



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE  
NACIONAL



**BRENO ENRIQUE SANTOS DA SILVA**

**INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA EDUCAÇÃO: UMA ABORDAGEM  
COMPARATIVA DAS PROPOSTAS DOS GOVERNOS POR MEIO DE  
ANÁLISE DOCUMENTAL**

MANAUS, SETEMBRO

2025

BRENO ENRIQUE SANTOS DA SILVA

**INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA EDUCAÇÃO: UMA ABORDAGEM  
COMPARATIVA DAS PROPOSTAS DOS GOVERNOS POR MEIO DE  
ANÁLISE DOCUMENTAL**

Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade do Estado do Amazonas como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de mestre no programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT/UEA.

Linha de Pesquisa: Matemática na Educação Básica e suas Tecnologias.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Neide Ferreira Alves

MANAUS, SETEMBRO

2025

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
**Sistema Integrado de Bibliotecas da Universidade do Estado do Amazonas.**

S586i	<p>Silva, Breno Enrique Santos da Inteligência Artificial na educação: uma abordagem comparativa das propostas dos governos por meio de análise documental / Breno Enrique Santos da Silva . Manaus : [s.n.], 2025. 77 f.: color.; 21,0 cm.</p> <p>Dissertação - Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional- Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2025. Orientador: Neide Ferreira Alves.</p> <p>1. Inteligência Artificial. 2. Educação Básica. 3. Educação Matemática. 4. Tecnologias Educacionais. 5. Regulamentação. I. Neide Ferreira Alves (Orient.) II. Universidade do Estado do Amazonas. III. Titulo</p> <p>CDU(1997)51(043.3)</p>
-------	---

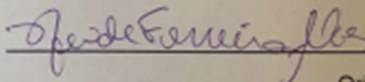
**ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM  
MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL - PROFMAT DA UNIVERSIDADE DO  
ESTADO DO AMAZONAS**

Ata de defesa de dissertação de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT da Universidade do Estado do Amazonas, no município de Manaus - AM, do discente **BRENO ENRIQUE SANTOS DA SILVA**, matrícula nº **2391940001**.

Em 08 de setembro de 2025, às 10h, no Laboratório Math4Green, da Escola Normal Superior no município de Manaus - AM, na presença da Banca Examinadora composta pelos seguintes membros: Profa. Dra. Neide Ferreira Alves, Prof. Dr. Almir Cunha da Graça Neto e Prof. Dr. Pedro Henrique Pereira Daldegan, realizou-se a sessão pública de defesa de Dissertação de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT, da Universidade do Estado do Amazonas - UEA, do discente **BRENO ENRIQUE SANTOS DA SILVA**, o discente apresentou sua dissertação intitulada: "**Inteligência artificial na educação: uma abordagem comparativa das propostas dos governos por meio de análise documental**".

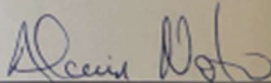
A Banca Examinadora deliberou e decidiu pela **APROVAÇÃO** do trabalho apresentado, divulgando o resultado ao discente e aos demais presentes.

Manaus, 08 de setembro de 2025



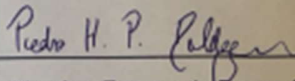
---

Orientador



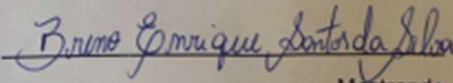
---

Membro Interno da Banca Avaliadora



---

Membro Externo da Banca Avaliadora



---

Mestrando



## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus avós Pedro Cabral da Silva e Claucinete Santos da Silva, exemplos de sabedoria e amor incondicional, que sempre acreditaram em mim. À minha mãe, Ellen Santos da Silva, pela força, dedicação e sacrifícios silenciosos, que foram essenciais em cada passo da minha caminhada. Aos meus irmãos Tony Roger e Erica Tayellen, por serem minha base e apoio nos momentos difíceis. E, com carinho eterno, ao meu irmão Eric Beny, cuja memória continua viva em meu coração e cuja ausência apenas reforça o quanto o amor entre irmãos é eterno.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, fonte de toda sabedoria, força e esperança, por me sustentar nos momentos mais difíceis, iluminar meu caminho e me permitir chegar até aqui. Sem Sua graça, nada disso seria possível.

À minha família, meu alicerce mais firme, deixo meu amor e eterna gratidão. Aos meus avós Pedro Cabral da Silva e Claucinete Santos da Silva, por cada palavra de incentivo e por todo amor dedicado. À minha mãe, Ellen Santos da Silva, exemplo de coragem e dedicação, que sempre esteve ao meu lado com fé e sacrifício. Aos meus irmãos Tony Roger e Erica Tayellen, pelo apoio constante e pelas palavras que me encorajaram a seguir. E ao meu querido irmão Eric Beny, que já não está entre nós fisicamente, mas cuja memória e presença permanecem vivas em meu coração e em cada conquista.

Aos meus tios Josiel Costa e Elaine Costa, e aos meus primos Pedro Natã e Natalia Eloisie, obrigado pelo carinho, pela torcida e pela presença afetuosa durante toda essa trajetória.

Agradeço à Escola CETI Dariana Corrêa Lopes, em especial à Diretora Nelissandra Souza Gurgel, a compreensão e apoio diante das ausências necessárias para a realização deste trabalho. A todo corpo escolar, minha sincera gratidão.

Aos colegas de trabalho, que souberam respeitar e apoiar meus momentos de dedicação aos estudos, especialmente Marcos Munck, Aline Noronha e Cynthia Patrícia, meus amigos do peito, pelo companheirismo, incentivo genuíno e apoio nos momentos difíceis nessa última etapa em 2025.

Aos colegas de trabalho do período em que passei na Coordenadoria Distrital de Educação 07, em especial a Coordenadora distrital de Educação vigente, professora Silvia Porfírio, e também a professora Dolores Balbi pela humanidade e humildade enquanto pessoas e servidoras, e que não mediram esforços para atender as solicitações de ausências por conta do mestrado quando necessárias.

À Universidade do Estado do Amazonas (UEA), instituição que me acolheu e proporcionou esta etapa tão significativa da minha formação. Agradeço ao magnífico reitor Professor Doutor Andre Zogahib, pelo comprometimento com a qualidade do ensino e com a valorização da educação pública. À Professora Doutora Kelly Marães, coordenadora local do PROFMAT, minha

gratidão pela gestão dedicada, pela orientação atenta e pelo suporte constante ao longo de todo o curso.

À minha orientadora, Doutora Neide Alves, meu agradecimento profundo por toda orientação cuidadosa, pela paciência, pelos conselhos e por acreditar em mim mesmo quando eu duvidei. Sua contribuição foi essencial para a realização desta dissertação.

Agradeço com carinho e respeito a todos os professores do Colegiado do mestrado, cujos ensinamentos foram essenciais não apenas para o desenvolvimento deste trabalho, mas para minha formação crítica e profissional como um todo. Cada aula ministrada, cada orientação oferecida e cada desafio proposto contribuíram de maneira profunda para minha evolução como educador e pesquisador.

Agradeço também à CAPES o apoio financeiro por meio da bolsa de estudos, fundamental para a realização desta pesquisa.

Aos colegas de curso da turma de 2023, em especial ao Ivan e Ramon, que caminharam comigo nessa jornada, minha gratidão pela parceria e pelas trocas que tanto enriqueceram essa experiência.

Por fim, aos amigos Diego e Deborah, que sempre estiveram por perto, incentivando, ouvindo e apoiando, mesmo nos momentos mais silenciosos. E aos colegas de trabalho que viraram amigos: Pedro Aragão, Renato Fernandes, Laércio Oliveira, Lucas Grana e Naor Lima. Obrigado por não deixarem que eu desistisse.

A todos vocês, meu muito obrigado!

## RESUMO

A presente dissertação busca investigar, por meio de análise documental comparativa, as propostas e diretrizes governamentais relacionadas à regulamentação e implementação da Inteligência Artificial (IA) na educação, abrangendo cinco contextos geopolíticos: União Europeia, Estados Unidos, China, Japão e Brasil. A investigação fundamenta-se em documentos oficiais, planos estratégicos e literatura especializada, com o objetivo de identificar convergências, divergências e lacunas nas políticas públicas examinadas. Os resultados indicam avanços relevantes em termos de marcos regulatórios, formação docente e integração curricular; contudo, evidenciam-se desafios persistentes relacionados à proteção de dados, equidade de acesso, governança interinstitucional e salvaguardas éticas. Com base nas evidências sistematizadas, apresenta-se um plano estratégico para o Brasil, estruturado em quatro eixos: governança e planejamento, formação ética e técnica, harmonização legislativa e infraestrutura tecnológica. Conclui-se que a inserção efetiva da IA na educação requer a articulação entre inovação tecnológica, políticas inclusivas e princípios éticos sólidos, de modo a assegurar qualidade, equidade e justiça educacional na transformação digital contemporânea.

**Palavras-chave:** Inteligência Artificial; Educação; Políticas Públicas; Análise Documental; Regulamentação.

## ABSTRACT

This dissertation examines, through a comparative documentary analysis, governmental proposals and guidelines related to the regulation and implementation of Artificial Intelligence (AI) in education, covering five geopolitical contexts: the European Union, the United States, China, Japan, and Brazil. The investigation is based on official documents, strategic plans, and specialized literature, aiming to identify convergences, divergences, and gaps in the public policies under review. The findings indicate significant progress in terms of regulatory frameworks, teacher training, and curriculum integration; however, persistent challenges remain regarding data protection, equitable access, interinstitutional governance, and ethical safeguards. Based on the systematized evidence, a strategic plan for Brazil is proposed, structured around four axes: governance and planning, ethical and technical training, legislative harmonization, and technological infrastructure. It is concluded that the effective integration of AI in education requires the articulation of technological innovation, inclusive policies, and robust ethical principles in order to ensure quality, equity, and educational justice in the context of the contemporary digital transformation.

**Keywords:** Artificial Intelligence; Education; Public Policy; Documentary Analysis; Regulation.

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Documentos dos Países/Blocos.....	30
<b>Quadro 2</b> - Síntese das Ações Realizadas e Pendentes.....	35
<b>Quadro 3</b> - Ações Realizadas e Pendentes dos Estados Unidos.....	38
<b>Quadro 4</b> - Ações Realizadas e Pendentes do Plano Chinês.....	39
<b>Quadro 5</b> - Avanços e Pendências na Regulação da IA na Educação Japonesa.....	42
<b>Quadro 6</b> - Avanços e Lacunas na Regulamentação da IA na Educação Brasileira.....	44
<b>Quadro 7</b> - Marcos Legais e Estratégicos em Inteligência Artificial.....	47
<b>Quadro 8</b> - Abordagens Educacionais e de Capacitação em IA.....	48
<b>Quadro 9</b> - Princípios Éticos e Garantias de Direitos Humanos.....	48
<b>Quadro 10</b> - Cronograma e Responsabilidades.....	58
<b>Quadro 11</b> - Caracterização Geral de uma Escola Piloto.....	62
<b>Quadro 12</b> - Infraestrutura Física e Tecnológica.....	62
<b>Quadro 13</b> - Etapas e Recursos Didáticos da Metodologia.....	63
<b>Quadro 14</b> - Ferramentas de IA selecionadas.....	64
<b>Quadro 15</b> - Programa de Alfabetização Algorítmica Docente (PAAD-AM).....	66
<b>Quadro 16</b> - Cronograma de Implementação da Escola Piloto.....	67

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Definições de IA organizadas em quatro categorias. (Russell; Norvig, 2010). .....	23
<b>Figura 2</b> - Componentes da Formação Continuada em IA.....	65
<b>Figura 3</b> - Implementando o Programa de Alfabetização Algorítmica Docente do Amazonas. ....	66
<b>Figura 4</b> - Critérios de avaliação e Indicadores de sucesso.....	69

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>17</b>
2.1 O ESTUDO CUSTOMIZADO NA BUSCA DE UM APRENDIZADO SIGNIFICATIVO ATRAVÉS DE METODOLOGIAS ATIVAS.....	17
2.2 SOFTWARES VOLTADOS PARA A APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO .....	19
2.3 O QUE É INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA)? .....	22
2.4 A IA E AS POLÍTICAS EDUCACIONAIS: CONCEPÇÕES E INTERSEÇÕES.....	25
<b>3 PERCURSOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>28</b>
3.1 ABORDAGEM DA PESQUISA .....	28
3.2 NATUREZA E PROCEDIMENTOS DA PESQUISA .....	29
3.3 COLETA DE DADOS.....	30
3.4 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE.....	30
<b>4 GOVERNOS E OS DOCUMENTOS OFICIAIS PARA O DIRECIONAMENTO DA IA .....</b>	<b>33</b>
4.1 A REGULAMENTAÇÃO DA IA NA EUROPA .....	33
4.1.1 Diretrizes éticas para uma IA confiável .....	34
4.1.2 A crítica humanista à IA na Educação .....	34
4.1.3 O Plano Coordenado Europeu: direções e limites .....	35
4.2 O REGIME LEGAL DOS EUA PARA IA .....	36
4.2.1 Estrutura legal e normativa .....	36
4.2.2 IA para Educação: experiências e tendências atuais .....	37
4.3 REGULAMENTAÇÃO DA IA NA CHINA .....	38
4.3.1 Fundamentos da estratégia Chinesa.....	38
4.3.2 IA e Educação no contexto Chinês.....	38
4.3.3 Princípios normativos e ações reguladoras .....	39
4.4 ESTRATÉGIAS NACIONAIS JAPONESAS DE IA E A INSERÇÃO NO CONTEXTO EDUCACIONAL.....	40
4.4.1 A IA na política educacional Japonesa .....	40
4.4.2 Avanços concretos e lacunas .....	41
4.5 IA E A POLÍTICA EDUCACIONAL NO BRASIL .....	42
4.5.1 Marcos regulatórios e estratégias para Educação.....	43
4.5.2 Panorama atual: avanços e desafios.....	43
4.6 ANÁLISE COMPARATIVA: BENEFÍCIOS E MALEFÍCIOS DA IA.....	44

<b>5 PROPOSTA DE UM RECURSO EDUCACIONAL COM IA: PLANO DE AÇÃO PARA INSERIR A IA NA EDUCAÇÃO BRASILEIRA .....</b>	<b>50</b>
5.1 LIÇÕES INTERNACIONAIS E DESAFIOS NACIONAIS PARA A EDUCAÇÃO COM IA.....	50
5.2 PLANO GOVERNAMENTAL ESTRUTURADO EM 04 EIXOS ESTRATÉGICOS .....	51
5.3 A IA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.....	60
5.4 PROPOSTA DE UM PLANO PILOTO DE IMPLEMENTAÇÃO DA IA EM UMA ESCOLA ESTADUAL DO AMAZONAS .....	62
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>70</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>73</b>

## INTRODUÇÃO

A ascensão da Inteligência Artificial (IA) como uma tecnologia disruptiva tem desencadeado mudanças significativas nos mais variados setores da sociedade contemporânea, inclusive na educação. O rápido desenvolvimento de metodologias com o uso de IA, como sistemas de recomendação, análise de dados educacionais, tutores inteligentes ou ferramentas baseadas em linguagem natural, tem moldado práticas pedagógicas, dinâmicas de aprendizagem e procedimentos de avaliação em escolas e universidades globalmente (Holmes et al., 2019; Selwyn, 2019).

Schwab (2016) destaca um ponto central no debate contemporâneo: a Quarta Revolução Industrial, na qual a IA desempenha um papel de liderança na integração do mundo digital, biológico e físico, pois funciona como protagonista e principal agente capaz de interligar sistemas, analisar grandes volumes de dados e tomar decisões complexas em tempo real, o que levanta questões éticas, legais e sociais quando usada em campos sensíveis como a prática educacional.

Nesse contexto, diferentes organizações internacionais têm chamado a atenção para a importância de produzir documentos regulatórios e de orientação que estabeleçam o uso responsável da IA nas escolas, com base em princípios de equidade, transparência, proteção de dados e direitos humanos.

É possível notar que a situação a nível global hoje é muito diversificada, com diferentes estratégias nacionais e com diferentes graus de maturação normativa, de visão política e de compreensão da IA e seu papel na educação. Essa multiplicidade de abordagens ressalta a importância de estudos comparativos que possam identificar tendências, lacunas e boas práticas na dinâmica de regulamentação da IA na educação em diferentes contextos geopolíticos.

Logo, a implantação da IA na educação requer a presença não apenas da inovação tecnológica, mas também de políticas públicas e disposições normativas capazes de garantir sua aplicação ética, responsável e orientada para o bem comum. A crescente integração de algoritmos e sistemas automatizados na gestão de recursos voltados ao ensino e à aprendizagem gera implicações significativas para a formação docente, a proteção da privacidade de dados de estudantes, a equidade no acesso às tecnologias e a mediação pedagógica entre seres humanos e máquinas.

Nesse contexto, torna-se fundamental examinar como diferentes governos têm estruturado seus planos e políticas diante desses desafios, muitas vezes carecendo de diretrizes consistentes

ou, em contrapartida, adotando modelos excessivamente tecnocráticos de regulamentação, que podem comprometer princípios essenciais de justiça social e inclusão no campo educacional. Políticas descoordenadas ou incoerentes são passíveis de legitimar práticas que exacerbam desigualdades já existentes, particularmente nos países mais desiguais em termos digitais e educacionais.

Diante dos fatos apresentados, este trabalho tem como principal objetivo realizar uma análise das diretrizes e propostas públicas sobre o uso da regulamentação da IA na educação a partir do contraste com modelos político-regulatórios representativos. Neste sentido, os países selecionados são os Estados Unidos da América, China, Japão e Brasil, além do bloco constituído pela união dos países que compõem a Europa. Vale ressaltar que este trabalho está atrelado à linha de pesquisa de Matemática na Educação Básica e suas Tecnologias.

Portanto, através da sistematização e análise dessas diretrizes, pretende-se compreender as consequências pedagógicas, éticas e sociais dessas iniciativas, buscando assim, uma reflexão crítica e uma melhoria das políticas que podem conduzir o setor educacional em sua transformação digital.

Ao mapear a variedade de design e uso de IA dentro dos domínios educacionais e os cursos de ação em direção à regulamentação perseguidos pelos estados, este estudo visa aprofundar as discussões acadêmicas e políticas sobre o futuro da educação na era da IA. Sendo assim, a importância e a atualidade do estudo são bem favorecidas, particularmente em um momento em que a articulação entre tecnologia e educação está sendo estabelecida como um dos principais eixos de transformação social no século XXI.

A dissertação está estruturada em quatro capítulos principais, além deste capítulo introdutório e a conclusão. O Capítulo 2 expõe o referencial teórico, discutindo fundamentos sobre tecnologia educacional, políticas públicas, ética na IA e seus impactos na formação docente, na privacidade de dados e na equidade de acesso. O Capítulo 3 descreve os percursos metodológicos adotados — uma abordagem qualitativa fundada na análise documental e bibliográfica — e detalha os procedimentos de coleta, codificação e interpretação dos dados. O Capítulo 4 constitui o núcleo analítico, reunindo a análise crítica dos documentos oficiais e das estratégias nacionais sobre IA na educação dos objetos de estudo selecionados, apresentando quadros comparativos, discussões sobre avanços e lacunas. O capítulo 5 dedica-se à apresentação de uma proposta aplicada para inserção da IA na educação brasileira, estruturada em um plano de

ação que busca transformar diretrizes em práticas efetivas, incluindo a proposta de uma escola-piloto e um programa de formação docente no Amazonas. No último capítulo é apresentada a conclusão e possíveis caminhos para trabalhos futuros.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Este capítulo tem como objetivo apresentar os fundamentos teóricos que sustentam esta pesquisa, articulando diferentes campos do conhecimento por meio de uma revisão bibliográfica conduzida com base em fontes acadêmicas especializadas e históricas. A integração entre pesquisa humana e ferramentas algorítmicas permitiu a ampliação do escopo investigativo, a organização temática das informações e a elaboração de sínteses coerentes, mantendo o rigor científico necessário ao trabalho acadêmico.

O capítulo inicia-se discutindo o papel das metodologias ativas no processo de ensino e aprendizagem, destacando a busca por um aprendizado significativo que valorize a autonomia discente e o protagonismo na construção do conhecimento. Na sequência, são analisados diversos softwares educacionais voltados para o ensino da Matemática no Ensino Médio, como *GeoGebra*, *Wolfram Mathematica* e *Desmos*, evidenciando suas potencialidades na visualização de conceitos abstratos e na mediação do raciocínio lógico e investigativo.

Em seguida é dada uma contextualização histórica e conceitual da Inteligência Artificial (IA), abordando suas origens filosóficas, fundamentos matemáticos e principais definições operacionais, com base em autores clássicos como Russell e Norvig (2010). Por fim, o capítulo examina as interseções entre IA e política educacional, refletindo sobre como diferentes governos têm incorporado tecnologias algorítmicas em suas diretrizes, revelando disputas de interesses, desafios éticos e implicações para a justiça educacional.

A elaboração deste referencial teórico, portanto, alia o potencial das tecnologias emergentes à análise crítica fundamentada na literatura científica, oferecendo uma base sólida para o desenvolvimento da presente investigação.

### **2.1 O ESTUDO CUSTOMIZADO NA BUSCA DE UM APRENDIZADO SIGNIFICATIVO ATRAVÉS DE METODOLOGIAS ATIVAS**

O processo de ensino e aprendizagem é submetido à ação de diversas variáveis durante o seu desenvolvimento e certamente as práticas metodológicas adotadas pelo professor possuem cunho crucial em tal tarefa. Neste contexto as metodologias ativas podem colaborar de modo positivo para a evolução da educação, pois, uma aprendizagem mais significativa deve possibilitar autonomia ao educando, desenvolvendo competências necessárias na sociedade atual. Equilibrar

as responsabilidades demandando maior protagonismo ao aluno é um dos principais objetivos das metodologias ativas.

De forma geral as metodologias ativas visam desenvolver nos estudantes uma postura participativa, construindo o pensamento crítico e contribuindo para a sua formação pessoal e profissional. Segundo Sefton e Galini (2022, p. 13, *apud* Parreira et al., 2023, p. 11), “as metodologias ativas estão sendo alinhadas com a educação contemporânea e vêm sendo impulsionadas com conjuntos de novas práticas, mediadas pelo uso das tecnologias, mas não se limitando a elas”. Compreende-se nessa afirmativa que as metodologias ativas colocam o aluno no centro do processo de aprendizagem, tornando-o protagonista do seu próprio aprendizado, e buscam promover o desenvolvimento de habilidades e competências que vão além do conteúdo programático. Essas metodologias ativas, tais como: a aprendizagem baseada em projetos, a sala de aula invertida e a gamificação, entre outras, estimulam a participação ativa dos estudantes, a construção do conhecimento de forma colaborativa, a autonomia e a criatividade.

No Brasil, tem-se iniciativas variadas voltadas para sistemas que auxiliam o aprendizado do aluno, em Matemática ou qualquer outra área. Tais sistemas “percebem” a dificuldade do aluno e criam um melhor caminho para que ele tenha bom aproveitamento na aprendizagem. Como exemplo tem-se o *PAT2MATH* (MELLO et al, 2009), desenvolvido pela Universidade Vale dos Sinos (UNISINOS), que ajuda o aluno na solução de problemas algébricos. Nas palavras dos criadores Gabriel Mello, Talvany Carlotto, Geiseane Rubi, Henrique M. Seffrin e Patrícia A. Jaques (2009):

*PAT2Math* (Personal Affective Tutor to Math) é um Sistema Tutor Inteligente que visa assistir os estudantes na resolução de problemas algébricos. Ele emprega diversos algoritmos de Inteligência artificial para simular um professor particular que assiste e ensina os aprendizes enquanto eles resolvem equações de primeiro grau. Ele corrige e provê dicas não apenas para a solução final, mas a todos os passos intermediários do estudante. (p. 4).

Além do *PAT2Math*, outras ferramentas tecnológicas contribuem no aprendizado do aluno quando há auxílio direto do professor. A próxima seção deste capítulo abordará tais ferramentas tecnológicas, em especial alguns softwares educacionais já utilizados e validados e sua importância para aprendizagem, em especial na disciplina de Matemática, no Ensino Médio.

## 2.2 SOFTWARES VOLTADOS PARA A APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO

Desde o início do século XXI, o avanço das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) trouxe profundas transformações para o campo educacional, especialmente no que se refere às práticas de ensino e aprendizagem da Matemática. No Ensino Médio, etapa em que os estudantes são desafiados a lidar com conceitos cada vez mais abstratos e complexos, os softwares educativos têm se apresentado como recursos estratégicos para tornar a aprendizagem mais significativa, interativa e contextualizada.

De acordo com Valente (1999), o uso de tecnologias na educação, particularmente os softwares educacionais, permite a criação de ambientes de aprendizagem nos quais os estudantes podem explorar, experimentar e construir seu próprio conhecimento. Essa perspectiva se fundamenta nas teorias construtivistas de aprendizagem, sobretudo nas contribuições de Papert (1980), que propôs o uso do computador como uma ferramenta de “construção do conhecimento”, destacando a importância do aprender fazendo. Para Papert, o software deve oferecer ao aluno um espaço de experimentação onde ele possa testar hipóteses, observar resultados e desenvolver autonomia intelectual.

No contexto da educação matemática, o uso de softwares como *GeoGebra*, *Wolfram Mathematica*, *Desmos*, entre outros, permite a manipulação de objetos, visualização de conceitos algébricos e geométricos, e possibilita a resolução de problemas através de simulações e modelagens.

O uso do software *GeoGebra*<sup>1</sup> no ensino da Matemática tem se mostrado eficaz ao proporcionar uma abordagem mais dinâmica e interativa, tanto para professores quanto para alunos. Ele permite a construção e manipulação de objetos matemáticos de maneira visual, facilitando a compreensão de conceitos abstratos, como funções, geometria e álgebra.

Segundo Almeida e Lima (2017), o *GeoGebra* contribui para o desenvolvimento da autonomia dos alunos, promovendo a experimentação e a investigação Matemática em sala de aula. Os professores, por sua vez, assumem o papel de mediadores no processo de ensino-aprendizagem, orientando os estudantes na exploração dos recursos tecnológicos de forma significativa.

---

<sup>1</sup> O **GeoGebra** foi criado por Markus Hohenwarter e iniciado em 2001 na Universidade de Salzburg, na Áustria, como parte de sua tese de mestrado e doutorado. O software está disponível para baixar no link: <https://www.geogebra.org/download?lang=pt>.

A utilização do GeoGebra possibilita aos alunos uma aprendizagem ativa, na qual eles podem explorar propriedades matemáticas, formular hipóteses e verificar resultados. Para os professores, o software oferece um ambiente que potencializa práticas pedagógicas inovadoras, centradas na construção do conhecimento pelo aluno. (Almeida; Lima, 2017, p. 92).

O *Wolfram Mathematica*<sup>2</sup> é uma ferramenta computacional que tem sido utilizada no ambiente educacional para o ensino de Matemática, Física, Estatística e outras disciplinas que exigem modelagem e visualização matemática. Sua linguagem simbólica e gráfica permite aos professores criar aulas mais interativas e aos alunos experimentar a Matemática de forma exploratória, promovendo um aprendizado ativo.

Segundo Carmo e Gonçalves (2015), o uso do *Mathematica* em sala de aula contribui para o desenvolvimento do raciocínio lógico e matemático dos estudantes, além de permitir que o professor atue como mediador no processo de construção do conhecimento, ao propor atividades que envolvam a modelagem, simulação e análise de resultados.

O uso do *Mathematica* nas atividades didáticas possibilita um ensino mais investigativo e experimental, no qual alunos podem explorar propriedades matemáticas, visualizar funções e validar conjecturas, ao mesmo tempo em que os professores podem elaborar materiais ricos em representações gráficas e simbólicas. (p. 42)

O *Desmos*<sup>3</sup> é uma ferramenta digital que tem se mostrado eficaz no ensino de Matemática, especialmente na compreensão de funções e geometria analítica. Sua interface intuitiva e recursos interativos permitem que alunos explorem conceitos matemáticos de forma dinâmica, enquanto professores podem utilizar atividades personalizadas para facilitar o aprendizado.

Segundo França (2022), o uso do *Desmos* no ensino de funções oferece uma abordagem inovadora, permitindo que os alunos visualizem e manipulem funções em tempo real, promovendo uma compreensão mais profunda dos conceitos. A autora destaca que a plataforma facilita a transição entre diferentes representações de funções (algébrica, gráfica, numérica e verbal), essencial para o entendimento completo do tópico.

---

<sup>2</sup> O *Wolfram Mathematica* foi criado por Stephen Wolfram e sua equipe na Wolfram Research, sendo lançado pela primeira vez em 1988. O software está disponível para baixar no link: <https://www.wolfram.com/download-center/>.

<sup>3</sup> O *Desmos* foi criado por Eli Luberoff, um matemático e físico, e foi lançado como uma startup em 2011, na conferência TechCrunch Disrupt. O software está disponível para baixar no link: <https://www.desmos.com/?lang=pt-BR>.

A utilização do Desmos proporciona aos alunos uma experiência de aprendizagem ativa, na qual eles podem explorar, conjecturar e validar hipóteses, com o suporte do professor que atua como mediador nesse processo. (p. 45)

Essa interatividade contribui para o desenvolvimento do cognitivo aluno, destacando habilidades como análise, síntese e raciocínio lógico, aspectos que são, essenciais no Ensino Médio. Segundo Borba e Villarreal (2005), o uso de softwares na educação matemática não apenas potencializa a aprendizagem, mas também transforma a própria forma como a Matemática é concebida e ensinada. Os autores defendem que a integração entre sujeito, tecnologia e conhecimento gera uma nova ecologia de aprendizagem, em que o saber matemático é co-construído em interação com as ferramentas digitais.

Além disso, Skovsmose (2000) enfatiza a importância de práticas investigativas no ensino da Matemática. Nesse sentido, os softwares oferecem um ambiente propício para a investigação matemática, estimulando os estudantes a formular conjecturas, testar soluções e desenvolver um pensamento crítico-reflexivo. Essa abordagem está alinhada com as diretrizes da BNCC (2018), que reforçam a importância do protagonismo juvenil, da resolução de problemas e da utilização de diferentes linguagens para expressar ideias matemáticas.

Contudo, o uso eficaz desses recursos depende de uma intencionalidade pedagógica bem definida e da formação adequada dos professores. Como destacam Moran, Masetto e Behrens (2000), não basta apenas inserir tecnologias em sala de aula; é necessário que o docente atue como mediador do conhecimento, planejando atividades que explorem o potencial dos softwares de forma alinhada aos objetivos de aprendizagem.

Portanto, os softwares voltados para a aprendizagem da Matemática representam uma ferramenta poderosa para inovar práticas pedagógicas, facilitar a compreensão de conceitos e engajar os alunos no processo de construção do conhecimento matemático. No entanto, seu uso precisa ser orientado por princípios pedagógicos sólidos e estar articulado ao currículo e às necessidades reais dos estudantes do Ensino Médio.

Nesse contexto de avanço tecnológico no campo educacional, é oportuno compreender os fundamentos e origens da IA, cuja presença crescente na educação exige uma análise crítica de seus pressupostos históricos e suas raízes matemáticas — tópicos que serão explorados na próxima seção.

### 2.3 O QUE É INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA)?

Segundo Pscheidt (2024, p. 9), “a Inteligência Artificial (IA) é uma área da Ciência da Computação que cria programas e sistemas capazes de processar grandes quantidades de dados possibilitando a criação de informações, algo como tentar imitar a inteligência humana.”

A IA é um campo que está sendo pesquisado e aprimorado em grande escala nos últimos anos. Seu desenvolvimento é parte da aspiração humana de criar sistemas que possam realizar tarefas cognitivas habitualmente feitas por humanos. Embora tenha enfrentado alguns desafios, no início da terceira década do terceiro milênio já existem IAs capazes de responder a demandas humanas complexas em linguagem natural, constituindo um tema de discussão em todos os setores da sociedade.

Acredita-se que o primeiro grande trabalho reconhecido como IA foi realizado por Warren McCulloch e Walter Pitts (1943). De acordo com Russell e Norvig (2010), o trabalho foi embasado em três pilares: o conhecimento da fisiologia básica e da função dos neurônios do cérebro, uma análise formal da lógica proposicional criada por Russell e Whitehead e a teoria da computação de Turing. Esses pesquisadores sugeriram um modelo de neurônios artificiais, no qual cada neurônio era caracterizado por “ligado” ou “desligado”, desse modo, o estado de um neurônio era analisado como equivalente em termos concretos a uma proposição que definia seu estímulo adequado.

Russel e Norwig, autores reconhecidos na área da IA no importante livro *Artificial Intelligence – A Modern Approach* (Inteligência Artificial – Uma Abordagem Moderna, tradução livre), fazem um apanhado de significados do termo IA observando que as definições podem ser divididas em quatro categorias, a saber, sistemas que:

- pensam como humanos;
- agem como humanos;
- pensam de acordo com as leis da Lógica Formal;
- agem logicamente.

Essas categorias com suas oito definições podem ser encontradas na Figura 1.

<b>Pensando como um humano</b>	<b>Pensando racionalmente</b>
<p>“O novo e interessante esforço para fazer os computadores pensarem (...) <i>máquinas com mentes</i>, no sentido total e literal.” (Haugeland, 1985)</p> <p>“[Automatização de] atividades que associamos ao pensamento humano, atividades como a tomada de decisões, a resolução de problemas, o aprendizado...” (Bellman, 1978)</p>	<p>“O estudo das faculdades mentais pelo uso de modelos computacionais.” (Charniak e McDermott, 1985)</p> <p>“O estudo das computações que tornam possível perceber, raciocinar e agir.” (Winston, 1992)</p>
<b>Agindo como seres humanos</b>	<b>Agindo racionalmente</b>
<p>“A arte de criar máquinas que executam funções que exigem inteligência quando executadas por pessoas.” (Kurzweil, 1990)</p> <p>“O estudo de como os computadores podem fazer tarefas que hoje são melhor desempenhadas pelas pessoas.” (Rich and Knight, 1991)</p>	<p>“Inteligência Computacional é o estudo do projeto de agentes inteligentes.” (Poole <i>et al.</i>, 1998)</p> <p>“AI... está relacionada a um desempenho inteligente de artefatos.” (Nilsson, 1998)</p>

**Figura 1** - Definições de IA organizadas em quatro categorias. (Russell; Norvig, 2010).

Os filósofos demarcaram a maioria das ideias importantes sobre a IA, mas o salto para uma ciência formal exigiu certo nível de formalização matemática em três áreas fundamentais: *lógica*, *computação* e *probabilidade*. A ideia de *lógica* formal pode ser traçada até os filósofos da Grécia antiga, mas seu desenvolvimento matemático começou realmente com o trabalho de George Boole (1815-1864), que definiu os detalhes da lógica proposicional ou lógica booleana (Boole, 1847). A próxima etapa foi determinar os limites do que poderia ser feito com a lógica e a *computação*. Boole e outros pesquisadores discutiram algoritmos para dedução lógica e, no final do século XIX, foram empreendidos esforços para formalizar o raciocínio matemático geral como dedução lógica. (Russell; Norvig, 2010).

Além da lógica e da computação, a terceira grande contribuição da Matemática para a IA é a teoria da *probabilidade*. O italiano Gerolamo Cardano (1501-1576) foi o primeiro a conceber a ideia de probabilidade, descrevendo-a em termos dos resultados possíveis de jogos de azar. Em 1654, Blaise Pascal (1623-1662), numa carta para Pierre Fermat (1601-1665), mostrou como prever o futuro de um jogo de azar inacabado e atribuir recompensas médias aos jogadores. A probabilidade se transformou rapidamente em uma parte valiosa de todas as ciências quantitativas, ajudando a lidar com medidas incertas e teorias incompletas.

A IA, conforme discutida por Arão (2024), fundamenta-se sobretudo no método indutivo e na estatística, que possibilitam às máquinas reconhecer padrões, calcular probabilidades e

oferecer previsões. Essa base epistemológica conecta diretamente a IA a campos centrais da Matemática: estatística, probabilidade e lógica formal. A Estatística é descrita no texto como a base que permite aos algoritmos transformar dados em números e, a partir disso, realizar “modelos estatísticos preditivos” capazes de oferecer respostas e previsões (Arão, 2024, pp. 2-3). Ou seja, a IA não trabalha com certezas absolutas, mas com inferências probabilísticas, que medem a chance de determinado resultado ser verdadeiro ou útil em certo contexto.

Os algoritmos, partindo do método indutivo, reconhecem padrões e calculam probabilidades através de modelos estatísticos preditivos. Para comparar os dados, a inteligência artificial os transforma em números e realiza incontáveis operações matemáticas, para oferecer uma previsão ou uma resposta. (Arão, 2024, p. 3).

Assim, fica evidente que a IA é uma forma matematizada de lidar com a realidade, sustentada pela probabilidade como medida central para a tomada de decisão automatizada.

O método indutivo, discutido a partir de Hume, é a base lógica por trás do aprendizado de máquina: parte de exemplos particulares para generalizar padrões. Isso significa que a IA não raciocina dedutivamente como na lógica formal, mas indutivamente, isto é, assume que eventos passados indicarão a ocorrência de eventos futuros semelhantes (Arão, 2024, pp. 7-8).

Nesse sistema baseado em tentativa e erro, o reconhecimento de padrões é fundamentado no método indutivo. O problema é que essa forma de lógica é limitada e enviesada: ao generalizar dados, a IA corre o risco de reforçar preconceitos e imprecisões.

Se nos esquivarmos de todo marketing e toda fetichização que envolve a inteligência artificial, podemos classificá-la como um método estatístico de reconhecimento de padrões. O fundamento dessa tecnologia são algoritmos guiados por modelos estatísticos de probabilidade que calculam previsões ou decisões (p. 8).

Embora eficazes, estatística e probabilidade não fornecem garantias absolutas, mas apenas aproximações. Isso faz com que sistemas de IA estejam sujeitos a erros, vieses e alucinações. Segundo Arão (2024), a estatística aplicada ao aprendizado de máquina não garante exatidão, pois os números, ao serem usados para modelar o mundo real, carregam consigo incertezas e subjetividades. Isso explica por que algoritmos podem tanto acertar previsões quanto reforçar preconceitos sociais.

Atualmente, a IA tem grande variedade de aplicações. Pscheidt (2024, p. 10 - 12) afirma que a IA auxilia na automação de várias tarefas voltadas para saúde, transporte, finanças,

entretenimento e até mesmo na educação, criando assistentes virtuais, analisando uma grande quantidade de dados, entre outras atividades. Conforme essa tecnologia avança e novas formas de acesso a ela são desenvolvidas, faz-se necessário procurar sempre informações atualizadas sobre as opções disponíveis. Alguns exemplos práticos que temos de aplicação da IA são os *chatbots*<sup>4</sup> mais utilizados atualmente: o *ChatGPT*, *Gemini*, *Microsoft Turing*, etc.

Compreender o que é IA desde suas origens históricas, influenciadas pela lógica matemática e pela ciência da computação, até sua estrutura baseada em algoritmos, redes neurais e aprendizado de máquina, é essencial para avaliar criticamente seu papel na sociedade contemporânea. No contexto educacional, essa compreensão permite não apenas desmistificar a tecnologia, mas também reconhecer seus limites, potencialidades e implicações éticas. Aprofundar-se na constituição matemática da IA também revela como ela depende de princípios fundamentais da matemática escolar, o que reforça a importância de uma base sólida nessa disciplina. A partir dessa perspectiva conceitual e técnica, torna-se necessário analisar como as políticas educacionais têm incorporado — ou deixado de incorporar — a IA em suas diretrizes, revelando concepções distintas sobre tecnologia, inovação e justiça educacional. Essa discussão será o foco da próxima seção.

## **2.4 A IA E AS POLÍTICAS EDUCACIONAIS: CONCEPÇÕES E INTERSEÇÕES**

A implantação da IA na educação está se espalhando rapidamente, envolvendo políticas públicas. A IA permeia o tecido de tomada de decisão nos países, desde currículos escolares e conteúdo de testes, até inclusão digital e governança de dados educacionais. Nesse contexto, é pertinente considerar como a IA e a política educacional interagem para realizar a governança abordando como educar a geração futura, tendo em mente a participação da IA na vida cotidiana dela.

Williamson (2017) observou como a educação é cada vez mais governada por algoritmos e sistemas – aqueles que capturam dados sobre os alunos e que informam abordagens pedagógicas e as decisões gerenciais de escolas e redes educacionais em todos os níveis. Isso é sintomático de uma mudança maior para a "governança algorítmica", na qual a política educacional não é impulsionada por, mas sim gerida por meio de processos algorítmicos opacos que escapam ao

---

<sup>4</sup> Um chatbot é um programa de computador projetado para simular conversas humanas, por texto ou voz, utilizando inteligência artificial (IA) e processamento de linguagem natural (PLN) para entender e responder a perguntas.

escrutínio público. Tais mudanças não apenas deslocam onde o aprendizado e o ensino ocorrem, mas também a natureza do estado em promover a qualidade e a equidade na educação.

Alguns esforços recentes indicam como os governos têm sido responsáveis por isso no desenvolvimento de políticas nacionais de IA relacionadas à educação. No Brasil, a Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial (EBIA), sancionada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações (BRASIL, 2021) prioriza, entre seus eixos, a educação, exigindo formação de professores, inclusão digital, uso responsável de tecnologias baseadas em IA e outras normas publicadas. E a União Europeia com o plano de educação digital 2021/2027 espera investimentos em infraestrutura digital, educação digital e o uso de IA para personalização na educação (Comissão Europeia, 2020).

No entanto, como Ball (2001) argumenta, as políticas educacionais não são simplesmente decisões técnicas, mas práticas ideográficas que podem ser entendidas com referência a valores, interesses e assim por diante. Ao transportar parte desse raciocínio para o mundo da IA, segue-se que faria sentido reconhecer que a IA entra no mundo educacional não contra o pano de fundo de um terreno neutro, mas como um em que ela entra em histórias sobre o que conta como inovação, o que conta como eficaz e o que conta como excelência educacional. Nesse sentido, podemos também considerar que a presença da IA em documentos oficiais ou estratégias das instituições abre uma aposta na modernização, mas também nas lógicas empresariais e gerenciais dentro dos espaços escolares.

Assim, a IA como política educacional deve ser cuidadosamente escrutinada. Como Castañeda e Williamson (2021) argumentaram, há um perigo emergente de uma "colonização digital" da educação, em que grandes empresas de tecnologia fornecendo plataformas, algoritmos e soluções baseadas em dados podem coexistir com a política pública. Sem restrições, esse relacionamento pode atropelar outros valores que importam — valores como autonomia do professor, privacidade do aluno e justiça educacional.

E, por essa razão, a IA não pode ser reduzida a uma nova tecnologia, mas sim a um elemento essencial na estrutura da nova articulação da política educacional contemporânea. Em vez disso, é inteligível apenas se forem reconhecidas as compensações inerentes entre inovação e controle, entre aprendizagem personalizada e vigilância algorítmica, entre autonomia e centralização. Essa interseção é atraente para os formuladores de políticas públicas por causa da eficiência, bem como da equidade e inclusão.

Encerrando, o Capítulo 2 apresentou o embasamento teórico necessário para a compreensão da relação entre metodologias ativas, *softwares* educacionais e a emergência da IA como eixo estruturante das políticas educacionais contemporâneas. Observou-se que a IA não se limita a um recurso tecnológico, mas configura-se como elemento que reorganiza práticas pedagógicas, processos decisórios e concepções de educação no século XXI. Esse percurso teórico forneceu as bases para uma análise crítica das diferentes propostas governamentais, evidenciando tanto potencialidades quanto desafios éticos, políticos e sociais decorrentes de sua incorporação.

A partir dessa fundamentação, no capítulo seguinte serão apresentados os percursos metodológicos que nortearam a pesquisa, explicitando a abordagem adotada, os procedimentos de coleta e análise documental e os critérios utilizados para assegurar o rigor científico na sistematização dos dados.

### **3 PERCURSOS METODOLÓGICOS**

Esta pesquisa adota uma abordagem qualitativa, de natureza básica, com foco na análise documental comparativa de políticas públicas sobre o uso da Inteligência Artificial na educação. O estudo combina revisão bibliográfica e análise de documentos oficiais produzidos por diferentes governos e organismos internacionais, selecionados com base em critérios de autenticidade, relevância e representatividade geopolítica.

A estratégia metodológica fundamenta-se na análise de conteúdo temática, conforme Bardin (2011), aliada a procedimentos de codificação qualitativa (Miles, Huberman e Saldaña, 2014). As categorias analíticas foram definidas a priori, com possibilidade de ajustes emergentes durante a leitura dos documentos. A análise foi realizada com apoio de ferramentas digitais de organização de dados qualitativos.

A pesquisa busca identificar padrões discursivos, convergências e divergências entre diferentes modelos de governança da IA aplicada à educação, interpretando os dados à luz do referencial teórico. Todos os procedimentos seguiram rigor técnico e ético, respeitando os princípios de fidelidade interpretativa e transparência metodológica.

#### **3.1 ABORDAGEM DA PESQUISA**

A presente investigação adota uma abordagem qualitativa, cujo objetivo principal é a compreensão dos sentidos e significados expressos nas propostas governamentais sobre o uso da Inteligência Artificial na educação. A pesquisa qualitativa é adequada quando se busca interpretar fenômenos sociais complexos, considerando os contextos históricos, culturais e institucionais em que estão inseridos. Segundo Denzin e Lincoln (2006, p. 13), “a pesquisa qualitativa envolve um conjunto de práticas interpretativas que tornam o mundo visível”, permitindo compreender os discursos e narrativas produzidas pelos sujeitos e instituições.

Bogdan e Biklen (1994) reforçam que a abordagem qualitativa valoriza a perspectiva dos participantes, o ambiente natural e o caráter processual das relações sociais. No mesmo sentido, Flick (2009) argumenta que o método qualitativo é especialmente apropriado para a análise de processos discursivos e simbólicos, como os presentes em documentos oficiais e políticas públicas. Para Creswell (2014, p. 4), o pesquisador qualitativo “interpreta o significado que os outros atribuem aos problemas humanos”, o que se alinha à proposta deste estudo ao analisar como os

governos constroem narrativas políticas sobre IA e educação.

Assim, a abordagem qualitativa adotada neste trabalho está ancorada em uma perspectiva interpretativista, que considera que o conhecimento é construído socialmente e que os documentos oficiais, mais do que simples registros administrativos, são artefatos discursivos representativos de visões de mundo, interesses e ideologias (Guba & Lincoln, 1994).

### **3.2 NATUREZA E PROCEDIMENTOS DA PESQUISA**

A pesquisa é de natureza básica, pois visa à produção de conhecimentos teóricos voltados à compreensão e sistematização das propostas governamentais no campo da Inteligência Artificial aplicada à educação, sem almejar uma aplicação imediata dos resultados. Segundo Gil (2017), a pesquisa básica é orientada para o avanço do conhecimento científico e para a formulação de conceitos, modelos e categorias de análise.

Quanto aos procedimentos de pesquisa, o estudo configura-se como documental e bibliográfico, articulando a análise de fontes primárias (documentos oficiais) com a revisão sistemática de literatura especializada. A pesquisa documental é definida por Marconi e Lakatos (2011, p. 83) como aquela “realizada com base em materiais que não receberam ainda um tratamento analítico, ou que podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa”. Já a pesquisa bibliográfica, segundo Severino (2016), envolve a investigação de produções teóricas já publicadas, como livros, artigos, teses e relatórios técnicos, a fim de subsidiar o embasamento teórico do objeto estudado.

De acordo com Lima e Miotto (2007), tanto a pesquisa documental quanto a bibliográfica compartilham características metodológicas, especialmente no que diz respeito à análise de textos, porém diferem quanto à origem do material. No presente trabalho, a articulação dessas duas modalidades é estratégica para sustentar a análise comparativa, pois permite compreender não apenas o conteúdo das políticas, mas também os marcos teóricos que fundamentam sua formulação e implementação.

Portanto, ao se basear na análise de documentos públicos e textos científicos, este estudo busca desenvolver uma compreensão crítica das propostas governamentais sobre IA na educação, ancorando-se na interpretação dos discursos políticos e na problematização dos referenciais que os sustentam.

### 3.3 COLETA DE DADOS

Para esta pesquisa a coleta de dados se deu em registros oficiais dos governos, por se trata de uma pesquisa documental. O Quadro 1 apresenta os documentos que servirão de base para a coleta dos dados que serão tabulados e analisados.

**Quadro 1 - Documentos dos Países/Blocos.**

<b>País / Bloco</b>	<b>Documentos</b>
União Europeia	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Coordinated Plan on Artificial Intelligence 2021 Review (European Commission, 2021);</li><li>✓ Relatórios do Joint Research Centre (JRC) sobre IA na educação, como o AI and Education: A Critical View Through the Lens of Human Rights (2022);</li><li>✓ Diretrizes éticas da High-Level Expert Group on AI.</li></ul>
Estados Unidos	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ National Artificial Intelligence Initiative Act of 2020;</li><li>✓ AI Bill of Rights: Making Automated Systems Work for the American People (White House OSTP, 2022).</li></ul>
China	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Next Generation Artificial Intelligence Development Plan (2017);</li><li>✓ Os principais contornos da regulação chinesa sobre inteligência artificial (2024).<sup>5</sup></li></ul>
Japão	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Artificial Intelligence Technology Strategy (2017);</li><li>✓ Relatórios do Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT) sobre IA e Society 5.0.</li></ul>
Brasil	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial (EBIA, 2021);</li><li>✓ Plano Nacional de Educação (PNE) e materiais produzidos pelo governo e pela Câmara dos Deputados sobre transformação digital no ensino.</li></ul>

A seleção desses documentos está alinhada à proposta de Bowen (2009), para quem a análise documental em pesquisas qualitativas deve incluir textos com valor interpretativo, representando posicionamentos institucionais e orientações normativas.

A inclusão de cinco países/blocos distintos permite não apenas uma comparação intergovernamental, mas também uma leitura crítica sobre como discursos de inovação tecnológica são moldados por valores éticos, interesses econômicos e disputas geopolíticas. Conforme Prior (2003), os documentos não são meramente informativos, mas constituem artefatos sociais e políticos, sendo, portanto, objeto legítimo de análise crítica.

### 3.4 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE

A análise dos documentos será conduzida com base na análise de conteúdo temática, de natureza qualitativa, conforme proposta por Bardin (2011), complementada por estratégias de

---

<sup>5</sup> Este documento é um artigo no qual os autores analisaram aspectos normativos e regulatórios da Inteligência Artificial (IA) na China.

codificação sugeridas por Miles, Huberman e Saldaña (2014). Essa abordagem visa à decomposição sistemática dos conteúdos, com o objetivo de identificar, agrupar e interpretar categorias temáticas recorrentes e significativas nos discursos políticos sobre o uso da Inteligência Artificial na educação. O processo de análise será organizado em três etapas principais:

- Pré-análise – consiste na leitura flutuante dos documentos, seleção do *corpus* e organização do material, de modo a permitir uma primeira aproximação com os dados. Segundo Bardin (2011), essa etapa é essencial para delimitar os caminhos interpretativos e estabelecer hipóteses iniciais;
- Exploração do material (codificação e categorização) – a etapa de codificação envolverá a segmentação dos textos em unidades de registro, utilizando tanto categorias prévias (a priori) baseadas no referencial teórico (como ética, papel docente, concepção de aprendizagem, infraestrutura, etc.), quanto categorias emergentes, que surgirem da leitura do material. Para isso, será utilizada uma matriz de análise comparativa que permitirá organizar sistematicamente as evidências e realizar inferências entre os diferentes contextos nacionais. A codificação será conduzida de forma manual e com apoio de ferramentas digitais para organização de dados qualitativos (Saldaña, 2013);
- Tratamento dos resultados, inferência e interpretação – a última etapa será dedicada à interpretação dos dados categorizados, por meio da articulação entre os resultados da análise documental e o referencial teórico adotado. Será realizada uma leitura crítica e comparativa, à luz das contribuições de autores como Selwyn (2016), Williamson (2017) e Morin (2002), considerando os contextos político-institucionais, as matrizes ideológicas e as implicações pedagógicas de cada proposta.

Ao final, busca-se não apenas identificar semelhanças e contrastes entre os discursos governamentais, mas também compreender como e por que determinadas concepções de IA na educação são promovidas por diferentes governos, em função de interesses estratégicos, valores socioculturais e lógicas econômicas globais.

A análise de conteúdo permite passar do conteúdo manifesto à compreensão das estruturas latentes, revelando os não-ditos e os sentidos subjacentes às enunciações políticas. (Bardin, 2011, p. 134).

Com base nessa perspectiva, compreende-se que a análise de conteúdo ultrapassa a interpretação literal dos documentos, permitindo identificar sentidos implícitos, valores e intenções que orientam as políticas analisadas. Dessa forma, o método possibilita revelar dimensões ocultas nos discursos oficiais, fundamentais para a compreensão crítica das propostas governamentais sobre a inserção da IA na educação.

Por fim, este capítulo apresentou os procedimentos metodológicos que sustentaram a pesquisa, destacando a adoção da abordagem qualitativa e documental como estratégia de análise das políticas públicas voltadas à IA na educação. Foram descritos os critérios de seleção dos documentos, os métodos de coleta de dados e os processos de análise de conteúdo que possibilitaram a sistematização e interpretação das informações à luz do referencial teórico. Encerrada essa etapa, o capítulo seguinte dedica-se à análise dos governos e blocos selecionados, examinando os documentos oficiais que orientam a regulamentação e a implementação da IA na educação, a fim de identificar avanços, lacunas e tendências comuns.

## **4 GOVERNOS E OS DOCUMENTOS OFICIAIS PARA O DIRECIONAMENTO DA IA**

No presente capítulo, a pesquisa concentra-se em coletar dados através da análise documental dos marcos regulatórios e das estratégias nacionais de IA no setor educacional. Este capítulo considera documentos oficiais de cinco países ou blocos relevantes em termos geopolíticos, mas que adotam atitudes semelhantes em relação à mídia, como se esta fosse cada vez mais vista como um instrumento de mudança. Os países ou blocos descritos a seguir foram selecionados para análise documental sobre IA:

- União Europeia;
- Estados Unidos;
- China;
- Japão;
- Brasil.

Estes foram escolhidos porque têm políticas públicas sobre questões de IA em comum ou taxas de ocupação (e, portanto, economias) que são grandes em comparação com outros países; seu impacto na mudança técnica não afeta apenas eles, mas também o exterior.

Ao final serão apresentados quadros comparativos que resumam os principais avanços e questões pendentes, oferecendo um guia sobre como a IA está sendo regulamentada e acomodada no domínio educacional. Esta parte do trabalho é indispensável, pois ela contém toda a análise crítica resultante da pesquisa dos documentos citados no Quadro 1, Capítulo 3, que poderá ser utilizado para recomendações posteriores apresentadas com esta dissertação.

### **4.1 A REGULAMENTAÇÃO DA IA NA EUROPA**

A integração da IA na educação europeia tem se intensificado nos últimos anos, exigindo a formulação de diretrizes éticas, políticas públicas e estratégias pedagógicas que garantam sua adoção de forma segura, inclusiva e orientada por valores democráticos. No contexto europeu, a regulamentação da IA é delineada por iniciativas interinstitucionais, articulando ética, inovação tecnológica e proteção aos direitos humanos.

Vale lembrar que, este estudo visa examinar criticamente essa regulamentação com ênfase

no campo educacional, a partir de três eixos fundamentais: a construção de uma IA confiável (*trustworthy AI*), os riscos e promessas da IA na educação, e os caminhos políticos para sua implementação.

#### 4.1.1 Diretrizes éticas para uma IA confiável

O documento *Ethics Guidelines for Trustworthy AI*, elaborado pelo *High-Level Expert Group on AI* da Comissão Europeia, propõe um arcabouço normativo-ético robusto para o desenvolvimento da IA. Três pilares sustentam a proposta: legalidade, ética e robustez técnica e social (AI HLEG, 2019, p. 2). Embora o texto não trate diretamente da educação, suas orientações são transversais a qualquer setor onde sistemas inteligentes sejam aplicados.

Os princípios éticos destacados — autonomia, prevenção de danos, justiça e explicabilidade — devem ser incorporados no ciclo de vida dos sistemas de IA (AI HLEG, 2019, p. 9). Em termos práticos, isso implica garantir, por exemplo, que algoritmos educacionais não perpetuem vieses discriminatórios ou reforcem desigualdades históricas no acesso à educação.

A operacionalização das diretrizes éticas é feita por meio de sete requisitos-chave, como transparência, diversidade, bem-estar social e prestação de contas. Dentre os métodos sugeridos para sua implementação estão a criação de listas de verificação (*checklists*), auditorias algorítmicas e engajamento de múltiplos stakeholders, incluindo educadores (AI HLEG, 2019, p. 14-24).

#### 4.1.2 A crítica humanista à IA na Educação

O relatório do Conselho da Europa *Artificial Intelligence and Education: A Critical View* (2023) adota uma perspectiva crítica centrada nos direitos humanos, na democracia e no Estado de direito. A educação é apresentada como um campo vulnerável às pressões comerciais e políticas que acompanham a disseminação da IA. Conforme alertou Williamson (2023), a entrada massiva de empresas privadas no setor educacional europeu, por meio de plataformas e sistemas de análise de dados, tende a desestabilizar a autonomia docente e institucional (p. 3).

Outro ponto de atenção é o uso da IA em processos de vigilância educacional, como o *e-proctoring*, cujos sistemas demonstram vieses raciais e de gênero, além de coletarem dados sensíveis sem o devido consentimento. A crítica central repousa no fato de que a IA não é neutra — ela carrega consigo valores, interesses e estruturas de poder. Nesse sentido, o relatório

recomenda o desenvolvimento de políticas educacionais centradas no aluno, a formação de docentes em literacia algorítmica e a construção de infraestruturas digitais públicas e abertas, em oposição à dependência de *Big Techs*. Afinal, os professores não devem ser sobrecarregados, e sim, destacados.

#### 4.1.3 O Plano Coordenado Europeu: direções e limites

A revisão de 2021 do *Coordinated Plan on Artificial Intelligence* estabelece ações concretas para posicionar a Europa como líder global em IA humanista. O documento identifica a educação como um dos setores estratégicos para o desenvolvimento da IA, especialmente no tocante à formação de talentos e à alfabetização digital da população (European Commission, 2021, p. 28).

A proposta é criar um ecossistema de excelência que combine investimento público e privado, infraestruturas de dados compartilhados, laboratórios de experimentação e hubs de inovação para pequenas e médias empresas. Em termos educacionais, destaca-se o compromisso com o fortalecimento de competências digitais, com ênfase em pensamento crítico, privacidade e ética da tecnologia (European Commission, 2021, p. 33).

Contudo, o plano carece de indicadores específicos de impacto na educação básica, bem como de diretrizes sobre como equilibrar o avanço tecnológico com os princípios democráticos. A ausência de metas regulatórias obrigatórias em alguns pontos (como em relação à governança algorítmica nas escolas) é uma lacuna significativa. O Quadro 2 busca sintetizar as ações realizadas e as ações pendentes nos âmbitos acima descritos.

**Quadro 2** - Síntese das Ações Realizadas e Pendentes.

<b>Eixo de Atuação</b>	<b>Ações Já Realizadas</b>	<b>Ações Ainda Não Realizadas / Em Andamento</b>
Ética e regulamentação	Publicação das diretrizes para IA Confiável (AI HLEG, 2019).	Legislação vinculante específica para IA na educação.
Planejamento estratégico	Plano Coordenado para IA (2021), com apoio financeiro do Horizonte Europa e Digital Europe.	Adoção efetiva por todos os Estados-membros das metas educacionais previstas.
Formação e capacitação	Projetos de alfabetização algorítmica e desenvolvimento de competências digitais.	Formação sistemática de docentes em ética e uso da IA.
Infraestrutura e inclusão digital	Expansão de redes 5G e centros de inovação em IA em países-membros.	Universalização do acesso à IA educacional em regiões remotas ou vulneráveis.

Participação democrática	Conferências multilaterais com presença da sociedade civil e especialistas.	Criação de mecanismos permanentes de deliberação pública sobre IA educacional.
--------------------------	---	--

## 4.2 O REGIME LEGAL DOS EUA PARA IA

Os desenvolvimentos na área de IA exigiram intervenção governamental e medidas políticas. Nos EUA, a dança regulatória é moldada por uma mistura de promoção da inovação e proteção das liberdades civis. A educação emerge como um eixo estratégico para fortalecer a liderança tecnológica e aliviar as desigualdades sociais, como evidenciado por estatutos recentes e planos executivos, como o *National Artificial Intelligence Initiative Act de 2020* e o *Blueprint for an AI Bill of Rights*.

### 4.2.1 Estrutura legal e normativa

A Iniciativa Nacional de Inteligência Artificial foi criada para sincronizar os esforços federais de IA. O objetivo é que a América seja preeminente no desenvolvimento de sistemas de IA confiáveis e lidere na transformação de recursos humanos para a era digital. O Título XXXI, Seção 5101 do ato declara a intenção da iniciativa: “(...) treinar a força de trabalho atual e futura dos Estados Unidos para integrar a inteligência artificial em todos os setores da economia.”

Entre as ações programadas, destaca-se o apoio direto à educação primária (escola primária) e secundária e ao ensino superior, enfatizando a formação interdisciplinar técnica, científica e tecnologicamente treinada: “Financiamento para todos os níveis de educação, incluindo educação vocacional, técnica e informal em alfabetização em IA.”

Com tais ações, o governo americano está de frente para a consolidação de um “Direito Coletivo da IA”, direito das comunidades de serem protegidas contra discriminações, exclusões e impactos negativos gerados por sistemas automatizados, além do direito de participar ativamente da governança dessas tecnologias. (White House, 2022)

Não vinculativo, mas aspiracional, o *Blueprint for an AI Bill of Rights* oferece um conjunto de princípios para o uso ético da IA, com cinco princípios-chave:

- Sistemas seguros e eficazes;
- Proteção contra discriminação algorítmica;
- Privacidade de dados;

- Notificação e explicação;
- Alternativas humanas e a questão da contestabilidade.

Na arena da educação, são práticas que evitam, entre outras coisas, sistemas automatizados que replicam preconceitos estudantis na avaliação, desmascaram representações de desempenho ou monitoram estudantes.

#### **4.2.2 IA para Educação: experiências e tendências atuais**

Os Recursos Nacionais de Pesquisa em IA (NAIRR) foram fundados pelo governo dos EUA para democratizar o acesso a dados, computação e treinamento com participação adicional de universidades, como instituições historicamente sub-representadas (*HBCUs*, *Tribal Colleges*, etc.). Os seguintes recebem financiamento diretamente da *National Science Foundation* (NSF):

- Iniciativas para treinar professores sobre IA;
- Bolsas para recrutamento de docentes especializados;
- Centros de excelência em IA e ética digital.

Essas etapas ecoam a importância estratégica da educação na governança da IA treinando a próxima geração para as questões técnicas e éticas futuras.

Entre os perigos cobertos no *Blueprint* está o monitoramento de estudantes baseado em IA, que tem o potencial de infringir os direitos civis se não for regulamentado. O texto propõe salvaguardas: “(...) medidas de responsabilidade, prestação de contas e transparência devem ser estabelecidas para proteger as pessoas dos potenciais efeitos adversos dos processos automatizados.”

Além disso, se não houver mecanismos de equidade no financiamento público, há o potencial de concentrar ainda mais recursos em instituições já vantajosas.

O Quadro 3 descreve quais ações já foram realizadas, as ações pendentes e as que estão por realizar do plano nacional dos Estados Unidos.

**Quadro 3 - Ações Realizadas e Pendentes dos Estados Unidos.**

<b>Ação</b>	<b>Status</b>
Estabelecimento do <i>National AI Initiative</i>	Realizada
Criação do <i>National AI Research Resource</i> (NAIRR)	Em andamento
Apoio à educação K-12 e superior com foco em IA	Em andamento
Instituição do <i>Blueprint for an AI Bill of Rights</i>	Realizada
Criação de centros de excelência em IA	Parcialmente
Inclusão da ética digital nos currículos educacionais	Parcialmente
Regulação obrigatória para o uso de IA em sistemas educacionais	Pendente

### **4.3 REGULAMENTAÇÃO DA IA NA CHINA**

A República Popular da China assumiu papel de protagonismo no desenvolvimento e regulação da IA, tendo estabelecido, desde 2017, um plano robusto e centralizado com metas para tornar-se líder mundial na área até 2030. Esta análise tem por objetivo explorar os contornos dessa regulamentação, com foco específico na educação, com base em fontes oficiais e na literatura especializada.

#### **4.3.1 Fundamentos da estratégia Chinesa**

O *Next Generation Artificial Intelligence Development Plan* (AIDP), publicado pelo Conselho de Estado da China, traça uma visão estratégica de longo prazo, com metas escalonadas até 2030. O documento reconhece a IA como motor central da próxima revolução industrial e social, destacando sua aplicabilidade em áreas como saúde, segurança, defesa, justiça e, de forma crescente, na educação (State Council, 2017).

Conforme Guimarães *et al.* (2024), a abordagem chinesa escapa do paradigma ocidental de regulação orientada pelo setor privado, adotando um modelo estatal fortemente diretivo, refletindo a centralidade do Partido Comunista Chinês (PCC) no delineamento de políticas tecnológicas. Tal postura busca assegurar soberania digital e liderança geopolítica.

#### **4.3.2 IA e Educação no contexto Chinês**

A educação ocupa papel central no planejamento de mitigação dos efeitos negativos da IA, especialmente o desemprego tecnológico. O AIDP e a literatura associada evidenciam que a reforma educacional chinesa opera em duas frentes: (i) reestruturação curricular de médio e longo prazo; e (ii) formação emergencial de especialistas em IA (Fang, 2019; Guimarães *et al.*, 2024).

O Plano Nacional de Desenvolvimento da Educação (2010-2020) já previa a integração entre educação e tecnologias emergentes, antecipando o movimento de incorporação da IA como disciplina, metodologia e ferramenta educacional. Em 2019, diversas universidades chinesas passaram a ofertar cursos de graduação específicos em IA consolidando a área como estratégica para o futuro do trabalho (Fang, 2019 *apud* Guimarães et al., 2024).

Além disso, há o investimento massivo em plataformas inteligentes para apoio ao ensino personalizado, com uso de algoritmos preditivos para traçar perfis de aprendizagem. Tais práticas, contudo, levantam preocupações éticas quanto à privacidade dos dados estudantis e à padronização algorítmica da avaliação escolar (Roberts et al., 2021).

### 4.3.3 Princípios normativos e ações reguladoras

O governo chinês propõe uma estrutura normativa baseada em quatro princípios: liderança tecnológica, planejamento sistêmico, protagonismo do mercado sob orientação estatal e abertura cooperativa (State Council, 2017). Na educação, esses princípios se concretizam nas seguintes ações:

- Reformas curriculares com inclusão da IA desde o ensino básico;
- Estabelecimento de centros de excelência em IA nas universidades;
- Criação de plataformas nacionais de dados para aprendizagem adaptativa;
- Incentivo à integração entre indústria, universidade e pesquisa aplicada.

Contudo, como apontam Guimarães *et al.* (2024), ainda há lacunas normativas, especialmente na regulação de aspectos éticos e legais da aplicação educacional da IA, como a proteção de dados e a transparência algorítmica.

O Quadro 4 descreve quais ações já foram realizadas e as ações pendentes ou parciais do plano chinês descritos nas áreas de: currículo e formação, plataformas educacionais, centros de pesquisa, cooperação internacional e normas legais e éticas.

**Quadro 4 - Ações Realizadas e Pendentes do Plano Chinês.**

Área	Ações Realizadas	Ações Pendentes ou Parciais
Currículo e formação	Criação de cursos de graduação em IA e reformas curriculares	Formação docente em larga escala e atualização contínua

Plataformas educacionais	Desenvolvimento de plataformas adaptativas e personalizadas	Regulação da privacidade e uso ético de dados estudantis
Centros de pesquisa	Centros de excelência em IA em universidades de elite	Ampliação para regiões rurais e universidades de menor expressão
Cooperação internacional	Participação em redes e consórcios globais	Harmonização regulatória com padrões éticos internacionais
Normas legais e éticas	Discussão inicial sobre ética da IA e segurança algorítmica	Criação efetiva de um marco legal específico para IA na educação

#### 4.4 ESTRATÉGIAS NACIONAIS JAPONESAS DE IA E A INSERÇÃO NO CONTEXTO EDUCACIONAL

O Japão, ao enfrentar desafios estruturais como o envelhecimento populacional e a redução da força de trabalho, reconheceu a Inteligência Artificial como um pilar fundamental da chamada “Quarta Revolução Industrial” (第四次産業革命). O relatório do Conselho Estratégico para Tecnologia de IA destaca a necessidade de integração entre governo, indústria e academia para impulsionar a IA como tecnologia de base (Strategic Council For Ai Technology, 2017).

A estratégia nacional japonesa se organiza em torno de três centros de pesquisa coordenados pelos ministérios de Educação, Indústria e Comunicações: o RIKEN AIP, o AIST AIRC e o NICT CiNet. Estes centros conduzem pesquisas básicas e aplicadas, com ênfase em áreas como aprendizado profundo, tradução automática e simulação robótica (Strategic Council For Ai Technology, 2017, p. 3).

No campo educacional, a política pública voltada à construção da “Society 5.0” insere a IA como ferramenta de transformação social. Esta nova sociedade se caracteriza pela fusão do espaço físico e cibernético, sendo centrada no ser humano e sustentada por tecnologias como IA, *IoT*<sup>6</sup> e *Big Data* (Suzuki, 2018, p. 6).

##### 4.4.1 A IA na política educacional Japonesa

A principal diretriz do Ministério da Educação japonês (MEXT) para o futuro da educação até 2030 é formar recursos humanos capazes de atuar de maneira criativa, crítica e colaborativa em uma sociedade moldada pela IA. Isso inclui a introdução do pensamento computacional no

---

<sup>6</sup> IoT, ou Internet das Coisas, é uma rede de objetos físicos ("coisas") conectados à internet, equipados com sensores e software para coletar e trocar dados. Esses dispositivos inteligentes comunicam-se entre si, permitindo a automação de processos, o controle remoto e a geração de insights valiosos para empresas e usuários no dia a dia.

currículo básico, desde o ensino fundamental, com disciplinas como “Informática I” tornando-se obrigatórias a partir de 2022 (Suzuki, 2018, p. 20).

O relatório também prevê a expansão do “aprendizado ao longo da vida” (recurrent education), sobretudo por meio de universidades e instituições técnicas. A proposta é adaptar os currículos às novas demandas do trabalho digital, oferecendo cursos curtos, online e voltados para competências digitais (Suzuki, 2018, p. 14).

Contudo, o relatório reconhece desafios estruturais: há escassez de docentes capacitados em IA, resistência à interdisciplinaridade entre ciências humanas e exatas, e dificuldade de articulação entre empresas e instituições de ensino (Suzuki, 2018, p. 14-15).

#### **4.4.2 Avanços concretos e lacunas**

Em relação aos principais avanços, destacam-se os seguintes:

- Três centros nacionais de excelência em pesquisa aplicada e básica de IA estão em pleno funcionamento (Strategic Council For Ai Technology, 2017);
- A introdução de programação e estatística nos níveis fundamentais e médios de ensino já começou (Suzuki, 2018);
- Políticas públicas como a “Human Development Revolution” buscam integrar IA à formação de competências para a vida toda.

Em relação às lacunas, destacam – se os seguintes:

- A regulamentação sobre ética, privacidade e uso de dados em IA ainda está em estágio inicial e carece de legislação vinculante (Strategic Council for AI Technology, 2017, p. 3);
- Falta integração sistêmica entre o setor educacional e as necessidades reais da indústria em relação à IA (Suzuki, 2018, p. 16);
- Pouca representação da IA em formações pedagógicas e licenciaturas tradicionais, o que dificulta sua disseminação de base.

O Quadro 5 sintetiza as ações acima citadas e evidencia as pendências na regulação da IA na educação japonesa de acordo com os eixos: currículo escolar, formação docente, pesquisa e desenvolvimento, ética e privacidade e requalificação profissional.

**Quadro 5** - Avanços e Pendências na Regulação da IA na Educação Japonesa.

<b>Eixo</b>	<b>Realizações</b>	<b>Pendências</b>
Currículo Escolar	Introdução de Programação e Estatística nos ensinos fundamental e Médio	Falta de integração plena nas práticas pedagógicas
Formação Docente	Diretrizes para uso de IA no ensino	Escassez de professores capacitados em IA e em metodologias ativas
Pesquisa e Desenvolvimento	Três centros nacionais ativos em IA aplicada à educação	Baixa articulação entre pesquisa e prática escolar
Ética e Privacidade	Discussões abertas sobre uso ético da IA	Falta de legislação específica sobre IA educacional
Requalificação Profissional	Políticas públicas para recurrent education	Acesso desigual e baixa adesão dos trabalhadores adultos

#### **4.5 IA E A POLÍTICA EDUCACIONAL NO BRASIL**

O Brasil tem buscado alinhar-se ao contexto global da Quarta Revolução Industrial por meio de estratégias como a EBIA (2021), que reconhece a IA como elemento central na transformação digital e na reorganização dos sistemas de produção, gestão e ensino. A introdução dessas tecnologias no campo educacional aparece de forma ainda embrionária e pouco articulada ao Plano Nacional de Educação (PNE), cujo ciclo decenal se encerra em 2024. Embora o PNE defenda o uso de tecnologias para promover equidade e qualidade, não há menção explícita à IA como instrumento educacional estruturante.

A EBIA, publicada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, é mais direta ao tratar da educação, prevendo um eixo temático próprio (“Qualificações para um Futuro Digital”), destacando a necessidade de formação profissional, capacitação docente e desenvolvimento de competências digitais em todos os níveis de ensino (EBIA, 2021, p. 29). Nesse sentido, ela amplia o escopo do PNE ao articular o uso de IA a uma visão mais sistêmica da educação como meio de inclusão digital e desenvolvimento humano.

#### **4.5.1 Marcos regulatórios e estratégias para Educação**

O PNE, instituído pela Lei nº 13.005/2014, estabelece metas e diretrizes voltadas à melhoria da qualidade da educação nacional. Entre elas, destacam-se a Meta 5 (alfabetização na idade certa), a Meta 7 (qualidade da educação básica medida por indicadores) e a Meta 12 (ampliação do acesso ao ensino superior). A dimensão tecnológica aparece na Meta 7, que propõe “aumentar o investimento em tecnologia educacional”, mas sem definir parâmetros ou métricas de inserção da IA (Brasil, 2014).

A EBIA propõe diretrizes para a formação de recursos humanos em IA, a criação de centros de pesquisa, o fomento à inovação e a estruturação de princípios éticos para o uso de sistemas inteligentes, inclusive no setor educacional. Afirma que “a capacitação e a educação da população são fundamentais para uma sociedade mais inclusiva e produtiva” (EBIA, 2021, p. 4). Nesse contexto, a IA é entendida como vetor de inclusão digital e requalificação profissional, em especial em áreas como saúde, segurança e educação.

#### **4.5.2 Panorama atual: avanços e desafios**

Alguns avanços que podem ser citados no panorama atual, são:

- Criação da EBIA como marco regulatório orientador das políticas públicas de IA, com forte ênfase na educação digital;
- Fomento a startups e centros de pesquisa por meio de programas como “Start-Up Brasil” e “IA MCTI”, embora voltados majoritariamente para o setor produtivo (EBIA, 2021, p. 12);
- Incorporação do ensino de computação e pensamento computacional na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), avanço indireto para futura aplicação da IA em sala de aula.

Alguns desafios que podem ser citados no panorama atual, são:

- O PNE não integra a IA como eixo estruturante da formação básica nem do ensino superior, mantendo uma abordagem genérica sobre tecnologia;
- Há carência de políticas públicas que articulem MEC, MCTI e outros ministérios na formulação de uma educação digital baseada em IA;

- Falta de professores capacitados em tecnologia, IA e análise de dados (EBIA, 2021, p. 31);
- Investimentos muito inferiores aos padrões internacionais: o Brasil destinou apenas US\$ 1 milhão a startups de IA em 2019, contra US\$ 224 milhões dos EUA e US\$ 45 milhões da China (EBIA, 2021, p. 10).

O Quadro 6 sintetiza esses avanços e desafios em relação a regulamentação da IA na educação brasileira pelos seguintes eixos: marco legal, educação básica, educação superior, formação docente, ética e regulação, governança interministerial, dando ênfase nas ações que foram realizadas e as ações pendentes.

**Quadro 6** - Avanços e Lacunas na Regulamentação da IA na Educação Brasileira.

<b>Eixo</b>	<b>Realizado</b>	<b>Pendente</b>
Marco legal	EBIA publicada como política nacional de IA	Falta de integração com o PNE e com o MEC
Educação Básica	Inserção de computação na BNCC	Ausência de política nacional de IA para educação básica
Ensino Superior	Financiamento a centros de pesquisa em IA	Pouco investimento em cursos de formação inicial e continuada para IA
Formação docente	Discussões em fóruns especializados	Carência de programas estruturados de capacitação docente em IA
Ética e regulação	Princípios éticos estabelecidos pela EBIA e adesão à OCDE	Inexistência de legislação específica sobre uso de IA na educação
Governança interministerial	Atuação isolada do MCTI	Ausência de plano conjunto MEC–MCTI para inserção sistemática da IA na educação

#### 4.6 ANÁLISE COMPARATIVA: BENEFÍCIOS E MALEFÍCIOS DA IA

Considerando a análise documental realizada nas regulamentações de IA na educação na União Europeia, Estados Unidos, China, Japão e Brasil, é possível perceber que essa discussão ganha relevo com as vantagens e desvantagens dessas diferentes abordagens. Não apenas esses elementos permitem desvendar os caminhos que cada país ou bloco percorreu em relação à introdução da IA nos sistemas educacionais, mas também mostram os desafios compartilhados e as tensões estruturais que atravessam a implementação da IA no campo da educação.

A personalização está entre os benefícios mais comuns, sendo a aprendizagem personalizada a promessa dominante da IA nos cinco contextos estudados. Em todos os países, o

uso de algoritmos para personalizar o conteúdo de acordo com as necessidades e o ritmo de cada aluno foi considerado altamente benéfico, tanto para elevar os padrões de desempenho escolar (Brasil e EUA), para a inclusão de alunos com deficiência (Europa e EUA) e para a promoção de habilidades digitais para a vida no século XXI (Japão e China).

A eficiência administrativa é citada, com os burocratas sendo mais eficientes por meio da automação e as escolas mais bem geridas, e o acesso a recursos de aprendizagem digital está crescendo, em particular em programas remotos e híbridos. No entanto, a análise também apontou desvantagens significativas, muitas das quais ainda carecem de supervisão eficaz. Uma dessas questões diz respeito à vigilância e ao comprometimento da privacidade dos alunos, presente nos documentos da Europa, EUA e China. Esse perigo está, em alguns contextos, como no chinês, ligado às práticas de controle ideológico e monitoramento em tempo real: na União Europeia, isso levou à qualificação dos sistemas educacionais baseados em IA como "alto risco" pela proposta regulatória do Parlamento Europeu. Outro aspecto importante é a reprodução das desigualdades sociais, seja pela discriminação algorítmica, exclusão digital de regiões com pouca infraestrutura tecnológica, como é o caso do Brasil e do Japão rural.

Nesse contexto, a centralidade das *Big Techs* na disputa global pela inteligência artificial evidencia um novo campo de tensões que repercute diretamente na educação. Como observa Silveira (2024, p. 460), a regulação da IA encontra-se dividida entre a proteção da inovação e a mitigação de riscos sociais, sendo que a concentração de poder computacional e de dados nas mãos de poucas corporações ameaça a soberania digital dos países. Essa assimetria se manifesta, por exemplo, no acesso a tecnologias avançadas e na dependência de infraestruturas privadas, o que reforça desigualdades já presentes nos sistemas educacionais e limita a autonomia de instituições de ensino (Silveira, 2024, p. 461).

Ao mesmo tempo, Galdino (2025, p. 316) evidencia que tais corporações não se restringem ao domínio econômico, mas exercem influência direta em processos políticos e regulatórios, como no caso da intervenção da Google durante o debate do PL 2630 no Brasil. Para a autora, a noção de “soberania digital” emerge como resposta a esse cenário, descrevendo a necessidade de os Estados assegurarem o controle sobre dados e fluxos informacionais em seus territórios (Galdino, 2025, p. 318). Quando transposto para a educação, esse debate ganha contornos ainda mais relevantes, pois envolve não apenas a proteção da privacidade discente, mas

também a garantia de que práticas pedagógicas não sejam subordinadas a modelos padronizados definidos por interesses corporativos.

Nesse sentido, Silveira (2024, p. 464) alerta que a promessa de personalização do ensino, amplamente difundida pelas Big Techs, tem se convertido, na prática, em homogeneização, uma vez que os sistemas são treinados a partir de bases de dados culturalmente limitadas ao Norte Global. O autor chama atenção para o risco de redução da autonomia docente e para a precarização do trabalho pedagógico, quando a gestão educacional passa a adotar soluções automatizadas em detrimento da mediação humana (Silveira, 2024, p. 465). Assim, a disputa geopolítica pela liderança em IA reflete-se no espaço escolar, reforçando desigualdades, esvaziando a diversidade cultural e comprometendo a função crítica da educação.

A regulação da IA não deve ser vista apenas como barreira a abusos corporativos, mas como estratégia de soberania digital e de preservação da qualidade do ensino. Essa perspectiva prepara o debate para outro desafio central: a redução do papel do professor diante da avalanche de respostas automatizadas. De acordo com o modelo adotado, a IA pode contribuir para melhorar o desempenho pedagógico ou, por outro lado, pode levar a se tornar uma mera mediação de conteúdo padrão, com a consequente redução nas relações educacionais e possível desumanização no processo de ensino-aprendizagem.

Para tornar visível essa diversidade de abordagens e permitir uma apreciação crítica dos avanços e lacunas em cada contexto, foram construídas três tabelas comparativas, organizadas segundo perguntas norteadoras. Essas perguntas foram formuladas com base em três dimensões-chave:

1. Marcos Legais e Estratégicos – verificando a existência de legislações específicas, planos nacionais e estruturas regulatórias;
2. Educação e Capacitação – avaliando o foco em alfabetização digital, formação docente e integração curricular da IA;
3. Princípios Éticos e Direitos Humanos – analisando se há diretrizes formais sobre equidade algorítmica, proteção de dados e garantias legais.

Alguns quadros foram criados de acordo com as três dimensões citadas. Os quadros têm como finalidade sintetizar evidências documentais, obtidas a partir de fontes oficiais e relatórios institucionais, permitindo visualizar de forma sistemática como cada país posiciona-se diante do

avanço da IA, sobretudo em relação ao campo da educação. A leitura conjunta desses quadros permite não apenas a identificação de boas práticas, mas também de zonas de silêncio normativo, estratégias emergentes e modelos contrastantes de governança tecnológica.

O Quadro 7 apresenta o comparativo dos marcos legais e as estratégias utilizadas para o uso de IA. Nele, é possível perceber que o Brasil não apresenta um marco regulatório, mas há uma estrutura regulatória consolidada já em construção.

**Quadro 7 - Marcos Legais e Estratégicos em Inteligência Artificial.**

<b>Pergunta/País</b>	<b>Europa</b>	<b>Estados Unidos</b>	<b>China</b>	<b>Japão</b>	<b>Brasil</b>
Possui marco legal nacional sobre IA?	Proposta de Regulação de IA da UE (em processo legislativo).	Sim, com o <i>AI Initiative Act</i> e a <i>AI Bill of Rights</i> .	Sim, via plano nacional e diretrizes específicas.	Não há marco legal formal, mas há estratégias e diretrizes.	Ainda não, mas há diretrizes éticas na EBIA.
Existe plano estratégico nacional?	Sim, <i>Coordinated Plan on AI</i> (2018, revisto em 2021).	Sim, <i>National AI Initiative</i> e estratégias por agências.	Sim, <i>Next Generation AI Development Plan</i> (2017).	Sim, <i>AI Technology Strategy</i> e “Society 5.0”.	Sim, <i>Estratégia Brasileira de IA – EBIA</i> (2021).
Estrutura regulatória consolidada?	Em formação, com diretrizes éticas robustas e cooperação regional.	Estrutura descentralizada com várias agências envolvidas.	Forte centralização estatal com foco em segurança e controle.	Descentralizada, baseada em conselhos e ministérios.	Em construção, sem órgão central específico.

O Quadro 8 apresenta as abordagens educacionais construídas em cada um dos países estudados. Nota-se que todas as perguntas feitas nesse quadro são respondidas positivamente pelo Brasil, o que de certa forma, aponta para um caminho certo quanto a implementação de uma alfabetização digital mais completa e atual, formação docente e integração da IA no currículo educacional.

**Quadro 8 - Abordagens Educacionais e de Capacitação em IA.**

Pergunta/País	Europa	Estados Unidos	China	Japão	Brasil
Educação é foco das estratégias de IA?	Sim, especialmente em alfabetização digital e formação docente.	Sim, com ênfase em K-12 e ensino superior.	Sim, com integração da IA na formação técnica e científica.	Sim, com foco em transformação educacional e Society 5.0.	Sim, nos eixos "Qualificações" e "Capacitação" da EBIA.
Alfabetização digital/algorítmica incluída?	Sim, em especial nos planos europeus e documentos do Conselho da Europa.	Sim, enfatizada no <i>AI Bill of Rights</i> e ações federais.	Parcialmente, com foco técnico e em talentos STEM.	Sim, articulada com mudanças no currículo para a vida centenária.	Sim, mas ainda de forma genérica nos planos.
Formação docente em IA prevista?	Sim, recomendada nos relatórios e diretrizes educacionais.	Sim, com apoio a capacitação via agências federais.	Pouco mencionada diretamente, foco maior na estruturação técnica.	Sim, dentro da política de reforma educacional.	Prevista nos eixos de capacitação e ensino técnico.

O Quadro 9 destaca a formalização dos princípios éticos analisando se há diretrizes formais sobre equidade e garantias legais dos direitos humanos. Nota-se que o Brasil, até o momento, possui apenas princípios éticos formalizados. Ademais, nada efetivo.

**Quadro 9 - Princípios Éticos e Garantias de Direitos Humanos.**

Pergunta/País	Europa	Estados Unidos	China	Japão	Brasil
Há princípios éticos formalizados?	Sim, com destaque para os <i>Ethics Guidelines for Trustworthy AI</i> .	Sim, no <i>Blueprint for an AI Bill of Rights</i> (2022).	Pouco foco em ética, predominância da vigilância estatal.	Sim, com atenção à aplicabilidade social da IA.	Sim, incluídos no eixo "Regulação e Uso Ético".
Preocupações com viés / discriminação?	Sim, especialmente em relação à vigilância educacional e Big Techs.	Sim, com foco em justiça algorítmica e direitos civis.	Preocupações limitadas, uso intensivo de dados pessoais pelo Estado.	Pontualmente abordadas, mais voltado à inovação econômica.	Reconhecidas, mas ainda sem medidas práticas efetivas.

Garantias explícitas de direitos humanos?	Sim, alinhadas aos pilares da UE (democracia, dignidade, direitos).	Sim, especialmente em relação à privacidade e equidade.	Não, uso estratégico da IA pode colidir com liberdades individuais.	Parcialmente, com abordagem orientada à “qualidade de vida”.	Em construção, sem marco regulatório vinculante.
---	---	---	---	--	--

No Capítulo 4 examinou-se, de forma comparativa, a produção documental de governos e organismos internacionais relativa ao direcionamento da inteligência artificial na educação. Identificaram-se avanços relevantes tais como marcos orientadores, iniciativas de formação docente e programas de infraestrutura, ao lado de lacunas persistentes em temas centrais: proteção de dados, governança interinstitucional, equidade de acesso e mecanismos de avaliação.

Diante deste diagnóstico, revela-se a necessidade de traduzir diretrizes documentais em medidas operacionais e avaliáveis. A sistematização das evidências subsidiou a elaboração de um plano estratégico para a inserção da IA na educação brasileira, que integra eixos de governança e planejamento, formação ética e técnica, harmonização legislativa e infraestrutura tecnológica, bem como a concepção de uma escola-piloto no Amazonas e a proposta da criação de um Programa de Alfabetização Algorítmica Docente que serão apresentados no próximo capítulo.

## **5 PROPOSTA DE UM RECURSO EDUCACIONAL COM IA: PLANO DE AÇÃO PARA INSERIR A IA NA EDUCAÇÃO BRASILEIRA**

O Capítulo 5 dedica-se à apresentação de uma proposta aplicada para inserção da Inteligência Artificial na educação brasileira, estruturada em um plano de ação que busca transformar diretrizes em práticas efetivas. Essa proposta parte dos resultados identificados na análise documental e das lacunas evidenciadas no Capítulo 4, orientando-se por quatro eixos centrais: governança e planejamento, formação ética e técnica, harmonização legislativa e infraestrutura tecnológica. O capítulo descreve o desenho de um recurso educacional apoiado em IA, a ser testado em uma escola-piloto de tempo integral, articulado a um programa de formação continuada docente. São indicadas etapas de implementação, estratégias de monitoramento e indicadores de avaliação, de modo a garantir não apenas a viabilidade técnica da iniciativa, mas também sua relevância pedagógica, ética e social.

A sistematização comparativa apresentada até agora nos permite concluir que, apesar das diferenças nos modelos nacionais, todos concordam na urgência: vincular o desenvolvimento tecnológico ao compromisso ético e a propósitos educacionais bem construídos. As maiores potências mundiais mencionadas no presente estudo têm desenvolvido políticas públicas específicas para a regulamentação e integração da IA em seus sistemas nacionais, pois ela foi reconhecida como um elemento estratégico para tudo o que diz respeito à competição, soberania digital e qualidade da educação.

### **5.1 LIÇÕES INTERNACIONAIS E DESAFIOS NACIONAIS PARA A EDUCAÇÃO COM IA**

O salto para a educação que utiliza IA exige medidas estratégicas conjuntas para várias esferas do poder público e da sociedade civil. Esses países já integraram a IA em suas políticas educacionais, vendo-a como um vetor central de mudança pedagógica, social e econômica. No entanto, o Brasil está em estágio preliminar e precisa lidar com questões como articulação institucional, falta de investimentos e falta de regulamentações específicas para o uso educacional da IA (EBIA, 2021).

As experiências internacionais mostraram que a IA não é (apenas) uma ferramenta técnica: é uma nova gramática da educação e requer inovações curriculares, formação de professores *ad*

*hoc*, ferramentas éticas digitais reversas e compartilhadas. A China, por exemplo, já incorporou a IA como disciplina acadêmica e como instrumento metodológico, particularmente no contexto da inserção de plataformas de aprendizagem adaptativa e do redesenho do ensino superior com base em competências digitais (Guimarães et al., 2024).

Os Estados Unidos também enfatizam os princípios de justiça algorítmica, justiça digital e formação interdisciplinar de professores, conforme codificado no *Blueprint for an AI Bill of Rights* (White House, 2022). No Japão, essa articulação entre ciência, tecnologia e humanismo é destacada na proposta da "Sociedade 5.0", que se baseia em valores humanos e é conectada por tecnologias como inteligência artificial, big data e internet das coisas (Suzuki, 2018). Por sua vez, a União Europeia prevê uma abordagem enquadrada em princípios éticos fortes, baseada na transparência, explicabilidade e prevenção de danos, alertando as nações para os perigos da desumanização e vigilância educacional (AI HLEG, 2019; Council of Europe, 2023).

No contexto do Brasil, mesmo que a Estratégia Brasileira de IA (EBIA) forneça diretrizes para a educação, a falta de conexão com o Plano Nacional de Educação (PNE), a desarticulação entre MEC e MCTI e a falta de investimentos na formação de professores prejudicam seu potencial de atuação. Como afirmou a EBIA (2021): "A educação e formação da população são essenciais para uma sociedade mais inclusiva e produtiva, mas isso ainda não se traduziu em políticas públicas efetivas e sistemáticas."

## **5.2 PLANO GOVERNAMENTAL ESTRUTURADO EM 04 EIXOS ESTRATÉGICOS**

A partir de evidências nacionais e internacionais, sugere-se um plano baseado em 4 eixos estratégicos, com um cronograma de implementação e responsabilidades opcional destacado no Quadro 10.

A elaboração do cronograma de implementação de projetos em nível nacional pelo governo federal envolve a articulação de múltiplos fatores técnicos, administrativos, legais, financeiros e políticos. A definição dos prazos deve estar alinhada ao planejamento estratégico e orçamentário do país, considerando instrumentos como o Plano Plurianual (PPA), a Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) e a Lei Orçamentária Anual (LOA), de modo a assegurar a disponibilidade e a alocação eficiente de recursos financeiros. A complexidade técnica do projeto e a capacidade administrativa das equipes responsáveis influenciam diretamente o tempo

necessário para execução, especialmente em ações que envolvem infraestrutura, tecnologia avançada ou etapas de capacitação de servidores.

Além disso, prazos legais e burocráticos, como processos de licitação, regulamentações normativas e publicações de portarias, constituem restrições formais que impactam a programação das atividades. A necessidade de adesão de estados, municípios e demais parceiros institucionais, bem como a coordenação entre diferentes entes federativos, adiciona camadas de complexidade à implementação, exigindo prazos que considerem negociações e capacitações regionais. Fatores políticos, incluindo o calendário eleitoral e a busca por entregas em momentos estratégicos, também influenciam a escolha das datas e a priorização das fases do projeto.

Dessa forma, o cronograma reflete um equilíbrio dinâmico entre variáveis técnicas, legais, administrativas, financeiras e políticas, sendo estruturado de modo a permitir ajustes contínuos durante o processo de execução e monitoramento, garantindo a efetividade e a viabilidade das ações planejadas.

- EIXO 1 – GOVERNANÇA E PLANEJAMENTO INTERMINISTERIAL

O primeiro eixo refere-se à necessidade de um modelo de governança que integre diferentes órgãos do Estado, de forma a estruturar políticas consistentes para a educação digital. Como evidenciado no documento, a ausência de coordenação interministerial no Brasil tem gerado iniciativas fragmentadas, com destaque para a atuação isolada do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), sem plena articulação com o Ministério da Educação (MEC).

Nesse sentido, a proposta enfatiza a criação de uma estrutura nacional de governança em IA aplicada à educação, responsável pela definição de metas, monitoramento e alinhamento entre investimentos públicos e privados. Trata-se de um movimento em direção a uma gestão sistêmica, que pode ser inspirada em experiências internacionais, como o Plano Coordenado de IA da União Europeia (2021) e a National AI Initiative dos EUA (2020), ambos baseados em articulação interinstitucional para a criação de um **Plano Brasileiro para Inteligência Artificial na Educação (PNIAE)**. Assim, este eixo confere legitimidade e coerência às demais dimensões, funcionando como arcabouço de gestão estratégica.

Uma continuação para a proposta nesse eixo seria consolidar uma arquitetura nacional de governança que una MEC–MCTI–FNDE–CAPES e universidades, formalizando um **Comitê Interministerial e o PNIAE** como instrumentos vinculantes de planejamento, orçamento e avaliação.

## **Previsões assertivas**

*Curto prazo (0–12 meses).*

- Constituição do Comitê Interministerial via portaria conjunta e instalação de uma Secretaria-Executiva com unidade de monitoramento de dados.
- Consulta pública e minuta do PNIAE com metas, indicadores e orçamento plurianual atrelado ao PPA.

**Indicadores:** Comitê instalado; calendário de reuniões; versão 0.9 do PNIAE publicada; matriz de indicadores pactuada.

*Médio prazo (12–36 meses).*

- Aprovação e início de execução do PNIAE, com planos estaduais aderentes (adesão por pactuação federativa e incentivos do FNDE).
- Inclusão da IA como eixo estruturante no novo PNE (2024–2034), com metas específicas para formação, infraestrutura e governança de dados.

**Indicadores:** 70% das redes estaduais com plano aderente; 100% das capitais com comitê local; metas de IA incorporadas aos PPAs estaduais.

*Longo prazo (36–60 meses).*

- Ciclo anual de prestação de contas do PNIAE com painel público de resultados.
- Consolidação de normas de interoperabilidade (dados educacionais, métricas de uso e impacto).

**Indicadores:** Relatórios anuais publicados; 90% das redes com painéis de indicadores; auditorias independentes concluídas.

## • EIXO 2 – FORMAÇÃO EM ÉTICA DIGITAL E IA PARA ATORES DA EDUCAÇÃO

O segundo eixo destaca a formação de professores, estudantes e gestores como condição essencial para o uso crítico da IA no ensino. Mais do que a simples alfabetização digital, propõe-se a construção de uma cultura de ética digital que contemple temas como vieses algorítmicos, transparência de dados e cidadania digital.

O documento aponta que a carência de professores capacitados é um dos principais

obstáculos para a efetiva implementação da IA no Brasil. Por isso, prevê-se a criação de programas de formação continuada e a incorporação de conteúdos de IA nos currículos da educação básica e superior. Essa formação deve ser interdisciplinar, contemplando tanto aspectos técnicos (uso de ferramentas de IA) quanto reflexivos (impactos sociais e éticos).

O próximo passo é a implementação do **Programa Nacional de Alfabetização do Professor Algorítmico – PNLAD** (formação continuada nacional) mais reformar a formação inicial (DCNs das licenciaturas), combinando competências técnicas e éticas (vieses, proteção de dados, explicabilidade, cidadania digital).

### **Previsões assertivas**

*Curto prazo (0–12 meses).*

- Lançamento do PNLAD com trilhas modulares (básico, intermediário, avançado) e certificação nacional.
- Editais CAPES para residência docente em IA e formação de formadores.

**Indicadores:** 200 mil docentes inscritos; 50 mil certificados (Nível 1); 100 núcleos formadores nas IFES.

*Médio prazo (12–36 meses).*

- Revisão das DCNs de licenciaturas incorporando ética da IA, ciência de dados educacionais e didática digital.
- Parcerias com redes para laboratórios pedagógicos de IA (prática supervisionada em escolas).

**Indicadores:** novas DCNs publicadas; 500 mil docentes certificados (Nível 2); 1 laboratório por estado.

*Longo prazo (36–60 meses).*

- Certificação avançada em desenho, uso e avaliação de sistemas de IA educacional; comunidades de prática nacionais.

**Indicadores:** 1 milhão de certificações totais; 70% das escolas com ao menos 2 docentes certificados; banco público de Planos de Aula com IA.

- EIXO 3 – HARMONIZAÇÃO DA LEI E SALVAGUARDAS ÉTICAS

O terceiro eixo tem como foco a construção de um arcabouço normativo capaz de garantir direitos fundamentais diante do avanço da IA. O documento ressalta que, embora a EBIA já tenha estabelecido princípios éticos, ainda não existe legislação específica que regule o uso da IA na educação.

Esse cenário reforça a importância de harmonizar a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD, 2018) com novas normas voltadas ao uso pedagógico da IA. Questões como vigilância educacional (*e-proctoring*), coleta de dados sensíveis e discriminação algorítmica precisam ser reguladas para evitar abusos e desigualdades. Seguindo exemplos internacionais, como o AI Bill of Rights (EUA, 2022), esse eixo busca estabelecer garantias de privacidade, transparência e *accountability*<sup>7</sup>, assegurando que a inovação tecnológica seja acompanhada de salvaguardas éticas robustas.

A partir desse ponto, tem-se a necessidade de elaborar uma Lei Nacional de IA na Educação (complementar à LGPD) + normativas infralegais: auditoria algorítmica obrigatória, direito de oposição/alternativa humana, regras de transparência, *impact assessment*<sup>8</sup> e governança de dados estudantis.

### **Previsões assertivas**

*Curto prazo (0–12 meses).*

- Minuta do PL de IA Educacional com cinco pilares: (1) segurança e eficácia; (2) não discriminação; (3) privacidade; (4) notificação e explicação; (5) alternativa humana e contestabilidade.
- Guia de Boas Práticas (MEC/ANPD) para redes que já usam IA (inclui checklists de DPIA e rotulagem de IA).

---

<sup>7</sup> Accountability é a responsabilidade pelas próprias ações e resultados, que envolve compromisso, transparência e a capacidade de prestar contas de forma satisfatória. O conceito vai além da simples prestação de contas e engloba a assunção de responsabilidade por decisões, a busca por soluções e o protagonismo na execução de tarefas, tanto no setor público quanto no privado.

<sup>8</sup> Impact assessment (ou Avaliação de Impacto) é um processo estruturado que analisa os potenciais efeitos de uma ação, projeto, política ou programa sobre o meio ambiente, a sociedade e a economia, antes de a sua implementação ocorrer. O seu objetivo é identificar, prever e avaliar esses impactos, tanto negativos quanto positivos, para permitir que se tomem medidas para evitar, minimizar ou compensar os efeitos indesejados, garantindo um desenvolvimento mais sustentável e com menos riscos.

**Indicadores:** PL protocolado; guia publicado; 10 pilotos realizando auditoria algorítmica.

*Médio prazo (12–36 meses).*

- Aprovação do marco jurídico com regulamentação setorial (portarias MEC/ANPD).
- Criação do Registro Nacional de Sistemas de IA Educacional (transparência pública: finalidade, dados, métricas, canais de contestação).

**Indicadores:** lei sancionada; 80% dos sistemas registrados; tempo médio de resposta à contestação menor que 15 dias.

*Longo prazo (36–60 meses).*

- Ciclos de auditoria independente (anual) para sistemas de alto risco; sanções graduais e selo de conformidade.

**Indicadores:** 100% dos sistemas críticos auditados; relatórios públicos; queda anual de incidentes de privacidade/discriminação.

#### • EIXO 4 – INFRAESTRUTURA TECNOLÓGICA E APLICAÇÃO DE PESQUISA

O quarto eixo evidencia a desigualdade estrutural do Brasil em relação ao acesso digital. A implementação da IA exige infraestrutura mínima de conectividade, equipamentos e plataformas digitais, condição ainda distante para muitas regiões do país. O documento demonstra que, sem investimentos nessa área, a aplicação da IA ficará restrita a contextos privilegiados, acentuando a exclusão digital.

Além da dimensão tecnológica, este eixo valoriza a produção científica nacional, incentivando pesquisas interdisciplinares e o desenvolvimento de soluções pedagógicas próprias. A criação de centros de excelência em IA aplicada à educação, bem como a ampliação de redes de pesquisa e inovação, são medidas que fortalecem a autonomia científica e tecnológica brasileira, evitando a dependência exclusiva de soluções importadas. Assim, o eixo cumpre dupla função: garantir a universalização do acesso e fomentar a inovação educacional nacional.

Como necessidade, cria – se o **Fundo Nacional de Infraestrutura Educacional Digital** para investir em estruturas de infraestrutura educacional digital, com concentração em escolas públicas localizadas em regiões vulneráveis e financiamento de centros de pesquisa em IA educacional por agentes públicos, com código aberto e escalar projetos-piloto com avaliação de

impacto.

### **Previsões assertivas**

*Curto prazo (0–12 meses).*

- Lançamento do Fundo (FNDE/BNDES) com linhas para conectividade, dispositivos, ambientes de dados e plataformas abertas.
- Editais MCTI/CAPES para Centros de Pesquisa Aplicada (consórcios IFES–redes de ensino). **Indicadores:** 5 mil escolas com upgrade de conectividade; 3 centros nacionais selecionados; repositório público inaugurado.

*Médio prazo (12–36 meses).*

- Pilotos regionais de tutores inteligentes, analíticas de aprendizagem e apoio à gestão escolar, todos com avaliação independente e design participativo.
- Interoperabilidade: padrões de dados educacionais e integração com cadernos de indicadores. **Indicadores:** 27 pilotos (1/UF) com avaliação publicada; 50 mil docentes usando recursos de IA; latência média e *uptime*<sup>9</sup> mensais reportados.

*Longo prazo (36–60 meses).*

- Escalonamento nacional das soluções aprovadas nas avaliações, priorizando escolas rurais, ribeirinhas e periferias.
- Programa permanente de compras públicas de inovação (PPIs) com cláusulas de código aberto, portabilidade e saída.

**Indicadores:** 40% das escolas públicas com ao menos 1 aplicação de IA validada; redução de 20% nas lacunas de aprendizagem em redes aderentes; 90% de conformidade com padrões de acessibilidade.

---

<sup>9</sup> Uptime é a métrica que mede o tempo em que um sistema, servidor ou serviço digital está online e acessível para uso, sem interrupções ou falhas.

**Quadro 10 - Cronograma e Responsabilidades.**

<b>Etapa</b>	<b>Ação Principal</b>	<b>Responsáveis</b>	<b>Prazo</b>	<b>Objetivo</b>
1	Criação do Comitê Interministerial.	MEC, MCTI, universidades.	6 meses	Governança nacional.
2	Elaboração do PNIAE.	MEC, MCTI, sociedade civil.	12 meses	Planejamento estratégico.
3	Lançamento do PNLAD.	CAPES, universidades federais.	18 meses	Formação docente em IA.
4	Proposição legislativa sobre IA educacional.	Congresso Nacional.	24 meses	Marco jurídico vinculante.
5	Fundo para infraestrutura digital.	MEC, FNDE, BNDES.	24 meses	Redução da desigualdade tecnológica.
6	Execução de pilotos regionais.	Secretarias estaduais e municipais.	36 meses	Testagem prática.
7	Avaliação e expansão nacional.	Governo Federal.	48 - 60 Meses	Escalonamento de políticas.

Para a eficiência dessa implementação de forma ética e socialmente responsável, o sucesso depende de uma reestruturação estratégica, ou até mesmo criação de políticas públicas educacionais. Estruturada em quatro eixos estratégicos, essa proposta estabelece não apenas bases sólidas para que o governo inicie essa implementação, mas também estabelece compromissos fundamentais com a educação na criação de marcos legais, marcos regulatórios específicos na utilização da IA na educação, na formação de professores em ética digital e no investimento em infraestrutura tecnológica para realizar tal proposta com êxito. Para tal, a IA não deve ser levada em consideração apenas como uma ferramenta de auxílio do professor, mas como fator chave para uma transformação curricular e pedagógica voltada à inovação, à inclusão e à promoção da justiça educacional.

No contexto brasileiro, entretanto, essa implementação precisa ser conduzida de forma ética e socialmente responsável devido a gigantesca desigualdade social e tecnológica que rege o país. Conforme aponta Suzuki (2018), a IA pode ser tanto instrumento de emancipação quanto de controle, a depender dos marcos regulatórios e pedagógicos que orientem sua utilização. Mais do que uma ferramenta, ela representa uma nova ecologia cognitiva, que exige transformação curricular, renovação docente e salvaguardas éticas. O Brasil possui esse potencial para liderar um modelo humanizado e inclusivo de IA educacional, desde que invista em formação, regulação e infraestrutura de forma integrada. De acordo com Pscheidt (2024)

A integração da IA na educação oferece inúmeras possibilidades interessantes. Desde nutrir alunos independentes, até promover a aprendizagem ao longo da vida e a educação inclusiva, a IA melhora significativamente o cenário de aprendizagem. (pp. 71 e 72)

No que tange a educação matemática, essa integração revela-se ainda mais promissora, pois permite um ensino adaptativo e interativo, orientado ao desenvolvimento de competências cognitivas complexas. Com o apoio de algoritmos de aprendizagem adaptativa, é possível construir trajetórias personalizadas em áreas da Matemática como Álgebra ou Geometria, ou em áreas de amplo domínio, como Probabilidade e Estatística, na qual o professor não faz os devidos aprofundamentos em alguns conteúdos programáticos por falta de equidade na recepção e/ou assimilação desse conhecimento, ajustando a dificuldade conforme o desempenho do aluno e contribuindo para a superação de lacunas persistentes. Nessa área em específico, por exemplo, a IA possibilita a análise de grandes volumes de dados em contextos práticos e próximos à realidade, tornando o aprendizado mais contextualizado.

Ferramentas como o *Khanmigo*<sup>10</sup> podem fornecer explicações graduais e feedback imediato em problemas algébricos ou de raciocínio lógico, enquanto plataformas como o *GeoGebra*, potencializadas por IA, ampliam a visualização dinâmica de gráficos e transformações matemáticas. Dessa forma, a IA se configura não apenas como suporte pedagógico, mas como catalisadora de experiências mais ricas, favorecendo o engajamento, a autonomia e a construção crítica do conhecimento matemático.

Vale ressaltar que o uso da IA na educação pode gerar um impacto positivo que vai além da aprendizagem isolada de cada disciplina. Isso ocorre porque ao personalizar o processo educativo, não apenas ajuda o estudante a compreender conteúdos específicos, mas também desenvolve competências cognitivas, linguísticas e analíticas que se refletem em todas as áreas do conhecimento.

Por exemplo, quando a IA auxilia um aluno a melhorar sua proficiência em Língua Portuguesa, ela não está apenas trabalhando a escrita ou a interpretação de textos, mas fortalecendo a capacidade de leitura crítica, a clareza na comunicação e a habilidade de organizar ideias. Essas competências são fundamentais também para a Matemática, uma vez que a resolução de problemas exige a compreensão precisa dos enunciados, a interpretação de informações e a argumentação

---

<sup>10</sup> O Khanmigo é um assistente de ensino com tecnologia de IA oferecido por uma organização sem fins lucrativos e confiável do setor de educação: a Khan Academy. Foi criado por professores para reduzir a sobrecarga nessa profissão. O assistente de ensino está disponível no link: <https://www.khanmigo.ai/pt/teachers>.

lógica para justificar resultados. Assim, o domínio da linguagem, estimulado pela IA em aulas de Português, reverbera diretamente no desempenho matemático.

De forma semelhante, ao apoiar o desenvolvimento do raciocínio lógico em Matemática, a IA aprimora habilidades que se estendem às ciências naturais, à geografia e até à literatura, como a capacidade de reconhecer padrões, estabelecer relações de causa e consequência e estruturar argumentos de maneira consistente. A aprendizagem, portanto, deixa de ser fragmentada e passa a se constituir como um processo integrado, no qual o avanço em uma disciplina reforça a compreensão em outras.

Alunos de todas as idades, desde crianças explorando o mundo do conhecimento até os idosos, são beneficiados pela IA. Por meio de experiências de aprendizagem personalizadas, flexíveis e acessíveis, a IA está pronta para revolucionar a aprendizagem ao longo da vida. Ao reconhecer seu potencial e empregá-lo com sabedoria, podemos pavimentar o caminho para uma sociedade em que aprender não seja uma tarefa árdua, mas uma jornada agradável e gratificante que dura toda a vida. (Pscheidt, 2024. p. 73).

### **5.3 A IA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**

A ideia central desta investigação é examinar a presença da IA na educação devido ao seu potencial transformador em todas as ciências. No entanto, considerando que a linha de pesquisa deste trabalho se situa na Matemática na Educação Básica e suas Tecnologias, torna-se pertinente dedicar uma seção específica ao papel da IA na educação matemática. Essa ênfase permite compreender como as ferramentas algorítmicas e generativas não apenas apoiam processos de ensino e aprendizagem, mas também contribuem para o desenvolvimento do raciocínio lógico, da resolução de problemas e da autonomia discente.

Estudos recentes indicam que a Inteligência Artificial, especialmente em sua vertente generativa, tem se revelado uma aliada promissora na superação de dificuldades cognitivas relacionadas à interpretação de enunciados matemáticos, um dos principais entraves à aprendizagem nessa área do conhecimento. Feitosa et al. (2025), em revisão sistemática sobre o uso da IA na Educação Matemática, destacam que sistemas baseados em processamento de linguagem natural, como assistentes conversacionais e tutores inteligentes, vêm potencializando a compreensão semântica dos problemas e estimulando o raciocínio lógico por meio da mediação interativa com o estudante. Nesse mesmo sentido, Hwang e Tu (2021) demonstram que o uso

pedagógico de modelos generativos possibilita o desenvolvimento de competências metacognitivas, na medida em que a elaboração de prompts e a análise crítica das respostas requerem do aluno não apenas a compreensão profunda do enunciado, mas também a capacidade de traduzir o problema em instruções precisas e avaliar a consistência matemática das soluções produzidas. Assim, a IA generativa se configura como um recurso inovador para o ensino da Matemática, promovendo aprendizagens mais autônomas, dialógicas e reflexivas. Essa prática, segundo Carvalho et al. (2025, p. 3), contribui para “o desenvolvimento do senso crítico e do raciocínio lógico”, pois a interação com a máquina demanda clareza conceitual e análise cuidadosa das informações.

Barros e Abreu (2024) destacam que, embora o uso de inteligências artificiais generativas ainda seja incipiente no Ensino Básico, essas ferramentas apresentam grande potencial de personalização da aprendizagem e podem contribuir para um ensino mais interativo e adaptativo. Nesse sentido, afirmam que “apesar dos obstáculos, as IAG, como o *ChatGPT*, podem desempenhar um papel significativo na Educação Matemática, estimulando a inovação pedagógica e a autonomia dos estudantes” (Barros; Abreu, 2024, p. 283).

De forma semelhante, Borges (2023) investigou a integração da IA no currículo da Matemática em uma turma do Ensino Médio e constatou benefícios como a personalização do aprendizado, *feedback* imediato e estímulo ao pensamento crítico. Entretanto, a autora ressalta que tais avanços requerem a formação continuada dos professores e atenção às questões éticas e de privacidade dos dados. Segundo Borges (2023, p. 62), “a inteligência artificial tem a capacidade de adaptar o ensino de acordo com as necessidades individuais de cada aluno”, o que reforça sua relevância na promoção de aprendizagens mais significativas.

Outro ponto relevante refere-se à preparação dos educadores para o uso ético e responsável da IA. Guimarães Junior et al. (2025) analisam como os docentes devem ser capacitados não apenas no aspecto técnico, mas também na compreensão das implicações éticas e de privacidade. Para os autores, “a formação contínua de educadores para o uso adequado da IA não deve se limitar ao domínio das tecnologias, mas também abranger questões críticas relativas à ética, à segurança dos dados e à promoção de um ambiente educacional inclusivo e seguro” (Guimarães Junior et al., 2025, p. 2).

## 5.4 PROPOSTA DE UM PLANO PILOTO DE IMPLEMENTAÇÃO DA IA EM UMA ESCOLA ESTADUAL DO AMAZONAS

A presente proposta foi gerada a partir da análise dos documentos de regulamentação de IA apresentados neste trabalho, considerando os países e blocos estudados, assim como a experiência profissional do pesquisador. A proposta vem de encontro à necessidade da criação de uma Escola Piloto no Estado do Amazonas com infraestrutura, metodologias e práticas pedagógicas tendo a IA como principal ferramenta nessa escola, para verificar na prática, a funcionalidade e aplicações de tais ferramentas. O Quadro 11 traz uma caracterização geral dessa Escola Piloto.

**Quadro 11** - Caracterização Geral de uma Escola Piloto.

<b>Item</b>	<b>Detalhamento</b>
Nome proposto	Centro Estadual de Inovação Educacional do Amazonas (CEIE-AM).
Localização	Manaus (bairro periférico com baixa conectividade digital, mas de fácil acesso).
Níveis de ensino	Ensino Fundamental II (8º e 9º ano) e Ensino Médio (1º ao 3º ano).
Turmas	18 turmas (6 de Ensino Fundamental II e 12 de Ensino Médio).
Alunos por turma	Máximo de 25 alunos.
Total de alunos	450.
Tempos de aula	7 aulas diárias de 60 minutos, com atividades híbridas integradas.
Carga Horária	O CEIE – AM teria mesma carga horária de uma escola em tempo integral.

O Quadro 12 apresenta a infraestrutura física e tecnológica proposta da Escola Piloto.

**Quadro 12** - Infraestrutura Física e Tecnológica.

<b>Item</b>	<b>Detalhamento</b>
Conectividade	Fibra ótica de alta velocidade, Wi-Fi 6 em toda a escola.
Equipamentos	Um notebook por professor; um Chromebook por aluno; projetores interativos em todas as salas.
Salas Temáticas	Laboratório de IA educacional, sala de inovação (makerspace), estúdio de produção de conteúdo.
Ambiente Virtual	Plataforma educacional baseada em IA com dados interoperáveis e integrados (semelhante ao modelo europeu de infraestrutura aberta).
Privacidade e Ética	Softwares com compliance à LGPD e auditorias algorítmicas trimestrais.

A proposta pedagógica deste plano piloto tem como eixo estruturante o uso da IA como mediadora ativa dos processos de ensino-aprendizagem. Diferentemente da simples adoção de tecnologias como ferramentas auxiliares, a IA será aqui o núcleo articulador da personalização, avaliação, mediação e organização do conhecimento. A metodologia é inspirada nos seguintes modelos:

- Aprendizagem Personalizada por IA (China, EUA): uso de algoritmos que identificam

o nível de aprendizagem do aluno e adaptam os conteúdos, ritmo e desafios (Roberts et al., 2021);

- Educação Centrada no Aluno com Assistência Algorítmica (Europa): a IA é usada para ampliar a autonomia do estudante, e não substituir (Council of Europe, 2023);
- Mediação Docente Expandida por IA (Japão): o professor torna-se curador e mentor de trajetórias formativas geridas por dados, com apoio contínuo de agentes inteligentes (Suzuki, 2018).

O Quadro 13 apresenta as etapas para implementação de uma metodologia diferenciada para essa Escola Piloto, bem como os recursos didáticos necessários para sua realização.

**Quadro 13 - Etapas e Recursos Didáticos da Metodologia.**

<b>Etapa</b>	<b>Ação</b>	<b>Ferramentas e Atividades</b>
Diagnóstico Inicial Personalizado	IA realiza testes adaptativos iniciais e define o perfil de aprendizagem de cada aluno (visual, auditivo, cinestésico, autônomo ou colaborativo).	Socrative + IA, plataforma de análise preditiva personalizada.
Trilhas de Aprendizagem Inteligentes	Cada estudante recebe uma sequência de atividades personalizadas, com variações de mídia, ritmo e aprofundamento.	ChatGPT para sugestões de atividades, vídeos interativos no Edpuzzle, simulações adaptativas.
Tutoria por IA e Professor	Agentes conversacionais (Khanmigo, Chatbots customizados) respondem dúvidas em tempo real. Professores intervêm para mediações mais complexas.	Khanmigo, Tutor GPT, integração com WhatsApp educacional.
Projetos de Solução de Problemas (PBL com IA)	Em grupos, os alunos usam IA para propor soluções a problemas reais, usando dados e evidências.	Canva + IA para apresentações, ChatGPT para roteiro de pesquisa, Google Colab para IA generativa.
Avaliação Formativa Contínua	Relatórios são gerados em tempo real com base nas interações do aluno com a IA sugerindo planos de reforço ou aceleração.	Dashboards de aprendizagem, rubricas inteligentes, feedback automatizado via app.
Meta-avaliação e autoavaliação	Estudantes recebem relatórios explicáveis e refletem sobre seu próprio progresso com base em recomendações da IA.	Reflexão mediada por tutor com base em relatórios descritivos da IA.

As ferramentas de IA escolhidas para o plano piloto foram selecionadas com base em critérios de eficácia pedagógica, segurança ética, acessibilidade e aderência às melhores práticas

internacionais. O Quadro 14 mostra as ferramentas, o público-alvo e a finalidade de cada uma.

**Quadro 14** - Ferramentas de IA selecionadas.

<b>Ferramenta</b>	<b>Público</b>	<b>Finalidade</b>
Khanmigo (GPT Educacional da Khan Academy)	Alunos	Tutor inteligente de disciplinas, programação, ciências e habilidades socioemocionais.
ChatGPT (versão educacional monitorada)	Professores e alunos	Geração de conteúdo, planejamento de aula, elaboração de atividades e estudos dirigidos.
Socrative + IA	Professores	Avaliação formativa automatizada e diagnóstica em tempo real.
Edpuzzle + IA	Professores	Criação de vídeos interativos com análises preditivas de engajamento.
Canva for Education + IA	Alunos	Produção criativa de conteúdo multimodal com sugestões inteligentes de design e narrativa.
Sistema de Gestão Escolar com IA (customizado)	Equipe gestora	Análise preditiva de evasão, desempenho e alertas de atenção socioemocional.

Programa de Formação Continuada do professor que estará em sala de aula nessa Escola Piloto garante que os docentes não sejam apenas usuários passivos da IA, mas atores críticos, criativos e protagonistas no processo de integração dessa tecnologia na sala de aula. A Figura 2 aborda os componentes dessa formação continuada e quais são os indicativos de extrema importância para a proposta.



**Figura 2 - Componentes da Formação Continuada em IA.**

Os estudos da União Europeia e da OCDE, mostram que o sucesso da IA na educação depende diretamente da formação docente (AI HLEG, 2019; Council of Europe, 2023). Sem capacitação, há risco de dependência técnica, uso superficial da tecnologia e reprodução de desigualdades. A Figura 3 diagrama como essa formação continuada será implementada destacando as características desse programa.



**Figura 3** - Implementando o Programa de Alfabetização Algorítmica Docente do Amazonas.

“Os professores devem ser empoderados, não sobrecarregados.” Para exemplificar tal pensamento, o Quadro 15 mostra um modelo de Programa de Alfabetização Algorítmica Docente (PAAD – AM). Tal programa vem com o objetivo de ser uma formação continuada voltada ao conhecimento das ferramentas de IA que serão aplicadas em sala de aula, explorando seu uso, sua ética e os riscos e cuidados com tais ferramentas.

**Quadro 15** - Programa de Alfabetização Algorítmica Docente (PAAD-AM).

<b>Módulo</b>	<b>Conteúdo</b>	<b>Carga Horária</b>
1	Fundamentos da IA e Ética Digital	20h
2	Ferramentas de IA em sala de aula	30h
3	Desenho de trilhas personalizadas com IA	30h
4	Produção de conteúdo digital com IA	20h
5	Avaliação e vigilância algorítmica: riscos e cuidados	20h

O Quadro 16 exibe o cronograma de implementação da proposta de uma Escola Piloto para aplicação da IA.

**Quadro 16** - Cronograma de Implementação da Escola Piloto.

<b>Etapa</b>	<b>Ação</b>	<b>Responsáveis</b>	<b>Prazo</b>
1	Seleção da escola piloto e diagnóstico inicial. A escola selecionada precisa ter infraestrutura de uma escola de tempo integral.	SEDUC-AM e UFAM	Mês 1
2	Instalação da infraestrutura e equipamentos	SEDUC-AM + BNDES	Mês 2-4
3	Formação docente intensiva (PAAD-AM).	UFAM, IFAM	Mês 3-6
4	Implementação do sistema de IA e ambiente virtual.	SEDUC-AM + startups locais	Mês 5-6
5	Início das aulas com IA como metodologia.	Escola piloto	Mês 7
6	Avaliação trimestral e relatórios públicos.	SEDUC-AM, MEC, UFAM	A cada 3 meses

Para o sucesso do projeto da Escola Piloto, faz-se necessário analisar alguns indicadores, tais como redução da evasão escolar, aumento do desempenho e capacitação docente, e estipular os parâmetros a serem alcançados. Para a educação básica atualmente, tais indicadores são dados como os mais importantes e difíceis de atingir o parâmetro esperado. A Figura 4 esquematiza os indicadores que servirão de embasamento para avaliar esse sucesso, e serão de acordo com os seguintes critérios:

### **1. Engajamento dos alunos ( $\geq 85\%$ )**

Esse critério foi adotado porque o uso da IA no processo educativo tem como finalidade principal tornar a aprendizagem mais personalizada, atrativa e significativa. O engajamento é um indicador direto de que os alunos estão motivados e se sentem participantes ativos da construção do conhecimento. Segundo Roberts et al. (2021), modelos adaptativos aumentam o tempo de dedicação dos estudantes e reduzem a dispersão. Assim, medir o engajamento garante que a tecnologia não seja apenas implementada, mas realmente absorvida como recurso pedagógico.

### **2. Redução da Evasão Escolar ( $\geq 40\%$ )**

Um dos principais problemas na rede pública do estado do Amazonas é a evasão, sendo particularmente preocupante nas periferias. Soluções de IA estão sendo implementadas para suporte personalizado e monitoramento contínuo para mudar as taxas de evasão escolar. Análises preditivas de IA podem descobrir sinais de alerta de desmotivação ou desistência escolar, possibilitando uma intervenção rápida. Esta medida foi estabelecida como padrão porque o valor social capturado pelos resultados do projeto pode ser avaliado

como significativo apenas se estiver vinculado à medida em que contribui para que os alunos permaneçam na escola.

### **3. Aumento do desempenho ( $\geq 20\%$ )**

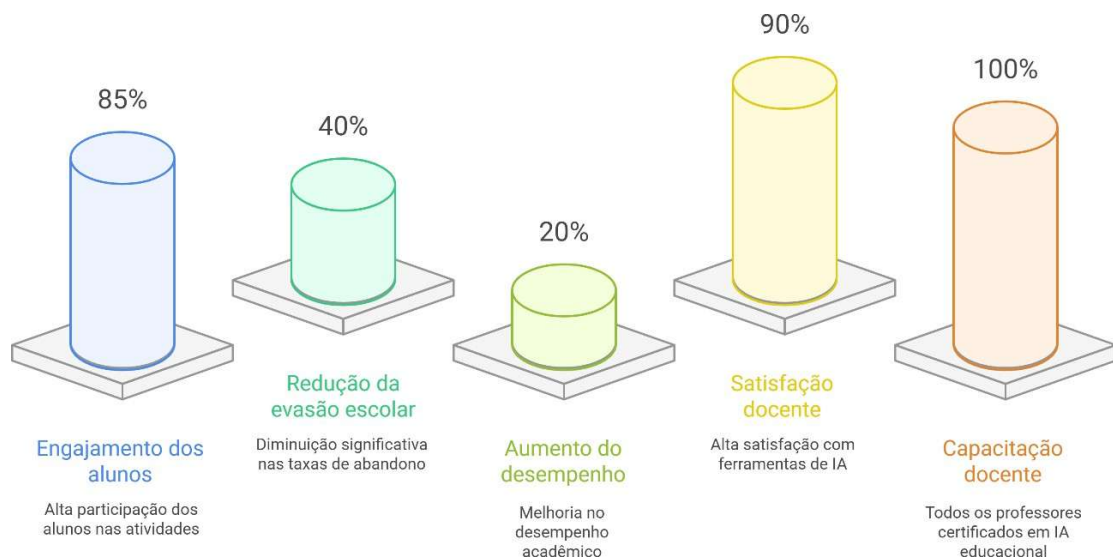
O uso de IA na personalização de trilhas de aprendizagem, feedback imediato e avaliação formativa contínua tende a gerar melhoria concreta nos resultados acadêmicos. Esse critério garante a comprovação objetiva da eficácia pedagógica do piloto, indo além de percepções subjetivas.

### **4. Satisfação docente com ferramentas de IA ( $\geq 90\%$ )**

A literatura internacional (AI HLEG, 2019; Council of Europe, 2023) aponta que a adesão e satisfação dos professores é fator decisivo para o sucesso de qualquer inovação tecnológica. Se os docentes percebem a IA como um recurso que apoia, e não sobrecarrega sua prática, há maior chance de continuidade e expansão. Esse indicador avalia se as ferramentas realmente dialogam com a realidade da sala de aula e se são vistas como parceiras pedagógicas.

### **5. Capacitação docente efetiva (100% certificados)**

Sem a formação continuada, há risco de uso superficial da IA ou até de dependência técnica. Por isso, garantir que 100% dos professores estejam certificados significa assegurar que todos tenham condições de usar criticamente a tecnologia, planejar aulas inovadoras e avaliar os impactos éticos e pedagógicos. Esse critério está em consonância com a experiência europeia e japonesa, onde a formação docente foi central para a integração da IA (Suzuki, 2018; Council of Europe, 2023).



**Figura 4** - Critérios de avaliação e Indicadores de sucesso.

Como fundamento ético-pedagógico, a escola será orientada pelos princípios do *Blueprint for an AI Bill of Rights (EUA)* e das *Diretrizes para IA Confiável (UE)*, promovendo:

- Explicação e usabilidade dos sistemas utilizados;
- Autonomia dos professores e alunos;
- Proteção dos dados estudantis;
- Combate à discriminação algorítmica;
- Governança democrática com participação da comunidade escolar.

Após um ano de funcionamento, o CEIE-AM será avaliado por um comitê independente e, caso atinja os indicadores mínimos, será modelo para replicação em outras escolas do estado do Amazonas (regiões ribeirinhas com acesso remoto por satélite, utilizando kits portáteis de IA e satélites de conectividade Starlink).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação da IA na educação é um dos movimentos mais complexos e promissores na história da digitalização mundial. A comparação de regulamentos, normas e estratégias entre os cinco contextos geopolíticos apresentados nessa pesquisa auxiliam na compreensão de como esses países enfrentaram a urgência de incluir esse tipo de tecnologia em suas políticas educacionais, não de forma indiscriminada, mas como resultado de estudos que levam em conta princípios éticos, equidade e qualidade educacional. Os documentos também mostram que, embora se acredite que a IA tenha o potencial de "personalizar o aprendizado ou individualizar o ensino", "otimizar processos administrativos" e "desenvolver a alfabetização digital", parece haver grandes diferenças no grau de maturidade regulatória, infraestrutura tecnológica e, mais notavelmente, na formação de professores.

Existem diferenças na trajetória dos países/blocos que foram analisados: a União Europeia investe em ética e classificação de riscos; os Estados Unidos priorizam a inovação e os direitos civis; a China atua com uma forte centralização de decisão e visão estratégica a longo prazo; o Japão tem como objetivo alcançar a inovação com valores sociais; e o Brasil, embora tenha iniciativas promissoras, ainda carece de articulação interministerial, investimento sistemático e legislação específica voltada à educação.

Observa-se também que nenhum dos documentos oficiais analisados dos países e blocos selecionados aborda explicitamente os impactos da Inteligência Artificial sobre o meio ambiente. Essa lacuna revela-se significativa, uma vez que os data centers, responsáveis pelo armazenamento, processamento e transmissão de grandes volumes de dados que sustentam os sistemas de IA, consomem elevadas quantidades de energia elétrica tanto para o funcionamento dos servidores quanto para os sistemas de refrigeração.

Esse cenário projeta implicações ambientais relevantes, sobretudo diante da crescente demanda por modelos de larga escala. Em resposta a esse desafio, algumas grandes empresas de tecnologia têm anunciado medidas de compensação energética, como investimentos em fontes renováveis, desenvolvimento de tecnologias de resfriamento mais eficientes e compromissos com metas de neutralidade de carbono, além de experiências de reaproveitamento do calor gerado pelos servidores. Contudo, especialistas apontam que a velocidade de expansão da demanda computacional tende a superar tais esforços, o que reforça a necessidade de integrar a questão da

sustentabilidade ao debate sobre a regulamentação e implementação da IA. Assim, sugere-se que pesquisas futuras investiguem de forma mais aprofundada os impactos ambientais da inteligência artificial, articulando-os às discussões sobre educação e políticas públicas digitais.

A sugestão de uma proposta para implementar uma escola integrada com IA de forma pioneira no estado do Amazonas, sugerida como Proposta de um Recurso Educacional com IA, começa a se tornar uma possibilidade em prol da implementação de inovação pedagógica de forma contextualizada. A partir da realidade amazonense, com desafios de localidades, infraestrutura, desigualdade digital e formação docente; o projeto pretende articular políticas públicas educacionais com a finalidade de aproveitar o potencial da IA para construir soluções mais justas, inclusivas e sustentáveis na educação do Estado.

O programa piloto inclui o uso não apenas de plataformas adaptativas ou assistentes virtuais, mas, principalmente, não menos importante, a formação de professores e gestores para que a IA se torne uma aliada nos processos de ensino e aprendizagem e não uma substituta da mediação humana, como muitos acreditam que ocorrerá no futuro próximo.

Os achados sugerem ainda uma necessidade urgente de esforços coordenados por autoridades públicas, instituições educacionais e o setor tecnológico para promover a regulamentação do uso da IA. Essa regulamentação deve ser vista no contexto histórico, social e cultural da nação em que está situada. Além disso, os documentos indicam que a IA tem o potencial de aliviar desigualdades, mas também de replicar e até exacerbar assimetrias existentes — seja por meio de algoritmos parciais ou acesso desigual à infraestrutura digital.

Daí a necessidade de políticas públicas sustentadas que garantam conectividade, formação contínua de professores, currículos flexíveis e a proteção dos dados dos alunos. A esse respeito, as instituições de formação (universidades, programas de pós-graduação) também têm um papel importante a desempenhar na promoção de uma cultura digital crítica e inclusiva. É através das universidades, centros de pesquisa em educação, que é dado o “start” e o embasamento para a implementação de tais políticas.

A análise realizada confirma a importância de considerar a IA como parte integrante da política educacional e não apenas como uma ferramenta auxiliar. Se a IA for tratada apenas como ferramenta auxiliar, logo cairá no esquecimento de outras ferramentas apresentadas aos professores como ferramentas pedagógicas úteis, mas que não são utilizadas em sala por falta de formação e infraestrutura para um uso otimizado. A inteligência artificial deve estar a serviço da formação de

sujeitos autônomos, críticos e criativos, capazes de compreender e transformar a sociedade em que vivem.

Por fim, este estudo fornece evidências de que a regulamentação da IA na educação é um campo em desenvolvimento e que estudos transnacionais são indispensáveis para lançar luz sobre possíveis trajetórias, e espera-se um aprofundamento maior na pesquisa em um futuro programa de doutorado voltado a educação e tecnologia e, como consequência disso, que tenha um aumento significativo de estudos nessa área e que haja celeridade nas regulamentações e implementações da IA na educação brasileira.

Por fim, espera-se que este trabalho contribua para a discussão sobre o futuro da educação brasileira em um momento de revolução tecnológica, refletindo sobre experiências internacionais e sugerindo estratégias contextualizadas, como a implementação de um programa piloto no Amazonas. O desafio não é apenas o de apropriar-se de novas ferramentas, mas de construir eticamente, democraticamente, um projeto educacional capaz de formar cidadãos completos do século XXI.

## REFERÊNCIAS

- AI HLEG. Ethics Guidelines for Trustworthy AI. European Commission, 2019. Disponível em: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/ethics-guidelines-trustworthy-ai>. Acesso em: 02 jul. 2025.
- ALMEIDA, Eronides de; LIMA, Clarissa de. O uso do GeoGebra no ensino da matemática: possibilidades e desafios. *Revista de Educação Matemática*, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 85-95, 2017.
- ARÃO, Cristian. Por trás da inteligência artificial: uma análise das bases epistemológicas do aprendizado de máquina. *Trans/Form/Ação: revista de filosofia da Unesp, Marília*, v. 47, n. 3, e02400163, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/0101-3173.2024.v47.n3.e02400163>.
- BALL, Stephen J. Políticas educacionais: uma abordagem sociológica crítica. Tradução de Ana Luísa Souza. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2001.
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BARROS, José Emanuel Felipe; ABREU, Jair Dias de. *Inteligência Artificial na Educação Matemática: o que vem sendo pesquisado*. Com a Palavra, o Professor, Vitória da Conquista (BA), v. 9, n. 25, p. 283-288, set./dez. 2024.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora, 1994.
- BOOLE, George. *The mathematical analysis of logic: being an essay towards a calculus of deductive reasoning*. London: Macmillan, 1847.
- BORBA, Marcelo C.; VILLARREAL, M. E. *Informática e Educação Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.
- BORGES, Francisléia dos Santos. *Uso da inteligência artificial na educação matemática*. *Vistacien – Revista Científica Multidisciplinar*, v. 1, n. 1, p. 61-80, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8274279>
- BOWEN, G. A. Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, v. 9, n. 2, p. 27–40, 2009. DOI: <https://doi.org/10.3316/QRJ0902027>.
- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. *Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial*. Brasília: MCTI, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/transformacaodigital/inteligencia-artificial>. Acesso em: 20 jun. 2025.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>. Acesso em: 20 jun. 2025.
- BRASIL. *Plano Nacional de Educação 2014-2024: Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014, que*

aprova o Plano Nacional de Educação (PNE) e dá outras providências. – 2. ed. – Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2015. – (Série legislação n. 193).

CARMO, João R.; GONÇALVES, Marcos P. A utilização do Wolfram Mathematica no ensino de matemática: uma abordagem prática. *Revista Brasileira de Educação Matemática*, v. 23, n. 60, p. 40-49, 2015.

CARVALHO, Letícia Carla de et al. Possibilidades de uso da inteligência artificial na educação matemática: criação de prompt para a interpretação de enunciados. *Tear: Revista de Educação Ciência e Tecnologia*, v. 14, n. 1, p. 1-15, 2025.

CASTAÑEDA, Linda; WILLIAMSON, Ben. The automated university: post-pandemic learning, digital data and surveillance. *Postdigital Science and Education*, v. 3, p. 615–635, 2021.

CHINA. State Council. Next Generation Artificial Intelligence Development Plan. Beijing, 2017. Disponível em: [https://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content\\_5211996.htm](https://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm). Acesso em: 02 jul. 2025.

COUNCIL OF EUROPE. Artificial Intelligence and Education: A Critical View Through the Lens of Human Rights, Democracy and the Rule of Law. Post-Conference Summary, 2023. Disponível em: <https://rm.coe.int/artificial-intelligence-and-education-post-conference-summary/1680aae327>. Acesso em: 02 jul. 2025.

CRESWELL, J. W. *Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. 4th ed. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2014.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (Org.). *The SAGE handbook of qualitative research*. 3rd ed. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2006.

ESTADOS UNIDOS. National Artificial Intelligence Initiative Act of 2020. In: H.R.6395 – William M. (Mac) Thornberry National Defense Authorization Act for Fiscal Year 2021. Disponível em: <https://aip.brightspottedn.com/37/63/f3a3682c6afce34c0d28f3d8e37e/national-ai-initiative-act-final.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2025.

EUROPEAN COMMISSION. Coordinated Plan on Artificial Intelligence 2021 Review. Brussels, 21.4.2021 COM (2021) 205 final. Disponível em: <https://www.aepia.org/wp-content/uploads/2022/11/newcoordinatedplanonartificialintelligencepdf.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2025.

EUROPEAN COMMISSION. *Digital Education Action Plan 2021–2027: Resetting education and training for the digital age*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2020. Disponível em: <https://education.ec.europa.eu>. Acesso em: 20 jun. 2025.

FEITOSA, M. M. et al. Inteligência Artificial e a Matemática: uma Revisão Sistemática de Literatura sobre Aplicações em Educação e Ensino. *EaD em Foco*, v. 15, n. 1, e2410, 2025. DOI: <https://doi.org/10.18264/eadf.v15i1.2410>.

- FLICK, U. Introdução à pesquisa qualitativa. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- FRANÇA, Letícia de O. O uso do Desmos no ensino de funções: uma proposta interativa. *Revista Educação Matemática Pesquisa*, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 39-48, 2022.
- GALDINO, Débora Aparecida de Freitas. Soberania nacional e os desafios da regulação das plataformas digitais. *Revista Sinapse Múltipla*, v. 14, n. 1, p. 315-332, jan./jul. 2025.
- GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- GUBA, E. G.; LINCOLN, Y. S. Competing paradigms in qualitative research. In: 1994. Disponível em: <https://ethnographyworkshop.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/11/guba-lincoln-1994-competing-paradigms-in-qualitative-research-handbook-of-qualitative-research.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2025.
- GUIMARÃES JUNIOR, José Carlos et al. Ética e privacidade no uso de inteligência artificial na sala de aula: como preparar os educadores? *Contribuciones a Las Ciencias Sociales*, São José dos Pinhais, v. 18, n. 1, p. 01-16, 2025. DOI: 10.55905/revconv.18n.1-050.
- HOLMES, Wayne; BIALIK, Alba; FUCHS, Charles. Inteligência artificial na educação: Promessas e implicações para o ensino e aprendizagem. Boston: Center for Curriculum Redesign, 2019. Disponível em: <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/AI-in-Education.pdf>. Acesso em: 15 jun. de 2025.
- HWANG, Gwo-Jen; TU, Yun-Fang. Roles and Research Trends of Artificial Intelligence in Mathematics Education: A Bibliometric Mapping Analysis and Systematic Review. *Mathematics*, v. 9, n. 6, p. 1–24, 2021.
- LIMA, T. F.; MIOTO, R. C. T. Procedimentos metodológicos da pesquisa científica. *Revista Katálysis*, Florianópolis, v. 10, n. esp., p. 37-45, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rk/a/qFzZbJZ6DKP7FsxmYbZMBzg>. Acesso em: 6 jun. 2025.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. Técnicas de pesquisa. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- MELLO, V. F. de et al. PAT2MATH: um tutor afetivo para o ensino de álgebra. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 2009, Bento Gonçalves. Anais. Porto Alegre: SBIE, 2009.
- MILES, M. B.; HUBERMAN, A. M.; SALDAÑA, J. *Qualitative data analysis: a methods sourcebook*. 3rd ed. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2014.
- MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos T.; BEHRENS, Marilda A. *Novas tecnologias e mediação pedagógica*. Campinas: Papirus, 2000.
- MORIN, E. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. São Paulo: Cortez, 2002.

PAPERT, Seymour. *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books, 1980.

PARREIRA, Daiana Cristina; BARROS, Ayrila Morganna Rodrigues; SANTOS, Domingos Sávio dos; COSTA, Janmes Wilker Mendes; SALES, Raimundo Sampaio. A metodologia ativa, a aprendizagem significativa e sala de aula invertida. *Revista Ilustração*, Cruz Alta, v. 4, n. 2, p. 9-14, maio/ago. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.46550/ilustracao.v4i2.148>. Acesso em: 01 ago. 2025.

PRIOR, L. *Using documents in social research*. London: SAGE, 2003.

PSCHEIDT, Allan Carlos. *Inteligência Artificial na sala de aula: como a tecnologia está revolucionando a educação* / Allan Carlos Pscheidt. – São Paulo: Matrix, 2024. 144 p.

ROBERTS, H. et al. The Chinese approach to artificial intelligence: an analysis of policy, ethics, and regulation. *AI & Society*, v. 36, n. 1, p. 59–77, 2021.

RUSSELL, Stuart; NORVIG, Peter. *Artificial intelligence: a modern approach*. 3. ed. Upper Saddle River: Pearson, 2010.

SALDAÑA, J. *The coding manual for qualitative researchers*. London: Sage, 2013.

SCHWAB, Klaus. *A Quarta Revolução da Indústria*. Traduzido por Alexandre Werneck. São Paulo: Edipro, 2016.

SELWYN, N. *Education and Technology: Key Issues and Debates*. 2nd ed. London: Bloomsbury, 2016.

SELWYN, Neil. *Se todos nós seremos substituídos por robôs, não será o mesmo para os professores? O que a IA pode e não pode fazer pela educação*. Cambridge: Polity Press. 2019.

SEVERINO, A. J. *Metodologia do trabalho científico*. 24. ed. São Paulo: Cortez, 2016.

SILVEIRA, Sérgio Amadeu da. Questões conjunturais sobre a regulação da IA. *Reciis – Revista Eletrônica de Comunicação, Informação & Inovação em Saúde*, Rio de Janeiro, v. 18, n. 3, p. 458-466, jul./set. 2024.

SKOVSMOSE, Ole. *Educação matemática crítica: a questão da democracia*. Campinas: Papirus, 2000.

STRATEGIC COUNCIL FOR AI TECHNOLOGY. *Artificial Intelligence Technology Strategy*. Japão, 2017. Disponível em: [https://ai-japan.s3-ap-northeast-1.amazonaws.com/7116/0377/5269/Artificial\\_Intelligence\\_Technology\\_StrategyMarch2017.pdf](https://ai-japan.s3-ap-northeast-1.amazonaws.com/7116/0377/5269/Artificial_Intelligence_Technology_StrategyMarch2017.pdf). Acesso em: 02 jul. 2025.

SUZUKI, Hiroshi. *Japan's Educational Policy Aimed at 2030*. Ministério da Educação, Cultura,

Esportes, Ciência e Tecnológico Japão, 2018. Disponível em:

[https://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/other/detail/\\_icsFiles/afieldfile/2018/09/11/1407998\\_02.pdf](https://www.mext.go.jp/component/a_menu/other/detail/_icsFiles/afieldfile/2018/09/11/1407998_02.pdf). Acesso em: 02 jul. 2025.

VALENTE, José Armando. O computador na sociedade do conhecimento. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 7, n. 2, p. 19-27, 1999.

WHITE HOUSE. *Blueprint for an AI Bill of Rights: Making Automated Systems Work for the American People*. Washington, DC: White House, 2022. Disponível em:

<https://bidenwhitehouse.archives.gov/wp-content/uploads/2022/10/Blueprint-for-an-AI-Bill-of-Rights.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2025.

WILLIAMSON, B. *Big Data in Education: The Digital Future of Learning, Policy and Practice*. London: Sage, 2017.