigaram como a IA pode contribuir com a educação não somente pela sua integração ao ensino, mas também no redesenho dos métodos de ensino para aproveitar ao máximo as possibilidades que IA apresenta. Para isso, entrevistaram educadores, fizeram estudos de caso e uma revisão de literatura sobre o tema. As conclusões foram que é necessário que os educadores participem das discussões e das pesquisas sobre IA na educação, sendo capacitados e emponderados para utilizar as ferramentas de IA para melhorar a qualidade da educação. Isso inclui, segundo os autores, o uso de recursos de IA no planejamento docente, o que não foi mencionado pela UNESCO (2023) na tabela da Figura 8. Abordar a IAGen centrada no ser humano é um dos objetivos deste trabalho, buscando construir uma relação entre o uso de recursos de IAGen no planejamento docente.

O Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic.br) é um departamento do Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR ligado ao Comitê Gestor da Internet no Brasil e tem a missão de monitorar a adoção das tecnologias de informação e comunicação (TIC) no Brasil. Em 2022, o Cetic.br lançou uma pesquisa sobre o uso das TIC nas escolas brasileiras, conhecida como TIC Educação 2022, divulgando dados importantes. De acordo com essa pesquisa, 94% das escolas de educação básica possuíam acesso à internet e 58% possuíam computador e acesso à Internet para uso dos estudantes.

Porém, o dado que será destacado aqui é sobre o desenvolvimento de habilidades digitais de educadores. Segundo o Cetic.br (2023, p.87),

Na edição 2021 da pesquisa TIC Educação, 90% dos professores de ensino fundamental e médio afirmaram que a ausência de um curso específico sobre o uso de tecnologias digitais dificultava a adoção desses recursos em atividades com os alunos,

proporção que foi de 93% entre os docentes de escolas públicas e de 75% entre os docentes de escolas particulares. De acordo com os dados da edição 2022 da pesquisa, essas proporções diminuíram para 80% entre os professores de escolas públicas e 55% entre os de escolas particulares. No entanto, 75% dos professores ainda percebiam a formação para uso de tecnologias digitais como um desafio para a adoção desses recursos em sua prática pedagógica. Para alguns grupos, esses desafios podiam ser ainda maiores do que para outros: 11% do total de professores que não adotaram tecnologias digitais em atividades com os estudantes afirmaram que tinham dúvidas sobre como usar esses recursos, proporção que foi de 43% entre os docentes com 46 anos ou mais e de 48% entre os docentes que lecionavam múltiplas disciplinas em classes de Anos Iniciais do Ensino Fundamental ou em classes multisseriadas.

Portanto, destaca-se a importância de formações específicas sobre o uso de recursos digitais por parte dos professores para que essas sejam incorporadas às práticas em salas de aula. Apesar de o trecho da referida pesquisa não mencionar recursos de IA, pois em 2022 eles eram pouco conhecidos, eles podem ser enquadrados nesses aspectos por serem recursos digitais. Com relação a isso, é possível conjecturar ainda que essa porcentagem poderá aumentar nas pesquisas dos anos seguintes, pois os recursos de IA, principalmente os de IAGen, são considerados novos para as pessoas de um ponto de vista específico: o de que, até o momento, não tínhamos recursos digitais que interagissem com características humanas.

Por isso, é importante que as próximas pesquisas considerem não somente quem tem usado IAGen na educação, mas como tem sido este uso, pois os recursos, em geral, são desenhados para serem intuitivos e convidativos, mas necessitam de um certo conhecimento para serem utilizados com qualidade, como mostrado em todas as pesquisas sobre os *prompts* que foram apresentadas neste trabalho.

Considerando os usos possíveis e as possibilidades de personalização proporcionadas por recursos de IA, é possível desenvolver materiais didáticos que consideram as especificidades de cada aluno, oferecendo suporte adicional para aqueles que enfrentam dificuldades e desafiando aqueles que progridem mais rapidamente (Vicari, 2021; Domingos, 2017). Essa abordagem inclusiva e personalizada não só pode melhorar o desempenho acadêmico, mas também contribuir com o aumento da motivação e o engajamento dos estudantes nas atividades realizadas.

No entanto, a implementação dessas tecnologias não está isenta de desafios. A resistência à mudança por parte de professores e instituições, a necessidade de formação contínua dos educadores e a adequação das infraestruturas escolares são alguns dos obstáculos a serem superados (Madiega, 2023). Além disso, questões éticas relacionadas à privacidade dos dados e à discriminação algorítmica precisam ser cuidadosamente consideradas (Kamenskih, 2022). Porém, acredita-se que tais fatores não devem impossibilitar ou restringir o uso de recursos de IAGen pelos docentes, principalmente quando esse uso será pessoal e não com os estudantes.

Figura 8 - Tabela apresentada por UNESCO (2023) sobre como a IAGen pode apoiar professores e o ensino.

Tabela 4. Co-projetar o uso da IAGen para apoiar professores e o ensino						
Usos potenciais, mas não comprovados	Domínios de conhecimento ou problemas apropriados	Resultados esperados	Ferramentas apropriadas de IAGen e avanços comparativos	Requisitos para usuários	Métodos pedagógicos humanos necessários e exemplos de prompts	Possíveis riscos
Curriculo ou curso co-projetado.	Conhecimento conceitual sobre determinados tópicos de ensino e conhecimento procedimental sobre metodologias de ensino.	Auxiliar no processo de elaboração do currículo e das aulas, incluindo a elaboração ou expansão de pontos de vista sobre as principais áreas do tema em questão e a definição da estrutura do currículo. Também pode ajudar os professores a preparar provas e exames, oferecendo exemplos de perguntas e critérios para avaliação. Potencial de transformação: currículo gerado por IA.	A partir da lista apresentada na Seção 1.2, avaliar se as ferramentas de IAGen são localmente acessíveis, de código aberto e se foram rigorosamente testadas ou validadas por autoridades. Considerar, ainda, as vantagens e os desafios de determinada ferramenta de IAGen, garantindo que ela atenda adequadamente às necessidades humanas específicas.	Os professores precisam compreender e especificar cuidadosamente o que desejam que o currículo, os cursos, as aulas ou as avaliações abranjam e alcancem, se desejam abordar conhecimentos procedimentais ou conceituais e qual teoria de ensino desejam aplicar.	Perguntas à IAGen sobre sugestões de estrutura e exemplos de conhecimento factual sobre temas, sugestões de métodos e processos de ensino para temas ou problemas, ou criação de conjuntos de cursos ou planos de aula com base em temas e formatos. Os criadores humanos de currículos precisam verificar os conhecimentos factuais e avaliar a adequação dos conjuntos de cursos sugeridos.	O risco de a IAGen impor normas e métodos pedagógicos dominantes é elevado. Ela pode inadvertidamente perpetuar práticas excludentes em favor dos grupos que já são ricos em dados e reforçar desigualdades no acesso a oportunidades educacionais relevantes e de alta qualidade, prejudicando grupos com pobreza de dados.
Chatbot generativo como assistente de ensino.	Conhecimento conceitual de vários domínios em problemas bem estruturados.	Fornecer suporte individualizado, responder perguntas e identificar recursos. Potencial de transformação: gêmeos generativos de assistentes de professores.	A partir da lista apresentada na Seção 1.2, avaliar se as ferramentas de IAGen são localmente acessíveis, de código aberto e se foram rigorosamente testadas ou validadas por autoridades. Considerar, ainda, as vantagens e desafios de determinada ferramenta de IAGen, garantindo que ela atenda adequadamente às necessidades humanas específicas.	Ele oferece suporte aos professores, mas direciona-se diretamente aos estudantes, o que exige que eles tenham conhecimentos prévios, capacidades e habilidades metacognitivas suficientes para verificar os resultados da IAGen e perceber caso haja desinformações. Portanto, pode ser mais apropriado para os estudantes de ensino superior.	Exige que os professores compreendam claramente os problemas, monitorem a conversa e ajudem os estudantes a verificar respostas duvidosas fornecidas pela IAGen.	Com base nas capacidades atuais dos modelos de IAGen, as instituições educacionais precisam garantir a supervisão humana das respostas fornecidas pelas ferramentas, estando atentas ao risco de desinformação. Isso também pode limitar o acesso dos estudantes à orientação e ao apoio humanos, prejudicando o desenvolvimento de uma estreita relação entre professor e estudante, o que é especialmente preocupante no caso das crianças.

Fonte: UNESCO (2023, p.32).

Além disso, a qualidade e a confiabilidade do conteúdo gerado por IA representam um desafio significativo. Ferramentas de IAGen, apesar de avançadas, podem produzir informações imprecisas, desatualizadas ou até mesmo "alucinações" – dados factualmente incorretos apresentados com aparente convicção. Isso exige do docente uma postura crítica constante e a

necessidade de verificação cruzada de informações antes de utilizá-las em seu planejamento ou como base para materiais didáticos, para que não se propague desinformação.

Outro ponto de reflexão é o risco de uma dependência excessiva dessas ferramentas, o que poderia, a longo prazo, levar a uma eventual perda de habilidades por parte dos próprios educadores em áreas como a criação original de conteúdo ou o planejamento curricular detalhado. A facilidade em obter respostas ou estruturas prontas pode diminuir o desenvolvimento e aprimoramento de certas competências pedagógicas essenciais. É importante que a IAGen seja uma ferramenta de apoio, e não um substituto do discernimento e da expertise humana (CEIBAL, 2024).

Ademais, a natureza de "caixa preta" de muitos algoritmos de IA levanta a questão da transparência e explicabilidade. Compreender como uma ferramenta de IAGen chega a determinadas conclusões ou sugestões pode ser complexo, dificultando a identificação de vieses sutis, que podem perpetuar ou amplificar desigualdades existentes, ou a avaliação da adequação pedagógica de suas saídas. Essa opacidade pode minar a confiança e a capacidade do educador de utilizar a tecnologia de forma verdadeiramente informada e crítica, mesmo em seu trabalho individual (CEIBAL, 2024). A ausência de clareza nos processos decisórios da IA pode, inclusive, dificultar a responsabilização em casos de erros ou resultados problemáticos.

Finalmente, embora o uso pessoal pelo docente possa parecer contornar algumas das questões de equidade no acesso direto dos alunos, é crucial não perder de vista o desafio do fosso digital e da justiça algorítmica no panorama mais amplo da educação (CEIBAL, 2024). A familiarização e a proficiência dos educadores com essas ferramentas, mesmo que inicialmente para uso pessoal, inevitavelmente influenciarão suas perspectivas e práticas futuras. Se o acesso e a formação em IA não forem distribuídos equitativamente entre os docentes, corre-se o risco de ampliar disparidades, onde alguns educadores e, por extensão, seus futuros alunos, ficam para trás na apropriação dos benefícios potenciais dessas tecnologias, reforçando ciclos de desigualdade.

Em oposição a este ponto, ter recursos digitais disponíveis que podem auxiliar professores inexperientes no planejamento de aulas, que usam modelos diferentes dos quais o professor está acostumado, pode contribuir com o planejamento de práticas desse professor, de forma que ele possa começar a implementar aulas de formas diferentes do que está acostumado.

Conforme Almeida e Valente (2012) destacam, a integração das tecnologias digitais e das metodologias ativas no currículo escolar expande o desenvolvimento do currículo para além das fronteiras tradicionais da sala de aula, estabelecendo ligações com diferentes espaços do saber e tornando públicas as experiências de aprendizagem. Isso também pode ser considerado

do ponto de vista do professor, ou seja, os recursos de IAGen podem expandir as possibilidades de aulas que os docentes podem planejar, pois eles podem sugerir ideias e caminhos possíveis para que os professores planejem e implementem aulas em modelos como os de ensino híbrido.

A combinação de metodologias ativas, ensino híbrido e IA pode ampliar as possibilidades no campo educacional, contribuindo com a criação de ambientes em que a aprendizagem é dinâmica, flexível e centrada no aluno, e onde os educadores têm à disposição ferramentas poderosas para maximizar o potencial de cada estudante a partir do planejamento de suas aulas (Moran, 2024).

Considerando as relações já expostas entre metodologias ativas, ensino híbrido, planejamento docente e inteligência artificial, esta pesquisa buscou investigar como recursos de inteligência artificial generativa são utilizados por professores de matemática para planejar aulas em metodologias ativas e ensino híbrido. Foram realizadas entrevistas com docentes de matemática e a utilização de recursos de IAGen para planejar aulas de matemática usando modelos de ensino híbrido foi relatada espontaneamente por eles. Todo o processo de produção dos dados será descrito no capítulo a seguir.

CAPÍTULO 3

O que prevemos raramente ocorre; o que menos esperamos geralmente acontece.

Benjamin Disraeli

METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

O objetivo deste capítulo é apresentar a metodologia de pesquisa empregada neste estudo, detalhando os procedimentos que orientaram a produção de dados e enfatizando fatores relevantes que influenciaram o processo. O foco é proporcionar clareza e transparência quanto aos elementos que embasam este estudo, permitindo uma compreensão profunda de seu desenvolvimento.

3.1 A trajetória desta pesquisa e sua perspectiva metodológica

Esta pesquisa tinha um objetivo diferente do que será apresentado neste capítulo. Inicialmente, devido à trajetória do pesquisador, que já foi aqui descrita, a pergunta de pesquisa era “*Quais as possibilidades de uma formação continuada de professores de matemática com ênfase em metodologias ativas e ensino híbrido para a prática do professor que ensina matemática?*”. Porém, essa pergunta foi sofrendo modificações, sendo a principal dela após iniciar a produção dos dados com os sujeitos de pesquisa.

Segundo Araújo e Borba (2004), a pergunta diretriz de uma pesquisa está suscetível a sofrer modificações conforme a pesquisa vai se realizando. Isso faz parte do que os autores chamam de design emergente da pesquisa, que diz respeito às modificações e ao caráter flexível que uma pesquisa possui.

Seguindo essa ideia, a pergunta inicial envolvia uma formação continuada *on-line* que seria desenvolvida com os professores de matemática participantes da pesquisa. Essa formação era sobre ensino híbrido e tinha por objetivo formar professores para que eles planejassem aulas de matemática utilizando os modelos de ensino híbrido.

Durante as primeiras interações com os sujeitos de pesquisa, ainda na fase de seleção dos sujeitos e explicação da formação que seria desenvolvida com eles²⁰, alguns professores mencionaram o uso de recursos de IAGen para realizar o planejamento de aulas nos modelos de ensino híbrido. De forma geral, a justificativa dada se baseava em dois fatores principais: a ausência de repertório desses docentes para elaborarem aulas nesses modelos, visto que não tiveram exemplos disso ao longo de suas formações inicial e continuada; e a agilidade que esses recursos oferecem para os professores, pois auxiliam e oferecem ideias de forma muito rápida, imediata, a partir do que eles escrevem e solicitam ao recurso.

²⁰ Todas estas etapas serão descritas em detalhes ainda neste capítulo.

Por conta desses relatos, optei por investigar o uso de recursos de IAGen (*chatbot*) no processo de planejamento de aulas de matemática que utilizam modelos de ensino híbrido. Nesta pesquisa, *chatbot* pode ser definido como um programa de computador que permite uma interação com humanos ao simular e processar conversas humanas, retornando mensagens ao usuário como se ele estivesse se comunicando com uma pessoa real.

Nesse contexto, a pergunta de pesquisa diretriz desta pesquisa ganhou sua forma final:

Como recursos de inteligência artificial generativa são utilizados por professores de matemática para planejar aulas em metodologias ativas e ensino híbrido?

O objetivo, então, passou a ser investigar como recursos de IA foram usados no planejamento das aulas em metodologias ativas e ensino híbrido pelos sujeitos de pesquisa, buscando entender as contribuições e as limitações que tais recursos ofereceram para os docentes, incluindo o ponto de vista pessoal de cada um deles e a análise do processo de planejamento de cada docente. O trabalho de produção dos dados, as leituras bibliográficas e as conversas com o orientador e membros da banca do Exame de Qualificação contribuíram para a escolha desse novo foco. Isso é algo natural em um processo de pesquisa, pois, segundo Lincoln e Guba (1985, p. 45), o que “emerge como uma função da interação entre pesquisador e fenômeno é amplamente imprevisível”.

Vicari (2021) associou a utilização de recursos de IAGen à redução de tempo e à otimização de processos. Neste trabalho, o significado da palavra “utilizar”, presente na pergunta de pesquisa, acrescenta a ideia de criação de novos conhecimentos, de novas formas e cenários para que a aprendizagem ocorra, de modo que a presença dos recursos de IAGen abre possibilidades que não existiriam para os docentes caso tais recursos não estivessem presentes e sendo utilizados pelos professores. Ou seja, a utilização de tais recursos amplia as possibilidades para os docentes executarem ações e tarefas de modo que, sem tais recursos, não seriam realizadas da mesma forma.

Essa pergunta possui um caráter amplo e aberto, propondo uma investigação que objetivou respondê-la do modo mais profundo possível dentro do contexto investigado. Por isso, a intenção foi buscar por indícios que auxiliaram na construção de uma resposta possível para ela, mesmo sabendo que não há uma única resposta possível.

Dessa forma, conforme Lincoln e Guba (1985), os procedimentos qualitativos de pesquisa são os mais fáceis de serem utilizados em investigações que possuem o objetivo de compreender um fenômeno em suas múltiplas dimensões ou realidades, além de ser os mais indicados quando seres humanos são os objetos principais de investigação. Nessa pesquisa

foram utilizadas várias fontes de dados diferentes, mas as principais foram as entrevistas realizadas com os sujeitos de pesquisa.

Segundo Goldenberg (1997, p. 58), o pesquisador deve procurar evitar críticas com relação à representatividade do grupo pesquisado e do trabalho a ser realizado. Para isso,

O pesquisador deve, então, apresentar claramente as características do indivíduo, organização ou grupo, que foram determinantes para sua escolha, de tal forma que o leitor possa tirar suas próprias conclusões sobre os resultados e a sua possível aplicação em outros grupos ou indivíduos em situações similares.

Outro fator fundamental em uma pesquisa qualitativa é o modo como os dados são produzidos e analisados. As questões éticas da pesquisa devem ser uma preocupação constante do pesquisador, principalmente devido à proximidade entre pesquisador e pesquisado. Dentre elas, destacam-se, segundo Goldenberg (1997, p.49), aquelas que dizem respeito à omissão de fatos, de ocorrências, de detalhes, a qual pode ser tão significativa quanto sua inclusão nos depoimentos.

Assim, outros estudiosos poderão acompanhar os detalhes da análise e ver como e em que bases o pesquisador chegou às suas conclusões, dando a oportunidade de outros pesquisadores fazerem seus próprios julgamentos quanto à adequação da prova e do grau de confiança a ser atribuído à conclusão.

Segundo Stake (2011), uma pesquisa qualitativa tem as seguintes características: é interpretativa (fixa-se nos significados das relações humanas a partir de diferentes pontos de vista, reconhecendo que as descobertas são oriundas das interações entre pesquisador e os sujeitos); é experiencial (é empírica e está direcionada ao campo, esforçando-se para não interferir nem manipular os dados); é situacional (direcionada aos objetos e às atividades em contextos únicos, defendendo que cada local e momento possui características específicas que se opõem à generalização); é personalístico (trabalha para compreender as percepções individuais, buscando mais a singularidade do que a semelhança, honrando a diversidade).

No caso deste trabalho, é possível reconhecer tais características no desenvolvimento e construção de uma resposta para a pergunta de pesquisa colocada. A base da pesquisa é experiencial, pois visa investigar um professor cuja atuação é, em sua maioria, solitária, sem compartilhar os fazeres pedagógicos com outros docentes, mas que deseja inovar em sua prática buscando implementar novos modelos de aula. É situacional e personalística, pois investigou cada docente em seu contexto específico, analisando a formação individual de cada um deles.

Além disso, o autor mencionado anteriormente diz que uma pesquisa qualitativa é bem triangulada, o que contribui para a credibilidade dos resultados obtidos na pesquisa, corroborando Alves-Mazzotti (1998), Araújo e Borba (2010) e Weller e Pfaff (2014). Como foram usadas diferentes fontes e formas para produzir os dados analisados para a elaboração de

uma possível resposta para a questão de pesquisa, foi possível realizar a triangulação dos dados, buscando a compreensão do objeto de estudo em profundidade (Denzin; Lincoln, 2006). Porém, segundo esses autores, “a realidade objetiva nunca pode ser captada” (Denzin; Lincoln, 2006, p.19).

Nesta pesquisa, a triangulação de dados foi realizada com base em diferentes meios de produção de dados, sendo eles: as perguntas respondidas individualmente que foram realizadas na primeira entrevista síncrona com cada professor, as gravações em vídeo feitas durante as entrevistas para a elaboração dos planos de aula de matemática com os professores participantes e que foram feitas via *software* StreamYard, os planos de aula de matemática gerados a partir das entrevistas síncronas, e as grades curriculares vigentes na época da formação inicial de cada professor participante, também apresentadas nas entrevistas *on-line* e analisadas conjuntamente com os professores pesquisados. Assim, as limitações das observações realizadas pelo pesquisador em tempo real puderam ser superadas ao assistir os registros das gravações e acessar o material produzido por várias vezes. Por fim, visando confirmar se o que foi registrado durante as diferentes produções de dados correspondia ao que cada entrevistado quis de fato relatar, e após sugestão dos membros do Exame de Qualificação deste trabalho, foi realizado um novo contato com os entrevistados a fim de confirmar que o ponto de vista deles foi registrado em conformidade com o pensamento de cada um.

Apresentarei a seguir a forma como ocorreu a pesquisa, descrevendo o local de sua realização, os sujeitos participantes e os procedimentos adotados para a produção e análise dos dados.

3.2 Momentos de produção dos dados

Conforme Clarke (2006) afirma, os dados são produzidos pelo pesquisador por meio das decisões tomadas durante a pesquisa, como, por exemplo, a seleção dos recursos tecnológicos que serão utilizados, o desenho das interações com os sujeitos de pesquisa, as formas de interagir com eles, a elaboração de materiais auxiliares na produção dos dados, dentre outros.

Nesta pesquisa existiram dois momentos fundamentais que impactaram na forma como os dados foram produzidos, sendo que o primeiro foi a seleção dos sujeitos pesquisados e o segundo foi durante as entrevistas realizadas com os professores participantes da pesquisa, conforme segue.

3.2.1 Seleção dos professores participantes da pesquisa

Conforme já mencionado, a pergunta inicial desta pesquisa envolvia a formação continuada de professores de matemática e a utilização de modelos de ensino híbrido. A ideia era oferecer uma formação continuada sobre os modelos de ensino híbrido para professores de matemática para posteriormente compreender as possibilidades que essa metodologia ativa proporcionava para o ensino de matemática nas aulas desses professores.

Por isso, os professores de matemática que me seguiam nas redes sociais foram convidados a realizar um curso *on-line* sobre ensino híbrido que foi desenvolvido por mim. O processo de seleção dos docentes será explicado mais adiante. O curso abordava a definição dos modelos sustentados de ensino híbrido (rotação por estações, laboratório rotacional e sala de aula invertida), bem como exemplos de aplicações reais em aulas de matemática planejadas para turmas do ensino fundamental e do ensino médio. Cabe ressaltar que, no caso do ensino fundamental, as turmas dos anos iniciais eram de professoras parceiras que permitiram que eu acompanhasse as aulas delas presencialmente. Nós planejávamos as aulas juntos e eu observava a implementação *in loco*. Posteriormente, fazíamos uma reunião para conversar sobre a prática realizada. Já no caso dos anos finais do ensino fundamental e no ensino médio, os exemplos mostrados no curso *on-line* foram realizados em aulas de matemática nas minhas próprias turmas.

O curso realizado é composto por doze aulas sobre os modelos de ensino híbrido mencionados anteriormente. As aulas tinham duração variadas, sendo a menor com 12 minutos e a maior com 1h08 de duração. No curso existe a possibilidade de os professores comentarem e conversarem sobre as aulas, mas isso não foi abordado com os sujeitos participantes da pesquisa, pois um dos objetivos é compreender o que eles entendiam por ensino híbrido após a realização da formação *on-line*. Essa decisão foi tomada por duas razões: no cotidiano docente são poucos os momentos em que os professores conseguem realizar discussões a partir das formações *on-line* que realizam, o que foi identificado durante as conversas com os próprios sujeitos de pesquisa. Além disso, a possibilidade de haver discussões para as aulas assistidas por cada docente poderia fazer com que a percepção deles sobre a realização da formação *on-line* fosse a de que ela levava mais tempo do que o que havia sido estipulado inicialmente, podendo fazer com que mais professores não quisessem participar da pesquisa por completo.

Conforme mencionado anteriormente, o grupo inicial de professores participantes da pesquisa foi formado a partir de convites divulgados em minhas redes sociais do Instagram e Facebook. Por conta do meu trabalho com formação de professores, possuo um número de professores relativamente grande nesses canais de comunicação (31,2 mil e 4,3 mil,

respectivamente), havendo professores de matemática nessa quantia. Nesses canais, divulguei que a participação era somente para professores de matemática da educação básica que estivessem dispostos a participar de uma formação *on-line* sobre ensino híbrido e a participar também de entrevistas síncronas que seriam realizadas após terminarem a formação. A partir desses critérios, inicialmente selecionei 36 professores interessados.

Entendo que selecionar os professores dessa forma foi bastante importante para a pesquisa, pois todos conheciam meu trabalho principalmente após os anos de 2020 e 2021, em que a pandemia da Covid-19 causou maior impacto na sociedade como um todo. Nesses anos, realizei muitas formações *on-line* para falar de estratégias e formas de os professores ensinarem remotamente. Por conta disso, os professores que concordaram em participar como sujeitos da pesquisa se mostraram bastante interessados e engajados desde o início, fator que julgo fundamental para a construção dos dados, pois tal engajamento proporcionou uma disponibilidade boa deles para trocas e produção dos dados.

Dos 36 professores selecionados inicialmente, 6 nunca acessaram o curso *on-line*, reduzindo o grupo para 30 professores. Os motivos alegados se resumiram a duas categorias: falta de tempo ou mudança nas funções que exerciam nas escolas, deixando algumas turmas para assumirem funções administrativas. Desses 30, o contato com 6 deles era mais difícil, demoravam para retornar mensagens e e-mail, o que me fez reduzir o grupo para 24 docentes.

Durante o curso eram realizadas trocas de e-mail ou mensagens por aplicativo *WhatsApp* com o objetivo de compreender as impressões dos professores de matemática sobre a formação que estavam realizando. Durante essas trocas de mensagens, as primeiras menções aos recursos de inteligência artificial foram ocorrendo, despertando minha atenção enquanto pesquisador.

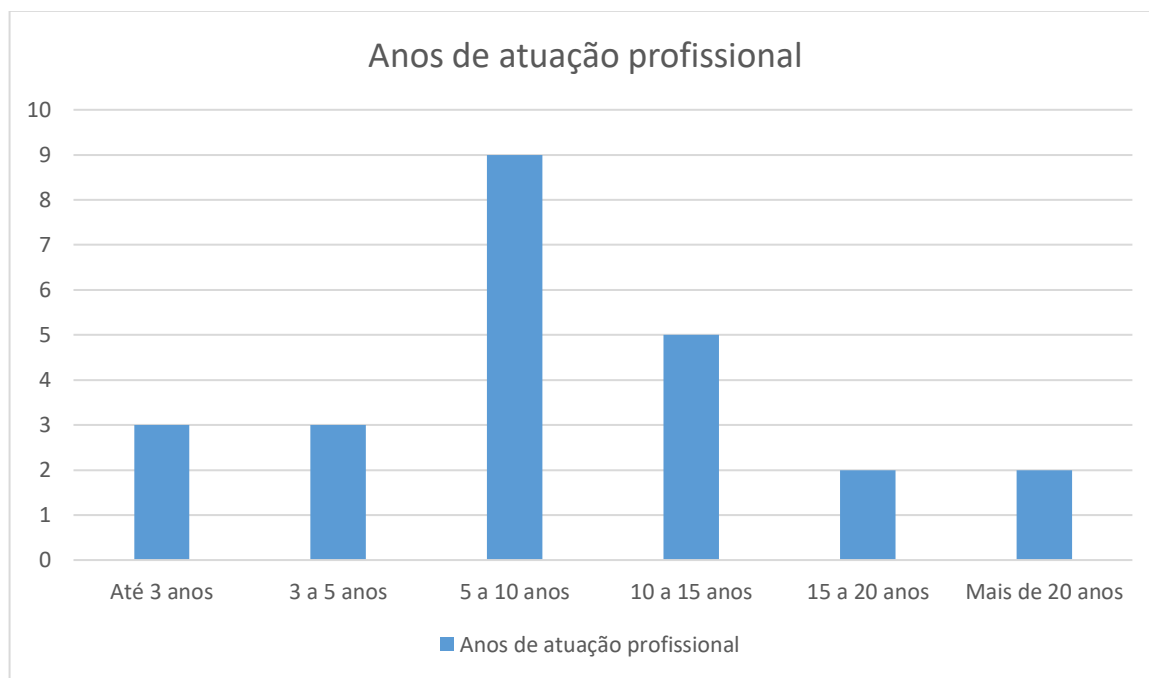
Dos 24 participantes dessa fase da pesquisa, 5 lecionavam em escolas públicas e privadas, 12 somente em escolas públicas e 7 somente em escolas privadas. Uma representação visual dessa distribuição é mostrada na Figura 9.

Dos 17 professores que lecionavam em escolas públicas, 10 eram professores de ensino fundamental e 7 eram de ensino médio; dos 12 professores que lecionavam em escolas privadas, 7 lecionavam para o ensino fundamental e 5 de ensino médio. No ensino fundamental, as turmas em que mais docentes lecionavam eram para 7º e 9º anos (5 professores em cada); no ensino médio foi igualmente distribuído entre as três séries.

Todos os 24 participantes eram licenciados em matemática. Dos 24 participantes, 3 eram recém-formados, com menos de três anos de atuação profissional; 12 tinham entre três e dez anos de atuação profissional; 5 tinham entre dez e quinze anos de atuação; 2 tinham entre quinze

e vinte anos; e 2 tinham mais de vinte anos de atuação profissional. A distribuição dos docentes quanto ao número de anos de atuação profissional está mostrada no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Distribuição dos docentes quanto ao número de anos de atuação profissional.



Fonte: Gráfico do autor.

Os docentes tiveram 45 dias para finalizar o curso *on-line* sobre EH. Conforme os professores finalizavam, entrevistas eram marcadas individualmente para compreender os possíveis impactos que as propostas trabalhadas no curso poderiam ter na prática desses professores. Nessas entrevistas, as menções aos recursos de IA se fizeram mais constantes e mais fortes, revelando algo novo e que surgiu no processo de construção dos dados a partir dos próprios sujeitos. Conforme Tardif (2010, p. 239) argumenta:

[...] a pesquisa universitária vê nos professores sujeitos do conhecimento, ela deve levar em consideração seus interesses, seus pontos de vistas, suas necessidades e suas linguagens, e assumir isso através de discursos e práticas acessíveis, úteis e significativas.

Nesse sentido, passei a considerar os relatos dos docentes pesquisados sobre o uso de IA para planejarem aulas nos modelos de EH que tinham estudado no curso *on-line* que lhes foi ofertado. Ao realizar as entrevistas com os professores que terminaram o curso, percebi relatos comuns sobre isso, refletindo um papel importante dos recursos de IA para esses professores.

Decidi então me aprofundar um pouco em leituras sobre o uso de recursos de IA no planejamento de aulas de professores de matemática, mas encontrei poucos materiais que tratam especificamente sobre essa relação. Em reunião com o professor orientador desta pesquisa,

vimos como sendo uma oportunidade de contribuir com uma pesquisa que relacionasse recursos de IA, metodologias ativas, especificamente EH, e planejamento de aulas de matemática, modificando o planejamento e o objetivo inicial da pesquisa. Souto (2011, p. 2) afirma que

A flexibilidade do planejamento é que caracteriza o termo ‘emergente’, ou seja, o pesquisador deve avançar à medida que a pesquisa se desenvolve, sem a determinação de passos rígidos estabelecidos *a priori*, pois o foco da investigação poderá sofrer mudanças.

Após essa decisão, retomei o contato com os 24 docentes que compunham o grupo de professores pesquisados, indagando-os sobre o uso de recursos de IA para o planejamento de aulas de matemática. Desses, 14 professores relataram que usam IA em suas funções de forma regular, sendo 1 professor dos anos iniciais do ensino fundamental, 8 dos anos finais do ensino fundamental e 5 do ensino médio.

Após essa seleção de 14 docentes, adotei um novo critério para realizar outro recorte nesse grupo, visando restringir o número de sujeitos pesquisados: verificar quais professores haviam implementado pelo menos duas aulas em cada um dos modelos sustentados de EH, pois julguei importante que os sujeitos tivessem colocado em prática de forma regular os modelos de EH estudados no curso, sendo esta uma recomendação do curso inclusive. Após esse novo critério, cheguei ao número final de 6 professores. Desses, fiz o último recorte: aqueles que tinham registrado com imagens ou vídeos suas práticas, chegando em 3 docentes. Isso foi solicitado no curso *on-line* sobre EH que os docentes fizeram e as imagens poderiam ser utilizadas por eles para revisitar a prática que realizaram.

Cabe ressaltar que os outros docentes implementaram aulas nos modelos de EH posteriormente, mas na data em que o recorte foi realizado, apenas 3 professores haviam desenvolvido pelo menos duas aulas em cada um dos modelos sustentados de EH dentro do tempo hábil para a produção dos dados desta pesquisa e tinham feito registros delas. O perfil específico destes 3 docentes será detalhado no Capítulo 4, que trata da apresentação e análise dos dados.

Concomitante a esse processo, a nova questão de pesquisa foi construída, sendo ela “*como recursos de inteligência artificial generativa são utilizados por professores de matemática para planejar aulas em metodologias ativas e ensino híbrido*”. Por conta disso, novas formas de produção de dados foram implementadas. Esse processo será descrito nos tópicos a seguir.

3.2.2 As entrevistas com os professores

As entrevistas realizadas foram síncronas e semiestruturadas, feitas frente a frente por intermediação digital via chamadas de vídeo com todos os participantes (Creswell, 2021). A opção pela entrevista semiestruturada foi feita porque a ideia era que os pesquisados tivessem abertura para falar sobre o que quisessem, inclusive abrindo espaço para que entrevistador e entrevistado falassem sobre outros tópicos relacionados com o tema educação durante a produção dos dados.

Para Fontana e Frey (2000), a entrevista semiestruturada tem o objetivo de compreender um fenômeno em sua complexidade, combinando roteiros com perguntas previamente elaboradas e espaços para respostas livres e aprofundamentos pontuais, evidenciando o aspecto dialógico e flexível da metodologia qualitativa, possibilitando comparabilidade entre as entrevistas ao mesmo tempo que a subjetividade do entrevistado é valorizada. Portanto, foram realizadas perguntas específicas para os professores pesquisados ao mesmo tempo em que eles foram deixados livres para falarem sobre as estratégias que adotaram nos planos de aula que criaram e sobre suas compreensões das teorias e dos recursos que estavam utilizando.

Como afirmam Bogdan e Blikem (1992), uma pesquisa qualitativa segue um caráter descritivo dos dados. Por isso, os dados produzidos foram palavras e imagens que ganharam vida a partir da interação com o pesquisador. Além disso, as entrevistas foram gravadas para que expressões e linguagens corporais pudessem ser percebidas também pelo entrevistador ao realizar as análises das gravações (Skovsmose; Borba, 2004).

Para Powell, Francisco e Maher (2004), as gravações permitem que os pesquisadores assistam repetidamente os vídeos, podendo realizar interpretações de diferentes perspectivas. Nesta pesquisa, as gravações foram primordiais, assumindo um papel fundamental na relação entre pesquisador e pesquisados. Sem elas, as interações realizadas de forma síncrona não poderiam ser analisadas e revisitadas posteriormente, o que certamente teria prejudicado as análises realizadas.

Foram realizadas três entrevistas com cada sujeito da pesquisa. A primeira foi após a realização do curso *on-line* sobre EH, todas por volta da metade do ano de 2023, de forma que os docentes pudessem utilizar as férias escolares para isso, o que foi solicitado por eles; a segunda e a terceira foram no início do ano letivo de 2024, após a mudança na questão de pesquisa, de forma que os professores conseguissem utilizar os planejamentos elaborados em suas aulas daquele ano. A tabela 3 mostra os meses e anos em que cada entrevista foi realizada com os participantes da pesquisa.

Tabela 3 - Meses e anos de realização das entrevistas.

Entrevistado	Curso <i>on-line</i> sobre EH	Entrevista sobre EH	Entrevista sobre IA + planejamento de aula em um modelo de EH	Entrevista com planejamento de aula em um modelo de EH + análise curricular
Professor 1	Julho/2023	Agosto/2023	Fevereiro/2024	Fevereiro/2024
Professor 2	Junho/2023	Agosto/2023	Fevereiro/2024	Fevereiro/2024
Professor 3	Julho/2023	Setembro/2023	Fevereiro/2024	Março/2024

Fonte: Elaboração própria.

A primeira entrevista tinha o objetivo de investigar a compreensão e a percepção de professores de matemática sobre os modelos de EH (rotação por estações, laboratório rotacional e sala de aula invertida) após a participação no curso *on-line* de formação continuada, bem como analisar como esses docentes articulavam tais modelos em suas práticas pedagógicas. Após a finalização do curso *on-line*, as datas das entrevistas foram marcadas mediante contato individual com os docentes por aplicativo de mensagem WhatsApp, onde também foi explicado, de forma geral, o objetivo da conversa. As questões da primeira entrevista estão no Anexo II deste trabalho.

Do ponto de vista dos participantes, esse momento foi oportuno porque puderam conversar e trocar com alguém que julgaram mais experiente e conhecedor do tópico que eles estudaram, criando ideias e confirmando as compreensões que tinham tido durante a realização do curso (ao final de cada entrevista, eu estava aberto a fazer apontamentos que julgasse pertinente sobre os temas abordados, mas praticamente não precisei fazer nenhum).

Após a reformulação da questão de pesquisa e identificação dos professores que relataram usar recursos de IA em sua prática docente, foi realizada uma nova entrevista com o objetivo de compreender o que os professores pensavam e entendiam por ser a IA e por IAGen e como tais recursos poderiam contribuir com o trabalho deles. O foco era identificar a compreensão dos docentes sobre o que é uma IA, como ela se constitui, os riscos e limitações que elas podem ter e os benefícios que elas podem proporcionar para seus usuários. Além disso, após a realização da conversa sobre IA, os professores realizaram o planejamento de uma aula em um modelo de EH escolhido por eles. A ideia era acompanhar como os recursos de IAGen eram utilizados pelos docentes nesse processo. As questões da segunda entrevista estão no Anexo III deste trabalho.

A terceira entrevista tinha o mesmo objetivo da parte final da segunda entrevista, ou seja, acompanhar novamente um outro planejamento de aula de matemática em um modelo de

EH escolhido pelo docente, mas um modelo diferente do que foi escolhido para a realização do planejamento anterior. Além disso, os sujeitos de pesquisa apresentaram os currículos da formação inicial e de outras com mais de 60 horas de duração já realizados por eles. Mais informações sobre esse aspecto serão dadas ao longo deste trabalho

Além disso, os meses entre a realização de tais entrevistas, algumas mensagens foram trocadas via aplicativo de mensagens *WhatsApp* com os docentes, porém sem periodicidade fixa. Mais informações sobre isso serão dadas ao longo deste trabalho.

Na segunda e terceira entrevistas, os planos de aula desenvolvidos eram compartilhados comigo ao final da conversa, tornando possível uma análise mais profunda com relação ao que foi produzido durante nossa conversa síncrona.

3.2.3 Uso de aplicativos de mensagens para monitorar as percepções dos professores

Como complemento às gravações de entrevistas, adotei o aplicativo *WhatsApp* como recurso de comunicação assíncrona para interação com os participantes da pesquisa. Essa plataforma permitiu a troca de mensagens escritas e áudios, além do compartilhamento de documentos pedagógicos, planejamentos de aula, registros fotográficos e videográficos das implementações em sala de aula. O emprego dessa ferramenta teve como finalidade viabilizar a comunicação contínua e acompanhar as percepções docentes pós-implementação das estratégias de EH.

Conforme discutido por Ferreira (2018), aplicativos de mensagens instantâneas, como o *WhatsApp*, configuram-se como recursos eficientes para comunicação síncrona e assíncrona em pesquisas educacionais, além de servirem como fontes de registro de dados qualitativos. Neste estudo, a utilização desse meio facilitou o diálogo com os professores participantes, mantendo um canal de interação permanente ao longo do período investigativo.

Os registros de comunicação evidenciaram uma distribuição irregular das mensagens, sem periodicidade definida entre os intervalos de envio. As interações ocorreram de forma pontual, seguindo a dinâmica própria de cada docente, com picos concentrados nos períodos pós-aula, quando os professores compartilhavam suas reflexões imediatas. Esse procedimento visou assegurar que os registros contemplassem relatos detalhados e fidedignos das experiências vivenciadas. Essa característica de distribuição discreta reflete a natureza orgânica do processo de implementação pedagógica, em que os relatos emergiam conforme a vivência em sala de aula, sem padronização temporal preestabelecida.

3.2.4 Os planos de aula criados com o uso de recursos de inteligência artificial

Conforme relatado, a questão de pesquisa sofreu modificações ao longo da realização desta investigação. Foi durante a realização das entrevistas sobre a criação de planos de aula de matemática nos modelos de EH que a utilização de recursos de IAGen surgiu de forma a se destacar dentre os diversos dados que estavam sendo produzidos.

Quando isso aconteceu, discussões foram realizadas com o professor orientador deste trabalho e novas entrevistas tiveram que ser realizadas com os seis professores que foram selecionados para uma nova fase dessa investigação. Ao final, somente os dados de três desses professores foram considerados, os que conseguiram registrar por imagens ou vídeos os planos de aula sendo implementados.

A criação dos planos de aula de matemática nos modelos de EH foi realizada de forma síncrona e durante as entrevistas, mas só após os professores realizarem o curso *on-line* mencionado anteriormente. Neste processo, alguns professores questionaram se poderiam utilizar recursos de IAGen para ter ideias do que colocar em algumas das estações dos planos que estavam criando. Em poucos casos, por conta do tempo escasso dos docentes pesquisados ou por ausência de conexão com a internet, as entrevistas síncronas foram realizadas somente para os docentes apresentarem planejamentos que tinham sido realizados no momento de trabalho deles nas instituições onde lecionam. Mesmo nesses casos, durante as entrevistas síncronas, os docentes fizeram modificações nos planos de aula que haviam preparado.

Bogdan e Biklen (1994, p.16) afirmam que os dados obtidos de pesquisas qualitativas são “ricos em pormenores descritivos relativamente a pessoas, locais e conversas”. Ou seja, a riqueza de informações obtidas durante as entrevistas contribui com a compreensão do fenômeno da maneira mais profunda, possibilitando reflexões sobre diferentes ângulos.

Nesse sentido, os momentos das entrevistas em que a criação dos planos de aula era realizada foram essenciais para a construção de uma possível resposta para a pergunta de pesquisa, pois foram nesses momentos que os professores mais manifestaram suas concepções sobre EH, IA, IAGen e o processo de planejamento de uma aula de matemática em um modelo de EH. Ou seja, o ato de planejar reuniu todos os tópicos abordados neste trabalho por um momento, possibilitando a produção de importantes dados para ser utilizados na triangulação e na análise de todo o material.

3.2.5 Análise das grades curriculares dos cursos de formação inicial e continuada

Um momento de um encontro síncrono foi utilizado especificamente com a intenção de que fossem analisados os documentos com as grades curriculares dos cursos de formação inicial

e continuada que os docentes pesquisados realizaram ao longo da carreira. O objetivo era que eles refletissem sobre a presença de disciplinas ou momentos formativos que abordassem alguns dos tópicos que discutíamos: metodologias ativas, ensino híbrido, recursos digitais e/ou IAGen na educação.

Segundo D'Ambrosio (2010), a pesquisa qualitativa não possui passos rígidos e sim um caráter exploratório, estimulando os sujeitos da pesquisa a pensarem sobre um tema e emitirem suas opiniões de diferentes formas, incluindo a oralidade e a escrita. A tarefa do pesquisador é se preocupar com os significados produzidos pelos participantes de sua pesquisa.

Nesta pesquisa, os cursos analisados foram de formação inicial, pós-graduações, mestrados, doutorados e cursos com mais de 60 horas de duração. A ideia de fazer tal análise era verificar a opinião dos professores sobre o próprio percurso formativo, fazendo-os refletirem sobre o quanto suas formações os prepararam para lecionar usando metodologias ativas, EH, recursos digitais e IA na educação.

Considerando o objetivo dessa etapa da pesquisa, foi diagnosticado que nenhum dos três docentes entrevistados tinham tido alguma formação, disciplina ou módulo de formações que realizaram sobre os temas de EH, IA, IAGen ou metodologias ativas. A título de informação, alguns dos tópicos presentes nas formações feitas por eles são: neurociência, currículo e aprendizagem matemática, diversos tópicos específicos de matemática, construção de instrumentos avaliativos visando avaliações externas, competências socioemocionais, dentre outras. O tema que mais se aproxima de algum outro relacionado com EH é algumas disciplinas ou formações sobre recursos digitais na educação, mas que, conforme relatado por esses professores, envolviam principalmente recursos digitais como o Geogebra²¹, específicos da área de matemática. Todos os docentes relataram não se recordar dos termos metodologias ativas, EH, IA ou IAGen serem mencionados nessas formações.

3.3 O método adotado para descrever e analisar os dados

A análise de dados qualitativos exige rigor intelectual, não existindo uma melhor forma de ser realizada ou uma forma mais correta que outra. O que deve ser prioridade é a sistematização e a coerência para a construção de uma resposta para a pergunta de pesquisa (Ludke; André, 1986). Segundo Bogdan e Biklen (1994), o processo de análise de dados segue a ideia de um funil, em que os dados se mostram bastante abertos no início e depois vão se

²¹ O GeoGebra é um software de matemática dinâmica livre, que permite a construção de diversos objetos geométricos, como pontos, segmentos, retas, seções cônicas, gráficos representativos de funções, dentre outros, os quais podem ser modificados dinamicamente.

afunilando, tornando-se mais fechados e específicos, podendo ser organizados segundo ideia semelhantes. A análise

[...] é o processo de busca e de organização sistemático de transcrições de entrevistas, de notas de campo e de outros materiais que foram sendo acumulados, com o objetivo de aumentar a sua própria compreensão desses mesmos materiais e de lhe permitir apresentar aos outros aquilo que encontrou. (Bogdan; Biklen, 1999, p. 205).

A análise dos dados desta pesquisa se deu ao longo da própria investigação à medida que as ações e informações consideradas relevantes para a obtenção de uma resposta para a pergunta de pesquisa foram sendo observadas e descobertas. Quando a produção dos dados havia terminado e o foco passou a ser a análise do material produzido, o objetivo foi criar um sistema de codificação. Para isso, os dados foram revisitados e a busca por regularidades e padrões iniciou, criando-se categorias de codificação. Segundo Stake (2011), a codificação é uma parte essencial do processo de análise de dados qualitativos, pois se referem aos temas ou padrões que emergem dos dados coletados, que são então organizados e interpretados pelo pesquisador.

Para a construção das categorias de codificação, a análise dos vídeos seguiu um caminho não linear, conforme Powell, Francisco e Maher (2004). Os autores defendem sete etapas para se analisar vídeos: a Descrição dos dados (tem o objetivo de descrever os dados das filmagens em determinados períodos de tempo selecionados pelo pesquisador), a Identificação de eventos críticos (busca-se a identificação de momentos significativos nas filmagens), a Transcrição dos dados (realiza-se a transcrição dos eventos críticos identificados anteriormente), a Codificação (elaboram-se anotações sobre as transcrições realizadas), a Criação do enredo (conecta-se os eventos críticos, as transcrições deles e as codificações com as interpretações feitas pelo pesquisador) e a Composição da narrativa (realiza-se a escrita final, conectando enredos e interpretações).

Essas etapas foram realizadas nos dados produzidos para esta pesquisa. Os vídeos gerados das entrevistas foram transcritos. Após isso, iniciou-se o processo de identificação de eventos críticos e agrupamentos a partir de semelhanças entre eles. Ao longo do Capítulo 4 será possível ler o enredo e a narrativa criada para unir as etapas anteriores em busca da construção de uma resposta para a pergunta de pesquisa.

Para esta pesquisa, os dados foram agrupados e analisados em duas categorias. A primeira trata das grades curriculares dos cursos realizados pelos docentes e os conhecimentos sobre metodologias ativas, EH e IAGen. Essa categoria recebeu o nome de “conhecimentos de base”, pois engloba todos os conhecimentos que o professor deve possuir para utilizar uma IAGen para criar um plano de aula de matemática usando um modelo de EH.

A segunda categoria abordará a criação dos planos de aula nos modelos de EH e a utilização de recursos de IAGen durante este processo. Esta segunda categoria recebeu o título de “conhecimentos aplicados”, pois trata dos conhecimentos de base sendo utilizados para a criação de um plano de aula específico. Ambas as categorias serão abordadas em maior profundidade no Capítulo 4.

Estes passos para análise dos dados contribuíram com a construção de uma resposta para a pergunta desta pesquisa. Contudo, nem todos os dados serão compartilhados aqui devido ao grande volume de dados construídos com os docentes pesquisados. O foco será dado para os que foram utilizados na composição da narrativa final, buscando conectar dados diferentes nas categorias criadas.

CAPÍTULO 4

A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.

Arthur Schopenhauer

APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Conforme mencionado no capítulo anterior, os dados produzidos para a obtenção de uma resposta para a pergunta desta pesquisa foram analisados com o objetivo de construir categorias que contribuíssem com esse processo, formando duas categorias distintas. A primeira, nomeada de “conhecimentos de base”, diz respeito às análises das grades curriculares dos cursos realizados pelos professores pesquisados, englobando também possíveis falas com foco nas definições teóricas de algum dos temas pesquisados. O objetivo é mostrar a compreensão dos professores sobre metodologias ativas, EH e IA, analisando como isso pode impactar a criação de planos de aula de matemática usando modelos de EH.

A segunda, chamada de “conhecimentos aplicados”, refere-se ao processo de criação dos planos de aula elaborados pelos docentes durante as entrevistas síncronas, especificamente aos modelos de EH utilizados em cada um dos planos. Nesse caso, o objetivo é investigar as possibilidades de utilização de IA na criação de planos de aula nos modelos de EH. Para isso, os planos de aula não serão analisados um a um, mas a categoria será cada um dos modelos sustentados de EH: rotação por estações, laboratório rotacional e sala de aula invertida, para que seja possível fazer relações entre os diferentes planos criados pelos docentes.

Ao longo do texto, os trechos que representarem transcrições das entrevistas realizadas com os sujeitos de pesquisa serão escritos usando itálico e com espaçamento simples. Já os trechos que forem extraídos dos planos de aula ou de observações realizadas nos planos de aula pelos professores serão colocados como citações, depois foram escritos por eles com o auxílio ou não de uma IA. Se necessário, alguns trechos serão inseridos entre colchetes ([]) na transcrição da fala para dar maior clareza ao que for compartilhado aqui.

Visando manter o anonimato dos professores pesquisados a pedidos deles mesmos, eles serão representados pelas letras A, B e C. As universidades de formação inicial e os cursos realizados após ela também não serão nomeados qual revelados também a pedidos dos

entrevistados. A intenção não é expor ou tecer críticas à existência ou não de disciplinas ou partes da formação que abordassem metodologias ativas, EH ou IA, mas identificar a percepção pessoal de cada um dos docentes sobre a sua própria formação e sobre sua capacidade de utilizar tais teorias no ato do planejamento docente. Isso foi decidido a partir do pedido de dois dos professores participantes para que nenhuma informação pessoal deles fosse divulgada.

A seguir, apresento as discussões sobre as duas categorias criadas nesta pesquisa. Por isso, as subseções estão divididas entre a análise das grades curriculares dos cursos de formação inicial e continuada realizada pelos professores participantes da pesquisa, subseção que contém também a caracterização dos sujeitos de pesquisa, e a elaboração de planos de aula nos modelos de EH usando IA.

4.1 Perfil profissional e as grades curriculares dos cursos de formação inicial e continuada

O objetivo desta subseção é apresentar as características profissionais e o perfil de cada um dos três sujeitos de pesquisa analisados aqui. Além disso, as grades curriculares dos cursos de formação inicial e continuada realizados por eles serão analisadas a partir das entrevistas feitas com cada um deles.

A formação inicial dos três professores é licenciatura em matemática, sendo essa uma condição inicial de seleção dos docentes para que fosse possível englobar também os que ensinam para os anos finais do ensino fundamental e para o ensino médio. A professora A, a única participante do sexo feminino entre os três sujeitos de pesquisa, vive no interior do estado de Santa Catarina, no sul do Brasil. Ela possui mais de 20 anos de experiência em sala de aula, ensinando matemática para os anos finais do ensino fundamental 1 e para os anos iniciais do ensino fundamental 2, ou seja, as experiências dela variam principalmente entre os 4º anos e os 7º anos. Atualmente, ela leciona para os 5º, 6º e 7º anos em uma escola pública e uma privada.

Já os professores B e C residem no estado de São Paulo, sudeste do Brasil. Ambos possuem entre 10 e 15 anos de experiências em sala de aula, com maior tempo de atuação principalmente nos anos finais do ensino fundamental 2 (8º e 9º anos) e no ensino médio. Atualmente, por coincidência, ambos atuam no 1º e 2º anos do ensino médio, com o professor C atuando também no 9º ano. O professor B leciona em uma escola pública e o professor C leciona em uma escola privada.

A professora A possui duas pós-graduações na área de educação: uma em neurociência e outra que abordou o uso de recursos digitais na educação. A razão principal para a realização da pós-graduação em neurociência é que ela tem interesse em compreender como os alunos aprendem melhor, para que ela possa ensiná-los com este objetivo. Já a busca pela pós-

graduação em uso de recursos digitais na educação ocorreu para que ela aprendesse a utilizar melhor os recursos digitais em suas aulas, pois, segundo ela,

“Eu percebi que os estudantes não eram mais os mesmos de quando comecei professora. O interesse deles mudou, a concentração deles mudou muito, até a forma deles se relacionarem foi modificada. Uma das poucas coisas que os une é o interesse pelos recursos digitais, então eu fui atrás de descobrir como eu poderia enriquecer as minhas aulas por meio desses recursos. Eu queria usá-los de modo integrado na minha aula e não de modo recreativo como muitos professores fazem. Por isso, resolvi ir estudar e fiz essa pós-graduação para complementar a minha formação, mas os recursos mais trabalhados foram softwares específicos de matemática, como o Geogebra, e do ponto de vista prático, com pouca leitura sobre pesquisas na área.” [A]

O professor B possui doutorado em educação estatística e mestrado em matemática pura. Segundo ele, realizou os estudos nessas áreas pela oportunidade que surgiu na época em que os iniciou. O mestrado, por exemplo, faz parte do programa conhecido como PROFMAT²², cujo objetivo é atender prioritariamente professores de matemática em exercício na educação básica, especialmente em escolas públicas, para aprimorar sua formação com ênfase no domínio do conteúdo matemático que ensinam. O doutorado fez porque precisou ir residir na cidade onde havia esse programa com seleção aberta, além de se interessar também pela área. Conforme relatos dele, sua origem familiar representa uma realidade bastante comum dentre brasileiros:

“Eu vim de família humilde, onde tudo foi muito lutado pra ser conquistado. O curso de licenciatura já não foi uma escolha apenas por amor, mas foi também pelo que eu conseguia cursar na época dentro das condições que eu tinha. Por isso, não posso parar de trabalhar de forma alguma, então faço o melhor possível nas condições que tenho. Na graduação, mestrado e doutorado, fiz o que foi possível, o lado bom é que conclui todas as etapas. Já o ruim é que, em nenhuma delas tirando a graduação, tive a oportunidade de estudar algo da educação, pedagógico, era sempre algo mais teórico.” [B]

O professor C possui apenas a graduação, não realizou pós-graduações nem mestrado ou doutorado. Ele disse que fez vários cursos nas próprias instituições onde lecionou durante a carreira, mas que sempre buscou implementar aulas e construir avaliações diferenciadas para os seus estudantes. Segundo ele, *“não tive paciência para os cursos de formação continuada, acho que todos estão fora da realidade em algum ponto. Prefiro estudar no meu tempo e do meu jeito, na hora que quero, então ou faço na escola ou em casa. Até o YouTube eu uso quando*

²² O Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT – é um curso de pós-graduação *stricto sensu*, semipresencial, que confere o título de Mestre em Matemática (Área de Concentração: Matemática na Educação Básica). Oferecido por uma rede de Instituições de Ensino Superior, o curso conta com o apoio do Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* para a Qualificação de Professores da Rede Pública de Educação Básica (PROEB), da CAPES. Coordenado pela Sociedade Brasileira de Matemática (SBM), com apoio do Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA), o PROFMAT surgiu como resultado de uma ação induzida pela CAPES em colaboração com a comunidade científica de Matemática, representada pela SBM. Fonte: < <https://profmatsbm.org.br/apresentacao/>>. Acesso em: 03/05/2025.

quero aprender algo mais específico, sempre tem alguém querendo ensinar lá com muito mais objetividade que nos cursos que ouço falar por outros professores”. [C]

Como observado, todos mencionaram, de alguma forma, a necessidade de complementar a formação que tiveram, até mesmo o professor C, apesar de estudar de forma autônoma sobre tópicos de seu interesse. Para A, isso foi dito após ela realizar a análise da grade curricular de seu curso de licenciatura em matemática e perceber que ela não teve disciplinas que abordassem metodologias ativas, EH ou recursos digitais na educação, incluindo IA.

“Naquela época não tinha essas coisas. Os laboratórios estavam chegando nas escolas públicas, mas em uma escala muito pequena ainda, com muito protecionismo. Eles ficavam fechados com chave, era muito burocrático para usar os recursos, havia medo de que os alunos quebrassem os computadores. E outra, nem os alunos tinham acesso a esses recursos em casa. Hoje em dia todos eles têm, não tem aluno meu que não consiga usar um equipamento desse, mas nem todos sabem usar visando o aprendizado, tem alguns que só usam para jogos. Mesmo assim, isso é importante, pois eles possuem muita facilidade, a gente ensina uma vez e eles aprendem a usar, sem contar que melhora muito a concentração deles em aula.” [A]

Os relatos de A corroboram o que Campos e Lastória (2020) afirmam com relação ao tempo que as crianças utilizam as telas, levantando a possibilidade de isso afetar a concentração dos estudantes. Os autores sugerem que os professores busquem novas maneiras de ensinar seus alunos para contornar essa situação, o que A mostrou fazer ao longo de sua carreira. Sobre isso, teceu uma observação a respeito do curso de EH realizado:

“Hoje em dia já está diferente, os computadores estão presentes e é sempre pedido para usarmos. Mas, de forma geral, acredito que ainda falta formação para a maioria de nós, professores. Realizar este curso [de EH] foi uma forma também de eu me atualizar sobre novas maneiras de ensinar, compreendendo de uma forma muito clara, por exemplo, algo que eu já sabia: que na pandemia não era possível fazer EH como era falado em muitos lugares, inclusive na televisão. Não tinha ensino presencial, como aplicar EH se não tinha ensino presencial? Também tive várias ideias a partir dos exemplos reais do curso sobre o que posso fazer com meus alunos. Trazer exemplos reais de salas de aula é tão bom, professor, ajuda muito a gente a ter novas ideias. Quero colocar 100% meu aluno no centro da aula assim como a ideia de metodologia ativa traz pra gente.” [A]

Observações semelhantes foram realizadas pelos professores B e C sobre a formação de EH oferecida a eles. O professor B relatou que finalmente conheceu uma teoria que conecta, de forma estruturada, o uso de computadores pelos estudantes de forma a promover também a colaboração e a troca entre eles, visão muito diferente do que ele chamou de “aulas de informática”, existentes no início dos anos 2.000, em que os alunos aprendiam a utilizar *softwares* como PowerPoint ou Word por usar, sem uma aplicação direta que justificasse isso. O docente C relatou algo semelhante, dizendo que “o EH ajuda o professor a estruturar uma

forma de usar computadores e até mesmo celulares com intencionalidade pedagógica e não apenas por recreação” (Horn e Staker, 2015).

Ainda, ele ressaltou que acredita que é fundamental utilizarmos diferentes estratégias na educação para garantirmos uma formação adequada aos dias de hoje, mas, diferente dos docentes A e B, não mencionou a BNCC como justificativa para isso. Mesmo assim, a fala dele vai ao encontro do que os autores Bacich e Moran (2018), Horn e Staker, (2015) e Bonwell e Eison (1991) dissertam sobre as contribuições das metodologias ativas. O professor B, por outro lado, mencionou que o EH favorece o desenvolvimento da competência geral chamada de cultura digital por promover o uso de recursos digitais integrados com aulas presenciais, corroborando Horn e Staker (2015), Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015) e Trevisani e Corrêa (2020).

Nesse sentido, Almeida e Valente (2012) mencionam que os recursos digitais possibilitam a reconfiguração da prática pedagógica, ampliando as possibilidades da educação que normalmente ocorre dentro de sala de aula e contribuindo com a criação de novos momentos de aprendizagem, incluindo os desenvolvidos com a utilização de tais recursos, o que vai ao encontro do que foi mencionado pelos três sujeitos de pesquisa.

Com relação à compreensão do conceito de EH e as características de seus modelos, todos os professores manifestaram conhecimento adequado, mostrando que o curso realizado atingiu esse objetivo. Os docentes conseguiram explicar a definição de EH bem como os modelos de rotação por estações, laboratório rotacional e sala de aula invertida (Horn e Staker, 2015).

Apesar de o questionário da entrevista sobre EH não conter uma pesquisa específica sobre recursos digitais, esse assunto foi abordado durante a fala dos professores, o que é característica da entrevista semiestruturada (Creswell, 2021; Fontana e Frey, 2000). A docente A mencionou que muito do que aprendeu sobre o uso de recursos digitais na educação se deve à pós-graduação que fez para estudar esses temas. Ela diz que até hoje tem contato com alguns professores que estudaram com ela nessa pós, o que permite a troca de experiências e o compartilhamento de práticas com recursos digitais.

“A troca de experiências entre professores é excepcional e essencial para todos. Em mais de 20 anos de educação, eu continuo aprendendo com os meus colegas tanto quanto aprendo com os meus alunos. Essa minha pós-graduação me ensinou muita coisa sobre como usar recursos digitais com os meus alunos, mas muita coisa do ponto de vista da teoria. A prática mesmo eu peguei no meu cotidiano. Quando algo não dava certo, eu perguntava para meus amigos e sempre eles me davam alguma sugestão de como eu poderia fazer, contribuindo para que eu melhorasse essa prática. Se eu falar que é fácil, estou mentindo; tem momentos que eu canso. Mas quando consigo ensinar meus alunos, quando eu vejo que uso tudo o que eu aprendi e que

eles conseguem aprender, tudo passa a valer a pena, pois o conhecimento que eu adquiri continua comigo para as minhas futuras aulas.” [A]

Ainda sobre o curso de EH realizado pelos docentes, todos mencionaram que os vídeos reais de salas de aula de escolas públicas e privadas brasileiras ajudam muito na compreensão de cada um dos modelos de EH mostrados, possibilitando maior compreensão de como colocá-los em prática. Isso ressalta a importância do compartilhamento de práticas entre professores que desejam modificar a forma como ensinam, algo que foi feito entre os professores do Grupo de Experimentações em Ensino Híbrido, descrito no livro produzido por Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015). Os docentes mencionaram também, que o curso proporcionou uma expansão nas ideias de como os recursos digitais podem ser melhor inseridos nas aulas presenciais de forma fluída e planejada.

“O curso mostra que podemos dividir os momentos de planejamento de uma aula em etapas menores, as estações. Ou seja, posso mesclar momentos que eles usarão os computadores com momentos em que trabalho o livro didático, por exemplo. Antes disso, eu levava todo mundo pro laboratório ao mesmo tempo e todos usavam os computadores, depois, na sala, todos usavam o livro. Ficava muito mais quebrado do que agora, gosto mais agora.” [B]

“Eu tive a ideia de trabalhar o uso do Geogebra em uma aula de EH e percebi já no planejamento que poderia fazer muitas coisas além da prática que eu sempre fazia, de primeiro desenvolver em sala e depois no laboratório. Eu montei uma estação em que a confirmação dos gráficos era feita usando o computador em sala mesmo, foi muito mais produtivo, economizei tempo para corrigir as atividades e a compreensão dos alunos foi muito boa, vi isso em uma avaliação quinzenal que a escola aplica pra todos. Os alunos controlaram muito melhor o momento em que achavam mais apropriado usar o software, os momentos em que focavam na discussão dos problemas e nas dúvidas uns dos outros, pois estavam em grupos.” [C]

O professor C menciona algo que a literatura traz como uma característica do EH: o controle, pelo estudante, sobre o tempo, o ritmo, o lugar ou o caminho durante o processo de aprendizagem (Horn e Staker, 2015). Nesse caso, C citou o controle dos estudantes sobre os caminhos de aprendizagem (em uns momentos usavam o Geogebra, em outros focavam na discussão com o grupo) e sobre o ritmo no qual faziam a atividade.

Com relação aos obstáculos identificados pelos docentes para a implementação dos modelos de EH, as respostas obtidas se aproximaram em alguns pontos. Por exemplo, A e B disseram que a manutenção de computadores era um ponto importante a ser considerado, pois nem sempre todos estão funcionando. Além disso, todos mencionaram que o acesso à Internet nas instituições onde lecionam também oscila bastante. Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015) mencionam que a infraestrutura e os espaços escolares são elementos fundamentais para a implementação bem-sucedida dos modelos de EH. Eles argumentam que a transformação do

espaço físico da escola é necessária para viabilizar práticas pedagógicas mais flexíveis e centradas no aluno.

Os principais pontos abordados pelos autores sobre o que foi apontado pelos docentes incluem a infraestrutura tecnológica, sendo necessário que as escolas disponham de acesso à Internet de qualidade, dispositivos (computadores, tablets etc.) e plataformas digitais que permitam ao aluno estudar de forma autônoma e ao professor acompanhar o progresso dos estudantes, se assim for desejado pelo docente da turma; os espaços precisam ser reconfigurados para permitir o uso de diferentes estilos de aprendizagem e formatos de interação, como momentos individuais, em grupos pequenos ou em grandes grupos; a flexibilidade dos mobiliários é destacada como uma estratégia para facilitar essas mudanças. Horn e Staker (2015) e Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015) ressaltam que não se trata apenas de equipar a escola com tecnologia digital, mas de repensar a função dos espaços e da infraestrutura como parte de uma cultura pedagógica que valoriza a aprendizagem quando aulas nos modelos de EH forem implementadas. Nesse sentido, o bom funcionamento dos recursos digitais e a infraestrutura necessária para sua utilização se tornam facilitadores para o desenvolvimento de práticas nos modelos de EH, mas podem ser limitadores quando não são ofertados com qualidade para a comunidade escolar.

Além disso, os docentes acreditam que é necessário investir também na formação continuada, pois, segundo B, *“eu não tenho certeza de que conseguiria planejar aulas nos modelos de EH com tanta clareza quanto as que planejo agora, após fazer o curso on-line”* [B]. Já para C:

“O curso expandiu minha visão, as aulas teóricas e práticas estão conectadas de uma forma muito positiva. Isso contribui muito para que nós, professores, sintamos vontade de colocar tudo em prática. Sendo honesto, eu não teria aplicado se não tivesse sentido vontade, sentido que vale a pena investir tempo e dedicação nisso. Apliquei, gostei e continuarei usando. Mas tudo começa com uma boa formação continuada.” [C]

Porém, mesmo mencionando a importância da formação continuada, somente ofertá-la não basta. Os três docentes consideram que é necessário repensar a carga de trabalho pedagógico para que professores consigam implementar aulas de qualidade nos modelos de EH. Com a carga docente de hoje, os professores dizem que exige um esforço além da carga efetiva de trabalho para conseguirem colocar em prática. Segundo A,

“É inegável os ganhos e benefícios de aulas nos modelos de EH, porém, mesmo com mais de 20 anos de sala de aula, isso ainda é novo pra mim, levo tempo para conseguir cuidar de todos os pontos necessários para que a aula consiga fluir bem. Uso minha experiência para planejar as aulas e estações por partes, o que não sei ou não tenho ideia, eu pesquiso e crio, mas não sei como faria se não tivesse tanta experiência assim e se não tivesse tido formações na base.

Mas, principalmente, precisamos de tempo para planejar. Atualmente eu tenho o equivalente a 30 aulas semanais. Não posso negar que uso minha experiência para não planejar algumas aulas que já sei dar quase que automaticamente, prefiro investir esse tempo que quase não tenho para planejar aulas que irão me tirar do conforto do que sempre fiz, mas só faço isso porque tenho visto ganhos de aprendizagem para os estudantes.” [A]

Ao continuar a conversa com A, ela mencionou a IA e a relacionou com a sua própria experiência, dizendo que

“[...] agora a IA tornou muito mais fácil tudo, pois eu posso usar os recursos de IA para pegar ideias, corrigir minha escrita, me dar sugestões novas de atividades, melhorar os materiais que eu tenho. Tudo isso eu podia fazer quando conversava com professores amigos meus para trocar experiências, mas era muito mais difícil e trabalhoso. Na época do telefone fixo, eu tinha que ligar em horários específicos e dar a sorte de falar com eles. A maioria das vezes era em fim de semana, eu dava aula de manhã e à tarde, alguns deles lecionavam à noite. [...] Depois veio o WhatsApp, aí é só mandar mensagem e eles respondem quando podem, facilitando muito o tempo que a gente leva para planejar algo. Agora com a IA, o retorno é imediato, como tenho bastante experiência, consigo pegar ideias mais rápido, otimizando bastante meu tempo.” [A]

O professor B também mencionou algo nesse sentido:

“A IA me ajuda a melhorar o que já criei, apesar que nem sempre eu coloco o que já tenho nela, apenas peço ideias e conecto tudo em minha cabeça. Não faço isso porque tenho preguiça, mas eu simplesmente me esqueço. Quando me dou conta, estou perguntando tudo pra ela [IA] sem usar o que eu já sei. Não é intuitivo pra mim. Como eu quase sempre tenho pouco tempo, vou direto no que preciso pra pegar ideias e depois geralmente faço tudo off-line. Também elaboro muitos exercícios com ela, peço para criar atividades e ela me fornece listas ou questões muito rapidamente, economizando demais meu tempo com isso. Ela ainda classifica as questões do nível mais fácil para o mais difícil, ajuda muito em sala de aula”. [B]

A fala destes professores sinaliza, ao mesmo tempo, pelo menos dois fatores abordados na teoria trazida nesta pesquisa: as contribuições da IAGen para a prática docente e a necessidade de se trabalhar a literacia de *prompts*, apesar de os três professores saberem o significado da palavra *prompt*. Assim como Kamalov et al. (2023) e Akgun e Greenhow (2022) mencionam, os professores mostraram que a IAGen, no caso, os ajudou a criar materiais de apoio para que eles pudessem ensinar e avaliar a aprendizagem dos estudantes em determinado conteúdo de matemática. Porém, considerando o relato deles, trechos como “não é intuitivo para mim”, mencionado por B, e a quantidade de inserções de comandos realizada por A ao usar a IAGen, apontam na direção de que a formulação de *prompts* é algo necessário de ser trabalhado nas formações docentes, conforme mencionado por Hwang et al. (2023) e Jacobs e Fisher (2023). Na próxima seção será abordado mais sobre as interações realizadas com a IAGen por cada professor para a criação dos planos de aula.

Um ponto fundamental de ser destacado aqui é que os três professores não conseguiram definir o que é uma IA ao serem questionados na entrevista sobre IA na educação. A professora A disse “*não sou boa em definir coisas de tecnologia, professor, eu só uso mesmo*”, enquanto

o professor C disse “*é um recurso que cria textos a partir do que já existe*”. Neste caso, considera-se que a IAGen não cria somente textos, por isso é entendido que a definição de C está incompleta. Já B mencionou que “*uma formação como a de EH ajudaria muito a definir isso, né? Agora percebi que sei usar, ainda que pouco, o recurso, mas que não sei nada sobre ele*”, corroborando as informações compartilhadas por A e C.

Isso vai novamente ao encontro do que Hwang et al. (2023) trazem sobre a necessidade de se trabalhar a literacia em IA antes da literacia de *prompts*. As falas dos professores confirmam que, apesar de usarem os recursos de IAGen, eles não sabem exatamente como definir tais recursos. Nesse sentido, inclusive, foi possível notar que os três entrevistados utilizam a nomenclatura “IA” para falar de “IAGen” em praticamente todas as conversas, misturando seus significados. Quando questionados sobre a diferença entre IA e IAGen, responderam de forma genérica, como no caso de C: “*ah, a IAGen gera informações, a IA sozinha não. Já vi exemplos de IA aplicadas em outras coisas, mas não lembro agora. Eu penso em IA e penso no ChatGPT*”. Os professores A e B também mencionaram algo na mesma direção que C, o que torna possível concluir que a diferença entre IA e IAGen não estava clara para eles.

Como exemplo, a professora A não sabia o que era IAGen e não diferenciava a IA presente em plataformas adaptativas, como a Khan Academy, de um recurso de IAGen, que eram os recursos que ela estava relatando usar. Em certo momento da conversa, A questionou: “*Não é toda IA que cria textos baseado no que alguém pede pra ela?*”, deixando nítido que, apesar de usar tais recursos, ainda não compreendia totalmente como eles funcionavam. Ou seja, os conceitos de IA e de IAGen eram realmente confundidos, não havendo clareza sobre cada um deles.

Segundo a UNESCO (2023), IAGen é uma tecnologia de IA que gera conteúdos de forma automática em respostas a *prompts* inseridos pelos usuários. Ou seja, nem toda IA retorna algo a partir de comandos inseridos nela. Isso não estava claro para A. Além disso, conforme Raedt et al. (2016) afirmam, as mudanças e o desenvolvimento de sistemas de IA foram realizados e disseminados em larga escala há poucos anos, sendo natural que as pessoas os utilizem por conta das interfaces intuitivas em que foram desenvolvidos mesmo sem uma clareza sobre como cada IA funciona.

Ao serem questionados sobre como criam os *prompts* para gerar alguma saída em uma IAGen, houve unanimidade ao mencionarem que não possuem passos rígidos ou estruturados para isso, mas que adaptam os pedidos conforme o que objetivam obter, inserindo novas solicitações quando necessário. O professor B relatou que

“Até o momento, isso não era uma preocupação minha, pois entendo a IA como algo que posso inserir várias solicitações, ela responde cada uma delas e eu vou melhorando meus pedidos conforme o que ela me dá. Nunca pensei sobre uma forma de inserir um pedido maior, único, justamente porque ela retorna muito rápido tudo o que peço, então adapto conforme o que obtenho já que não tenho limites de inserção de pedidos”. [B]

O professor C mencionou algo nesse mesmo sentido, dizendo que

“Nunca percebi se as respostas dadas pela IA são melhores a partir do que eu peço pra ela. Pensando aqui, seria algo bom para ter observado antes, mas sempre faço os planejamentos com pouco tempo, então costumo ir até onde consigo no tempo que tenho, implementando a aula após isso do jeito que consegui deixar dentro desse período. Se eu não fizer assim, quase nunca implementaria nada diferente [do tradicional], pois o tempo sempre é uma questão. Normalmente eu insiro vários pedidos para gerar um único plano. Tem outro jeito mais objetivo de fazer?” [C]

O questionamento final feito por C evidencia o desconhecimento sobre *prompts* estruturados que, segundo a UNESCO (2023) e de acordo com alguns pesquisadores (Jacobs; Fisher, 2023; Gattupalli; Maloy, 2023; Kumar et al., 2022; Lo, 2023; Nyakundi, 2023; Youngblood, 2023), podem contribuir com a qualidade do retorno obtido de uma IAGen. Esses pesquisadores defendem que melhores retornos são obtidos a partir de *prompts* mais refinados, com mais detalhes e clareza no que é pedido.

Para A, a IA facilitou o processo de obtenção de ideias para a realização dos planejamentos de suas aulas. Porém, ao perguntar sobre os retornos oferecidos pelos recursos de IAGen, ela respondeu que

“[...] Ah, professor, nem se compara com uma conversa com algum outro professor que possui afinidade com você, que conhece sua realidade. Eu mesmo, quando converso com professores amigos meus, crio coisas muito mais incríveis do que o que eu crio utilizando a IA. Mas também eu gasto mais tempo, no mundo corrido de hoje nem sempre eu tenho esse tempo, mas nada se compara com certeza. A IA é uma possibilidade para eu começar quando eu não tenho nenhuma ideia do que fazer de diferente com meus alunos. Eu sempre busco inovar nas minhas aulas, sempre estou mudando alguma coisa. E tem outro ponto, a IA nem sempre retorna algo que é correto. Uma vez eu fui ensinar frações e pedi ajuda para a IA, ela falou muita baboseira, eu precisei filtrar tudo. Eu já sabia que nem sempre os retornos eram corretos, eu li na Internet vi uns vídeos sobre isso, então eu fico sempre atenta. Não podemos sair acreditando em tudo o que lemos na Internet, né?” [A]

Como é possível perceber, A possui clareza de que os recursos de IA nem sempre retornam informações corretas, conforme mencionado por OpenAI (2023) e como consta no mapeamento de riscos de uso de recursos de IA feito por Slattery et al. (2025). Ainda, Anders (2023) menciona que existe um receio de que o uso de IA seja para que os usuários copiem as respostas dadas a partir de comandos de entrada fornecidos, o que ficou claro que não é uma prática adotada por A, que analisa criticamente as saídas criadas pela IA.

Porém, A menciona algo que é interessante de ser destacado: ela prefere trocar com outros professores e construir um planejamento a partir das ideias compartilhadas com eles a utilizar os retornos dados pela IAGen. A justificativa foi o fato de os docentes compartilharem uma mesma realidade, um mesmo contexto. Nesse sentido, considero que isso novamente mostra a importância de se trabalhar *prompts* na formação continuada, pois A poderia descrever seu contexto para a IAGen considerá-lo nos retornos dados para que se encaixassem melhor dentro do que A desejava para seu plano de aula. Não quero inferir que o retorno dado pela IAGen será tão bom ou melhor que a troca de A com seus pares, mas que tal retorno possivelmente será melhor do que a saída dada para ela a partir de um *prompt* sem contexto algum.

Outro ponto que pode ser destacado aqui é o uso da palavra “inovação” pelos entrevistados. No caso de A, quando isso ocorreu, ela foi questionada sobre o que entendia por inovação, respondendo que este foi um tópico presente em sua pós-graduação e que não se lembrava como definir isso de acordo com a teoria, mas que sabia que *“inovação era implementar estratégias para resolver problemas que nos afetam em alguma área hoje, usando o que você tem disponível com relação ao que você já vinha fazendo”*. Isso vai ao encontro do que é mencionado por Rogers (2003), que, de forma geral, entende que inovação é um processo aplicado em algo para resolver problemas. Já C relatou que inovação é *“implementar soluções antes não utilizadas para resolver alguma questão que está gerando incômodo por alguma razão”*, o que foi entendido como uma compreensão correta baseada em Rogers (2003).

Do ponto de vista de ambos os docentes, a IA é uma inovação. Para ilustrar, o docente C mencionou que *“Como exemplo, podemos citar a IA com suas várias aplicações”*. Compreender o que os professores entendem por inovação na educação é importante para entendermos se e como eles relacionam a ideia de inovação com as práticas que implementaram em sala de aula, isto é, se eles consideram que estão inovando ao implementar aulas utilizando os modelos de EH que foram planejadas com a ajuda de uma IAGen.

Sobre a troca de experiências com outros docentes, estudos mostram que a criação de espaços e comunidades de prática onde os professores possam trocar experiências com outros docentes pode contribuir bastante para a implementação de práticas diferentes em salas de aula (Bacich; Tanzi Neto; Trevisani, 2015).

Como conclusão dessa primeira categoria denominada de “conhecimentos de base”, é possível inferir que os três docentes reconhecem a importância da utilização de recursos digitais na educação e relacionaram recursos digitais com EH. Eles relataram que o curso *on-line* de EH contribuiu com o conhecimento acerca dos modelos que poderiam implementar em suas

aulas, passando a adotar o EH como uma possibilidade de estratégia de ensino. Nesse sentido, todos concordam que é necessário abordar recursos digitais e EH na formação inicial com os docentes para que esses modelos de prática sejam fortalecidos e usados cada vez mais. Eles reconhecem também que existe a necessidade de buscarmos novas maneiras de ensinar os estudantes e que a troca de experiências com outros docentes é essencial para todos os professores.

Sobre os conhecimentos relacionados com IA, todos os docentes não souberam definir exatamente o que é uma IA e o que é uma IAGen. Apesar de usarem argumentos superficiais, no geral conseguiram diferenciar IA de IAGen. Eles manifestaram saber que os recursos de IA podem contribuir com a criação de planos de aula, mas que sabem que eles nem sempre retornam saídas corretas, destacando a importância da revisão do professor sobre o que a IA ajuda a criar. Por fim, conclui que os professores sabem o que significa a palavra *prompt*, porém desconhecem estratégias para elaborar *prompts* que possam fortalecer a qualidade do que as IAGen oferecem como saída. Isso evidencia, portanto, a necessidade de investirmos em formação continuada sobre IAGen aplicada à educação e ao planejamento de aulas de matemática.

4.2 Os planos de aula sobre EH criados com a ajuda de recursos de IAGen

Nesta subseção são apresentados e analisados os dados referentes à construção dos planos de aula de matemática nos modelos sustentados de EH usando IAGen. O objetivo é analisar como os professores pesquisados utilizaram os recursos de IAGen para auxiliar na elaboração de tais planos de aula, focando no processo desenvolvido por cada professor.

Os planos de aula de matemática criados foram agrupados em cada um dos modelos sustentados de EH: rotação por estações, laboratório rotacional e sala de aula invertida. No curso *on-line* sobre EH, os professores conheceram as máscaras dos modelos de EH para elaborarem seus planos de aula. Máscaras são estruturas que foram criadas para que os professores tivessem um ponto de partida para realizar o planejamento de aulas em diferentes modelos de EH. A Figura 9 apresenta a máscara do modelo de EH chamado rotação por estações. As máscaras para os modelos laboratório rotacional e sala de aula invertida seguem a mesma ideia, de forma ambos os modelos possuem somente duas estações, mas com uma diferença entre eles: no laboratório rotacional é mencionado “sala de aula” e “laboratório”, indicando qual estação ocorrerá com a presença do professor e em qual será utilizado um recurso digital pelos estudantes. Na máscara da sala de aula invertida há uma menção ao que será feito “na sala de aula” e o que será feito “em casa” em cada coluna de cada estação.

Tais máscaras foram desenvolvidas durante a pesquisa apresentada por Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015) e já foram utilizadas por vários docentes no Brasil todo, facilitando o processo de planejamento de aulas usando essa metodologia ativa.

Porém, nesta pesquisa, os professores ficaram livres para realizar os planejamentos da maneira que quiseram, ou seja, o uso das máscaras foi optativo. Por essa razão, será possível observar que as máscaras foram utilizadas em alguns casos somente e de forma parcial. Nos outros, os docentes fizeram o planejamento como quiseram, usando uma estrutura pessoal para realizá-lo. É importante ressaltar que não foi solicitado um modelo final de planejamento, isto é, os sujeitos pesquisados não tinham obrigação de compartilhar um arquivo finalizado com o plano de aula pronto, apenas o acompanhamento do planejamento e a discussão de ideias foi realizada nesta pesquisa.

Figura 9 - Máscara do modelo de EH chamado rotação por estações.

Rotação por Estações					
Professor:		Turma:		Data:	
Título/Tema:		Disciplina:			
Objetivos:		Recursos:			
Como será a aula:					
Abertura Com o grupo todo		A	B	C	Fechamento Com o grupo todo
Objetivos					
Atribuições					
Avaliação					

O recurso de IAGen escolhido por todos os docentes para apoiá-los no processo de planejamento foi o ChatGPT. Isso se justifica pelo fato de que esse recurso foi o que obteve um crescimento exponencial entre os anos de 2022 e 2023, alcançando 100 milhões de usuários em janeiro daquele ano com o modelo GPT-3.5 (OpenAI, 2023). Sendo assim, todos os planejamentos apresentados nas subseções seguintes foram realizados pelos sujeitos de pesquisa com o apoio deste recurso.

Como exemplo, é possível citar a escolha do ChatGPT pela professora A. Ao ser questionada sobre a escolha de tal recurso, ela falou que pesquisou e aprendeu sobre ele devido ao tanto de postagens que viu nas redes sociais após um professor compartilhar em um grupo de *WhatsApp* com outros docentes que “*agora a educação está perdida mesmo, ninguém precisará aprender mais nada*”. Ao ler isso, a primeira reação de A foi ficar curiosa para tentar entender as palavras desse colega, por isso ela resolveu pesquisar, concluindo que ele estava equivocado, pois os recursos de IAGen ampliam as possibilidades de trabalho em sala de aula. Desde então, A tem usado o ChatGPT por já estar acostumada e habituada, além de relatar não ter muita disponibilidade de tempo para aprender a mexer com um recurso novo, mesmo imaginando que outros sejam intuitivos tanto quanto o ChatGPT.

Na sequência deste trabalho será mostrado como os professores realizaram o planejamento para cada um dos modelos.

4.2.1 Os planos de aula de matemática realizados no modelo de rotação por estações

Os docentes A e B realizaram planos de aula neste modelo. Um dos planos de aula de matemática elaborados pela professora A com a ajuda da IAGen era para o 6º ano do ensino fundamental e o tema foi frações impróprias. A escolha desse tema ocorreu por conveniência, ou seja, era um dos próximos temas que a professora trabalharia com sua turma.

Neste caso, a professora relatou que os estudantes receberam a tarefa de pesquisar sobre frações impróprias, próprias e aparentes em suas casas, devendo registrar no caderno as definições e um exemplo para cada tipo de fração. A aula planejada pela docente foi a aula que ocorreu na sequência dessa tarefa de casa, momento em que os alunos deveriam estar em posse dos resultados das pesquisas realizadas.

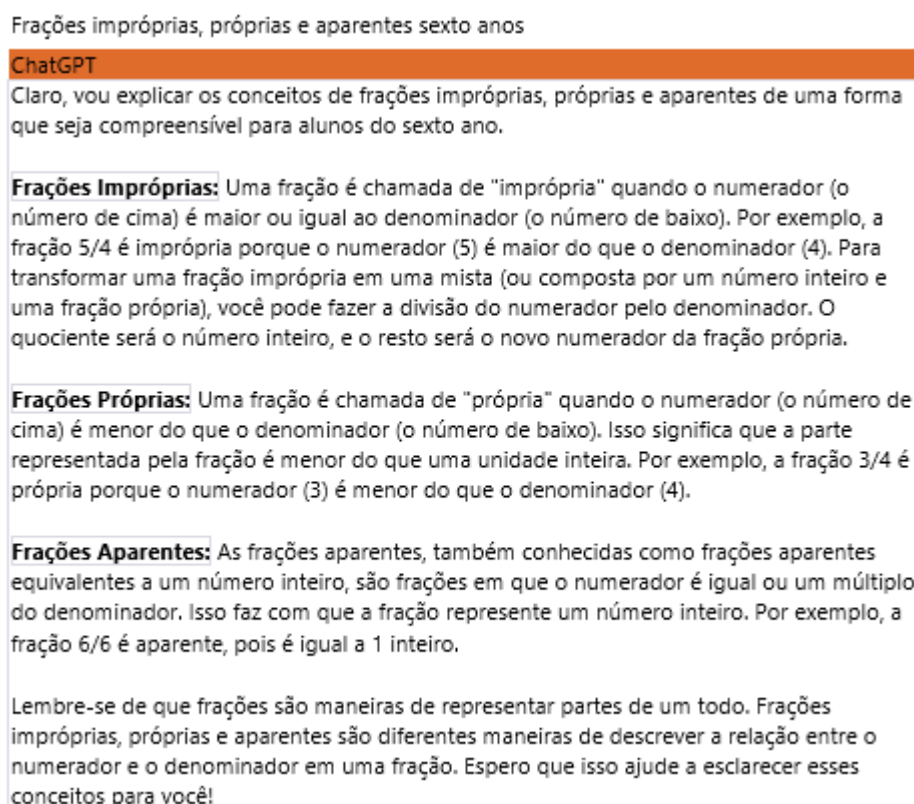
A utilização dos materiais recomendados em pesquisas e tarefas de casa dentro das aulas presenciais é uma estratégia comum dos professores (Bacich; Tanzi Neto; Trevisani, 2015; Tori 2010). Para esses casos, recomenda-se que o docente descreva em detalhes o que é esperado de seus estudantes e o que deseja que eles produzam, de forma que possa utilizar tal material em suas aulas posteriormente. Para Moran (2018), fatores como esse contribuem para a criação de uma cultura de aprendizagem mais autônoma, responsável e participativa.

O professor B, por sua vez, escolheu o tema “introdução ao conceito de funções” para desenvolver seu planejamento. Tal escolha também se deu ao considerar os próximos conceitos que B iria ensinar para seus estudantes do 1º ano do ensino médio.

O primeiro comando de A no ChatGPT está mostrado na Figura 11. Nela é possível verificar que o *prompt* utilizado por A não teve uma estrutura definida, apenas foi composto

pelo nome dos tópicos que ela trabalharia em suas aulas seguido do ano escolar a que se destinavam: “Frações impróprias, próprias e aparentes sextos anos”. O retorno da IAGen foi direto, explicando a definição de cada tipo de fração de uma forma adequada para turmas do 6º ano, conforme havia sido solicitado por A.

Figura 10 - Primeiro comando dado por A na realização de um planejamento de aula no modelo rotação por estações.



Fonte: Material próprio criado por A em conjunto com a IAGen.

Segundo A, o retorno estava dentro do que foi esperado por ela. O objetivo era obter um retorno parecido com as pesquisas que foram designadas para os estudantes. Já o segundo comando foi mais direto ainda, sem contextualização alguma, sendo apenas escrito como “atividades significativas e lúdicas para os sextos anos”. A justificativa de A para uma comanda geral como essa foi a de que ela queria ideias gerais de atividades que pudessem ser encaixadas e adaptadas como ela quisesse, considerando o conteúdo que trabalharia com os estudantes.

Algo semelhante foi feito por B ao pedir para que a IAGen criasse um plano de aula para trabalhar o tema “introdução ao conceito de funções” com os estudantes. A comanda dele foi: “Crie um plano de aula no modelo de EH chamado rotação por estações para trabalhar o tema introdução ao conceito de funções. Quero 4 grupos com no máximo 5 alunos por grupo, podendo haver mais de um grupo em uma única estação. Rotação: 15 minutos”. É possível observar que B não mencionou a turma para a qual desejava que o plano de aula fosse elaborado.

Por conta disso, o retorno dado pelo ChatGPT considerou como possibilidades o 9º ano do ensino fundamental ou o primeiro ano do ensino médio, conforme pode ser visto na Figura 11.

Figura 11 - Retorno dado pelo ChatGPT para o prompt do professor B.

Plano de Aula — Introdução ao Conceito de Funções

Ano/Série: 9º ano do EF ou 1º ano do EM

Duração: 4 estações de 15 minutos (total: 60 minutos)

Tema: Introdução ao conceito de funções

Habilidade BNCC:

- (EM13MAT102) Identificar e representar funções a partir de situações-problema, tabelas, gráficos e fórmulas.
- (EF09MA07) Interpretar e resolver problemas que envolvem a dependência entre duas variáveis.

Fonte: Material próprio criado por B em conjunto com a IAGen.

Tão logo percebeu isso, B fez uma análise ponderada da situação:

“Não coloquei o ano que eu queria, aí saiu 9º ano. Que droga! Bom, já que tá feito, vou olhar mesmo assim para ver o que ele propôs, pois pode ser interessante para revisar alguns conceitos já trabalhados no 9º ano sobre esse tema, pois sempre é interessante iniciar com uma revisão e uma retomada desses conceitos.” [B]

Ao analisar o retorno dado pela IAGen, B manifestou gostar das duas primeiras propostas oferecidas para duas estações. A primeira envolvia a compreensão da noção de função como regra de correspondência, de forma que os estudantes deveriam usar cartões com pares ordenados e cartões com regras (ex: $x \rightarrow 2x + 1$), tentando relacioná-los para descobrir a quais funções os pares ordenados pertencem. A segunda envolvia a aplicação do conceito de função em situações cotidianas, como na corrida de um táxi depender da distância percorrida. Nesse caso, B mencionou que *“Aqui, acho que tenho que colocar uma definição de função para que eles a discutam e consigam realizar a atividade. Sem apresentar algo pra eles se basearem, acho que eles poderão travar”*.

Analisando especificamente esses primeiros *prompts* e retornos dados pela IAGen para os professores A e B, é possível perceber que ambos omitiram informações essenciais na entrada que escreveram: no caso de A, ela não mencionou que gostaria de obter como retorno um plano de aula sobre “frações próprias, impróprias e aparentes”; no caso de B, ele não mencionou a turma para a qual o plano se destinava. Isso vai ao encontro do que a UNESCO (2023) traz em seu documento: a importância da literacia em IA (lembrando que eles não

souberam definir o que era IA) e em IAGen. Ainda, tal fato mostra que ambos os docentes não possuem conhecimentos suficientes sobre elaboração de *prompts*, confirmando o que Hwang et al. (2023) compartilharam na pesquisa deles. Segundo esses autores, a literacia de *prompts* fornece a capacidade de criar instruções ou comandos e de interpretar saídas dadas pela IAGen, refinando o texto quando necessário.

Ao perceberem que o retorno da IAGen foi geral, ambos os docentes resolveram inserir novos comandos e modificar o *prompt* inicial. No caso de A, ela inseriu o comando conforme apresentado na Figura 12. Mesmo não adotando nenhuma das estruturas de *prompts* mencionadas no referencial teórico desta pesquisa, A percebeu que a IAGen permite que o usuário teste comandos de entradas (*prompts*) à vontade, modificando-os para qualificar as respostas dadas pela IAGen.

Nesse sentido, foi possível perceber que A considerava muito a sua experiência de mais de 20 anos em sala de aula para planejar novas aulas, buscando ideias gerais que pudesse adaptar nessa e em outras ocasiões: “*eu fiz assim para entender quais ideias ela [referindo-se à IAGen] me daria, assim posso aprender pra esse caso e pra outros. Como [o conceito de] frações [engloba] um universo de assuntos, não especifiquei o que queria para testar o que ela me retornaria*”, disse A. Mesmo o *prompt* anterior sendo escrito sem especificações e retornando ideias gerais, A leu e observou alguns dos itens retornados pela IA, principalmente aqueles que tinham alguma afinidade com suas experiências prévias em sala de aula: “*jogos de tabuleiro, experimentos, debates, tudo isso já fiz com meus alunos*”, e seguiu lendo esses itens. Na sequência, acrescentou “*os demais itens fogem um pouco do que procuro, mas não significa que não servem pra mim, eles não servem pra mim agora*”. Para este comando, o ChatGPT retornou dez ideias de atividades lúdicas possíveis de serem aplicadas para o 6º ano do ensino fundamental.

Após modificar o *prompt* conforme relatado anteriormente, A leu todos os itens com atenção, diferente do que fez na saída mostrada na Figura 11. A Figura 12 retrata a nova saída retornada pela IAGen após A modificar brevemente o *prompt* de entrada. Mesmo A não inserindo que as sugestões eram para o 6º ano, a IAGen considerou essa informação ao sugerir as ideias contidas na Figura 13.

Figura 12 - Segundo retorno dado pela IAGen a partir do prompt escrito por A.

Atividades significativas e lúdicas para sextos anos

ChatGPT

Claro, aqui estão algumas ideias de atividades significativas e lúdicas para alunos do sexto ano:

1. **Jogo de Tabuleiro Matemático:** Crie um jogo de tabuleiro que envolva conceitos matemáticos como operações com frações, números decimais, geometria ou resolução de problemas. Os alunos podem jogar em grupos, praticando habilidades matemáticas de forma divertida.
2. **Caça ao Tesouro Literário:** Escolha um livro ou texto apropriado para a idade e esconda pistas relacionadas ao enredo ou aos personagens em locais estratégicos da escola. Os alunos trabalharão em equipes para decifrar as pistas e chegar à solução final.
3. **Experimentos Científicos:** Realize experimentos simples em sala de aula para ilustrar conceitos científicos, como reações químicas, propriedades dos materiais ou princípios físicos. Isso pode incluir criar vulcões de bicarbonato de sódio, construir circuitos elétricos simples ou observar a capilaridade da água em plantas.
4. **Simulações Históricas:** Peça aos alunos que simulem eventos históricos importantes. Eles podem representar diferentes papéis, debater questões relevantes e tomar decisões com base nas informações da época. Isso ajuda a compreender melhor o contexto histórico e as diferentes perspectivas.
5. **Projeto de Escrita Criativa:** Peça aos alunos para escreverem histórias criativas, desenvolvendo enredos, personagens e cenários. Isso pode incentivar a expressão criativa, bem como a prática da estrutura narrativa e da gramática.
6. **Feira de Ciências ou Exposição Temática:** Organize uma feira de ciências onde os alunos apresentem projetos e experimentos que explorem tópicos científicos ou tecnológicos. Também é possível realizar uma exposição temática sobre um período histórico, cultura ou país específico.
7. **Atividade de Arte Inspirada em Artistas Famosos:** Introduza os alunos a artistas famosos e suas técnicas artísticas. Depois, peça que criem suas próprias obras inspiradas nesses artistas, permitindo-lhes explorar diferentes formas de expressão artística.
8. **Debate sobre Questões Atuais:** Escolha tópicos atuais relevantes para o nível deles e realize debates em sala de aula. Isso incentiva o pensamento crítico, a pesquisa e a habilidade de argumentação.
9. **Visitas Virtuais a Museus e Lugares Históricos:** Utilize recursos online para fazer visitas virtuais a museus, monumentos históricos ou locais culturais ao redor do mundo. Isso enriquece o aprendizado e a compreensão das diferentes culturas e períodos históricos.
10. **Projeto de Sustentabilidade:** Incentive os alunos a investigarem e proporem soluções para questões relacionadas à sustentabilidade, como reciclagem, conservação de energia e conscientização ambiental.

Lembre-se de adaptar as atividades às necessidades e interesses dos alunos, para que elas sejam realmente significativas e envolventes.

Fonte: Material próprio criado por A em conjunto com a IAGen.

Para A, os retornos dados pelo ChatGPT foram específicos para o que ela queria neste momento e isso ocorreu por conta da mudança que ela fez no *prompt*.

“[...] na terceira [comanda], eu fui objetiva com o que eu quero com a minha turma neste momento: atividades lúdicas relacionadas a frações próprias, impróprias e aparentes. Então aqui eu fui específica e tive 10 sugestões. Dessas 10, eu posso fazer as 10, como aqui, achei interessante um quebra-cabeça de frações, jogos, pizza de frações, bingo, jogos de novo, passeio matemático, construção com blocos e desafios de frações. Então o que que eu percebi aqui? Eu tenho várias sugestões, posso utilizar e até ampliar conforme minha turma e minha realidade. Olha o tempo que levei para digitar e o tempo que eu levaria até pensar em tudo isso. Então eu percebi que a IA vai sintonizar com a minha ideia, mas eu tenho que dar o comando certo. Ela não me ajudou? Mas por que ela não me ajudou? Porque não dei o significado a minha pergunta. Se eu fizer uma pergunta vaga, ela vai responder conforme a minha pergunta. Isso é uma das observações que estou fazendo com a IA, ela não vai me dar o resultado pronto, é através da minha pesquisa que vou poder ter outras ideias a partir dela. E de novo, olha o tempo que eu levei, é isso um dos aspectos positivos da IA”.

A observação da professora A vai ao encontro do que a UNESCO (2023) colocou em seu Guia para a IAGen na educação e na pesquisa sobre a importância da literacia em IA, o que foi ressaltado também por Jacobs e Fisher (2023), por Hwang et al. (2023) e por Moura e Carvalho (2023). No caso de A, a percepção sobre o impacto de *prompts* bem escritos nos retornos dados pela IAGen veio de sua experimentação enquanto professora que utiliza recursos de IAGen para planejar suas aulas de matemática.

Ao ser questionada sobre os conteúdos retornados pela IAGen, A manifestou gostar da ideia da “corrida das frações”, pois permitiria que ela saísse de sala de aula com seus estudantes e realizasse uma atividade para gastar energia deles e gerar aprendizagem em matemática ao mesmo tempo. Logo após ler a sugestão dada pela IAGen para essa proposta, A começou a lançar ideias para complementar o que foi sugerido pelo ChatGPT:

“Aqui eu já mexeria. Não usaria papel grande porque os recursos das escolas são escassos, posso usar o pátio ou algum outro espaço da escola que permitisse desenvolver essa atividade mais dinâmica. As regras da corrida devem ser bem definidas, eu precisaria pensar nisso com calma, pois os alunos ficam alvoroçados com competição, eles querem ganhar. Eu poderia pensar em algo que fosse mais colaborativo e desse chance para todos obterem o sucesso, mas também que gerassem discussões entre os estudantes. Talvez uma proposta onde um corrigisse o outro após selecionarem cartões com frações próprias, impróprias ou aparentes, tentando classificá-las. A gestão da aula ficaria mais na mão dos estudantes, não teria como eu corrigir todas as ações ocorrendo ao mesmo tempo, porque eu gostaria que todos participassem juntos e não que eu tivesse que controlar os estudantes, eles precisam de autonomia. Essa atividade seria para fixar os conceitos, como se fosse atividade do livro dos alunos, só seria desenvolvida de forma diferente. Depois preciso pensar em algo para eles aplicarem isso e não ficar solto, sem sentido”. [A]

É possível notar que A se preocupa diretamente com os recursos que serão usados nas atividades, além de pensar no uso de outros espaços escolares para desenvolver as atividades, possibilitando maior colaboração entre os estudantes. Aqui, fica nítido o que foi mencionado por Horn e Staker (2015), Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015) e Trevisani e Corrêa (2020)

com relação ao uso de diferentes espaços e recursos em atividades de EH. Quando indaguei A sobre isso, ela disse que “*Professor, ficou claro no curso on-line a importância desses fatores nas atividades. Eu já fazia coisas fora da sala de aula, mas agora enxergo com um fundo mais teórico essa importância. Digamos que meu olhar está mais apurado para isso*”, revelando uma contribuição explícita da formação desenvolvida anteriormente para a qualidade do planejamento docente elaborado por ela.

Figura 13 - Terceiro retorno dado pela IAGen a partir do *prompt* reescrito por A.

atividades lúdicas relacionadas as frações próprias, impróprias e aparentes

ChatGPT

Claro, aqui estão algumas atividades lúdicas relacionadas a frações próprias, impróprias e aparentes para alunos do sexto ano:

1. **Pizza das Frações:** Crie um modelo de pizza dividido em fatias. Peça aos alunos para colorir ou cortar as fatias de acordo com frações dadas, representando frações próprias, impróprias e aparentes. Eles podem montar diferentes pizzas com as frações correspondentes.
2. **Batalha das Frações:** Divida a turma em duas equipes. Exiba frações aleatórias no quadro e peça a cada equipe para determinar se a fração é própria, imprópria ou aparente. Cada equipe ganha pontos por respostas corretas.
3. **Jogo da Memória de Frações:** Crie cartas com frações escritas em uma metade e seu tipo (própria, imprópria ou aparente) na outra metade. Coloque as cartas viradas para baixo e peça aos alunos para fazerem pares correspondentes enquanto viram as cartas.
4. **Quebra-Cabeças de Frações:** Crie quebra-cabeças em que os alunos combinam o numerador e o denominador para formar frações e, em seguida, classificam cada fração como própria, imprópria ou aparente.
5. **Lançamento de Dados das Frações:** Faça dados de papel com números de numeradores e denominadores. Peça aos alunos para lançar os dados e formar frações. Em seguida, eles devem determinar se a fração resultante é própria, imprópria ou aparente.
6. **Corrida das Frações:** Crie uma pista de corrida no chão ou em um papel grande. Distribua cartões com frações para os alunos. Eles avançam na pista de acordo com a categoria da fração (própria, imprópria ou aparente) que tiraram.
7. **Montagem de Quebra-Cabeças de Torta:** Corte um círculo em vários pedaços (como uma torta) e distribua os pedaços aos alunos. Eles devem combinar os pedaços corretos para formar frações completas e classificá-las.
8. **Desafio de Frações:** Apresente uma série de situações da vida real envolvendo frações. Peça aos alunos para resolverem os problemas e determinarem se as frações envolvidas são próprias, impróprias ou aparentes.
9. **Construção de Modelos:** Use materiais como blocos de montar ou palitos para que os alunos construam modelos visuais de frações. Isso ajuda a visualizar a relação entre numerador e denominador.
10. **Jogo de Bingo das Frações:** Crie cartelas de bingo com frações escritas em formato numérico ou com representações visuais. À medida que você mostra frações, os alunos marcam as correspondentes em suas cartelas.

Essas atividades lúdicas tornarão o aprendizado sobre frações próprias, impróprias e aparentes mais envolvente e memorável para os alunos.

Fonte: Material próprio criado por A em conjunto com a IAGen.

O professor B também expôs algo nesse sentido, porém focando no papel da IAGen em seu planejamento:

“O que eu mais gosto de usar a IAGen é que sinto ela como uma colega de profissão minha, que me dá sugestões que eu gosto e que eu não gosto, deixando livre pra que eu escolha. Ela não chega aos pés de um outro professor ou professora, claro, mas não consigo negar que é excelente poder pedir ideias e informações livremente, poder, tipo, discordar dela [fez aspas com as mãos, querendo dizer que apenas não está considerando as sugestões dadas pela IAGen] sem ser julgado ou deixar alguém chateado. Na prática real, se um colega dá uma sugestão pra gente e a gente não acata, nem sempre o colega sai feliz da troca. Em alguns casos, outros professores já pararam de trocar comigo quando não adotei alguma coisa sugerida por eles”. [B]

Considero esse ponto muito sensível no depoimento de B, pois mostra uma fragilidade existente na criação e manutenção das comunidades de trocas de práticas dentro das instituições de ensino e a possível substituição dessas trocas pelo uso da IAGen. Nesse sentido, acredito ser delicado porque a IAGen sempre perderá para a troca entre pares porque, conforme Slattery et al. (2025) mencionam, a IAGen traz vários riscos consigo, como a possibilidade de gerar desinformação, de acessar informações privadas que podem ser compartilhadas com ela sobre as instituições de ensino que podem ser sensíveis para algum ator escolar (por exemplo, na criação de alguma atividade personalizada para algum aluno específico), além da possibilidade de reconfigurar e impactar o trabalho docente ao diminuir momentos de troca, que já são raros segundo meu olhar. Quando menciono isso, refiro-me a momentos de troca intencionalmente planejados para essa finalidade, e não momentos oportunos para isso, como intervalos e horários de refeições nas instituições de ensino. Compreendo que é uma afirmação delicada, mas a faço após ter a experiência de visitar e conhecer presencialmente diversas instituições de ensino públicas e privadas de 23 estados brasileiros.

Nos relatos de A sobre as ideias que ela teve após ler a sugestão dada pelo ChatGPT é possível perceber que ela não mencionou ainda um modelo de EH para utilizar nessa aula, mas que apenas estava conjecturando hipóteses para implementar em suas aulas a partir da ideia dada pela IAGen. Ao ser questionada sobre estar pensando em utilizar essas ideias na elaboração de uma aula que utilizasse algum modelo de EH, A mencionou que não estava pensando nisso, que o próximo passo adotado por ela em seus planejamentos é pedir sugestões de atividades dentro do modelo de EH que pretende adotar. Foi neste momento que ela relatou que gostaria de adotar a rotação por estações, para que os estudantes trabalhassem em grupos. Já o professor B mencionou a intenção de planejar no modelo de rotação por estações logo no primeiro *prompt* inserido.

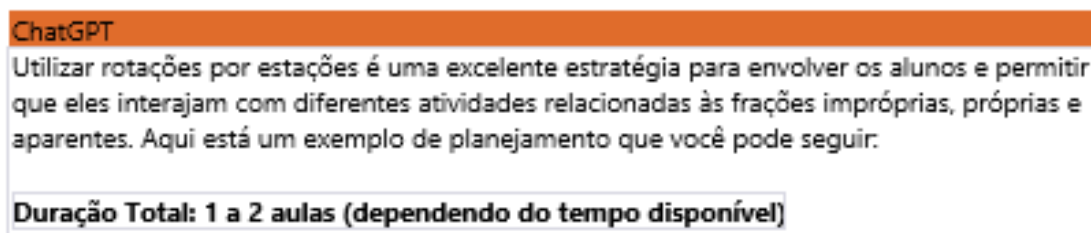
Segundo Horn e Staker (2015), os modelos de rotação permitem que os docentes desenvolvam diferentes estratégias de aprendizagem com seus estudantes, dentre elas, o aprendizado em grupos. Alguns desses modelos, como a rotação por estações, pressupõe a divisão em pequenos grupos inclusive. Sabendo disso, A e B resolveram adotar esse modelo para proporcionar um momento de aprendizagem colaborativa para seus alunos.

Segundo eles, a IAGen contribui muito com o planejamento de uma aula no modelo de rotação por estações, pois esse modelo pressupõe a necessidade de planejar uma única aula com diferentes atividades ocorrendo ao mesmo tempo, algo muito diferente da realidade de um professor, por exemplo, *“ao ministrar uma aula expositiva, pois nesse tipo de aula, todos estão comigo, fazendo o que estou falando, ou somente prestando atenção em minha explicação. Então, eu preciso criar uma aula ou atividade só”*, conforme disse B.

Nesse sentido, vejo tal fato como algo complementar ao que o documento produzido pela UNESCO (2023) traz com relação ao uso da IAGen pelos docentes, focando no uso de IAGen para a pesquisa docente, mas de um ponto de vista acadêmico. Para mim, os docentes A e B estão fazendo pesquisas de sugestões de atividades com o uso de uma IAGen, mas não com foco acadêmico, e sim com foco na prática docente. Considero esse fator tão ou até mais importante do que uma pesquisa acadêmica, pois ele impacta diretamente a qualidade do ensino oferecido dentro de sala de aula em uma velocidade maior do que uma pesquisa acadêmica. Por isso, acredito que ele deveria ter sido abordado com atenção no documento produzido pela UNESCO. Ainda acrescento: se esse uso para pesquisas aplicadas à prática for associado à elaboração de *prompts* de qualidade pelos docentes, o impacto na qualidade da aprendizagem pode ser maior ainda (Hwang et al. 2023; Jacobs; Fisher, 2023; Lo, 2023; Kumar et al., 2022).

Na sequência de seu planejamento, a professora A inseriu o *prompt* “Planejamento sobre frações impróprias, próprias e aparentes sextos anos utilizando rotações por estações”. Após isso, a IAGen retornou uma sugestão com cinco estações que serão mostradas individualmente a seguir, pois foram lidas e analisadas desta forma por A. Antes disso, porém, vale ressaltar que a IAGen escreveu uma pequena introdução para ressaltar as possibilidades de se utilizar rotação por estações, mencionando que o tempo total para a realização das estações era de 1 a 2 aulas. Isso pode ser visto na Figura 14.

Figura 14 - Introdução dada pela IAGen para o planejamento de uma aula de matemática no modelo de rotação por estações.



Fonte: Material próprio criado por A em conjunto com a IAGen.

Considerando que uma IAGen pode ser programada para dar retornos como esse de forma intencional, acredito que esse pode ser um aspecto positivo de se utilizar tais recursos digitais durante o planejamento de aulas nos modelos de EH. Nesse caso, de forma espontânea (ou seja, sem programação prévia), a IAGen fez essa observação para destacar o engajamento e as interações possibilitadas pela adoção do modelo de rotação por estações, inferindo que o uso deste modelo de aula contribui com o aumento da participação dos estudantes nas atividades e proporciona maior interação entre eles. Esse aspecto, apesar de simples, pode ser considerado útil para que o docente consiga ter seu olhar direcionado para os elementos mencionados pela IAGen (“envolver os alunos”, o que significa engajamento, e maior interação, no caso), identificando tais pontos nas propostas sugeridas pela IAGen e tornando a aprendizagem teórica mais sólida sobre o modelo ativo utilizado. Isso vai ao encontro do que Horn e Staker (2015) e Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015) mencionam ao falarem dos benefícios de se implementar os modelos de EH.

Ao realizar uma primeira leitura sobre as ideias sugeridas pela IAGen, a professora A relatou que normalmente utiliza quatro estações com seus estudantes e que isso talvez já fosse um ponto que ela teria que alterar nas ideias sugeridas pelo ChatGPT. Ela relatou os divide dessa forma porque fica mais fácil de trabalhar com os seus estudantes quando considera o número de alunos em sua sala de aula de 6º ano: *“minha cidade é pequena, não tem escolas muito grandes aqui. Trabalhar com quatro estações fica bem melhor, os alunos estão acostumados”*, relatou A.

Figura 15 - As sugestões dadas pela IAGen para as duas primeiras estações.

Estação 1: Exploração Visual das Frações Nesta estação, os alunos irão trabalhar com modelos visuais de frações impróprias, próprias e aparentes.

Atividade:

- Distribua diferentes formas geométricas divididas em partes.
- Peça aos alunos que identifiquem e pintem as partes correspondentes às frações dadas.
- Discuta em grupo como as diferentes formas representam frações diferentes e quais são próprias, impróprias ou aparentes.

Estação 2: Quebra-Cabeça das Frações Nesta estação, os alunos resolverão quebra-cabeças que envolvem frações e suas classificações.

Atividade:

- Prepare quebra-cabeças de frações próprias, impróprias e aparentes.
- Os alunos montarão os quebra-cabeças e, depois de montados, devem classificar cada fração.
- Incentive-os a discutir o raciocínio por trás de suas classificações.

Fonte: Material próprio criado por A em conjunto com a IAGen.

A Figura 15 mostra as duas primeiras estações sugeridas pela IAGen a partir do *prompt* inserido por A. A primeira estação consistia em trabalhar modelos visuais de frações impróprias, próprias e aparentes. Esse objetivo logo chamou a atenção de A, que brevemente comentou que também era uma oportunidade de praticar o reconhecimento de numerador e denominadores de frações. Ela complementou que pediria que registrassem alguma parte da atividade dessa estação no caderno para que tivessem uma anotação dos aprendizados. Ela também acrescentaria envelopes coloridos para que os estudantes colocassem as formas após pintarem, classificando-as em frações impróprias, próprias e aparentes. Após isso, A mencionou que a atividade estaria pronta para ser executada, só restando selecionar os materiais para que os estudantes utilizassem.

A segunda estação propõe a execução de um quebra-cabeça das frações, porém não deixa claro como a atividade e os materiais necessários para sua execução poderiam ser preparados. A professora A ficou com essa dúvida, mas logo teve uma ideia a partir da proposta feita pelo ChatGPT:

“Eu não entendi muito bem como criar esse quebra-cabeça, mas tive a ideia de criar um jogo da memória em que em uma carta apareceria uma fração e em outra apareceria a representação dela em modelos visuais. Seria o processo inverso da estação 1 eu acho, o que seria ótimo para formalizar os aprendizados. Eu ainda criaria 3 pilhas de cartões extras, uma escrito frações impróprias, outra frações próprias e outra frações aparentes. Depois que achassem os pares, os estudantes deveriam pegar um cartão de uma das 3 pilhas e classificar as frações com a supervisão e checagem da dupla que estivesse com eles. Ah sim, teria que ser em dupla eu acho, os alunos dentro da estação se dividiriam em duplas. Aqui na sugestão da

atividade não menciona quantos alunos teriam por estações, eu poderia ter até escrito isso no meu comando”.

Nesses casos, é possível observar que a autoria de A foi modificada e facilitada pelas informações que a IAGen gerou a partir do *prompt* inserido por ela, se forma que ela conseguiu ter novas ideias ao considerar as sugestões da IAGen como pontos de partida. O professor B fez a mesma coisa em uma das estações que o ChatGPT sugeriu.

Figura 16 - Estação sugerida pelo ChatGPT para o planejamento do professor B.

Estação 4 – Sala do Professor (Mediação Intencional)

Objetivo: Consolidar o conceito e promover a reflexão com apoio do professor.

Atividade:

- Conversa guiada com perguntas investigativas: “O que é uma função?”, “Toda relação é uma função?”, “Como podemos representá-la?”
- Mini quadro branco para fazer construções conjuntas com o grupo.

Material: Quadro branco pequeno ou cartolina, pincel atômico.

Metodologia ativa: Ensino orientado por investigação.

Fonte: Material próprio criado por B em conjunto com a IAGen.

Com relação à estação 4 mostrada na Figura 16, B afirmou que *“essa estação não ficou boa, os estudantes terão que expor verbalmente algumas perguntas que eu farei, pois sou o mediador, mas eu espero que eles saibam isso já nas outras estações. Isso eu teria explicado na aula anterior, vou ter que trocar aqui”*. Ainda, B acrescentou que *“meus alunos são relativamente agitados, essa mediação minha me deixará preso nessa estação ao mesmo tempo que eles ficarão um pouco mais travados. O ano vai começar, não terei muita proximidade ainda, eles podem se sentir acuados em trocar comigo”*.

Conforme é possível observar nos relatos de B e nos exemplos dados sobre o planejamento feito por A, os professores utilizaram a IAGen para ter ideias para as estações, exercendo a autoria em cima das sugestões dadas. Isso vai ao encontro do que Moran (2024) e Vicari (2021) dizem sobre as possibilidades proporcionadas pela IAGen. Nesse sentido, o professor B utilizou sua expertise e conhecimento na área para criar uma nova estação com o objetivo de que os estudantes aprendessem sobre o diagrama de flechas na representação de uma função. Nesse sentido, a IAGen atuou como Ceibal (2024) menciona em seu trabalho: ela foi uma ferramenta de apoio ao professor B ainda que ele não tenha adotado a ideia sugerida por ela. Ou seja, ele optou por utilizar seu conhecimento para modificar a atividade da estação,

não deixando que o ChatGPT fosse um substituto de sua expertise em definir a tarefa mais adequada para os estudantes.

Esse trecho transcrito de um dos relatos de A deixa claro como professores podem criar em cima das sugestões dadas por recursos de IAGen. Rapidamente a professora conseguiu modificar uma ideia sugerida pelo ChatGPT para uma atividade possível de ser aplicada em sua aula. Isso foi possível a partir de um repertório de atividades e práticas que a professora havia adquirido e desenvolvido ao longo de sua carreira, fato que foi deixado claro por ela ao dizer que “*é disso que gosto na IA, posso rapidamente acessar atividades que já fiz um dia e melhorá-las a partir das sugestões dadas aqui*”.

Figura 17 - As três sugestões restantes de estações criadas pela IAGen a partir do prompt de A.

Estação 3: Jogo das Frações Nesta estação, os alunos participarão de um jogo competitivo para praticar a identificação de frações.

Atividade:

- Crie um jogo de tabuleiro em que os alunos avancem por casas conforme resolvem problemas de frações.
- Os problemas podem envolver simplificação de frações, transformação de frações impróprias em mistas, etc.
- Os alunos jogam em pares ou pequenos grupos, respondendo corretamente para avançar.

Estação 4: Classificação de Frações Nesta estação, os alunos classificarão frações como próprias, impróprias ou aparentes, através de atividades práticas.

Atividade:

- Prepare cartões com frações escritas e representações visuais.
- Os alunos devem classificar cada cartão em categorias apropriadas.
- Eles podem criar um mural com as frações classificadas para compartilhar no final.

Estação 5: Resolução de Problemas Nesta estação, os alunos resolverão problemas contextualizados envolvendo frações.

Atividade:

- Forneça problemas da vida real que exijam a compreensão de frações impróprias, próprias e aparentes.
- Os alunos trabalharão em grupos para resolver os problemas e compartilhar suas soluções com a classe.

No final da rotação, reúna a classe para discutir as atividades e reforçar os conceitos aprendidos. Essa abordagem dinâmica e prática ajudará os alunos a entender e memorizar as diferenças entre frações impróprias, próprias e aparentes.

Fonte: Material próprio criado por A em conjunto com a IAGen.

A Figura 16 mostra as três sugestões restantes de estações criadas pela IAGen a partir dos comandos dados por A. Nas estações 3 e 5, A teceu críticas mais intensas com relação ao que foi proposto. Sobre a terceira estação, o primeiro ponto que chamou a atenção de A foi a

proposta de um jogo competitivo, o que, segundo ela, não é aconselhável porque os alunos já competem muito entre si, inclusive por influência dos jogos externos que acessam nos recursos digitais que possuem em casa. Além disso, A mencionou a proposta de resolução de problemas com frações. A transformação de frações impróprias em mistas, por exemplo, é algo que ainda não tinha sido trabalhado com os estudantes e por isso não poderia ser implementado neste momento. Por conta desses dois fatores, A resolveu ignorar essa proposta.

O mesmo aconteceu para a quinta estação. Foi sugerido que os estudantes resolvessem problemas contextualizados envolvendo frações, o que ainda não tinha sido trabalhado em sala de aula. Segundo A, *“isso não é um impeditivo, mas é um ponto de atenção que eu preciso ter em mente ao desenvolver uma atividade assim pela primeira vez com os estudantes. Provavelmente eu serei acionada por eles com maior frequência nesta estação”*.

O comentário realizado por A referente à estação 5 mostra a preocupação dela com o papel que exercerá dentro de sala de aula durante a implementação de uma aula no modelo de rotação por estações. Pesquisadores apontam que os papéis exercidos pelos professores em aulas utilizando EH sofrem modificações: o professor passa a atuar como mediador da aprendizagem, podendo orientar seus estudantes de uma maneira mais livre, já que não precisa expor os conteúdos para todos (Valente, 2018; Moran, 2018; Horn; Staker, 2015; Bacich; Tanzi Neto; Trevisani, 2015). Segundo estes mesmos autores, os estudantes passam a ter um papel mais ativo na construção do conhecimento, pois podem interagir com os colegas para realizar as atividades propostas em cada uma das estações, sendo corresponsáveis pela aprendizagem.

Segundo A, a quinta estação deveria ser composta por problemas de fácil resolução, já que os estudantes não haviam realizado alguma atividade nesse sentido ainda. Sobre isso, A afirmou que

“o fato de eles não terem realizado atividade de resolução de problemas sobre esse conteúdo não é algo que impossibilita a criação de uma estação com essas atividades. Eu só preciso ter mais cautela e pensar na atividade desta estação junto com as outras, pois prevejo que serei bastante acionada. Nada impede que eu desenvolva essa atividade pela primeira vez em uma aula nos modelos de ensino híbrido, já fiz isso outras vezes, mas pela minha experiência é necessário pensar em como essa estação conversa com as demais”.

O professor B também avaliou a dificuldade da atividade de cada estação ao desenhar as atividades, tentando conectar os conceitos aprendidos em cada uma delas. Segundo ele, *“o ChatGPT me deu muitas ideias, mas preciso melhorar a conexão entre as diferentes estações, pois, quando olho pro material que adotamos, vejo que elas estão misturando algumas aulas que não estão na sequência”*. Por isso, ele alterou o objetivo de algumas estações.

O objetivo de cada estação deve ser pensado com cautela pelos docentes na elaboração de atividades nos modelos de rotação, incluindo a rotação por estações (Horn; Staker, 2015). A professora A destacou por duas vezes essa preocupação, Decidindo por seguir com essa estação após analisar a atividade proposta na quarta estação, conforme descrito abaixo.

Na estação 4 do plano elaborado pela professora A, a proposta era que os alunos classificassem frações como próprias, impróprias ou aparentes a partir de atividades práticas. Uma questão foi feita por A: *“esse é um momento que sinto que a IA me deixa na mão, pois ela sugere atividades práticas e indica o preparo dos materiais para a realização de tais atividades, mas ela não cria esses materiais, ou ela não explica em detalhes como cria-los”*. Apesar de A ter levantado essa pergunta, em nenhum momento ela decidiu perguntar para a IA se era possível que ela criasse ou desenvolvesse melhor as ideias das atividades presentes em alguma das estações, mostrando, conforme aponta Hwang et al. (2023), que o domínio de *prompts* não é intuitivo e precisa ser ensinado.

Enquanto entrevistador, não sugeri tal ideia porque ainda teria outros encontros com A, mas esse foi um questionamento que me fiz ao analisar os dados. Novamente isso vai ao encontro do que a UNESCO (2023), dentre outros autores, fala sobre a literacia em IA na educação e sobre a importância de formarmos os educadores para que utilizem recursos de IAGen de forma a obter resultados mais qualitativos.

4.2.2 Conclusões sobre os planos de aula de matemática no modelo rotação por estações

Os professores A e B optaram por realizar um dos seus planos de aula no modelo de EH chamado rotação por estações. Ambos os docentes são experientes e buscam desenvolver aulas em outros modelos, além do expositivo, com certa frequência.

Os dois professores não mencionaram conhecer a estrutura de diferentes tipos de *prompts* que podem ser utilizados para qualificar os retornos elaborados por uma IAGen. Os *prompts* utilizados por eles não se assemelharam com as ideias de *prompts* propostos por Jacobs e Fisher (2023), Kumar et al. (2022), Lo (2023), Nyakundi (2023) e Youngblood (2023), e aparentemente não caracterizaram algum outro *prompt* cujo modelo foi pensado para qualificar os retornos obtidos.

Os *prompts* utilizados por eles foram escritos de maneira informal e eles não manifestaram conhecimento sobre as estruturas que poderiam utilizar para obterem melhores respostas, mesmo sabendo que a IA altera os retornos a partir dos comandos inseridos nela. A professora A utiliza seus *prompts* de forma intuitiva, aproveitando suas experiências prévias com a construção de planos de aula por meio do uso de IAGen e para pegar ideias para as

estações. O professor B já é mais direto, utilizando o ChatGPT para obter ideias para as estações após inserir que desejava elaborar um plano de aula em um modelo de EH. Ambas as ações corroboram Hwang et al. (2023) e o documento elaborado pela UNESCO (2023) sobre a importância de formações em literacias de *prompts*, mostrando que pode não ser natural o início do uso qualitativo em uma IAGen. Ambos os documentos destacam a importância da literacia em IA, competência que engloba a capacidade de ler, escrever e compreender uma informação por meio do uso da IAGen.

Sobre o conceito de EH, especificamente sobre o modelo de rotação por estações, os docentes não realizaram questionamentos com relação ao plano de aula criado, como, por exemplo, a definição de um tempo específico para que as estações ocorram concomitantemente. Segundo Horn e Staker (2015), modelo de rotação por estações é composto por estações independentes e que possuem o mesmo tempo de duração em cada uma delas.

Ao realizar um planejamento de uma aula neste modelo, esse é um ponto que deve ser abordado pelo docente, o que não aconteceu no caso de A. Não é possível afirmar que a professora não se atentou a isso, ela apenas não manifestou explicitamente esse fato. Baseado nas experiências prévias e em todas as entrevistas que tive com ela durante o processo de produção de dados, é possível inferir que esse ponto seria olhado por ela no momento da construção dos materiais de cada uma das estações. Já B mencionou explicitamente estar atento a esse fato, garantindo que as estações tivessem o mesmo tempo de duração.

Esse é outro ponto que merece destaque: A não mencionou e não deu indícios de ter a intenção de usar a IAGen para gerar atividades de prática para os estudantes. Ela somente utilizou a IAGen para ter ideia do que desenvolver nas estações nos modelos de aula que ela adotou em seus planejamentos. Entendo que isso possa ter ocorrido porque ela é acostumada a utilizar a sua própria experiência em sala de aula para criar as atividades, pois relatou sempre fazer isso ao longo de sua carreira de mais de 20 anos de sala de aula.

Segundo Gattupalli e Maloy (2023), o conhecimento sobre como é possível formular *prompts* surge como um requisito fundamental para que docentes possam interagir com recursos de IAGen, de forma que tais interações podem transformar a prática de professores em diferentes contextos. Esse poderia ser o caso de A, que ao conhecer diferentes possibilidades para a criação de *prompts*, poderia optar por estratégias e comandos diferentes para planejar suas aulas.

Durante a produção dos dados isso não foi mencionado para ela, mas após a investigação ter terminado, A pediu um *feedback* e sugestões que pudessem fazê-la melhorar enquanto docente que utiliza recursos de IAGen. Uma das sugestões dadas foi que ela poderia utilizar

tais recursos para criar as atividades das estações que ela identificasse como possíveis de serem aplicadas em sua realidade. Em resposta, A disse que tentaria criar uma aula inteira usando a IAGen somente para testar essas possibilidades.

Já o professor B pareceu mais direto e condicionado a pensar em determinados tipos de atividades a partir das tarefas que normalmente desenvolve com os estudantes em suas aulas. Em um determinado momento, ele mencionou que *“assim, desse jeito, a atividade dessa estação ficará mais próxima do que o que o livro traz para os alunos”*. Ou seja, apesar de o momento poder ser considerado oportuno para a criação de atividades com características diferentes, B preferiu pensar em atividades que conversassem mais com a realidade de atividades já desenvolvidas por ele em sala de aula.

Para este modelo de EH, os professores não enxergaram a IAGen como uma solução mágica para os problemas da educação. Ela é uma ferramenta que exige planejamento, acompanhamento e avaliação constantes (Vicari, 2023; Youngblood, 2023). Os professores precisam estar preparados para utilizar a IA de forma eficaz, adaptando-a às suas necessidades e às de seus alunos (UNESCO, 2023). A formação continuada é essencial para garantir que os educadores estejam atualizados sobre as últimas tendências e tecnologias em IA (Vicari, 2021).

Para evitar o uso indevido da IAGen, é preciso repensar as formas de avaliação da aprendizagem. Em vez de focar na memorização de informações, é preciso valorizar a capacidade de aplicar o conhecimento em situações reais, de resolver problemas complexos e de trabalhar em equipe (Lo, 2023; Valente, 2018). A IA pode ser utilizada para criar avaliações mais personalizadas e autênticas, que reflitam o desenvolvimento de habilidades e competências relevantes para o século XXI.

4.2.3 Os planos de aula de matemática realizados no modelo laboratório rotacional

Além das experiências com o modelo de rotação por estações, os professores participantes desta pesquisa também utilizaram a IAGen para planejar aulas de matemática no modelo laboratório rotacional. Esse modelo se caracteriza pela alternância dos estudantes entre dois momentos diferentes de aprendizagem, localizados no mesmo espaço ou não, sendo que um deles envolve necessariamente a utilização de tecnologias digitais, enquanto o outro pode ser voltado para atividades em grupo, investigações, discussões orientadas pelo professor ou qualquer outra estratégia que o docente desejar (Horn e Staker, 2015; Bacich, Tanzi Neto e Trevisani, 2015).

Essa modalidade, em especial, foi adotada por dois docentes desta investigação – professora A e professor C –, cujas práticas evidenciaram diferentes utilizações da IAGen como ferramenta para auxiliá-los no processo de planejamento.

A Professora A estruturou um plano de aula voltado ao estudo de equações do 1º grau para o 7º ano. A primeira sugestão do ChatGPT foi uma aula com base na habilidade da BNCC de resolver e elaborar problemas que envolvam equações do 1º grau com uma variável, conforme mostrado na Figura 18. O *prompt* inserido pela professora foi: “criar um plano de aula sobre equações do 1 grau para 7 anos utilizando o modelo de ensino híbrido chamado laboratório rotacional”.

Figura 18 - Introdução ao plano de aula sugerido pelo ChatGPT.

PLANO DE AULA

Tema: Equações do 1º grau com uma variável

Ano: 7º ano do Ensino Fundamental

Modelo de Ensino Híbrido: Laboratório Rotacional (formato clássico)

Duração: 2 aulas de 50 minutos (100 minutos)

Habilidade da BNCC: EF07MA07 – Resolver e elaborar problemas que envolvam equações do 1º grau com uma variável

Estrutura: Dois grandes grupos se revezam entre a sala de aula e o laboratório de informática

Fonte: Material próprio criado por A em conjunto com a IAGen.

Ao analisar o objetivo da aula sugerida pela IAGen, a docente A percebeu que ele abordava uma parte mais avançada do conceito:

“Ele [o ChatGPT] sugeriu a habilidade de resolver e elaborar problemas que envolvam equações do 1º grau com uma variável logo de cara. Eu não sei se só tem essa, preciso ver a BNCC, mas primeiro quero a introdução ao conceito. Vou ver as atividades sugeridas e daí mudo se for o caso”. [A]

Na opinião dela, para atender ao objetivo sugerido, a IAGen forneceria atividades que abordariam aplicações do conceito em problemas reais, considerados mais complexos, relacionados com situações do cotidiano. Porém, ao ler as sugestões ao longo do plano, A acreditou que as atividades não estavam condizentes com o objetivo sugerido. Um dos argumentos mencionados por ela foram os objetivos específicos mencionados ao fim da Atividade 1, como é possível ver na Figura 19. Segundo A, esses objetivos “*são objetivos da introdução do conceito de equação de 1º grau, não são objetivos avançados. E eu gostei da atividade, achei bem dinâmica e que tem vários elementos que os alunos do 7º gostam. Eles irão gostar dos cartões*”.

Ao refletir sobre a sugestão dada, A ainda pensou em complementações do ponto de vista da comanda que colocaria para os estudantes, como, por exemplo, não envolver frações nas operações. Além disso, percebeu que a palavra “expressões” e “equações” estavam sendo usadas como sinônimos, mencionando que *“até onde sei, expressões contém números, incógnitas, não têm sinal de igual. Equação é a igualdade de duas expressões matemáticas. Acredito que aqui está errado, mas é um erro que passaria sutilmente por muitos, preciso corrigir isso depois”*.

Figura 19 - Atividade 1 sobre equações do 1º grau sugerida pela IAGen.

Atividade 1 – Sala de aula com o professor

Nome da atividade: "Quebra-cabeça da equação"

Descrição:

Os alunos recebem cartões com trechos de equações embaralhadas (ex: $+2$, $\times$, $=$, 8) e devem montar expressões matemáticas coerentes. Depois, resolvem as equações montadas e explicam o raciocínio em dupla. Em seguida, participam de uma dinâmica tipo "roda de explicação", em que um grupo apresenta e o outro desafia a estratégia usada.

Objetivos específicos:

- Identificar os elementos que compõem uma equação.
- Aplicar a lógica do equilíbrio para resolver equações.
- Verbalizar o raciocínio e ouvir estratégias de colegas.

Fonte: Material próprio criado por A em conjunto com a IAGen.

As análises feitas por A mostram a importância de o professor agir em autoria conjunta com o que é gerado pela IAGen, assim como Kamalov et al. (2023) mencionam. Moran (2024) menciona que

A IA não substituirá os professores no que eles têm de melhor: a interação humana, a empatia, o apoio emocional e o ensino criativo, que continuam sendo essenciais para uma educação de qualidade. Precisam ser muito competentes intelectual, emocional e digitalmente e também ter apoio e condições de exercer a profissão dignamente. Seu papel é decisivo na formação de crianças e jovens para que aprendam a pensar, questionar, comparar, a desenvolver valores humanistas, democráticos e sustentáveis.

Complementando o que o autor menciona, em casos específicos como esse, é possível verificar que os docentes também têm um papel fundamental com relação ao conhecimento específico dos conteúdos da área em que atuam. Assim como aconteceu com A neste momento do planejamento, e conforme Slattery et al. (2025) mencionam, a IAGen pode retornar alguma desinformação, sendo esse um dos riscos gerados ao se utilizar tais recursos. Professores bem formados, com domínio sobre o conteúdo que ensinam e com conhecimento de estratégias diferentes para ensinar um mesmo conteúdo serão mais capazes de identificar as inconsistências nos retornos das IAGen e agir sobre elas.

Por conta dessa inconsistência, a professora A optou por reelaborar os objetivos inicialmente sugeridos pela IAGen, demonstrando um posicionamento crítico frente aos resultados fornecidos na saída, reafirmando a importância do olhar pedagógico na seleção e adequação dos objetivos de aprendizagem. A própria OpenAI, desenvolvedora do ChatGPT utilizado por A, mencionou que o usuário deve ficar atento para que erros não passem despercebidos durante o uso da ferramenta. Isso inclui, claro, o retorno dado a partir do *prompt* inserido por A (OpenAI, 2023).

O professor C também teceu comentários com relação aos objetivos de aprendizagem sugeridos pela IAGen ao solicitar um planejamento sobre o conceito de progressão aritmética, conforme mostrado na Figura 20.

Figura 20 - Objetivos de aprendizagem sugeridos pela IAGen para o plano de aula do professor C.

Objetivos da Aula

- Identificar regularidades em sequências numéricas e estabelecer critérios de formação de uma PA.
- Compreender os elementos que compõem uma progressão aritmética (termo inicial, razão e fórmula do termo geral).
- Resolver problemas que envolvam o cálculo de termos de uma PA.
- Utilizar recursos digitais para visualizar a regularidade e o crescimento da PA.
- Promover o protagonismo estudantil e o desenvolvimento da autonomia intelectual por meio do uso articulado de metodologias ativas e recursos digitais.

Fonte: Material próprio criado por C em conjunto com a IAGen.

Nesse caso, C mencionou que *“o último objetivo não é objetivo de aprendizagem específico de matemática, mas sim algo que posso considerar nas atividades, estimulando isso a partir da estratégia que uso em cada momento de aprendizagem”*. Além disso, mencionou também que *“resolver problemas não se encaixa aqui, pois será uma aula sobre o início do tema. Problemas deverão vir mais pra frente”*, observação semelhante à feita por A sobre o plano dela.

Diferentemente de A, C fez a seguinte afirmação: *“Eu quero ver as atividades, os objetivos de aprendizagem eu consigo olhar no material que a escola adota, só preciso ver quantas aulas as atividades feitas aqui irão pegar do material e calcular o tempo aqui pra ver se se encaixa com o tempo previsto no material”*. Essa explicação mostra dois pontos: um é que C utiliza o material que a escola adota para pegar os objetivos de aprendizagem e confere se as atividades estão de acordo com as aulas do material; outro é uma preocupação em cumprir as aulas do material adotado. Ao ser questionado sobre isso, C explicou que o material traz a

distribuição de aulas que o professor deve fazer e por isso precisa alinhar cada prática que planeja ao cumprimento do material para não haver atraso no cronograma e não ser cobrado pela coordenação da escola posteriormente.

Nesse caso, a ação de C vai ao encontro do que a UNESCO (2023) traz em seu Guia para a IA generativa na educação e na pesquisa, pois C utiliza da interação com a IAGen para repensar e redesenhar o currículo que está trabalhando com os estudantes, mesmo que em uma versão menor, tratando da sua própria prática e não da criação de um novo currículo para algum objetivo específico.

A atividade sugerida para ser realizada com o acompanhamento do professor C consistia em que os estudantes completassem uma sequência numérica e descobrissem sua lógica de formação. A proposta pedia que isso fosse feito em pequenos grupos para que os estudantes elaborassem hipóteses, testassem diferentes razões e chegassem à fórmula do termo geral. O professor, então, inseriu um nova entrada: *“Elaborar uma sugestão de atividade a ser dada na etapa 1”*. A sugestão retornada pela IAGen é mostrada na Figura 21.

Figura 21 - Sugestão de atividade dada pela IAGen para o professor C.

Exemplo de sequência para os alunos

A ficha impressa pode conter uma tabela como esta:

Posição (n)	Termo (a_n)
1	5
2	?
3	13
4	?
5	21

Perguntas orientadoras para os grupos:

- Qual é o padrão de formação dos termos?
- Qual deve ser o termo 2? E o termo 4?
- Qual é a diferença entre os termos consecutivos?
- Qual seria o termo 10 dessa sequência?
- Qual expressão representa o termo geral da sequência?

Fonte: Material próprio criado por C em conjunto com a IAGen.

A ideia era que o professor apresentasse a sequência numérica mostrada na Figura 21. Os alunos estariam em grupos com 4 ou 5 membros e teriam que reconstruir a sequência original, identificando o padrão que a organiza; determinar o termo inicial e a razão da

sequência; prever os próximos termos com base no padrão identificado; e criar uma expressão para representar o n -ésimo termo. Isso deveria ser registrado em uma folha para ser compartilhado depois.

A partir desse retorno, C comentou que *“achei a atividade muito fácil, mas a usarei para aquecer as discussões. Montarei uma outra tomando como base essa mesma, mas com valores mais difíceis, talvez colocando algum número negativo em uma sequência decrescente. Gostei da estrutura sugerida”*. É possível observar que C considera a sugestão para criar em cima dela, inclusive relata ter ficado satisfeito com a organização da atividade sugerida pela IAGen.

Nesse caso, conforme Kamalov et al. (2023) menciona, C considerou que a IA o ajudou a economizar tempo, mencionando que *“é ótimo quando isso acontece, quando a IA pensa na estrutura ou oferece ideias que simplificam o que preciso. Não pedi nada específico e ela me retornou algo que será útil na minha prática”*. Porém, é notável que C designa o retorno considerando bom dado pela IAGen ao acaso, ao mencionar que *“não pediu nada específico”* e, mesmo assim, obteve um retorno que lhe será útil. Isso mostra que C não elaborou um *prompt* adequado para ter o retorno que deseja e nem solicitou ideias de estruturas no retorno dado pela IAGen, indicando que ele pode não conhecer estruturas de *prompt* que contribuem com a qualidade do retorno dado pela IAGen, como as sugeridas por Jacobs e Fisher (2023), Kumar et al. (2022), Lo (2023), Nyakundi (2023) e Youngblood (2023).

Para C, o que mais chamou a atenção durante o planejamento dessa parte da atividade foi o que está sendo mostrado na Figura 22.

Figura 22 - Orientações dadas pela IAGen para a atividade 1.

Papel do professor

Durante a realização da atividade, o professor circula pelos grupos, observa as interações e promove mediações pontuais com perguntas como:

- “O que vocês notaram entre os termos dados?”
- “Existe um número que está sendo somado a cada passo?”
- “Como você pode prever o valor do 10º termo sem montar toda a sequência?”

Ao final, o professor reúne os grupos e conduz uma sistematização coletiva, destacando a **ideia de termo inicial** (a_1), **razão** (r) e **fórmula do termo geral da PA**:

$$a_n = a_1 + (n - 1) \cdot r$$

Fonte: Material próprio criado por C em conjunto com a IAGen.

A IAGen, sem que C pedisse, retornou orientações sobre o papel do professor para a realização da atividade, sugerindo inclusive questionamentos que o professor pode realizar para os estudantes em seus grupos. Sobre isso, o docente C comentou que *“perguntar o que os alunos notaram entre os termos dados é vago demais, perguntas devem ser mais objetivas, como ‘os números da sequência aumentam ou diminuem? Isso significa que algo está sendo somado ou subtraído em cada termo da sequência?’ . Sempre perguntas diretas”*. Porém, C manifestou a seguinte reflexão: *“ah, se tivesse isso quando eu me formei, tudo seria muito mais fácil”*. Indagado sobre o significado deste comentário, C relatou que *“quando somos recém-formados, demoramos a aprender perguntar. Ninguém me ensinou a perguntar, tive que aprender na prática que perguntas devem ser nominais, diretas, claras, e não genéricas. Essas, apesar de não estarem do meu gosto, seriam um ponto de partida excelente”*.

O relato de C mostra um ponto de vista importante que a IAGen pode acrescentar para professores recém-formados ou para instituições que desejam contribuir com a orientação de seus professores: a possibilidade de os retornos dados por ela contribuírem com a formação docente ao sugerirem ações, ideias ou orientações para os professores realizarem em sala de aula a respeito do modelo de aula adotado. No caso, sugerir que o professor circulasse pela turma e realizasse tais perguntas pode ser visto como um complemento às sugestões dadas no âmbito da matemática. Em outras palavras, parte do retorno se refere ao conhecimento matemático, parte se refere ao conhecimento pedagógico.

Esse caso contrasta com as orientações dadas pela UNESCO (2023) ao não mencionar a utilização da IAGen pelo professor para a execução de suas próprias tarefas docentes, como a realização de planejamentos de aulas, e nem a utilização para a sua própria formação, de modo que o educador possa utilizar o conhecimento da IAGen para aprender tópicos úteis para a sua própria prática, sejam eles específicos da área de conhecimento em que o professor é especialista ou gerais, como, por exemplo, conhecimentos pedagógicos sobre os modelos de EH, gestão de sala de aula, taxonomia de Bloom, dentre outros.

Algo semelhante aconteceu com a professora A ao pedir para que a IAGen realizasse o planejamento. No início do plano, logo antes dos objetivos da aula, o texto mostrado na Figura 23 foi inserido para abrir o planejamento solicitado no modelo laboratório rotacional.

Figura 23 - Orientação pedagógica fornecida pela IAGen no plano de aula.

Justificativa pedagógica

No modelo de ensino híbrido **Laboratório Rotacional**, a turma é dividida em dois grandes grupos que ocupam espaços distintos e simultâneos: um permanece com o professor na **sala de aula**, e o outro realiza atividades de forma **autônoma no laboratório de informática**. Diante disso, é essencial que as propostas de trabalho no laboratório sejam **autoinstrucionais**, ou seja, desenhadas para que o aluno compreenda o que deve fazer, com clareza e segurança, mesmo sem a presença contínua do professor.

Fonte: Material próprio criado por A em conjunto com a IAGen.

Na Figura 23, é possível observar que existe um destaque para que a atividade do laboratório de informática seja realizada de forma autônoma e que tenham propostas autoinstrucionais, compreendendo com clareza e segurança o que devem fazer. Nesse sentido, a docente A, ao ler esse parágrafo, comentou que *“isso eu já sabia, estava em mente, lembrei da teoria do curso on-line que fizemos, mas é sempre bom ressaltar, pois agora estarei consciente. Não sei se teria pensado nisso sem ler, mas quando li, pensei que isso eu já sabia”*. Ou seja, para A, a IAGen lembrar um aspecto importante da teoria e sugerir destaque no início do plano fez com que ela prestasse mais atenção em aspectos específicos do plano sugerido, mantendo um olhar mais direcionado para eles durante a avaliação do que for retornado como saída.

Além disso, é possível destacar a menção do curso *on-line* sobre EH feito pelos sujeitos de pesquisa antes do início das entrevistas e planejamentos, pois ela fortalece a ideia de que uma formação teórica sólida contribui diretamente com a qualidade do que é executado pelo professor, ressaltando a importância do domínio teórico para conseguir analisar criticamente o que é retornado pela IAGen.

Com relação às sugestões propostas para a estação que envolve o uso de um recurso digital no modelo laboratório rotacional, a professora A obteve o retorno mostrado na Figura 24. A IAGen forneceu uma orientação para que o professor implementasse com os estudantes, iniciando pela escolha de uma plataforma ou *site* que tenha vídeos sobre o conteúdo da aula para que os estudantes conseguissem assisti-los e, posteriormente, realizar uma atividade de forma mais autônoma.

Uma das plataformas sugeridas é a Khan Academy²³, a maior plataforma adaptativa para o ensino de matemática do mundo. A professora A relato conhecer e ter utilizado a plataforma,

²³ A Khan Academy oferece aprendizado personalizado para todas as idades, com vídeos, exercícios e painel de progresso. Os conteúdos vão da educação infantil ao ensino superior, priorizando o domínio de habilidades em áreas como matemática, ciências, leitura, história, economia e mais, ajudando os alunos a aprenderem no próprio ritmo e a construir bases sólidas para o futuro. Para saber mais, acessar <https://pt.khanacademy.org/>.

mas não mencionou o novo recurso deles, chamado de Khanmigo, um assistente de ensino com IA que explica conteúdos passo a passo, sem dar respostas prontas, incentivando o raciocínio; auxilia professores a criarem atividades, planejarem aulas e acompanharem o desempenho dos alunos; atua como um companheiro de estudo, disponível para tirar dúvidas em tempo real sobre matemática, ciência, escrita e muito mais; e simula conversas com personagens históricos ou literários visando tornar o aprendizado mais envolvente.

Figura 24 - Retorno da IAGen sobre um dos momentos da atividade da professora A.

Requisitos didáticos para a atividade digital

O professor deve preparar uma **atividade estruturada com roteiro passo a passo**, que contenha:

1. Abertura com conteúdo explicativo (vídeo ou tutorial)

Instruções claras para assistir a um vídeo curto e introdutório sobre equações do 1º grau. O vídeo deve ter linguagem acessível, preferencialmente com legenda ou dublagem em português, e pode estar hospedado em plataformas como Khan Academy ou YouTube Edu.

2. Sequência de exercícios interativos com feedback automático

O roteiro deve indicar quais exercícios realizar (preferencialmente 5 a 10), com orientação para o aluno registrar no caderno dois desafios que resolveu com sucesso e um que errou, junto com o que aprendeu com o erro.

3. Tarefa de criação

O aluno será solicitado a criar uma equação contextualizada em uma situação do cotidiano e registrá-la por escrito. Exemplo: "Comprei 3 lanches e uma água. Gastei R\$ 27. Quanto custou cada lanche?" → Equação: $3x + 3 = 27$.

4. Roteiro impresso ou digital acessível

O roteiro precisa estar disponível em papel (impresso) ou como um arquivo fácil de acessar, com linguagem simples, verbos no imperativo (ex: "Assista ao vídeo...", "Resolva os desafios...", "Anote no caderno...") e com **espaços de resposta já definidos**, quando possível.

Escolha das plataformas

Recomenda-se que o professor utilize **plataformas educacionais confiáveis e gratuitas**, como:

- **Khan Academy** (<https://pt.khanacademy.org>)
| Conteúdo em português, vídeos curtos e exercícios com feedback automático.
- **PhET Simulações – Equality Explorer** (https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/equality-explorer)
| Simulador visual para explorar o conceito de equilíbrio em equações.
- **GeoGebra Classroom** (<https://www.geogebra.org/classroom>)
| Permite criar sequências interativas com visualização gráfica.

Fonte: Material próprio criado por A em conjunto com a IAGen.

A docente A não fez novas inserções de comandos na IAGen, mas relatou que

“Vou entrar no site deles depois para olhar a sequência de vídeos e atividades para esse tópico. Já fiz com um outro 7º ano há um tempo, mas gosto sempre de olhar pra ver se mudou. Os alunos amam a plataforma, como é gamificada, fazem mais exercícios do que se fosse em uma folha impressa. O bom é que ela se adequa a cada necessidade e dúvida de cada aluno, pois

vai oferecendo atividades a partir do que acertam ou erram, ela vai avaliando eles. Isso é um tipo de personalização eu acho, mudam os caminhos de cada um dentro do mesmo tópico. Posso até recomendar um início comum a partir de uma atividade específica, mas quando vou ver, eles estão em locais diferentes e falam que a plataforma os levou lá sozinhos. É bem interessante eu acho! Eu só preciso montar as turmas depois na plataforma, mas isso sei fazer, os alunos estão acostumados porque já usaram e a tecnologia pra eles é fácil. Eu pesquisei um pouco sobre como a IA pode ajudar a personalizar também, mas não fui muito a fundo porque não tive tempo, quero ver sobre isso depois. Nesse caso da Khan, o site usa IA pra personalizar? É a mesma ideia de IA que usei pra gerar o plano?” [A]

O relato de A menciona a personalização realizada com a ajuda da plataforma adaptativa Khan Academy como algo positivo para a prática dela, reconhecendo que esse processo pode contribuir com a aprendizagem do estudante sobre os tópicos estudados. A possibilidade de personalização do ensino é algo abordado pelo EH (Horn e Staker, 2015; Bacich, Tanzi Neto e Trevisani, 2015), de forma que seus modelos podem favorecer alguma camada de personalização se o professor desejar.

Ao final, A questiona se a plataforma Khan Academy implementa a personalização por meio do uso de IA. Foi explicado para ela, de forma geral, o que a plataforma proporciona como recursos para o professor e de que forma isso é feito. Após isso, ela comentou: *“Realmente eu quero ver possibilidades com o uso da IA, acho que pode sair coisa muito legal, porque posso ir além do que a plataforma recomenda, ela só tem vídeos, atividades, explicações... só não, né, isso já é muita coisa, mas quero pensar o que há além disso”*. Ou seja, é possível observar que A enxergou a IAGen como possibilidade para ajudá-la no processo de personalização do ensino, apesar de ainda não saber fazê-lo por si mesma utilizando uma IAGen, o que mostra um certo desconhecimento sobre como a IA e a IAGen se diferenciam e funcionam individualmente (Vicari, 2024).

Nesse sentido, é possível perceber o reconhecimento da personalização do ensino como uma possibilidade de contribuir com a aprendizagem dos estudantes, conforme os guiam por caminhos diferentes de aprendizagem, a partir dos erros e acertos que eles cometem na plataforma. Porém, ao mesmo tempo, é notável o desconhecimento da docente A sobre como isso ocorre e sobre como ela consegue implementar por si mesma dentro de seu planejamento. Isso vai ao encontro do que Murphy (2019) e Martínez-Comesaña et al. (2023) defendem ao dizer que sistemas de avaliação automatizada são um benefício da IA na educação ao ajudar professores a verificarem o que foi aprendido por seus alunos.

Ao mesmo tempo, conforme apresentado na Tabela 1, adaptação realizada a partir dos estudos de Vicari et al. (2023), a docente A não sabe explicar as diferenças entre a IAGen e a IA adaptativa presente na plataforma Khan Academy, funcionando como um algoritmo

preditivo que faz recomendações baseadas no desempenho anterior. Ou seja, a IA presente nas indicações feitas pela plataforma Khan Academy não gera conteúdo novo, como textos, enunciados ou explicações inéditas. Ela apenas seleciona e organiza conteúdos pré-existentes com base em dados do aluno. Já a função Khanmigo da plataforma pode ser considerada IAGen, pois quando explica um exercício, ele não apenas mostra uma resposta pré-programada, mas gera uma explicação adaptada ao aluno. Quando o professor pede sugestões de atividades, ele cria novas ideias, não apenas seleciona de um banco de dados.

A professora A relatou ter gostado da ideia sugerida pela IAGen para a estação em que os estudantes utilizariam a Khan Academy, apesar de mencionar que já tinha feito aulas semelhantes anteriormente. Ela disse, porém, que precisaria estruturar o plano em definitivo posteriormente, pois precisaria olhar a plataforma com atenção. Para finalizar a nossa conversa, ela fez anotações em seu caderno sobre os pontos a pensar para a elaboração de seu planejamento em um momento posterior, pois estava se aproximando do horário de ela entrar em aula.

O professor C, ao consultar a sugestão dada pela IAGen para a atividade que estava planejando para a estação em que os alunos utilizariam um recurso digital (Figura 25), disse que *“a atividade é simples demais. Ele [a IAGen] sugeriu praticamente criar uma lista on-line de exercícios para os estudantes, algo que eu posso fazer no Google Docs com um formulário”*. Porém, é possível notar nas orientações que o ChatGPT sugeriu o uso de alguns recursos, como a plataforma Khan Academy. Ao ser questionado sobre isso, C mencionou que *“é verdade, eu li direto o roteiro que seria entregue aos alunos, confesso. Não li a descrição. Professor está acostumado a ir para o que precisa de fato, né? Estamos sempre correndo contra o tempo com tudo, isso até afeta o planejamento”*.

Concordo com C em seu comentário, pois vejo muito isso em minha experiência de mais de 12 anos como formador de professores: os docentes brasileiros possuem pouco tempo para realizar planejamentos adequados para suas aulas e, quando realizam, focam muito mais nas atividades práticas que desenvolverão com os seus estudantes do que no embasamento teórico que fundamentará a prática. Certa vez, conversando com alguns docentes sobre isso, lembro-me de uma frase que acredito ser oportuna aqui por refletir o pensamento de alguns professores: *“professor experiente vai pro que interessa e pro que dá resultado”*. Nesse caso, desse ponto de vista, “o que interessa” seriam as atividades que os alunos desenvolveriam em aula, pois isso “é o que dá resultado” na aprendizagem deles segundo esse olhar.

Figura 25 - Sugestão dada pela IAGen para a atividade do plano de aula de C.

Etapas 2: Atividade no laboratório de informática – com uso de recurso digital

Atividade: “Simulando uma PA no ambiente digital”

Descrição:

No laboratório, os estudantes acessaram uma plataforma interativa (como a Khan Academy ou GeoGebra Classroom) para explorar uma simulação de progressão aritmética. A atividade envolveu a criação de sequências com diferentes razões e a visualização dos termos por meio de tabelas, gráficos e expressões algébricas.

Roteiro entregue aos alunos:

1. Assistir a um vídeo introdutório sobre progressão aritmética.
2. Inserir dados em uma tabela e identificar o padrão de crescimento.
3. Gerar o gráfico dos termos da PA.
4. Descobrir a fórmula do termo geral usando os dados obtidos.
5. Resolver dois desafios propostos na própria plataforma.
6. Criar uma PA inspirada em uma situação do cotidiano e registrar no caderno.

Fonte: Material próprio criado por C em conjunto com a IAGen.

Se formos considerar essa visão, fato que é empírico e apenas uma suposição, é possível questionar a razão de C não ter inserido no *prompt* inicial, mostrado no início deste capítulo, algo que valorizasse o retorno da IAGen com relação às ideias sugeridas nas atividades práticas dos estudantes. Ou seja, se C considera que a parte mais importante do plano de aula é composto pelas atividades que os alunos realizarão, ele poderia ter enfatizado isso no *prompt* de alguma forma. Porém, isso não foi realizado nas entradas elaboradas por C, dando indícios de que C também desconhece estruturas de *prompts* que possam impactar positivamente a educação, como os sugeridos por Jacobs e Fisher (2023), Kumar et al. (2022), Lo (2023), Nyakundi (2023) e Youngblood (2023).

Posteriormente, C mencionou que, para esse caso em específico, optaria por construir o formulário ao invés de utilizar a Khan Academy, pois poderia inserir questões do próprio material dos estudantes em sua criação para dar sequência no cumprimento do material do aluno durante as aulas. Além disso, ele mencionou que uma vantagem seria não ter que registrar os dados dos estudantes na plataforma “um por um” em uma turma, levantando um ponto de que a burocracia envolvida na utilização de um determinado recurso pode afetar a adoção deste recurso.

Nesse sentido, conforme afirmam Madiega (2023) e Kamenskih (2022), é fundamental que a instituição de ensino e os docentes sejam cautelosos ao adotar ferramentas onde devemos

inserir os dados dos estudantes. Em casos como esse, é recomendado investigar como é feito o armazenamento dos dados pessoais dos alunos, algo que possivelmente estará mencionado nos termos de uso da ferramenta.

O professor C definiu, portanto, elaborar um formulário no Google Docs para esse momento de sua aula, mas disse que seguirá o roteiro sugerido pela IAGen para elaborar alguma orientação para os estudantes, decisão que mostra o impacto da IAGen na autoria docente.

4.2.4 Conclusões sobre os planos de aula de matemática no modelo laboratório rotacional

Os professores A e C optaram por realizar um dos seus planos de aula no modelo de EH chamado laboratório rotacional, sendo que a professora A utiliza modelos de aula diferentes do expositivo com mais frequência que o professor C, segundo o que foi relatado por eles.

Ambos os docentes não mencionaram conhecer a estrutura de diferentes tipos de *prompts* que podem ser utilizados para qualificar os retornos elaborados por uma IAGen, de forma que em nenhum momento os *prompts* construídos por eles se assemelharam com os sugeridos por Jacobs e Fisher (2023), Kumar et al. (2022), Lo (2023), Nyakundi (2023) e Youngblood (2023). Ainda, considero que os modelos de *prompt* utilizados para planejar a atividade de ambos não caracterizam alguma outra estrutura de *prompt* que seja embasada em um retorno mais qualificado, conforme argumentos apresentados pelos professores entrevistados.

Os dois professores exerceram a autoria sobre os planos de aula considerando o que a IAGen retornou como saída. Logo no início, a docente A iniciou refletindo sobre a possível mudança do objetivo da atividade e percebendo uma incoerência em uma sugestão dada pela IAGen, que utilizou as palavras “expressões” e “equações” como sinônimos. O professor C também modificou o que foi sugerido pela IAGen com relação aos objetivos de aprendizagem. Em ambos os casos, os professores relataram que a IAGen considerou objetivos muito avançados para o que eles desejavam desenvolver nos conteúdos escolhidos. Por outro lado, nenhum deles relatou no *prompt* o objetivo que desejava alcançar com os estudantes durante as aulas.

Esses fatores mostram que há um descompasso entre o que os docentes solicitam para a IAGen realizar e o que esperam como saída dela, isto é, eles desejam desenvolver atividades para os objetivos de aprendizagem iniciais com relação aos conceitos que irão ensinar, mas não mencionam isso para que a IAGen consiga ajuda-los, o que fortalece a conclusão de que o ato de o professor utilizar recursos de IAGen para realizar tarefas docentes, como planejamentos de aula, não é algo intuitivo e necessita ser trabalhado em formações iniciais e continuadas.

Além disso, documentos norteadores, como o desenvolvido pela UNESCO (2023), devem considerar o uso de uma IAGen pelos docentes como um recurso possível de auxiliá-los em seus fazeres pedagógicos e como instrumento que contribui com a autoformação deles, de modo que os professores consigam aprender enquanto utilizam tais recursos.

Como ilustração desse fato, destaco que os planos de aula desenvolvidos pelo ChatGPT após os comandos de entrada terem sido inseridos pelos professores continham pequenas orientações sobre o papel que os docentes poderiam exercer durante suas aulas, o que foi reconhecido como positivo por ambos os professores. O educador C, por exemplo, destacou que isso poderia tê-lo ajudado logo após ter concluído sua formação inicial, mas a ferramenta ainda não existia. Já a professora A mencionou que as orientações dadas pela IAGen fizeram com que ela retomasse a atenção em alguns pontos, apesar de relatar que estava com eles em mente por conta da formação sobre EH que ela realizou de modo *on-line*.

Isso vai ao encontro do que Lizares e Rojas (2024) mencionam sobre a IA poder contribuir com o redesenho dos métodos de ensino, pois uma formação teórica sólida sobre modelos de aula como os de EH pode impactar diretamente a aprendizagem dos estudantes (Horn e Staker, 2015).

Sobre as estações que utilizam um recurso digital, a IAGen recomendou a utilização de plataformas ou recursos *on-line* diferentes em ambos os casos. A docente A optou pela plataforma adaptativa Khan Academy porque já conhecia e sabe, por já ter utilizado antes, que os alunos iriam gostar. O docente C preferiu a criação de um formulário no Google Docs para aproveitar o material de sala de aula dos estudantes em algumas partes durante a elaboração do questionário final. Esses dois cenários ilustram como os professores podem agir e empregar sua identidade nas sugestões ofertadas pela IAGen, mostrando que continuam e continuarão sendo os atores e autores principais de suas próprias práticas (Lizares; Rojas, 2024).

A professora A ainda mencionou que a adoção da Khan Academy se deu também pelo fato de a plataforma possibilitar a personalização do ensino a partir da análise dos dados dos estudantes e também por já ter uma programação de IA preditiva nela, apesar de A não saber justificar dessa forma. Nesse caso, a docente conhece apenas o que a plataforma mostra para o usuário: as recomendações feitas após erros e acertos durante seu uso. O funcionamento do recurso, incluindo a IA por trás dele, não estava claro para A. Segundo Vicari (2021), é importante que os professores conheçam e saibam diferenciar diferentes tipos de IA.

Apesar disso, a possibilidade de recomendação de conteúdos de forma automática foi uma das razões que fez A escolher tal plataforma, corroborando Murphy (2019) e Martínez-

Comesaña et al. (2023), que mencionam que este é um dos benefícios enxergados por professores ao utilizarem IAGen na prática docente.

Por fim, é importante destacar também sobre a utilização dos dados dos estudantes para a realização do cadastro em plataformas adaptativas que possuem IA e/ou IAGen, como a Khan Academy. Madiega (2023) e Kamenskih (2022) mencionam que a instituição e os docentes têm responsabilidade sobre os dados dos estudantes ao utilizarem tais recursos com eles. Por isso, a instituição de ensino deve pesquisar com detalhes quais os tipos de dados que devem ser inseridos durante o cadastro, bem como a forma como eles serão utilizados e armazenados pelas IA durante o processo de uso.

4.2.5 Os planos de aula de matemática realizados no modelo sala de aula invertida

Como terceira e última opção de modelo de EH possível de ser adotado, os professores participantes desta pesquisa também recorreram à IAGen para planejar aulas de matemática no modelo de sala de aula invertida. Nesse formato, os estudantes realizam, previamente ao encontro presencial, atividades de estudo individualizado ou até mesmo em grupos, frequentemente mediadas por recursos digitais, como videoaulas, leituras ou exercícios propostos. A etapa presencial, por sua vez, é dedicada a discussões, resolução de problemas, trabalhos em grupo ou demais estratégias de aprofundamento, sob orientação do professor, que ocupa o papel de mediador e facilitador da aprendizagem (Horn e Staker, 2015; Bacich, Tanzi Neto e Trevisani, 2015). Essa abordagem visa potencializar o tempo em sala de aula para momentos de interação, colaboração e aplicação prática dos conhecimentos adquiridos anteriormente, favorecendo a implementação de estratégias de personalização do ensino e o desenvolvimento de habilidades cognitivas e sociais dos estudantes.

Os professores B e C optaram por desenvolver um plano de aula também neste modelo. A principal justificativa dos dois foi que ele pode contribuir com a construção de atividades mais interativas em sala de aula e que favorece que o aluno vá para a escola já conhecendo um pouco sobre o que irão estudar em sala, potencializando a aprendizagem de todos.

O professor B escolheu o tema “função afim” para iniciar o planejamento. Conforme é possível observar na Figura 26, ele utilizou a comanda “*planeje uma aula sobre zeros de função afim usando sala de aula invertida*”, sem mencionar a turma e sem fornecer detalhes sobre como desejava construir a sua aula. O ChatGPT iniciou o retorno explicando brevemente o que era o modelo de EH chamado sala de aula invertida e, na sequência, detalhou os objetivos específicos da aula.

Figura 26 - Início do plano de aula elaborado pelo professor B no modelo sala de aula invertida.

planeje uma aula sobre zeros de função afim usando sala de aula invertida

Orientações gerais:

A estratégia da sala de aula invertida é uma abordagem pedagógica em que os alunos se envolvem com o conteúdo fora da sala de aula, geralmente através de leituras, vídeos ou outros recursos, antes de virem para a aula. Na sala de aula, o tempo é dedicado a atividades práticas, discussões e esclarecimento de dúvidas. Vamos planejar uma aula sobre zeros de função afim usando essa abordagem.

Tema da Aula: Zeros de Função Afim

Objetivos de Aprendizado:

- Compreender o conceito de zeros (raízes) de uma função afim.
- Saber como encontrar os zeros de uma função afim.
- Aplicar o conceito de zeros de função afim para resolver problemas do mundo real.

Pré-aula (Atividade fora da sala de aula):

1. **Leitura:** Atribua uma leitura antes da aula sobre o conceito de funções afim e como encontrar seus zeros. Você pode indicar um capítulo de um livro didático ou disponibilizar um artigo online.
2. **Vídeo:** Selecione um vídeo curto (cerca de 5-10 minutos) que explique os conceitos de função afim e zeros de função afim. Pode ser um tutorial no YouTube ou uma videoaula criada por você.

Fonte: Material próprio criado por B em conjunto com a IAGen.

Neste caso, o tema de função afim normalmente é abordado no 1º ano do ensino médio, a BNCC inclusive traz as habilidades referentes a esse conceito neste ano (Brasil, 2018). Segundo o relato de B, “*eu não inseri [o ano] por isso, porque, até onde sei, não há outro ano que trabalha esse tema, a não ser o 3º ano [do ensino médio] se ele for focado em revisão para vestibulares*”. Em seguida, B fez o seguinte comentário após ler a introdução do plano:

“Ele [o ChatGPT] trouxe a definição de sala de aula invertida, mas o modelo está bem fresco na minha cabeça por conta da formação on-line que fiz sobre EH. Quando eu penso em um modelo, eu me lembro exatamente dos exemplos mostrados em vídeos no curso e, meio que de forma automática, lembro da definição, pois os exemplos ficaram muito fortes pra mim. Os exemplos mostram o dia a dia da sala de aula, eu me vi neles. Isso ajuda muito a pensar no plano e no modelo da aula ao usar a IA, pois já vou lendo e vendo o que faz e o que não faz sentido. Por exemplo: não gostei do último objetivo, o de aplicar o conceito de zeros de função afim para resolver problemas do mundo real. Eu não daria isso nessa mesma aula por ser a primeira sobre esse tema, o material traz em aulas separadas também, mas vou ver o que a IA me propõe para definir depois. Não é porque nunca ensinei isso dessa forma que não posso pensar ou arriscar a ensinar de outra forma, né? A IA faz isso a todo tempo: me coloca em cheque sobre a forma como sempre ensinei porque uso modelos de aula que implementei bem menos na minha carreira [falando dos modelos de EH]”.

O relato de B traz vários pontos interessantes. O primeiro é a menção ao curso *on-line* de EH e a contribuição dele para a elaboração dos planos de aula. Sobre isso, B destaca a importância dos exemplos reais em vídeos dos modelos sendo aplicados em escolas brasileiras como sendo um fator determinante para a compreensão de cada modelo explicado no curso. Esse fato destaca a importância de formações de qualidade serem oferecidas aos professores antes de eles executarem planejamentos utilizando IAGen, pois é a partir do domínio da teoria que cada professor conseguirá elaborar planos de aula com qualidade e embasamento adequados (Bacich, Tanzi Neto e Trevisani, 2015).

Além disso, é importante que essas formações sejam construídas com foco em compartilhar a sala de aula real, de forma que o docente enxergue sua realidade e possibilidades de implementar o que está sendo discutido a partir da teoria em suas práticas. No caso do curso oferecido, ele buscou mostrar aulas que já foram implementadas por mim nos modelos de EH para que cada professor conseguisse compreender os benefícios e limitações de cada modelo.

O docente B mencionou não ter gostado dos objetivos retornados pela IAGen, especificamente de um que aborda a aplicação do conceito em problemas do mundo real. Segundo B, o conceito começaria a ser estudado, sendo muito cedo para já partir para essas aplicações. Porém, B mostrou abertura a repensar sua prática a partir da sugestão que a IAGen ofereceria mesmo antes de ter lido o que foi proposto, mostrando que novas práticas podem surgir a partir da interação entre professor e a IAGen. Considero esse ponto bastante positivo, pois a autoria docente pode ser reformulada por meio da interação com recursos digitais que contém IAGen, contribuindo com o surgimento e a construção de novas práticas em salas de aula, conforme o documento da UNESCO (2023) menciona.

Tanto B quanto C não mostraram conhecimento nos modelos de *prompt* sugeridos por Jacobs e Fisher (2023), Kumar et al. (2022), Lo (2023), Nyakundi (2023) e Youngblood (2023), tampouco utilizaram alguma outra sugestão de *prompt* pré-definido para a elaboração dos planos de aula no modelo de sala de aula invertida.

O professor C planejou sua aula considerando o tema de “capacidade e volume de prismas”. Assim como B, C não mencionou o ano ao inserir o *prompt* na IAGen. Sua entrada foi essa: “*crie um plano de aula de ensino híbrido que diferencie o conceito de capacidade e volume de prismas*”. É importante notar que C sequer mencionou o modelo de sala de aula invertida ao solicitar o auxílio da IAGen, fator que torna possível afirmar o desconhecimento para com algum modelo de *prompt* pré-definido para obter resultados melhores com a IAGen.

Além disso, C fez um comentário parecido com B sobre os objetivos sugeridos pela IAGen para a aula construída: “*o terceiro objetivo já foca na resolução de problemas, quero*

algo mais básico, sem aplicações na realidade ainda, algo só pra compreensão dos conceitos e cálculos simples referentes a isso". Porém, é importante notar que os objetivos sugeridos pela IAGen não menciona que os problemas são contextualizados, apenas afirma que são os estudantes "desenvolverão habilidades para a resolução de problemas", mostrando que essa pode ter sido uma análise antecipada de C.

Figura 27 - Objetivos do plano de aula elaborado por C com a ajuda da IAGen.

Objetivos:

- Compreender e diferenciar os conceitos de capacidade e volume de prismas.
- Aplicar fórmulas para calcular a capacidade e o volume de prismas retos.
- Desenvolver habilidades de resolução de problemas relacionados à capacidade e ao volume.

Fonte: Material próprio criado por C em conjunto com a IAGen.

Como C não mencionou o ano e nem o modelo de EH que desejava em seu *prompt*, o retorno do ChatGPT foi realizado para o 8º ou 9º ano do ensino fundamental e foi feito sem especificar um modelo específico pelo nome, mas que considerou 3 aulas realizadas com parte presencial e parte *on-line*, conforme é possível ver na Figura 28. Esse fator fez C ficar em dúvida se o plano mencionado foi no modelo de sala de aula invertida, pois ele disse que "*nossa, ele leu minha mente será? Eu não falei o modelo, mas retorno parte presencial e parte on-line. Ah, já foi, posso adaptar ao que quero, não preciso pedir isso de novo*". Ou seja, baseado neste trecho, C percebeu que faltaram informações em seu *prompt*, mas considerou que isso não foi um fator limitante para usar o retorno feito pela IAGen neste caso.

Figura 28 - Duração e recursos mencionados pela IAGen para o plano de aula criado por C.

Duração: 3 aulas (formato híbrido - parte presencial e parte online)

Recursos:

- Material impresso com definições e exemplos.
- Quadro branco e marcadores.
- Computadores/tablets com acesso à internet.
- Software de desenho ou modelagem 3D.

Fonte: Material próprio criado por C em conjunto com a IAGen.

Segundo Horn e Staker (2015), no modelo de sala de aula invertida é recomendado que os estudantes realizem o estudo teórico ou outra atividade previamente à aula, podendo ser em ambiente virtual ou presencial, individualmente ou em grupos, utilizando materiais e recursos físicos ou virtuais. O tempo em sala de aula deve ser destinado a discussões, atividades

colaborativas e análises comparativas, promovendo o aprofundamento dos conteúdos estudados e a construção coletiva do conhecimento. A interação passa a ser o foco no momento em que os alunos estarão com sua turma e com o professor. O que foi estudado antes servirá de base ou gatilho para que realizem as discussões no coletivo.

Para C, o plano sugerido pela IAGen apresentou uma introdução, a qual foi nomeada pela própria IAGen como “Aula 1: Conceitos Fundamentais (Presencial)”; seguido da “Aula 2: Cálculo da Capacidade e do Volume (Online)”; finalizando pela “Aula 3: Aplicações Práticas e Modelagem (Presencial)”. Ou seja, ele compreendeu que precisará introduzir o conceito em aula presencial com os estudantes e, na sequência, aplicará a sala de aula invertida, com a parte *on-line* e a parte presencial.

Nesse caso, não é possível afirmar se o que a IAGen retornou foi algo que seguiu a linha de pensamento de C, pois, conforme publicado pela OpenAI (2023), mesmo as respostas retornadas pelo ChatGPT sendo boas, não é possível classificá-las como sendo precisas ou totalmente corretas. Porém, considerando o que alguns autores e documentos sugerem (Kamalov et al., 2023; UNESCO, 2023; Kamenskih, 2022), os docentes podem realizar adaptações a partir do que é sugerido pela IAGen, incluindo decisões que irão ajudá-los a liberar tempo para se concentrarem em planejar melhor como irão ensinar determinado conteúdo.

Sobre a Aula 1 mencionada pela IAGen no plano de aula de C, a IAGen orientou que o professor apresentasse os objetivos da unidade e da importância de diferenciar capacidade e volume, definindo o que é capacidade e volume de prismas a partir de anotações no quadro e de discussões com a turma, finalizando com exemplos práticos de diferentes prismas retos. Para C, isso *“pareceu uma aula expositiva que eu já dei muito na minha carreira. Ele [o ChatGPT] ainda sugeriu a sequência teoria + exemplos como opção de sequência didática, como se fosse a apostila expondo o conteúdo”*. Fica claro, nesse comentário, o tom atribuído ao material didático usado pela instituição em que C leciona.

É possível reparar que ele usa “a apostila” e não “uma apostila”, remetendo-se ao material que usa em seu cotidiano. Quando questionado, C confirmou tal afirmação, mencionando que praticamente todos os materiais com os quais trabalhou traziam conceitos expostos no modelo de “teoria – exemplos – exercícios” e que o potencial da IAGen era exatamente esse: quebrar essa ideia enraizada e ajudar a implementar outros modelos de aula que potencializem a aprendizagem dos estudantes, mas que ajudem os professores a avaliarem e a cumprir o que é pedido pelas instituições.

Akgun e Greenhow (2022) mencionam que ainda há poucos estudos mostrando como a IA pode impactar estudantes e professores nos contextos da educação, mas diversos outros

pesquisadores (Kamalov et al., 2023; Cleto, 2023; Zheng et al., 2021) relatam que as instituições de ensino devem pensar em como incorporar a IAGen para potencializar a aprendizagem dos estudantes. Isso vai ao encontro do que C mencionou: os recursos de IAGen podem auxiliar na concepção de novas práticas nas escolas, impactando a qualidade do ensino oferecido.

Tanto a parte *on-line* sugerida pelo ChatGPT para o plano de aula de B quanto de C apresentaram deficiências segundo os docentes. No caso de B, conforme é possível ver na Figura 29, a IAGen sugeriu a leitura de um texto de um livro didático ou de um artigo *on-line* associada com um vídeo autoral ou que esteja disponível na internet e que explica os conceitos de função afim.

Figura 29 - Parte on-line do plano de aula de B gerado pela IAGen.

Pré-aula (Atividade fora da sala de aula):

1. **Leitura:** Atribua uma leitura antes da aula sobre o conceito de funções afim e como encontrar seus zeros. Você pode indicar um capítulo de um livro didático ou disponibilizar um artigo online.
2. **Vídeo:** Selecione um vídeo curto (cerca de 5-10 minutos) que explique os conceitos de função afim e zeros de função afim. Pode ser um tutorial no YouTube ou uma videoaula criada por você.

Fonte: Material próprio criado por B em conjunto com a IAGen.

No caso de C, conforme é possível verificar na Figura 30, o ChatGPT também sugeriu a leitura de um artigo ou vídeo sobre o tema, seguido de exercícios interativos *on-line* em plataformas digitais ou formulários compartilhados com eles. Na sequência, foi sugerida uma sessão *on-line* supostamente ministrada pelo docente da turma para que as dúvidas fossem sanadas.

Figura 30 - Parte on-line do plano de aula de C gerado pela IAGen.

Aula 2: Cálculo da Capacidade e do Volume (Online)

Atividades:

1. Uso de recursos online: atribuir leitura de um artigo ou assistência a um vídeo explicando as fórmulas para calcular a capacidade e o volume de prismas.
2. Exercícios interativos online: os alunos resolvem problemas relacionados ao cálculo da capacidade e do volume em plataformas de aprendizado ou em uma planilha compartilhada.
3. Discussão e dúvidas: sessão online ao vivo para esclarecer dúvidas e discutir abordagens para a resolução dos exercícios.

Fonte: Material próprio criado por C em conjunto com a IAGen.

Para os professores B e C, essas sugestões não atenderam ao que a sala de aula invertida propõe para os momentos em que os alunos irão realizar as atividades antes da aula. Em ambos os casos, foi sugerido apenas a leitura ou a visualização de algum vídeo, sem haver alguma orientação para que o aluno realizasse alguma tarefa, como a elaboração de um resumo, de um mapa mental, de fichas de anotação ou até mesmo anotações em seu caderno relacionando o que leu no texto e o que viu no vídeo. Bergmann e Sams (2017), Horn e Staker (2015) e Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015) também defendem a ideia de que a atividade realizada previamente à aula presencial no modelo sala de aula invertida deve acompanhar algum roteiro ou comanda para que o estudante consiga produzir, de modo autônomo, algum material sobre o que aprendeu ao realizar as tarefas dadas. Tão importante quanto isso é o registro das aprendizagens, pois elas irão basear as produções realizadas em sala de aula.

Sobre isso, B mencionou que *“se eu não pedir nada, o aluno poderá ver o vídeo deitado no sofá, sem atenção plena, somente para cumprir o que foi proposto. A intenção não é essa, né? É que ele aprenda o que foi sugerido para que tenha condições de contribuir com a tarefa que será feita em sala de aula posteriormente”*. Bergmann e Sams (2017) destacam esse ponto como sendo um dos principais na elaboração de um plano de aula no modelo de sala de aula invertida.

O docente C mencionou ainda um erro no uso da palavra “assistência” para mencionar que os estudantes deveriam “assistir um vídeo”. Ao ler isso, prontamente C mencionou *“olha só... como pode a IA ser tão boa pra dar ideias gerais e, ao mesmo tempo, cometer esses pequenos erros? Eu não me lembro de ter visto isso em outros usos, mas nesse caso foi demais, é um grande erro de português”*. A OpenAI (2023) e a pesquisa feita por Slattery et al. (2025)

mencionaram a possibilidade de a IAGen gerar informações incorretas que podem inclusive parecer verdadeiras, cabendo aos usuários a tarefa de reconhecer quando isso acontece. Um dos erros possíveis é a escrita incorreta de textos, como foi destacado por C.

Além disso, a sugestão dada no plano de aula de C envolveu também a realização de uma sessão *on-line* para que os estudantes pudessem sanar suas dúvidas. Apesar de a IAGen não mencionar quem seria o responsável por sanar essas dúvidas, C supôs que fosse ele. Imediatamente ao ler isso, C mencionou, em tom de desabafo e envolvendo uma risada irônica, que

“ah, claro! Isso é impossível! Na realidade brasileira? Nunca nem ouvi falar! A não ser no ensino on-line, mas mesmo assim, nem isso! Até no on-line não são os professores, são tutores ou monitores. Aqui a IA viajou muito. Mas sabe o que é interessante? Se tirarmos esse momento, fica como se fosse uma aula expositiva elaborada do modo mais tradicional possível: teoria mais exercícios. Quando falta criatividade até pra IA, aí o negócio complica. Caberá a mim a escolha de algum vídeo bem legal, que prenda a atenção dos estudantes, e que complemente o que irei fazer em sala na parte presencial. Talvez algo envolvendo a ideia da fórmula de modo bem simples pra todos entenderem de onde ela vem... algo assim pode ajudar bastante, precisarei procurar depois, isso vai ficar como pendência por conta do tempo...”

Nesse caso, é possível perceber que C tinha outras expectativas quanto ao retorno oferecido pela IAGen, mas, ao mesmo tempo, não inseriu nenhuma comando mais específica para qualificar o retorno dado por ela e atingir suas expectativas quanto aos resultados gerados. Moura e Carvalho (2023) enfatizam que a integração de ferramentas de inteligência artificial em ambientes educacionais exige competências específicas dos professores, especialmente no que se refere à interação com esses sistemas por meio de *prompts*. Esse caso pode ser um exemplo da ausência de conhecimento de como criar *prompts* adequados com a IAGen, impactando na qualidade do retorno oferecido.

Apesar de o retorno não agradar o professor C, ele não inseriu novas comandas na IAGen para analisar outras respostas, apenas leu a sugestão e refletiu como poderia desenvolvê-la para conseguir implementar e impactar positivamente a aprendizagem de seus alunos. Isso vai ao encontro do que Moura e Carvalho (2023) destacam: a elaboração de comandos precisos é fundamental para otimizar o potencial pedagógico dos retornos dados pelas IAGen.

Para Nyakundi (2023), o sucesso das interações com esses sistemas depende, em grande parte, da clareza, especificidade e estrutura dos comandos formulados pelos usuários. O autor sugere que a definição clara do objetivo da tarefa, a contextualização precisa e o detalhamento das informações relevantes impactam a saída dada pela IAGen, além do refinamento dos comandos para maximizar o potencial dessas tecnologias no cotidiano, incluindo aplicações educacionais. Como mencionado, C não realizou novas interações com o ChatGPT,

impossibilitando a melhoria do próprio retorno obtido, sendo possível inferir que falta clareza em como é possível qualificar os retornos obtidos de uma IAGen.

Para a parte presencial dos planos, o retorno obtido por B trouxe como sugestões, respectivamente, uma introdução para apresentar os objetivos da aula; uma atividade prática realizada em grupos pequenos envolvendo o cálculo de zeros de funções afim com problemas variando em níveis de dificuldade; uma discussão para os alunos compartilharem suas estratégias para encontrar os zeros das funções com a mediação do professor para destacar formas diferentes de resolver as questões. Na sequência, foi sugerido que um problema contextualizado fosse proposto com os estudantes. Como tema, o ChatGPT trouxe um problema de custos e receitas de uma empresa, pedindo para que os estudantes aplicassem os conceitos aprendidos para resolver a situação-problema. O fechamento consistia em resumir os pontos principais da aula e deveria ser realizado pelo professor.

Segundo B, *“não é possível afirmar que todos os estudantes conseguirão aprender os conceitos trabalhados na parte on-line da aula, por isso faz sentido colocá-los em grupos, assim poderiam ir tirando as dúvidas uns dos outros”*. Após isso, B ainda mencionou a intenção de pensar em uma sequência de atividades em ordem crescente de dificuldade para que os estudantes tivessem uma probabilidade maior de conseguir realizar mais exercícios. Segundo Bergmann e Sams (2017), as comandas para as atividades realizadas de forma autônoma devem ser pensadas com bastante atenção para que os estudantes consigam realizá-las com sucesso. Além disso, o professor deve planejar uma forma de aproveitar o que foi feito antes para desenvolver a experiência presencial de aprendizagem, de modo que os estudantes consigam enxergar a importância de realizarem previamente o que foi pedido.

Essa estava sendo uma preocupação de B, apesar de a estrutura da aula estar sendo pensada com um estudo prévio da teoria por meio de leituras ou vídeos seguido de resolução de exercícios. Para o docente, o forte do momento presencial será *“a interação será o mais importante, pois eles estarão juntos e conversando sobre o tema que aprenderão. Pedirei para anotarem as dúvidas para discutirmos nos momentos de encerramento, isso poderá ser positivo também”*, cuidado que vai ao encontro do que a teoria sobre esse modelo menciona (Bergmann e Sams, 2017; Horn e Staker, 2015).

O docente B fez apenas duas novas interações com o ChatGPT, dando os seguintes comandos: *“elabore uma lista de exercícios com diferentes níveis de dificuldades, do mais fácil para o mais difícil”*. Em seguida, pediu que o ChatGPT elaborasse a resolução da lista de exercícios sugerida. A lista com atividades simples e diretas, sem contextualização, foi elaborada pela IAGen, mas B não analisou as sugestões dadas, apenas mencionou que *“isso é*

muito rápido, chega a ser impressionante e difícil de acreditar, economizo muito tempo com esse recurso ”, indo ao encontro do que Kamalov et al. (2023) afirmam, ao dizer que os docentes podem se concentrar em outras tarefas ao utilizar a IAGen para resolver questões que demandam tempo e possuem caráter mais burocrático dentro da educação. Particularmente, não acredito que a elaboração de atividades para os estudantes se encaixe totalmente em algo burocrático, mas considero que essa lista em específico pode ser considerada dessa forma.

Com relação ao plano e aula elaborado por C junto com a IAGen, o momento presencial de aprendizagem consistiu em revisar conceitos aprendidos anteriormente seguido da discussão de exemplos práticos contextualizados. Após isso, seriam feitas atividades práticas em grupos e, depois, apresentação do que foi feito nos grupos. Nessa proposta apresenta, é possível ver o estímulo à atividades interativas e colaborativas, assim como Bergmann e Sams (2017), Horn e Staker (2015) e Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015) mencionam sobre a sala de aula invertida.

Figura 31 - Momento presencial sugerido para o plano de aula de C realizado pela IAGen.

Aula 3: Aplicações Práticas e Modelagem (Presencial)

Atividades:

1. Revisão dos conceitos aprendidos nas aulas anteriores.
2. Aplicações na vida real: discutir exemplos de situações do cotidiano onde o cálculo da capacidade e do volume de prismas é relevante (ex: recipientes, caixas, tanques, etc.).
3. Atividade prática em grupos: cada grupo modela e calcula a capacidade e o volume de um prisma utilizando papelão e régua, reforçando os conceitos aprendidos.
4. Apresentação dos projetos: cada grupo compartilha sua modelagem, cálculos e conclusões com a turma.

Fonte: Material próprio criado por C em conjunto com a IAGen.

O professor C, ao analisar essa proposta, mencionou que *“é algo interessante, pois os estudantes terão minha mediação para discutirem aplicações práticas do conceito a partir do que foi estudado previamente. Precisaré gerar atividades interessantes e instigantes pra eles, que fomentem as discussões, pra ter bastante material pra essa etapa da atividade”*. Ou seja, C identificou uma necessidade de complementação em seu planejamento, mas não utilizou a IAGen no momento da entrevista para gerar o que precisava para sua atividade. Assim como B, suas análises e reflexões ficaram no campo das ideias, mencionando o que ainda precisava fazer sobre o plano e atividades sugeridas, mas sem executar tais ações no momento de nossa conversa.

O plano de aula sugerido pela IAGen para o professor B ainda trouxe um elemento interessante que precisa ser mencionado: um tópico de pós-aula, indicando sugestões para que os estudantes complementassem os estudos, assim como ressaltado por Bergmann e Sams (2017) e Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015). Como orientações, o ChatGPT indicou a possibilidade de realização de tarefa de casa, com a atribuição de exercícios adicionais sobre os temas estudados; leituras adicionais, principalmente contendo exemplos de problemas resolvidos; e fórum *on-line*, para que os estudantes possam discutir dúvidas e compartilhar *insights* sobre os tópicos estudados.

Para B, com exceção do fórum *on-line*, estratégia imediatamente descartada pelo docente, as sugestões lembraram bastante o que é oferecido regularmente em sua realidade atual. Ele manifestou duas preocupações: a de engajar os estudantes nesse aprofundamento dos estudos e a possibilidade de aproveitar o material adotado em sua escola para servir de apoio nestes momentos. *“Assim, eu consigo cumprir o material e dar recomendações para aprofundamento e prática dos conceitos”*, mencionou B.

Sobre as ideias de avaliação sugeridas em ambos os casos, a IAGen fez sugestões consideradas inadequadas pelos docentes. Para C, ela sugeriu que a avaliação fosse composta por “participação ativa nas discussões e atividades; resolução bem-sucedida nos exercícios *on-line*; apresentação clara e precisa dos projetos práticos”. O docente C não gostou das sugestões, pois mencionou que participação não garante aprendizado, que ele precisa verificar se os alunos compreenderam o que estava sendo ensinado e não somente se participaram. Além disso, C ponderou que verificar a resolução dos exercícios feitos de forma *on-line* pode ser um balizador para outras decisões, como o acompanhamento mais próximo de alguns estudantes a partir do desempenho deles nessa etapa, mas que prefere verificar em sala de aula se essa aprendizagem ocorreu.

Figura 32 - Sugestões de avaliação dada pela IAGen para o plano de aula realizado por B.

Avaliação:

A avaliação pode ser feita com base na participação dos alunos na discussão em sala de aula, na resolução de problemas práticos e nos exercícios de casa.

Lembre-se de adaptar o plano de aula de acordo com o nível de conhecimento e a idade dos alunos, bem como o tempo disponível. O objetivo principal é tornar o aprendizado mais envolvente e prático, aproveitando ao máximo o tempo em sala de aula.

Fonte: Material próprio criado por B em conjunto com a IAGen.

O professor B mencionou algo nesse mesmo sentido, dizendo que a participação dos alunos em discussões em sala de aula não garante aprendizagem. Ele mencionou que *“isso ainda é falado no curso on-line de modo muito claro e faz todo o sentido. Um vídeo mostra os alunos em grupo, onde é mencionado esse fato, eu me lembro. Agora, com isso em mente, reconheço essa inconsistência imediatamente”*. Esse relato mostra o quão é importante o conhecimento pedagógico sobre metodologias ativas e sobre como implementá-las, impactando a qualidade do que é oferecido em sala de aula (Bacich e Moran, 2018).

Como último comentário da conversa com B, ele sugeriu que preferia pensar em uma avaliação ao final de uma sequência de aulas maior e não após essa aula especificamente, mas que entende que precisa verificar a aprendizagem em vários momentos para ir garantido que os estudantes estejam aprendendo o que ele deseja ensinar.

4.2.6 Conclusões sobre os planos de aula de matemática no modelo sala de aula invertida

Os professores B e C realizaram seus planos de aula no modelo de EH chamado sala de aula invertida, sendo que ambos fizeram afirmações bastante semelhantes a respeito das sugestões dadas pela IAGen nesse processo.

Observou-se, de início, que os *prompts* iniciais formulados pelos professores B e C eram marcadamente informais e careciam da especificidade necessária para otimizar os retornos da IAGen. A solicitação de B para planejar uma aula sobre "zeros de função afim" e a de C para "criar um plano de aula de ensino híbrido que diferencie o conceito de capacidade e volume de prismas" ilustram a generalidade que, inevitavelmente, conduziu a resultados que demandaram significativa intervenção e adaptação por parte dos docentes.

Novamente, os dois docentes não utilizaram estruturas de *prompts* parecidas com as mencionadas por Jacobs e Fisher (2023), Kumar et al. (2022), Lo (2023), Nyakundi (2023) e Youngblood (2023). Também não utilizaram outro modelo de estrutura de *prompt* que indicasse estar embasada em outros estudos. Conclui-se, portanto, que os docentes usaram comandos simples para realizar seus planejamentos, sem uma preocupação direta com a qualidade do que seria retornado pelo ChatGPT. A falta de refinamento dos comandos, mesmo diante de retornos insatisfatórios, sublinha a urgência de capacitação em literacia de *prompts*, conforme argumentam Moura e Carvalho (2023) e Nyakundi (2023).

No caso do professor B, a IAGen mencionou uma pequena introdução ao modelo de sala de aula invertida, assim como fez em outros modelos anteriores. Ao visualizar isso, o docente B destacou a importância da formação on-line realizada previamente, pois ela o faz ter clareza sobre a teoria e o modelo de EH que está sendo utilizado no plano (Bacich, Tanzi Neto

e Trevisani, 2015). Ele destacou a importância de a formação ser composta também por vídeos de práticas reais, o que tornou mais fácil que ele enxergasse possibilidades para sua realidade.

Ambos os professores não gostaram da forma como o ChatGPT escreveu os objetivos para o plano de aula de cada um. O principal ponto destacado nesse sentido foi o fato de a IAGen ter colocado a resolução de situações-problema logo neste primeiro plano, sendo que o trabalho com estes conceitos estava apenas iniciando. Nestes casos, B e C exerceram sua autoria e modificaram as sugestões dadas pela IAGen para adequá-las ao que necessitavam, assim como o documento proposto pela UNESCO (2023) destaca com relação ao fazer pedagógico docente com o uso de IAGen. Esta percepção ressalta a importância intransferível do conhecimento pedagógico do professor, que possui a capacidade de sequenciar o conteúdo de forma didaticamente adequada, um discernimento que a IAGen, por si só, não demonstrou.

Tanto B quanto C ocultaram informações importantes dos *prompts* que inseriram na IAGen. C, por exemplo, não mencionou que desejava que a IAGen elaborasse um plano de aula no modelo de sala de aula invertida. Apesar disso, o retorno dado teve algumas semelhanças com o modelo de aula desejado, facilitando a adaptação dos resultados obtidos para o que C desejava, proporcionando que C modificasse a forma como iria ensinar a partir do plano sugerido (Lizares e Rojas, 2024).

Adicionalmente, as sugestões da IAGen para a parte *on-line* do modelo de sala de aula invertida foram criticadas pelos docentes. A mera proposição de leitura de textos ou visualização de vídeos, sem a inclusão de tarefas ativas como a elaboração de resumos, mapas mentais ou anotações estruturadas, contraria algumas das orientações dadas para a implementação da sala de aula invertida. Conforme enfatizado por Bergmann e Sams (2017), Horn e Staker (2015) e Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015), a etapa pré-aula deve engajar o estudante em atividades que promovam a produção autônoma de conhecimento e sirvam de base para as discussões presenciais. A IAGen, neste aspecto, falhou em capturar a essência da aprendizagem ativa neste modelo, o que, por sua vez, poderia ter sido corrigido por meio de interações dos docentes com ela, mas isso não foi realizado.

A análise revelou ainda lacunas na precisão da IAGen, como o erro linguístico observado pelo professor C ("assistência" para "assistir"), e a sugestão de sessões *on-line* de sanar dúvidas que C considerou "impossível" em sua realidade. Este último ponto poderia ter sido evitado se C elaborasse um *prompt* com detalhes de seu contexto, informações específicas de sua realidade e de sua rotina, porém isso não foi realizado. Sobre o erro cometido referente ao uso da língua portuguesa, esse fato corrobora as advertências de OpenAI (2023) e Slattery

et al. (2025) sobre a possibilidade de a IAGen gerar informações incorretas ou irrealistas, reforçando a necessidade de uma revisão crítica por parte do usuário.

Apesar dos argumentos apresentados sobre a ausência de conhecimento para a elaboração de *prompts*, é fundamental destacar a capacidade de autoria e reflexão crítica dos professores B e C. Mesmo com as deficiências nas sugestões dadas pela IAGen, muitas por conta da qualidade dos *prompts* inseridos pelos professores, ambos demonstraram habilidades para adaptar suas aulas frente ao que foi sugerido e para efetuarem um julgamento pedagógico das propostas ofertadas, reinterpretando e modificando os planos para alinhá-los às suas realidades e objetivos educacionais. Este processo de interação e ajuste, mesmo sem o uso de *prompts* refinados, evidencia que a IAGen pode atuar como um catalisador para a reconfiguração da autoria docente, conforme apontado pela UNESCO (2023) e por Vicari (2021; 2024).

A IAGen também se mostrou uma ferramenta valiosa na economia de tempo para tarefas mais operacionais, como a geração de listas de exercícios. O professor B, ao obter rapidamente uma lista de atividades e suas resoluções, confirmou o potencial da IAGen em liberar tempo docente para outras atividades de maior valor pedagógico, alinhando-se à perspectiva de Kamalov et al. (2023) sobre a otimização de tempo em tarefas burocráticas ou repetitivas.

No entanto, as sugestões de avaliação da IAGen foram consideradas inadequadas. Ambos os professores B e C expressaram descontentamento com a ênfase em "participação ativa" como critério de avaliação, argumentando que a participação não garante a aprendizagem efetiva. Esta crítica reafirma a centralidade do conhecimento pedagógico em metodologias ativas (Bacich e Moran, 2018), sublinhando que a avaliação da aprendizagem deve ir além da mera observação comportamental, buscando verificar a compreensão conceitual e o desenvolvimento das habilidades ensinadas.

As experiências dos professores B e C no planejamento de aulas de sala de aula invertida com IAGen reiteram a importância do conhecimento pedagógico sólido e da formação contínua. O curso de EH mencionado por B, com seus exemplos práticos, foi fundamental para que ele identificasse inconsistências e adaptasse as sugestões da IAGen, demonstrando que a teoria aliada à prática é essencial para um uso eficaz da tecnologia.

Em suma, a IAGen se apresenta como um recurso promissor para auxiliar no planejamento de aulas de matemática no modelo de sala de aula invertida, ao oferecer ideias e otimizar tempo. Contudo, sua utilização plena e pedagógica requer que o professor exerça sua autoria e pensamento crítico constantemente, corrigindo imprecisões e complementando lacunas. A experiência de B e C evidencia que a IAGen não substitui a expertise docente, mas

se torna uma aliada potente quando o professor possui literacia em *prompts* e um profundo domínio do conteúdo e das metodologias ativas, garantindo que a tecnologia sirva à qualidade do processo de ensino e aprendizagem e não o contrário.

CAPÍTULO 5

*"Não estamos mais na era da mudança.
Estamos numa mudança de era."*

Michel Serres, filósofo francês, no livro "Petite Poucette"

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa buscou investigar como recursos de IAGen são utilizados por professores de matemática para o planejamento de aulas em diferentes modelos de EH. Ao longo da análise das experiências dos professores A, B e C nos modelos de rotação por estações, laboratório rotacional e sala de aula invertida, emergiram categorias de análise que transcendem as especificidades de cada modelo, revelando tendências e desafios comuns que impactam a prática docente contemporânea. Este capítulo final visa consolidar essas descobertas, tecendo uma compreensão mais abrangente sobre o papel da IAGen como catalisador e ferramenta para a autoria pedagógica no cenário educacional.

O perfil dos docentes participantes – Professora A (mais de 20 anos de experiência, pós-graduações em neurociência e recursos digitais), Professor B (10-15 anos, doutorado em educação estatística e mestrado em matemática pura) e Professor C (10-15 anos, licenciado, sem pós-graduações ou mestrado, mas com relato de autoinstrução contínua) – revelou uma diversidade de trajetórias e níveis de formação continuada. Mesmo que em pequena quantidade, essa diversidade de docentes retratou realidades consideradas comuns no cenário educacional brasileiro.

Uma característica comum a todos foi a busca ativa por complementar suas formações iniciais e por inovar em suas práticas pedagógicas. Todos reconheceram a importância dos recursos digitais e do EH, com o curso de formação em EH sendo um divisor de águas para a compreensão teórica e prática desses modelos, conforme reforçado por Horn e Staker (2015) e Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015).

Uma das constatações mais evidentes, e transversal a todas as interações observadas, foi a informalidade e a generalidade dos *prompts* iniciais formulados pelos professores. Independentemente do modelo de EH em questão – seja ao pedir "atividades significativas e lúdicas para os sextos anos" (Professora A), ao solicitar um plano para "equações do 1º grau" sem especificar o objetivo (Professora A), ou ao iniciar o planejamento da sala de aula invertida com comandos amplos como "planeje uma aula sobre zeros de função afim usando sala de aula

invertida" (Professor B) – os docentes demonstravam uma abordagem intuitiva, desprovida de conhecimento formal sobre a elaboração de *prompts*.

Essa observação é crucial, pois aponta para uma lacuna significativa na literacia em IAGen. Embora os professores soubessem o significado da palavra "*prompt*" e percebessem que a qualidade do retorno estava ligada à especificação da entrada, eles não possuíam um arcabouço teórico ou prático sobre *prompts* estruturados. Essa falta de familiaridade com abordagens mais sistemáticas, como as sugeridas por Jacobs e Fisher (2023), Kumar et al. (2022), Lo (2023), Nyakundi (2023) e Youngblood (2023), resultava frequentemente em saídas da IAGen que demandavam extensa adaptação e filtragem, o que, em determinados momentos, contrariava o argumento dos próprios docentes de que a IAGen fazia com que eles economizassem tempo na execução de determinadas tarefas.

A confusão entre os conceitos de IA e IAGen também foi uma constante nos relatos dos professores. Frequentemente, utilizavam "IA" como um termo genérico para se referir a qualquer tecnologia que simulasse inteligência, sem discernir a capacidade generativa específica dos modelos como o ChatGPT. Essa imprecisão conceitual, evidenciada pela dificuldade em explicar as diferenças entre, por exemplo, a IA adaptativa da Khan Academy e a IAGen do ChatGPT, corrobora a necessidade premente de se investir na literacia em IA antes mesmo da literacia de *prompts*, conforme relatam Hwang et al. (2023) e a UNESCO (2023). A compreensão do que a ferramenta é e como funciona é um pré-requisito para seu uso eficaz.

Apesar das limitações impostas pelos *prompts* informais e pelas imprecisões da IAGen, a pesquisa revelou de forma contundente a capacidade de autoria e o julgamento pedagógico dos professores. Em todos os modelos de EH, os docentes demonstraram um posicionamento crítico frente às sugestões da IAGen. A título de ilustração, a Professora A corrigiu a equivalência equivocada entre "expressões" e "equações" e reelaborou objetivos da IAGen por considerá-los avançados. O Professor C, similarmente, identificou que os objetivos para progressão aritmética e sala de aula invertida eram inadequados para o início do conteúdo, e o Professor B também rejeitou sugestões de avaliação que focavam apenas na participação, reafirmando o princípio de que participação não garante aprendizagem efetiva, alinhado a Bacich e Moran (2018).

Essa autoria docente não se limitou à correção de inconsistências, mas estendeu-se à adaptação e reinterpretação criativa das ideias da IAGen. A Professora A transformou a sugestão de um "quebra-cabeça de frações" em um jogo da memória mais adequado à sua realidade e objetivos pedagógicos. O Professor B utilizou a sugestão de uma estação para criar uma nova atividade sobre o diagrama de flechas, reforçando que a IAGen foi um apoio, e não

um substituto, de sua expertise (Ceibal, 2024). No modelo de sala de aula invertida, ambos os professores B e C adaptaram os planos, mesmo quando as sugestões da IAGen para a parte online eram consideradas superficiais e contrariavam princípios do próprio modelo explicados por Bergmann e Sams (2017), Horn e Staker (2015) e Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015).

A capacidade dos professores de filtrar e adaptar as saídas da IAGen sublinha a centralidade do conhecimento pedagógico e de conteúdo. É a expertise do docente – seu repertório de práticas, sua compreensão didática do conteúdo e seu entendimento das necessidades dos alunos – que permite identificar o que "faz sentido" e o que "não faz sentido" nas sugestões da IAGen. Isso reforça o argumento de Moran (2024) de que a IA não substitui o que os professores têm de melhor: a interação humana, a empatia, o apoio emocional e o ensino criativo, mas sim potencializa-o quando o docente atua como um autor crítico.

Um benefício inegável da IAGen, amplamente reconhecido pelos três professores em todos os modelos de EH, foi a economia de tempo em tarefas operacionais e burocráticas, pelo menos na maioria dos casos. Não foi possível analisar de quanto tempo foi essa economia porque a pesquisa não analisou aulas elaboradas sem o uso da IAGen para fazer comparações, mas os relatos dos docentes apontam para uma suposta economia de tempo em alguns casos. A agilidade na geração de listas de exercícios, ideias de atividades ou estruturas de planos de aula foi consistentemente apontada como um fator que libera o tempo do professor para atividades de maior valor pedagógico. O Professor B, por exemplo, mencionou a "velocidade impressionante" na criação de exercícios, alinhando-se à perspectiva de Kamalov et al. (2023) sobre a otimização do tempo docente.

Contudo, essa eficiência da IAGen não veio sem suas ressalvas. As inconsistências e os "erros" da IAGen, como o uso indevido de termos ou sugestões que não atendiam a realidade de algum dos docentes (como a sessão *on-line* para sanar dúvidas na sala de aula invertida, criticada pelo Professor C), confirmaram as advertências de OpenAI (2023) e Slattery et al. (2025) sobre a possibilidade de a IAGen gerar informações incorretas. Isso solidificou a percepção dos professores de que a revisão crítica humana é indispensável.

A pesquisa também apontou para o potencial da IAGen como uma ferramenta de autoformação e estímulo à reflexão pedagógica. Embora não fosse um propósito explícito do uso da ferramenta pelos docentes, as "orientações pedagógicas" inseridas espontaneamente pela IAGen, como o lembrete sobre atividades autoinstrucionais no laboratório rotacional, foram reconhecidas como reforços úteis. O Professor C, ao refletir sobre as perguntas sugeridas pela IAGen, chegou a desejar ter tido acesso a tal ferramenta no início de sua carreira, indicando que a IAGen pode complementar a formação inicial e continuada, auxiliando educadores a pensar

em aspectos práticos da gestão da sala de aula e do engajamento dos alunos, conforme Lizares e Rojas (2024).

Nesse sentido, considero extremamente oportuna a realização de novas pesquisas sobre como os recursos de IAGen podem contribuir com a formação de professores em diferentes contextos, bem como a inserção desse olhar em importantes documentos que abordam esse tema, como o produzido pela UNESCO (2023) que não traz esse ponto de vista. Por ser considerado um documento de referência para vários países e contextos, abordar a autoformação docente como possibilidade de uso na IAGen é essencial para que ações nesse sentido sejam consideradas por quem utilizará tais diretrizes.

Os desafios práticos, embora não sejam novidade no cenário educacional, foram reiterados nas interações com a IAGen. a infraestrutura tecnológica (acesso à internet, manutenção de equipamentos) e a carga horária docente foram apontadas como limitantes para a implementação plena de práticas inovadoras. O Professor C, ao preferir criar um formulário no Google Docs em vez de usar a Khan Academy, ilustrou as preocupações com a burocracia e a privacidade dos dados dos estudantes (Madiega, 2023; Kamenskih, 2022), um ponto crucial a ser considerado na adoção de tecnologias educacionais.

Com base na minha experiência pessoal como professor de Matemática — tendo utilizado a plataforma Khan Academy de forma contínua por aproximadamente 7 anos com turmas dos anos finais do ensino fundamental, do ensino médio e do ensino superior — e por ter participado ativamente da implementação dessa plataforma em diversas redes públicas de ensino no Brasil, especialmente nos anos de 2014 e 2015, impactando diretamente mais de 400 mil estudantes por meio de formações que ministrei sobre seu uso, considero que o processo de cadastro na Khan Academy é um dos menos burocráticos entre as plataformas educacionais que já utilizei. Além disso, entendo que ela trata os dados dos estudantes com segurança e de maneira adequada. No entanto, se essa percepção não está clara para os docentes pesquisados, é fundamental que haja maior transparência por parte das plataformas (de modo geral) quanto às políticas de privacidade de dados, bem como mecanismos de fácil acesso a essas informações pelos educadores. Isso contribuirá para uma melhor compreensão da relação entre os usuários e as plataformas digitais, favorecendo o uso e estimulando o acesso em larga escala.

Uma reflexão significativa surgiu da fala do Professor B, que via a IAGen como uma "colega de profissão" não-julgadora, contrastando com as complexidades das interações humanas. Embora a eficiência da IAGen seja um atrativo, essa observação levanta uma questão delicada: a possível diminuição dos momentos de troca entre pares, essenciais para o desenvolvimento profissional e para a construção de comunidades de prática. Apesar da eficácia

da IAGen, a riqueza da colaboração humana, que permite o compartilhamento de contextos e experiências reais, permanece insubstituível e deve ser estimulada com intencionalidade pelas instituições de ensino ao criarem momentos voltados especificamente para isso. Enquanto formador de professores que já visitou praticamente o Brasil todo, afirmo que raramente conheci instituições que tinham esses momentos planejados em sua essência, incentivando o intercâmbio de práticas docentes.

Em última análise, os resultados desta pesquisa reforçam que a IAGen não é uma "solução mágica" para os desafios da educação, nem tampouco um substituto para a expertise docente. Pelo contrário, ela se apresenta como uma ferramenta poderosa que, quando utilizada por professores com sólido conhecimento pedagógico e em constante aprimoramento de sua literacia em IA e *prompts*, pode amplificar a capacidade de planejamento, otimizar o tempo e estimular a inovação pedagógica. O processo de "conversar" com a IAGen, de forma crítica e intencional, permite aos educadores explorarem novas possibilidades, adaptar materiais e aprimorar suas práticas de ensino e avaliação.

Portanto, a integração efetiva da IAGen na educação exige um compromisso contínuo com a formação docente. Esta formação deve ir além do "como usar" a ferramenta, abrangendo o "o que é" (literacia em IA), o "como pedir de forma eficaz" (literacia em *prompts*) e, fundamentalmente, o "como julgar e adaptar" (autoria pedagógica e conhecimento de conteúdo e didática). Somente assim a IAGen poderá servir plenamente à qualidade do processo de ensino e aprendizagem, empoderando o professor como o principal arquiteto da experiência educacional.

É importante destacar também que os sujeitos de pesquisa abordados neste trabalho utilizaram o ChatGPT, um recurso de IAGen generalista, que não foi criado especificamente para a educação e nem para educadores e que não foi alimentado somente com informações confiáveis e de qualidade sobre educação. Isso é fundamental de ser destacado porque atualmente existem *edtechs* que estão desenvolvendo recursos de IAGen voltados especificamente para a educação e para educadores. Nesse sentido, acredito que um recurso que contemple boas práticas e exemplos de aulas elaboradas com o uso de IAGen poderá contribuir melhor com o cenário educacional.

Ainda, é fundamental que a implementação da IA e IAGen na educação seja acompanhada de políticas públicas que garantam o acesso equitativo a essas tecnologias. É preciso investir na formação de professores, na infraestrutura das escolas e na criação de conteúdos educativos de qualidade. A IAGen pode ser uma ferramenta poderosa para contribuir

com a educação, mas é preciso garantir que ela beneficie a todos os alunos e professores, independentemente de sua origem social ou econômica.

Acredito que esta pesquisa não apenas investigou o uso da IAGen por professores de matemática, mas também iluminou as nuances da adaptação pedagógica necessária nesse processo e das possíveis interações entre homem e máquina. Creio que o sucesso da integração da IAGen na educação não reside na capacidade da ferramenta de gerar respostas prontas, mas sim na proficiência do professor em formular questionamentos inteligentes e, mais importante, em exercer um discernimento crítico sobre as informações recebidas. A IAGen, neste cenário, teve sua atuação como um parceiro de *brainstorming*, uma "colega" digital que oferece um vasto leque de possibilidades, mas cuja aplicabilidade e relevância dependem invariavelmente da agência e da intencionalidade pedagógica do educador.

A constatação de que a IAGen pode gerar informações imprecisas ou inadequadas para o contexto real da sala de aula é um alerta crucial para futuras implementações. Essa "falha" da IAGen em compreender certas especificidades do ambiente educacional aliada com a ausência de descrições dos docentes que a ajudariam a compreender tal contexto, destaca a necessidade de que os modelos de IAGen sejam treinados com dados mais diversos e contextualizados principalmente no que se refere às práticas exercidas com novas metodologias, ou que os usuários sejam ainda mais explícitos em suas descrições de contexto.

Apesar das ressalvas, a pesquisa reforça o potencial da IAGen em fomentar a inovação. A professora A, que busca constantemente inovar em suas aulas, encontrou na IAGen uma fonte de novas ideias para "sair do conforto" do que sempre fez, impulsionada pelos ganhos de aprendizagem observados nos estudantes. Essa percepção de inovação, alinhada à definição de Rogers (2003) como um processo que visa resolver problemas através de novas abordagens, demonstra que a IAGen pode ser um catalisador para a adoção de MA e EH, auxiliando o professor a transcender modelos habitualmente chamados de tradicionais de ensino.

A experiência dos professores com a IAGen também sugere uma reconfiguração da carga de trabalho docente. Embora o planejamento de aulas com MA e EH seja reconhecidamente mais demandante, a IAGen oferece um alívio em tarefas que, embora essenciais, consomem tempo valioso. Essa otimização de tempo não deve ser vista como uma oportunidade para sobrecarregar o professor com mais tarefas, mas sim como uma chance de realocar o foco para aspectos mais qualitativos da prática pedagógica, como a personalização do ensino, o acompanhamento individualizado dos alunos e a reflexão sobre a prática.

No que tange à formação continuada, a pesquisa corrobora a sua essencialidade. O sucesso do uso da IAGen pelos professores A, B e C esteve intrinsecamente ligado ao seu

conhecimento prévio sobre EH e MA, adquirido em um curso de formação dado previamente aos momentos de planejamento. O Professor B, por exemplo, reconheceu que o curso de EH o fez planejar com mais clareza, e a Professora A utilizou sua experiência de mais de 20 anos para filtrar e adaptar as sugestões da IAGen. Isso sugere que a IAGen não substitui a necessidade de uma base teórica e pedagógica sólida, mas a complementa, tornando o processo de planejamento mais eficiente e, potencialmente, mais rico.

Finalmente, as conclusões desta pesquisa apontam para a necessidade de um diálogo contínuo entre desenvolvedores de IAGen, formuladores de políticas educacionais e educadores. É fundamental que as ferramentas de IAGen para a educação sejam projetadas com a compreensão das especificidades pedagógicas e dos contextos escolares, e que as políticas educacionais invistam massivamente na formação de professores, não apenas no uso técnico, mas na literacia crítica e pedagógica da IA. Somente assim, o potencial transformador da IAGen poderá ser plenamente realizado, contribuindo para uma educação mais adaptada, eficiente e engajadora, que realmente coloque o estudante no centro do processo de aprendizagem, com o professor atuando como um arquiteto e mediador dessas experiências de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- AKGUN, S.; GREENHOW, C. Artificial intelligence in education: Addressing ethical challenges in K-12 settings. *AI Ethics*, v. 2, n. 3, p. 431-440. 2022.
- ALLY, M.; KIRK, P. Artificial Intelligence in the Fourth Industrial Revolution to Educate for Sustainable Development. *Canadian Journal of Learning and Technology*, v. 48, n. 4. 2022.
- ALMEIDA, E.; VALENTE, J. Integração currículo e tecnologias e a produção de narrativas digitais. *Currículo sem Fronteiras*, v. 12, n. 3, p. 57-82, set./dez. 2012.
- ALMEIDA, E.; VALENTE, J. *Tecnologias e Currículo: trajetórias convergentes ou divergentes?* São Paulo: Paulus, 2011.
- ALVEZ-MAZZOTTI, A. J. *O Método nas Ciências Naturais e Sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa*. São Paulo: Pioneira, 1998.
- ANDERS, B. A. *Is using ChatGPT cheating, plagiarism, both, neither, or forward thinking?* Cambridge: Cell Press. 2023.
- ARAÚJO, J. L.; BORBA, M. C. Construindo Pesquisas Coletivamente em Educação Matemática. In: BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. (Orgs.) *Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericano, 1980.
- BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. M. (Org.). *Ensino Híbrido: Personalização e Tecnologia na Educação*. Porto Alegre: Penso. 2015.
- BACICH, L.; MORAN, J. (Org.). *Metodologias Ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso. 2018.
- BARONI, A.C.; MALTEMPI, M. V. *O papel das tecnologias digitais na educação financeira de futuros professores de matemática*. *Ciência e Natura*, v. 42, p. e16, 2020.
- BENDER, W. *Aprendizagem baseada em projetos: Educação diferenciada para o século XXI*. Porto Alegre: Penso, 2015.
- BERGMANN, J.; SAMS, A. *Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem*. Rio de Janeiro: LTC, 2017.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. *Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto, Portugal: Porto Editora, 1994.
- BONWELL, C. C.; EISON, J. A. *Active learning: creating excitement in the classroom*. 1991.
- BORBA, M.C.; PENTEADO, M.G.P. *Informática e Educação Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.
- BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de Dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, v. 134, n. 248, 23 dez. 1996. Seção 1, p. 27834-27841.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto / Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. Resolução CNE/CEB nº 1, de 4 de outubro de 2022: normas sobre Computação na Educação Básica – Complemento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Brasília, DF: MEC, 2022.

BRASIL. Comitê Gestor da Internet. TIC educação 2022: pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2022. Disponível em: <<https://cetic.br/pt/publicacao/pesquisa-sobre-o-uso-das-tecnologias-de-informacao-e-comunicacao-nas-escolas-brasileiras-tic-educacao-2022/>>. Acesso em: 19 maio 2024.

BRASIL. Comitê Gestor da Internet. TIC educação 2019: pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2019. Disponível em: <<https://cetic.br/pt/publicacao/pesquisa-sobre-o-uso-das-tecnologias-de-informacao-e-comunicacao-nas-escolas-brasileiras-tic-educacao-2019/>>. Acesso em: 19 maio 2024.

BRASIL. Comitê Gestor da Internet. TIC educação 2014: pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2014. Disponível em: <http://cetic.br/media/docs/publicacoes/2/TIC_Educacao_2014_livro_eletronico.pdf>. Acesso em: 19 maio 2024.

BRUNER, J. *Uma nova teoria da aprendizagem*. Rio de Janeiro: Bloch. 1976.

BUSSE, A.; FERRI, R. B. Methodological reflections on a three-step-design combining observation, stimulated recall and interview. *The International Journal on Mathematics Education (ZDM)*, v.35, n.6, p.257-264, 2003.

CAMPOS, L.F.A.A.; LASTÓRIA, L.A.C.N. Semiformação e inteligência artificial no ensino. *Revista Pro-posições*, v.31, Campinas, SP. 2020.

CEIBAL. *Construyendo inteligencia artificial para la educación*. Montevideo: Plan Ceibal, 2024. Disponível em: pensamientocomputacional.ceibal.edu.uy. Acesso em: 6 mar. 2025.

CHERRY, L.D. *Blended learning: an examination of on-line learning's impact on face-to-face instruction in high school classrooms*. Mineápolis: Walden University. 2010.

CENTRO DE INOVAÇÃO PARA A EDUCAÇÃO BRASILEIRA. CIEB: Notas Técnicas #21 *Inteligência artificial na educação básica: novas aplicações e tendências para o futuro*. São Paulo: CIEB, 2024. Disponível em: <https://cieb.net.br/Inteligencia-Artificial-na-Educacao-Basica_2024/>. Acesso em: 21 junho 2024.

CENTRO DE INOVAÇÃO PARA A EDUCAÇÃO BRASILEIRA. CIEB: Notas Técnicas #16 *Inteligência artificial na educação*. São Paulo: CIEB, 2019. Disponível em: <<https://cieb.net.br/inteligencia-artificial-na-educacao/>>. Acesso em: 21 junho 2024.

CETIC.br – *Conectividade significativa: propostas para medição e o retrato da população no Brasil*. Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2024. Disponível em: <https://cetic.br/pt/publicacao/conectividade-significativa-propostas-para-medicao-e-o-retrato-da-populacao-no-brasil/>. Acesso em: 02 set. 2025.

CETIC.br – *Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras: TIC Educação 2022*. Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR. 1. ed. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2023.

CLARKE, D. J. The LPS Research Design. In: CLARKE, D. J.; KEITEL, C.; SHIMIZU, Y. (Eds.) *Mathematics Classrooms in Twelve Countries: the insider's perspective*. p. 15-36. Rotterdam, Netherlands: Sense Publishers, 2006.

CLETO, B. Exploração de algumas ferramentas de Inteligência Artificial numa Unidade Curricular de Multimídia. *RE@D - Revista de Educação a Distância e Elearning*, v. 6, n. 2, p. 1-15. 2023.

COHEN, E.; LOTAN, R.A. *Planejando o trabalho em grupo: estratégias para salas de aula heterogêneas*. Porto Alegre: Penso, 2017.

COLL, C. La personalización del aprendizaje escolar: El qué, el por qué y el cómo de un reto insoslayable. In: VILALTA, J. M. (Org.). *Reptes de l'educació a Catalunya*. Anuari d'Educació 2015. Barcelona: Fundació Jaume Bofill, 2016.

COLL, C.; MONEREO, C. *Psicologia da educação virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação*. Porto Alegre: Artmed, 2010.

CRESWELL, J. W. *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*. Porto Alegre: Penso, 2021.

D'AMBROSIO, U. Prefácio. In: BORBA, M. C. ARAÚJO, J. L. (Org.). *Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática*. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2010.

DENZIN, M. K.; LINCOLN, Y. S. Introdução: a disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. In: DENZIN, M. K.; LINCOLN, Y. S. (Eds.). *O Planejamento da Pesquisa Qualitativa: teorias e abordagens*. Porto Alegre: Artmed, 2006.

DEWEY, J. *Vida e Educação*. São Paulo: Nacional. 1950.

DOLAN, E. L.; COLLINS, J. P. We must teach more effectively: here are four ways to get started. *Molecular Biology of the Cell*, v. 26, n. 12, 2015. Disponível em: <<http://www.molbiolcell.org/content/26/12/2151.full>>. Acesso em: 4 maio 2024.

DOMINGOS, P. *O algoritmo mestre: como a busca pelo algoritmo de machine learning definitivo recriará nosso mundo*. São Paulo: Novatec Editora, 2017.

FAGUNDES, G. D; BROD, F. A. T.; LOPES, J. L. B. O ensino híbrido nas aulas de Matemática do Ensino Fundamental. *Revista Eixo*. Brasília-DF, v. 10, n. 1, janeiro-abril de 2021.

FERREIRA, G. M. S.; OZÓRIO, G.G.; MOREIRA, L.C.P. Metodologias ativas nas concepções de docentes do ensino superior: “um nome novo que não diz nada”? Revista Internacional de Educação Superior, Campinas, SP, v. 9, n. 00, 2022. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/riesup/article/view/8665518>. Acesso em: 07 fev. 2024.

FERREIRA, M. J. A. *A constituição e a produção do conhecimento matemático ao ser-com o computador*. 2018. 207f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2018.

FILATRO, A.; CAVALCANTI, C.C. *Metodologias Inov-ativas na educação presencial, a distância e corporativa*. São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

FONTANA, A.; FREY, J. H. The Interview: from structured questions to negotiated text. In: DENZIN, L. N.; LINCOLN, Y. S. (Eds.) *Handbook of Qualitative Research*. Thousand Oaks, USA: Sage Publications, 2000.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 27. ed. São Paulo: Paz e Terra. 1996.

GABRIEL, M. *Inteligência artificial: do zero ao metaverso*. Barueri: Atlas. 2024.

GATTUPALLI, S.; MALOY, R. W.; EDWARDS, S. A. Prompt Literacy: A Pivotal Educational Skill in the Age of AI. *College of Education Working Papers and Reports Serie*, 6. 2023.

GOLDENBERG, M. *A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais*. Rio de Janeiro: Record, 1997.

HECHT, Y. *Educação democrática: o começo de uma história*. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2016.

HORN, M.B., STAKER, H. *Blended: usando a inovação disruptiva para aprimorar a educação*. Porto Alegre: Penso, 2015.

HWANG, Y.; LEE, J.H.; SHIN, D. What is prompt literacy? An exploratory study of language learners' development of new literacy skill using generative AI. *Journal of the Korea English Education Society*, v. 22, n. 2, p. 263-288, 2023.

IBM. O que é inteligência artificial?. 2020. Disponível em: <<https://www.ibm.com/br-pt/cloud/learn/what-is-artificial-intelligence>>. Acesso em 24/06/2024.

JACOBS, H. H.; FISHER, M. Prompt Literacy: A Key for AI-Based Learning. *ASCD*, v. 80, n. 9. 2023.

KAMALOV, F.; CALONGE, D.; GURRIB, I. New era of artificial intelligence in education: Towards a sustainable multifaceted revolution. *Sustainability*, Basel, v. 15, n. 16. 2023.

KAMENSKI, A. The Analysis of Security and Privacy Risks in Smart Education Environments. *Journal of Smart Cities and Society*, v. 1, n. 1, p. 17-29. 2022.

KUMAR, H; MUSABIROV, I.; SHI, J.; LAUZON, A.; CHOY, K. K.; GROSS, O.; KULZHABAYEVA, D; WILLIAMS, J. J. Exploring The Design of Prompts For Applying

GPT-3 based Chatbots: A Mental Wellbeing Case Study on Mechanical Turk. In: *ACM*. NewYork: NY. 2022.

KURZWEIL, R. *How to Create a Mind: The Secret of Human Thought Revealed*. Viking, 2012.

LINCOLN, Y. S.; GUBA, E. G. *Naturalistic Inquiry*. Newbury Park: Sage Publications, 1985.

LIU, V., CHILTON, L. B. Design Guidelines for Prompt Engineering Text-to-Image Generative Models. In: *CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. New Orleans, Estados Unidos, p. 1-23. 2022.

LIZARES, A. A.; ROJAS, L. M. H. Educadores y IA: orientando sistemas inteligentes em la educación. In: *Educação e Inteligência Artificial: desafios e diálogos na contemporaneidade*. Guarujá: Científica Digital, p. 98-113. 2024.

LO, L. S. The CLEAR path: A framework for enhancing information literacy through prompt engineering. *The Journal of Academic Librarianship*, v. 49, n. 4. 2023.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.

MADIEGA, T. General-purpose artificial intelligence. *European Parliamentary Research Service*. 2023.

MALTEMPI, M.V. Novas Tecnologias e Construção de Conhecimento: Reflexões e Perspectivas. In: *V Congresso Ibero-americano de Educação Matemática (CIBEM)*. Porto, Portugal, 2005.

MARQUES, D. et. al. *Tecnologias digitais e a interdisciplinaridade na criação de materiais autorais digitais educacionais*. Cuadernos de Educación Y Desarrollo, v.16, n.1, p. 154-172. 2024.

MARTÍNEZ-COMESAÑA, M., RIGUEIRA-DÍAZ, X., LARRAÑAGA-JANEIRO, A., MARTÍNEZ-TORRES, J., OCARRANZA-PRADO, I.; KREIBEL, D. Impact of artificial intelligence on assessment methods in primary and secondary education: Systematic literature review. *Revista de Psicodidáctica*, v. 28, n. 2, p. 93-103. 2023.

MICHAEL, A.; PARDO, K.F.; DAVID S.L.; JOYCE H.P.; PETTER GRANLI, C.M.; IAIN DOUGLAS-HAMILTON, G.W. African elephants address one another with individually specific name-like calls. *Nature Ecology & Evolution*. 2024.

MISHRA, P.; KOEHLER, M.J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 2006. p. 1017-1054.

MORAIS COSTA, M. J.; CAMPELO FEITOSA FILHO, J.; BOTTENTUIT JÚNIOR, J. B. *Inteligência artificial, blended learning e educação a distância: contribuições da IA na aprendizagem on-line a distância*. TICs & EaD em Foco, São Luís, v. 5, n. 1, 2019. Disponível em: <https://www.uemanet.uema.br/revista/index.php/ticseadfoco/article/view/428>. Acesso em: 21 jul. 2024.

MORAES, U. C.; AZEVEDO, V. L. A.; VIEIRA, M. M. da S.; ABAR, C. A. A. P. Projeto pré-cálculo: reforço matemático para os cursos de engenharia em trilhas de aprendizagem do ensino híbrido. *Brazilian Applied Science Review*, Curitiba, v. 3, n. 1, p. 269-281, jan./fev.2019.

MORAN, J. M. O uso equilibrado da Inteligência Artificial na Educação. Disponível em: <https://moran10.blogspot.com/2024/06/o-uso-equilibrado-da-inteligencia.html>. Acesso em: 2 set. 2024.

MORAN, J. M. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, L.; MORAN, J. (Org.). *Metodologias Ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso. 2018.

MORAN, J. M. Educação híbrida: um conceito-chave para a educação, hoje. In: BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. M. (Org.). *Ensino Híbrido: Personalização e Tecnologia na Educação*. Porto Alegre: Penso. 2015.

MOURA, A.; CARVALHO, A. A. A. Literacia de Prompts para Potenciar o Uso da Inteligência Artificial na Educação. *RE@D - Revista de Educação a Distância e Elearning*, Portugal, v. 6, n. 2, jul./dez. 2023.

MURPHY, R. F. Artificial intelligence applications to support k–12 teachers and teaching: a review of promising applications, challenges, and risks. *Perspective*, p. 1–20. 2019.

NYAKUNDI, H. How to Communicate with ChatGPT – A Guide to Prompt Engineering. *FreeCodeCamp*. 2023. Disponível em: <<https://www.freecodecamp.org/news/how-to-communicate-with-ai-tools-prompt-engineering/>>. Acesso em: 23 Jun. 2024.

OLIVEIRA, P.H.; DIAS, S.R. *Gamificação no Ensino de Matemática: Revisão de Literatura*. Revista Ensino da Matemática em Debate, vol.8, p. 26-45, 2021.

OpenAI. *Educator considerations for ChatGPT*. São Francisco, OpenAI. 2023. Disponível em: <https://platform.openai.com/docs/chatgpt-education>. Acesso em: 23 jun. 2024.

PATRICK, S.; KENNEDY, K.; POWELL, A. *Mean what you say: defining and integrating personalized, blended, and competency education*. iNACOL, 2013. Disponível em: <<https://studentsatthecenterhub.org/resource/mean-what-you-say-defining-and-integrating-personalized-blended-and-competency-education/>>. Acesso em: 25/05/2024.

PÉREZ GÓMEZ, A. I. *Educação na era digital: a escola educativa*. Porto Alegre: Penso, 2015.

POUPART, J. A entrevista de tipo qualitativo: considerações epistemológicas, teóricas e metodológicas. In: POUPART, J.; DESLAURIERSL, J.P.; GROULX, L.H.; LAPERRIÈRE, A.; MAYER, R.; PIRES, A. P. *A Pesquisa Qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2ª ed. p. 215-253. 2010.

POWELL, A.; FRANCISCO, J; MAHER, C. Uma abordagem à Análise de Dados de Vídeo para investigar o desenvolvimento de ideias e raciocínios matemáticos de estudantes. Tradução de Antônio Olímpio Junior. *Boletim de Educação Matemática – BOLEMA*. Rio Claro, n. 21, 2004.

- RAEDT, L.D. *et al.* Statistical relational artificial intelligence: Logic, probability, and computation. *Synthesis Lectures on Artificial Intelligence and Machine Learning*, v.10, n.2, p.1-189, 2016.
- RICH, E. *Inteligência artificial*. São Paulo: McGraw-Hill, 1988.
- ROGERS, C. *Liberdade para aprender*. Belo Horizonte: Interlivros. 1973.
- ROGERS, E. M. *Diffusion of innovation*. New York: Free Press. 2003.
- RUCK, K. A. *A descriptive study of pedagogical characteristics of online versus face-to-face teaching methods in a secondary blended learning environment*. Indiana: Indiana University of Pennsylvania. 2012.
- RUSSELL, S. *Inteligência artificial a nosso favor: como manter o controle sobre a tecnologia*. São Paulo: Companhia das Letras, 2021.
- RUSSELL, S.; NORVIG, P. *Inteligência Artificial: Uma Abordagem Moderna*. São Paulo: Pearson. 3º ed. 2009.
- SANDERS, K.; BOUSTEDT, J.; ECKERDAL, A.; MCCARTNEY, R.; ZANDER, C. Folk pedagogy: nobody doesn't like active learning. In: *ICER 2017*. Tacoma: ACM. 2017.
- SANTAELLA, L. *Neo-humano: a sétima revolução cognitiva do Sapiens*. São Paulo: Paulus, 2022.
- SANTOS, T.S.; BORGES, F.A. (Orgs.) *Pesquisa em educação matemática: implicações para o ensino*. Campo Mourão: Fecilcam, 2016.
- SANVITO, W. L. Inteligência biológica versus inteligência artificial: uma abordagem crítica. *Arq. Neuro-Psiquiatr.*, São Paulo, v.53, n.3, p. 361-368, 1995.
- SATHLER, L. O ensino híbrido e a organização do trabalho pedagógico docente. In: SBERGA, A.A.; GUEDES, R.V. (org.). *Ensino híbrido e outros saberes*. Brasília: Associação Nacional de Educação Católica do Brasil – ANEC, 2021.
- SCHNEIDER, F. Otimização do espaço escolar por meio do modelo de ensino híbrido. In: BACICH, L; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. M. (Org.). *Ensino Híbrido: Personalização e Tecnologia na Educação*. Porto Alegre: Penso. 2015.
- SINGH, H. Building Effective Blended Learning Programs. *Educational Technology*, vol. 6, p. 51-54. 2003.
- SKOVSMOSE, O.; BORBA, M. C. Research Methodology and Critical Mathematics Education. In: VALERO, P.; ZEVENBERGEN, R. *Researching the Socio-Political Dimensions of Mathematics Education: Issues of power in theory and methodology*. Mathematics Education Library. Boston: Springer, v. 35, p. 207-226, 2004.
- SLATTERY, P. *et al.* *The MIT AI Risk Repository*. Cambridge, MA: MIT FutureTech, 2025. Disponível em: <<https://www.airisk.mit.edu>>. Acesso em: 02 jun. 2025.
- SOARES, F. et al. *O uso da tecnologia de Realidade no ensino de Geometria Espacial: uma revisão sistemática de literatura*. Revista Ensino da Matemática em Debate, vol. 10, pp. 77-94, 2023.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA – SBP. *Manual de Orientação: #Menos Telas #Mais Saúde*. Rio de Janeiro: SBP, 2019. Disponível em: <https://www.sbp.com.br/fileadmin/user_upload/22246c-ManOrient_-_MenosTelas_MaisSaude.pdf>. Acesso em: 10 abril 2025.

SOUTO, D. L. Formação continuada on-line de professores de matemática: aspectos relativos ao design emergente de uma pesquisa. In: Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática, 14, 2011, *Anais...* Campina Grande: 2011. p. 1-12.

STAKE, R. E. *Pesquisa qualitativa: estudando como as coisas funcionam*. Porto Alegre: Penso, 2011.

TARDIF, M. *Saberes docentes e formação profissional*. 11 ed. Petrópolis: Vozes, 2010.

TAVARES, L.A.; MEIRA, M.C.; AMARAL, S.F. Inteligência Artificial na Educação: Survey. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 7, p. 48699-48714, 2020. Disponível em: <<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/13539>>. Acesso em: 26 mar. 2024.

TORI, R. *Educação sem distância: as tecnologias interativas na redução de distâncias em ensino e aprendizagem*. São Paulo: Senac. 2010.

TREVISANI, F. M.; CORRÊA, Y. Ensino Híbrido e o desenvolvimento de competências gerais da Base Nacional Comum Curricular. **Revista Práxis**, Novo Hamburgo, a.17, n.2, p. 43-62, maio/agosto. 2020.

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. *Marco referencial de competências em inteligência artificial para professores*. 2025. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000394280>. Acesso em: 02 set. 2025.

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. *Guia para a IA generativa na educação e na pesquisa*. 2023. Disponível em: <<https://www.unesco.org/pt/articles/guia-para-ia-generativa-na-educacao-e-na-pesquisa>>. Acesso em: 16 jun. 2024.

VALENTE, J. A. O computador na sociedade do conhecimento. Campinas: Unicamp/NIED, 1999.

VALENTE, J.A. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. *Educar em Revista*. Curitiba, Edição Especial (4), p. 79-97. 2014.

VALENTE, J. A. A sala de aula invertida e a possibilidade do ensino personalizado: uma experiência com a graduação em midialogia. In: BACICH, L.; MORAN, J. (Org.). *Metodologias Ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso. 2018.

VICARI, R.; BRACKMANN, C. P.; MIZUSAKI, L.; GALAFASSI, C. *Inteligência Artificial na Educação Básica*. 1. ed. São Paulo: Novatec Editora, 2023. Disponível em: <<https://novatec.com.br/livros/inteligencia-artificial-na-educacao-basica/>>. Acesso em: 19 jun. 2024.

VICARI, R.M. Influências das Tecnologias da Inteligência Artificial no ensino. *Estudos Avançados*, v. 35, p. 73-84. 2021.

VYGOTSKY, L. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. São Paulo: Martins Fontes. 1998.

WEBB, A. *Os nove titãs da IA: como gigantes da tecnologia e suas máquinas pensantes podem subverter a humanidade*. Rio de Janeiro: Alta Books. 2020.

WELLER, W.; PFAFF, N. *Metodologias de pesquisa qualitativa em Educação*. 3. ed. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2013. 336p.

WETZEL, M. An update on problem based learning at Harvard Medical School. *Annals of Community-Oriented Education*, v. 7, 1994.

WIPO - World Intellectual Property Organization. *WIPO Technology Trends 2019 -Artificial Intelligence*. Disponível em: <<https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4386>>, 2019. Acesso em: 24 jun. 2024.

YOUNGBLOOD, D. Master Prompt Templating — for AI, GPT and other LLMs. *Medium*. 2023.

ZHENG, L.; NIU, J.; ZHONG, L.; GYASI, J. F. The effectiveness of artificial intelligence on learning achievement and learning perception: A meta-analysis. *Interactive Learning Environments*, p. 1–15. 2021.

APÊNDICE I – Questionário sobre ensino híbrido

Bloco 1: Compreensão Conceitual sobre Ensino Híbrido

1. Como você explicaria para outro professor, com suas próprias palavras, o que é metodologia ativa e o que é ensino híbrido? *(Avaliação da conceituação)*
2. Quais são as principais características que diferenciam o ensino híbrido do ensino tradicional? Explique também o que você compreende por ensino tradicional. *(Diferenciação de modelos)*

Bloco 2: Modelos Específicos (Rotação por Estações, Laboratório Rotacional e Sala de Aula Invertida)

3. Você poderia descrever como funciona o modelo de rotação por estações? Que vantagens e desafios você enxerga nele? *(Domínio do modelo)*
4. Que diferenças você enxerga entre esse modelo e o laboratório rotacional? Você considera um mais apropriado que o outro para algum contexto específico? *(Domínio de modelo)*
5. Qual é a definição do modelo chamado de sala de aula invertida? Você acha possível aplicar esse modelo no ensino de matemática?" *(Domínio de modelo)*
6. Quais estratégias você utilizaria para adaptar esses modelos à sua realidade escolar, considerando recursos disponíveis e perfil dos alunos? *(Aplicabilidade prática)*

Bloco 3: Impacto do Curso de Formação

6. O curso contribuiu para sua compreensão sobre ensino híbrido? Em quais aspectos ele foi mais relevante? *(Eficácia da formação)*
7. Houve alguma mudança na sua percepção sobre o uso de tecnologias em sala de aula após o curso? Se sim, qual? *(Reflexão sobre tecnologia e metodologia)*

Bloco 4: Desafios e Perspectivas Futuras

8. Quais são os principais obstáculos que você identifica para implementar esses modelos em sua prática docente? *(Dificuldades percebidas)*
9. Como foi a aplicação dos modelos escolhidos por você nas suas aulas? De que forma o curso te ajudou com isso? *(Relato de prática)*
10. Que tipo de suporte (formação continuada, recursos tecnológicos, tempo de planejamento) você considera essencial para a efetivação do ensino híbrido em sua escola? *(Necessidades para implementação)*

APÊNDICE II – Questionário sobre IA na educação

Bloco 1: Conhecimento Básico sobre IA

1. Como você definiria, em suas próprias palavras, o que é Inteligência Artificial (IA)?
2. Você consegue diferenciar IA tradicional de IA generativa? Se sim, como explicaria essa diferença?
3. Quais exemplos de ferramentas de IA generativa você conhece ou já utilizou? E com quais finalidades foram utilizadas?

Bloco 2: Aplicações Práticas no Ensino

4. De que formas você acredita que a IA generativa pode auxiliar no planejamento de aulas de Matemática?

Bloco 3: Conhecimento Técnico

5. Você sabe o que são "prompts" no contexto de IA generativa?
6. Se sim, poderia dar um exemplo de como usaria um *prompt* para gerar uma atividade matemática?
7. Como você cria seus *prompts*? Você conhece diferentes modelos ou estruturas de prompts?

Bloco 4: Questões Éticas e Pedagógicas

8. Em sua opinião, quem deve ser considerado o autor de um material didático produzido com auxílio de IA generativa?
9. Quais preocupações éticas você identifica no uso de IA generativa na educação?
10. Como você avalia o impacto da IA generativa na criatividade e autonomia do professor no planejamento das aulas?

Bloco 5: Formação e Necessidades

11. Você já participou de alguma formação sobre como utilizar IA na educação?
12. Que tipo de apoio você consideraria necessário para começar a integrar IA generativa em sua prática docente?
13. Em uma escala de 1 a 5, como você avalia seu próprio conhecimento sobre IA generativa? (1 = nenhum, 5 = avançado)

ANEXO I – Carta-convite aos professores de matemática

Prezado(a) Professor(a) de Matemática,

Meu nome é Fernando Trevisani, sou docente e formador de professores com foco em metodologias ativas, e atualmente desenvolvo meu doutorado junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp), campus de Rio Claro.

Tenho o prazer de convidá-lo(a) a participar da pesquisa que compõe minha tese de doutorado, cujo objetivo é investigar as possibilidades de uma formação continuada de professores de matemática, com ênfase em metodologias ativas e ensino híbrido, para a qualificação da prática docente. Busca-se, especificamente, compreender como um processo formativo que aborde os modelos de ensino híbrido pode contribuir para a transformação das práticas pedagógicas no ensino de matemática.

Nesse contexto, estou oferecendo um curso on-line, gratuito, sobre modelos sustentados de ensino híbrido — rotação por estações, laboratório rotacional e sala de aula invertida. O curso contempla tanto fundamentos teóricos quanto exemplos práticos, incluindo registros de aulas reais que ilustram a aplicação dos modelos apresentados. O intuito é proporcionar um espaço formativo no qual você, professor(a), possa analisar e elaborar estratégias para implementar tais modelos em sua própria prática docente.

A participação no curso representa uma etapa da pesquisa, porém, posteriormente, os participantes serão convidados a realizar encontros síncronos on-line comigo para o planejamento de aulas de matemática, de forma que você poderá compartilhar comigo suas reflexões sobre a incorporação dos modelos de ensino híbrido em diferentes realidades escolares.

Caso você seja licenciado(a) em matemática e tenha interesse em contribuir com esta investigação e ampliando sua formação sobre metodologias ativas e ensino híbrido, peço que entre em contato por mensagem privada. Sua experiência e participação são fundamentais para construirmos, de forma coletiva, caminhos para uma educação matemática mais significativa e inclusiva.

Desde já, agradeço sua atenção e interesse.

Atenciosamente,

Fernando Trevisani

Doutorando em Educação Matemática – Unesp/Rio Claro