



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA APLICADA

WILLAMS PINTO FERREIRA

Toolkit PotenciA: Suporte à Prática Docente em Direção à Educação 4.0

Recife

2026

WILLAMS PINTO FERREIRA

Toolkit PotenciA: Suporte à Prática Docente em Direção à Educação 4.0

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática Aplicada da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre(a).

Orientador: Prof. Dr. Ricardo André Cavalcante de Souza

Recife

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecário(a): Auxiliadora Cunha – CRB-4 1134

F383t Ferreira, Willams Pinto.

Toolkit PotenciA: suporte à prática docente em
direção à educação 4.0 / Willams Pinto Ferreira. –
Recife, 2026.

116 f.; il.

Orientador(a): Ricardo André Cavalcante de
Souza.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal
Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação
em Informática Aplicada, Recife, BR-PE, 2026.

Inclui referências e apêndice(s).

1. Inteligência artificial . 2. Educação 4.0. 3.
Professor - Formação. 4. Letramento digital 5.
Inteligência artificial - Aplicações educacionais. I.
Souza, Ricardo André Cavalcante de, orient. II.
Título

CDD 004

Toolkit PotenciA: Suporte à Prática Docente em Direção à Educação 4.0

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática Aplicada da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre(a).

Aprovado(a) em: ____ / ____ / 20____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ricardo André Cavalcante de Souza (Orientador)

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Marcelo Luiz Monteiro Marinho (Examinador Interno)

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Rodrigo Nonamor Pereira Mariano de Souza (Examinador Externo)

Universidade Federal Rural de Pernambuco

*Dedico este trabalho a Deus e à
minha família*

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por ter me concedido a oportunidade de iniciar esta jornada e por ter me sustentado ao longo de todo o caminho. Foi por meio da fé, da força e da perseverança concedidas por Ele que encontrei ânimo para superar os desafios e chegar até a conclusão deste trabalho.

Agradeço à minha família, pelo apoio, incentivo e compreensão durante esta caminhada. Cada palavra de encorajamento, cada gesto de cuidado e cada demonstração de confiança foram fundamentais para que eu permanecesse firme neste propósito. De modo especial, agradeço à minha esposa Talita, que esteve ao meu lado em todos os momentos desta jornada. Seu apoio, sua paciência e seu incentivo foram decisivos não apenas para que eu ingressasse nesta experiência, mas também para que eu encontrasse forças para concluí-la.

Dedico este trabalho à memória de minha querida tia, Ednalva Maria. Sua presença e seu apoio, embora interrompidos por sua partida, permanecem vivos em meu coração e também nesta conquista. Sua trajetória permanece como fonte de inspiração, superação e humanidade. Ao longo de sua vida e de sua prática docente, guiou seus alunos pelo caminho correto, iluminou os espaços por onde passou e deixou marcas profundas em todos os nossos corações. Seu exemplo como mulher, ser humano e professora permanecerá vivo na memória daqueles que tiveram o privilégio de conhecê-la.

Por fim, agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Ricardo André Cavalcante de Souza, por sua orientação, acompanhamento e contribuição ao longo desta jornada, que foi longa em seus desafios, mas breve diante de tudo o que foi aprendido. Sua condução foi essencial para o amadurecimento desta pesquisa e para a concretização deste trabalho.

RESUMO

As transformações associadas à Educação 4.0 têm ampliado a necessidade de estratégias formativas capazes de apoiar docentes no uso crítico, ético e pedagógico da Inteligência Artificial Generativa. Nesse contexto, esta dissertação teve como objetivo especificar, desenvolver e avaliar um instrumento de mediação tecnológica e pedagógica, fundamentado em um modelo conceitual, voltado ao suporte da prática docente na Educação 4.0. O estudo caracteriza-se como uma pesquisa-ação qualitativa, aplicada e exploratória, apoiada por mapeamento sistemático da literatura e por referenciais sobre Educação 4.0, letramento em inteligência artificial, competência digital docente e uso responsável da inteligência artificial na educação. Como resultado, foi estruturado o Modelo Conceitual PotencIA, baseado nos habilitadores da transformação digital da educação, organizados em dimensões tecnológicas, organizacionais, pedagógicas e humanas. A partir dessa base, a Estratégia de Educação 4.0 define objetivos pedagógicos relacionados ao planejamento por competências, à aprendizagem contextualizada, à integração crítica de tecnologias emergentes, ao engajamento discente e à formação docente. O Toolkit PotencIA operacionaliza essa estratégia por meio de assistentes, orientações e recursos para seleção de ferramentas de IAGen, elaboração de *prompts*, planejamento pedagógico, mediação de atividades e produção de materiais educacionais. A aplicação ocorreu com docentes da Educação Básica, envolvendo diagnóstico inicial, exploração do *toolkit*, produção de artefatos educacionais e acompanhamento formativo. Os resultados indicam que o modelo orientou o uso pedagógico da Inteligência Artificial Generativa, ampliou o repertório docente no uso de ferramentas específicas e favoreceu a produção de artefatos alinhados à Estratégia de Educação 4.0, preservando a centralidade do professor na definição, adaptação e validação das produções. Conclui-se que o Modelo Conceitual PotencIA apresenta potencial como abordagem formativa e operacional para apoiar a apropriação pedagógica da Inteligência Artificial Generativa, embora demande ampliação para diferentes contextos, percursos mais guiados e instrumentos complementares de avaliação.

Palavras-chave: Inteligência Artificial Generativa; Educação 4.0; Formação Docente; Competência Digital; Modelo Conceitual PotencIA.

ABSTRACT

The transformations associated with Education 4.0 have increased the need for formative strategies capable of supporting teachers in the critical, ethical, and pedagogical use of Generative Artificial Intelligence. In this context, this dissertation aimed to specify, develop, and evaluate a technological and pedagogical mediation instrument, grounded in a conceptual model, designed to support teaching practice in Education 4.0. The study is characterized as qualitative, applied, and exploratory action research, supported by a systematic literature mapping and by references on Education 4.0, artificial intelligence literacy, teachers' digital competence, and the responsible use of artificial intelligence in education. As a result, the PotencIA Conceptual Model was structured, based on the enablers of digital transformation in education, organized into technological, organizational, pedagogical, and human dimensions. From this foundation, the Education 4.0 Strategy defines pedagogical objectives related to competency-based planning, contextualized learning, the critical integration of emerging technologies, student engagement, and teacher education. The PotencIA Toolkit operationalizes this strategy through assistants, guidelines, and resources for selecting GenAI tools, designing prompts, planning pedagogical activities, mediating learning activities, and producing educational materials. The application was carried out with Basic Education teachers, involving an initial diagnosis, exploration of the Toolkit, production of educational artifacts, and formative follow-up. The results indicate that the model guided the pedagogical use of Generative Artificial Intelligence, expanded teachers' repertoire in the use of specific tools, and favored the production of artifacts aligned with the Education 4.0 Strategy, while preserving the centrality of the teacher in defining objectives, adapting materials, and validating the outputs. It is concluded that the PotencIA Conceptual Model has potential as a formative and operational approach to support the pedagogical appropriation of Generative Artificial Intelligence, although it requires expansion to different contexts, more guided pathways, and complementary assessment instruments.

Keywords: Generative Artificial Intelligence; Education 4.0; Teacher Training; Digital Competence; PotencIA Conceptual Model

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Atividades do Trabalho de Pesquisa	9
Figura 2 - Dimensões do aprendizado com e sobre IA	33
Figura 3 - Evolução dos Paradigmas Educacionais	35
Figura 4 - Habilitadores para transformação digital em direção à Educação 4.0	37
Figura 5 - Dimensões da Atuação Docente na século XXI	38
Figura 6 - Níveis de Apropriação de Tecnologias pelo Docente	39
Figura 7 - Framework da Educação 4.0	40
Figura 8 - Níveis do Modelo de Inteligência Digital	42
Figura 9 - Competências em IA: Aspectos e Níveis de Progressão	45
Figura 10 - Áreas das Competências Digitais Docentes	46
Figura 11 - Progressão das competências docentes em IA	47
Figura 12 - Dimensões do Aprendizado Com e Sobre IA	49
Figura 13 - Modelo conceitual da proposta	53
Figura 14 - Visão Arquitetural de Componentes do Toolkit PotencIA	59
Figura 15 - Página Inicial do Toolkit PotencIA	61
Figura 16 - Competências Docentes apoiadas por meio do PotencIA	66
Figura 17 - Exemplos de Aplicação dos Assistentes de IA no Planejamento	75
Figura 18 - Assistentes de IA para Gerar Ideias e Estruturar Propostas Pedagógicas	76
Figura 19 - Ficha Técnica do ChatGPT no Toolkit PotencIA	76
Figura 20 - Medição do PotencIA na Elaboração do Artefato 1	79
Figura 21 - Fragmento do Artefato 2 produzido com apoio do PotencIA	80
Figura 22 - Exemplo de Prompt Disponibilizado no PotencIA	81
Figura 23 - Ramificação do Mapa Mental Produzido com Apoio do Toolkit PotencIA	82
Figura 24 - Plano de Treino Esportivo com Apoio do Toolkit PotencIA	83
Figura 25 - Música Produzida com Apoio do Toolkit PotencIA	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Protocolo do Mapeamento Sistemático da Literatura	13
Tabela 2 - String Geral de Busca da Pesquisa	15
Tabela 3 - Distribuição Resumida dos Estudos	15
Tabela 4 - Quantidade de Estudos Extraídos por Base de Dados e Ano de Publicação	16
Tabela 5 - Avaliação Qualitativa dos EP	17
Tabela 6 - Síntese das Contribuições Científicas e Competências Abordadas	20
Tabela 7 - Temas Identificados	22
Tabela 8 - Modelo DQ e Competências em IA Docente	43
Tabela 9 – Síntese dos referenciais incorporados ao modelo conceitual	51
Tabela 10 - Objetivos da Estratégia de Educação 4.0	56
Tabela 11 - Funcionalidades do PotencIA Alinhadas às Diretrizes da IA na Educação	58
Tabela 12 - Ferramentas de IA relacionadas aos Assistentes Pedagógicos do PotencIA	62
Tabela 13 - Cenários de uso dos componentes do PotencIA na prática docente	62
Tabela 14 - Competências em IA Voltadas à Educação	64
Tabela 15 - Planejamento da Intervenção com Professores	70
Tabela 16 - Perfil dos Docentes Participantes do Diagnóstico Inicial	70
Tabela 17 - Perfil dos Docentes Acompanhados na Intervenção	72
Tabela 18 - Artefatos Pedagógicos Produzidos com Apoio do Toolkit PotencIA	74
Tabela 19 - Transcrição Estruturada do Artefato 1	77
Tabela 20 - Refinamento do Prompt Utilizado pela Docente 2	78
Tabela 21 - Alinhamento dos Artefatos Docentes à Estratégia de Educação 4.0	86

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Contextualização	1
1.2 Justificativa	3
1.3 Motivação	5
1.4 Objetivo de Pesquisa	6
1.5 Contribuições Esperadas do Trabalho	7
1.6 Metodologia de Pesquisa	8
1.7 Estrutura do Trabalho	9
2 MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA	11
2.1 Visão Geral	12
2.2 Planejamento do Mapeamento Sistemático de Literatura	13
2.3 Busca por Estudos Primários	14
2.4 Extração de Dados	15
2.5 Análise e Síntese	16
2.6 Resultados	20
2.7 Considerações Finais	23
3 ARCABOUÇO TEÓRICO	27
3.1 Visão Geral	27
3.2 Trabalhos Correlatos Publicados em 2025: Análise Complementar ao MSL	28
3.3 Políticas de Educação no Brasil	29
3.3.1 Integração da IA na Educação Básica	32
3.4 Educação 4.0	33
3.4.1 Habilitadores para Transformação Digital na Educação 4.0	36
3.4.2 Framework da Educação 4.0	40
3.5 Competências Docentes para a Educação 4.0	41
3.5.1 Competências em IA para Docentes	45
3.5.2 Letramento em IA para Docente	48
3.6 Considerações Finais	50
4 DESENVOLVIMENTO DO MODELO PROPOSTO	53
4.1 Habilitadores para Transformação Digital da Educação	54
4.2 Estratégia de Educação 4.0	56
4.3 Toolkit PotencIA	58
4.3.1 Visão Arquitetural do Toolkit PotencIA	59
4.3.2 Implementação do Toolkit PotencIA	60
4.4 Competências em IA Voltadas à Educação	63
4.5 Considerações Finais	68
5 PESQUISA-AÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE APOIADA PELO TOOLKIT POTENCIA	69
5.1 Diagnóstico Inicial: Caracterização dos Docentes Participantes	70
5.2 Ambientação: Apresentação Síncrona e Exploração Assíncrona	73

5.3 Produção Pedagógica: Apoio à Elaboração de Artefatos Educacionais	74
5.3.1 Alinhamento dos Artefatos à Estratégia de Educação 4.0	85
5.4 Acompanhamento Formativo: Feedback Sobre o Uso do Toolkit Potencia	87
5.4.1 Contribuições Percebidas na Prática Docente	87
5.4.2 Limitações e Possibilidades de Aprimoramento	89
5.5 Considerações Finais	90
6 CONCLUSÃO	92
6.1 Visão Geral	92
6.2 Dificuldades e Lições Aprendidas	93
6.3 Contribuições do Trabalho	94
6.3.1 Contribuição Científica	94
6.3.2 Contribuição Técnica	95
6.4 Limitações e Trabalhos Futuros	96
7 REFERÊNCIAS	98

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os avanços tecnológicos têm redefinido significativamente os processos produtivos, comunicacionais e educacionais, inserindo a Inteligência Artificial (IA) como um dos principais vetores da transformação digital (FIARINA, 2023). No âmbito educacional, essas mudanças integram um processo contínuo de transformação das formas de ensinar e aprender, no qual as tecnologias digitais assumem papel cada vez mais transversal. Assim, aprender e educar passam a demandar abordagens mais dinâmicas, flexíveis e orientadas por informações, capazes de apoiar o desenvolvimento de competências essenciais (TRUJILLO SÁEZ et al., 2020).

Embora a IA apresente potencial para apoiar as práticas de ensino e o desenvolvimento de competências, sua capacidade técnica não garante sua aplicação pedagógica efetiva. A distância entre o potencial tecnológico da IA e sua utilização no contexto educacional evidencia a necessidade de apoiar os docentes na incorporação dessa tecnologia às práticas pedagógicas. Como público diretamente envolvido nesse processo, os docentes necessitam de orientações, recursos e desenvolvimento de competências que favoreçam o uso intencional, crítico, ético e pedagogicamente alinhado da IA (UNESCO, 2024; WEF, 2024).

Diante dessa necessidade, este trabalho propõe a estruturação de ferramentas e métodos voltados ao suporte da prática docente, com o propósito de favorecer a aplicação pedagógica da IA e contribuir para práticas educacionais mais críticas, reflexivas e centradas no ser humano. Dessa forma, este capítulo apresenta a contextualização, a justificativa e a motivação da pesquisa, bem como o objetivo geral e os objetivos específicos, as contribuições pretendidas, o método de pesquisa e a estrutura do trabalho.

1.1 Contextualização

Segundo Santos (2024), a Inteligência Artificial pode ser definida como “um campo de estudo que envolve pesquisadores da ciência da computação e outras áreas, com a finalidade de conferir às máquinas e sistemas computacionais habilidades que tradicionalmente seriam associadas à inteligência humana”, tais como raciocínio, aprendizagem e tomada de decisão.

Entre as vertentes mais recentes da IA, destaca-se a Inteligência Artificial Generativa (IAGen), caracterizada pela capacidade de produzir conteúdos originais, como textos, imagens, vídeos, músicas e códigos, a partir de comandos em linguagem natural, isto é, instruções expressas na linguagem humana cotidiana. Diferentemente de sistemas baseados exclusivamente na recuperação ou reorganização de informações previamente existentes, a IAGen utiliza modelos treinados com grandes volumes de dados para identificar padrões estatísticos e gerar novas combinações simbólicas abordagens coerentes com o contexto solicitado (UNESCO, 2024).

No âmbito educacional, a aplicação da IA no desenvolvimento de competências tem ganhado destaque no campo da educação e do treinamento, impulsionada pela crescente demanda por abordagens pedagógicas mais estratégicas, capazes de responder às transformações aceleradas da sociedade digital e às exigências do mercado de trabalho (LI, 2023). A centralidade das competências cognitivas, interpessoais, técnicas e digitais torna-se evidente em um cenário de rápida evolução tecnológica, no qual habilidades adaptativas e colaborativas são tão valorizadas quanto competências técnicas específicas (SHEN; TENG, 2024).

Essa ênfase no desenvolvimento de competências também se manifesta nas diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que estabelece:

“Competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho” (BRASIL, 2018, p. 8).

Guiada por princípios éticos e pedagógicos, a IA pode ampliar a capacidade de análise, monitoramento e personalização do desenvolvimento de competências, contribuindo para práticas educacionais mais equitativas, críticas, reflexivas e socialmente responsáveis, alinhadas aos desafios da sociedade (UNESCO, 2024). Sua adoção, portanto, ultrapassa a dimensão tecnológica e passa a promover maior alinhamento entre práticas educacionais e as transformações sociais, culturais e tecnológicas em curso, inserindo-se no conjunto de habilitadores para a transformação digital em direção à Educação 4.0 (OLIVEIRA; SOUZA, 2020).

A integração da IAGen às práticas educacionais justifica-se também por seu potencial para otimizar o tempo docente e fortalecer sua atuação pedagógica, mediante a automação de tarefas administrativas e o apoio a atividades como planejamento, avaliação e personalização da aprendizagem. Conforme o Fórum Econômico Mundial (WEF, 2024), até 40% do tempo dedicado às tarefas de trabalho pode ser impactado por modelos de linguagem de grande escala (LLMs), incluindo atividades relacionadas ao ensino.

Esse impacto corresponde a atividades administrativas e rotineiras passíveis de automação, que podem representar até 20% do tempo docente, bem como ao suporte a tarefas complexas de planejamento e avaliação, que totalizam entre 8% e 20% de seu esforço. Contudo, para que esse potencial se concretize em ganhos pedagógicos efetivos, não basta reconhecer a capacidade técnica da IA. Torna-se necessário estruturar e disponibilizar ferramentas orientadas ao processo de ensino, que ofereçam suporte metodológico ao docente e favoreçam seu uso intencional, crítico e alinhado às competências educacionais (WEF, 2024).

1.2 Justificativa

A intensificação dos processos de automação, conectividade e digitalização, característicos da chamada Quarta Revolução Industrial, tem provocado transformações estruturais nos sistemas produtivos, sociais e educacionais. Concebida como um movimento marcado pela convergência entre sistemas ciberfísicos, IA, internet das coisas, *big data* e computação em nuvem (SCHWAB, 2019), a Quarta Revolução Industrial redefine não apenas o mundo do trabalho, mas também as competências necessárias para a atuação cidadã e profissional no século XXI (WEF, 2020).

A partir dessas transformações, consolidou-se o conceito de Educação 4.0 como resposta às demandas da Quarta Revolução Industrial. De acordo com o Fórum Econômico Mundial (WEF, 2020), esse modelo redefine o conteúdo e as experiências de aprendizagem, priorizando o desenvolvimento de competências relacionadas à cidadania global, à inovação, ao domínio tecnológico e às habilidades interpessoais. Para Loiola et al. (2024), essa abordagem orienta-se para a construção ativa do conhecimento, para a resolução de desafios reais e para a promoção da aprendizagem ao longo da vida, visando à formação de sujeitos capazes de atuar de maneira crítica, criativa e ética em ambientes altamente digitalizados e interconectados.

A pandemia de COVID-19 acelerou de maneira abrupta o processo de transformação digital da educação e, simultaneamente, aprofundou a crise educacional global. Segundo dados da UNESCO (2021), mais de 1,6 bilhão de estudantes, em mais de 190 países, foram impactados pelo fechamento temporário de instituições de ensino, o que correspondeu a aproximadamente 90% da população estudantil mundial no período mais crítico da crise sanitária. No Brasil, milhões de estudantes migraram repentinamente para modalidades remotas ou híbridas. De acordo com a Nota Técnica do Todos Pela Educação (2020), embora a maioria das redes de ensino tenha adotado alguma estratégia de ensino remoto, aproximadamente 4,8 milhões de crianças e adolescentes, com idades entre 6 e 17 anos, não tiveram acesso a atividades escolares em 2020. Essa exclusão ocorreu tanto pela ausência de oferta adequada quanto pela falta de condições de acesso. Esse cenário revelou não apenas as potencialidades das tecnologias digitais como alternativa emergencial, mas também às fragilidades do uso de tecnologias digitais na educação.

Nesse processo de transformação educacional, plataformas digitais, ambientes virtuais de aprendizagem e ferramentas baseadas em IA têm assumido presença crescente nos processos pedagógicos (UNESCO, 2024). Nesse contexto, a avaliação tradicional, centrada em instrumentos padronizados, revela-se limitada para captar a complexidade das competências previstas pela BNCC, demandando formas de avaliação mais contextualizadas e abrangentes (BRASIL, 2018; OECD, 2023). Avaliar competências cognitivas, interpessoais, técnicas e digitais implica considerar múltiplas dimensões do desempenho discente, exigindo instrumentos capazes de integrar análise qualitativa, monitoramento contínuo e acompanhamento personalizado (UNESCO, 2024; WEF, 2024). Nesse ponto, a IAGen se apresenta como uma ferramenta promissora para apoiar a análise e a avaliação de competências, dada sua capacidade de processar grandes volumes de dados, identificar padrões complexos e oferecer *feedback* personalizado (CARVALHO et al., 2023).

Entretanto, a distância entre o potencial tecnológico da IA e sua aplicação pedagógica efetiva permanece significativa. Muitos educadores relatam dificuldades relacionadas à seleção de ferramentas adequadas, à elaboração de formulação de comandos (*prompts*), à validação das respostas geradas e ao alinhamento das produções às diretrizes curriculares e às competências educacionais (OECD, 2019; UNESCO, 2024). Essa lacuna mostra a necessidade de instrumentos orientadores que apoiem o uso intencional, ético e pedagogicamente fundamentado da IA no contexto educacional. Diante desse cenário,

justifica-se a proposição de um *Toolkit* voltado especificamente ao apoio do educador no processo de desenvolvimento de competências com uso de IAGen.

Essa necessidade também foi evidenciada pelo Mapeamento Sistemático da Literatura realizado neste estudo. Os trabalhos analisados demonstraram predominância de aplicações da IA voltadas à avaliação automatizada e ao desenvolvimento de competências específicas, enquanto foram identificadas poucas abordagens destinadas a orientar o professor na seleção, na adaptação e na utilização pedagógica da IAGen. Esse resultado reforçou a necessidade de uma proposta formativa e operacional centrada na prática docente.

1.3 Motivação

A simples presença de tecnologias no ambiente educacional não assegura resultados significativos no processo de ensino-aprendizagem. Estudos apontam que a mediação pedagógica do professor permanece como elemento central para transformar o uso das tecnologias digitais em instrumentos efetivos de construção do conhecimento (ROCHA; HORNINK, 2020). No contexto brasileiro, os dados da Nota Técnica do Todos Pela Educação (2020) revelam uma lacuna significativa na formação docente: embora 76% dos professores tenham buscado recentemente desenvolver ou aprimorar seus conhecimentos em tecnologias educacionais, apenas 42% cursaram alguma disciplina sobre o tema durante a graduação e somente 22% participaram de formação continuada específica. Além disso, 67% declaram necessitar de aperfeiçoamento profissional para o uso pedagógico das tecnologias. Esses números indicam que, apesar do interesse e do esforço individual dos docentes, ainda existem fragilidades estruturais na formação inicial e continuada, o que dificulta uma integração mais consistente e qualificada das tecnologias digitais ao processo de ensino-aprendizagem.

Paralelamente, observa-se uma tendência internacional de ampliação do uso da IAGen por professores da educação básica. Dados do Fórum Econômico Mundial (WEF, 2024) indicam que, no Reino Unido, o percentual de docentes que utilizam IAGen passou de 17% para 42% ao longo de 2023, sinalizando seu potencial como instrumento de apoio à inovação pedagógica e à otimização dos processos educacionais. Portanto, a IAGen pode ser compreendida como um catalisador para a concretização da Educação 4.0, impulsionando uma transformação abrangente na educação. Quando integrada de forma ética e pedagogicamente fundamentada, contribui para qualificar a formação dos estudantes da

educação básica diante os desafios sociais, tecnológicos e profissionais do século XXI (COSTA JÚNIOR et al., 2023).

A formação de estudantes e professores para compreender, avaliar e utilizar a IAGen de maneira responsável constitui uma motivação central para pesquisas que investiguem seu potencial formativo e avaliativo, especialmente em contextos educacionais voltados ao desenvolvimento integral dos sujeitos (UNESCO, 2024). Assim, investigar o potencial da IAGen para apoiar a avaliação e o desenvolvimento de competências na educação básica configura-se como uma oportunidade estratégica de fortalecer a formação de estudantes capazes de atuar de maneira crítica, autônoma e responsável em uma sociedade cada vez mais mediada por tecnologias inteligentes.

A concretização desse potencial, entretanto, depende da formação dos docentes para integrar a IAGen às práticas pedagógicas de maneira crítica, ética e intencional. Essa formação não se restringe ao domínio técnico-operacional das ferramentas digitais, mas exige o desenvolvimento de competências profissionais que permitam selecionar, avaliar e utilizar essas tecnologias de acordo com os objetivos educacionais e as necessidades dos estudantes (WEF, 2024). Observa-se, contudo, uma lacuna na preparação dos professores para utilizar a IA de maneira pedagógica e alinhada às demandas da Educação 4.0, o que compromete sua autonomia para planejar experiências de aprendizagem orientadas ao desenvolvimento integrado de competências cognitivas, interpessoais, técnicas e digitais (WEF, 2023). Assim, o desafio central consiste na consolidação de um ecossistema formativo e contínuo, capaz de posicionar o professor como agente estratégico na incorporação da IA aos processos de ensino. A partir dessa delimitação, a questão de pesquisa que orienta o presente estudo consiste em: Como um modelo formativo apoiado pela IAGen pode auxiliar docentes na elaboração e implementação de práticas pedagógicas alinhadas à Educação 4.0?

1.4 Objetivo de Pesquisa

Objetivo Geral

- Desenvolver e analisar um artefato mediador apoiado pela IAGen, destinado a auxiliar docentes no planejamento e desenvolvimento de práticas pedagógicas alinhadas à Educação 4.0.

Objetivos Específicos

- Identificar e sistematizar as competências docentes necessárias para a integração pedagógica da IAGen no contexto da Educação 4.0.
- Estruturar um modelo formativo apoiado por IAGen, orientado à transformação das práticas docentes em direção a abordagens centradas no desenvolvimento de competências.
- Desenvolver um conjunto estruturado de diretrizes, instrumentos e recursos baseados em IAGen que operacionalizam o modelo formativo proposto.
- Avaliar o modelo formativo em contexto educacional real, analisando evidências de seu potencial para fortalecer as competências profissionais docentes e apoiar a transição para práticas alinhadas à Educação 4.0.

1.5 Contribuições Esperadas do Trabalho

As contribuições científicas e técnicas esperadas para este trabalho são:

Contribuições Científicas:

- Especificação de experiências de aprendizagem mediadas por IAGen voltadas ao fortalecimento das competências docentes cognitivas, interpessoais, técnicas e digitais;
- Condução de uma pesquisa exploratória sobre a integração da IAGen como suporte à decisão pedagógica sob a ótica da Educação 4.0.

Contribuição Técnica:

- Especificação de um *Toolkit* de IAGen contendo roteiros e *prompts* estruturados para desenvolvimento de competências, projetado para ser replicado por educadores em diferentes contextos escolares;
- Especificação de planos de experiência de ensino e aprendizagem focados no letramento em IA e uso ético de tecnologias emergentes para o aprendizado do século XXI.

1.6 Metodologia de Pesquisa

De acordo com Minayo (1994), a pesquisa científica é um instrumento necessário para a compreensão das dinâmicas sociais e para o desenvolvimento de soluções que atendam às necessidades humanas. Nessa perspectiva, Gil (2002) ressalta que o trabalho de pesquisa deve ser estruturado de forma a transformar a curiosidade investigativa em um procedimento formal e replicável, visando a resolução de problemas específicos. Oliveira (2013) destaca que a qualidade de um estudo científico está diretamente relacionada à clareza de suas etapas e ao rigor com que os dados são coletados e interpretados no campo prático.

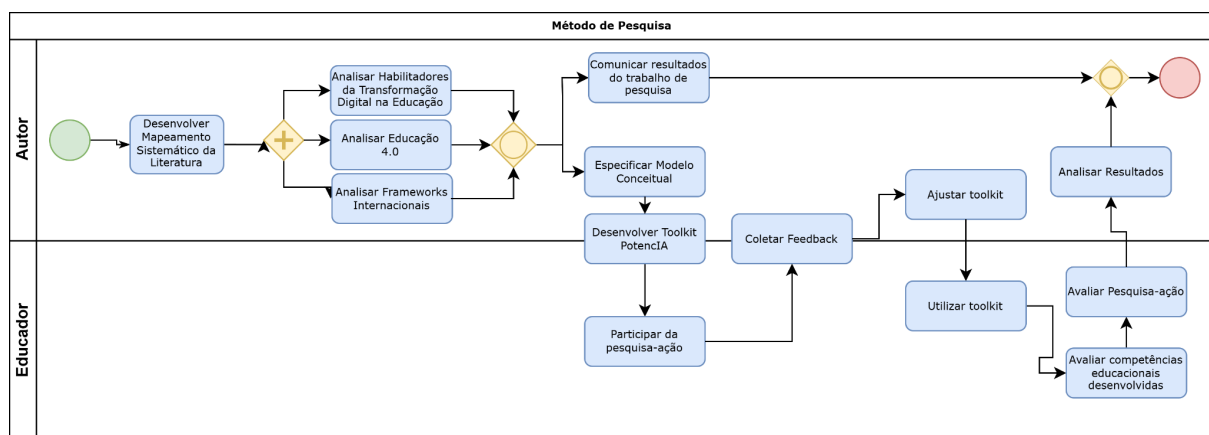
Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa-ação, de natureza qualitativa, com procedimentos técnicos de pesquisa aplicada e objetivos exploratórios, apoiada por um mapeamento sistemático da literatura científica. A pesquisa-ação justifica-se pela realização de intervenções planejadas em contexto educacional real, envolvendo ciclos sucessivos de aplicação, coleta de *feedback*, ajustes e reaplicação do artefato educacional denominado Toolkit PotenciA. De acordo com Silva (2019), a abordagem de pesquisa-ação possibilita a identificação de problemas e a construção coletiva de soluções, promovendo aprendizagem mútua entre pesquisadores e participantes.

No presente estudo, o pesquisador atuou ativamente no planejamento, na mediação e no acompanhamento dos ciclos de implementação, assumindo o papel de facilitador do processo formativo e de articulador das interações colaborativas com os docentes participantes. Os professores da educação básica envolvidos na investigação participaram de forma colaborativa, contribuindo tanto na aplicação do artefato quanto na reflexão crítica sobre sua usabilidade, aplicabilidade pedagógica e aderência aos princípios da Educação 4.0. A investigação contemplou o desenvolvimento e a aplicação do Toolkit PotenciA ligado a interações colaborativas conduzidas ao longo dos ciclos da pesquisa-ação, com o objetivo de compreender seu funcionamento, aperfeiçoar sua usabilidade e analisar evidências de sua utilização pelos docentes, considerando a produção de artefatos pedagógicos, a satisfação dos participantes e sua aplicação em um contexto educacional real.

A execução da pesquisa foi organizada em quatro etapas metodológicas, apresentadas a seguir e sintetizadas na Figura 1.

- **Etapa 1 – Fundamentação teórica e conceitual:** realização do Mapeamento Sistemático da Literatura e análise de estudos, *frameworks* e diretrizes nacionais e internacionais relacionados à Educação 4.0, às competências educacionais e ao uso da IA na educação.
- **Etapa 2 – Concepção da solução:** especificação do modelo conceitual PotencIA e desenvolvimento do Toolkit PotencIA, com base nos referenciais analisados.
- **Etapa 3 – Aplicação da pesquisa-ação:** aplicação do *toolkit* com docentes da Educação Básica, por meio de um ciclo de planejamento, intervenção, observação, reflexão e refinamento. Esse ciclo envolve a apresentação e a exploração do Toolkit, a produção de artefatos pedagógicos, o acompanhamento dos participantes e a realização de ajustes na solução com base nas evidências coletadas.
- **Etapa 4 – Análise dos resultados:** análise dos dados, dos artefatos produzidos e das percepções dos participantes, seguida da sistematização dos resultados na dissertação.

Figura 1 - Atividades do Trabalho de Pesquisa



Fonte: Autor (2026)

1.7 Estrutura do Trabalho

Além do capítulo introdutório, este trabalho é composto por mais cinco capítulos, seguidos pelas referências bibliográficas. O Capítulo 2 apresenta o processo metodológico e os resultados do mapeamento sistemático da literatura, com foco no uso da IA na avaliação e no desenvolvimento de competências educacionais. O Capítulo 3 discute o arcabouço teórico que fundamenta a pesquisa, abordando conceitos relacionados à Transformação Digital na Educação, à Educação 4.0, à avaliação por competências e aos *frameworks* internacionais de referência. O Capítulo 4 detalha o modelo conceitual proposto, construído a partir da

articulação entre os achados teóricos e as evidências identificadas na literatura. O Capítulo 5 descreve o desenvolvimento da proposta de pesquisa-ação, bem como sua aplicação em contexto educacional, contemplando os ciclos de *feedback*, ajustes e reaplicação. Por fim, o Capítulo 6 apresenta as conclusões do estudo, destacando as considerações finais, as limitações identificadas e as perspectivas para trabalhos futuros. Na sequência, são apresentadas as referências utilizadas ao longo do trabalho.

2 MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA

Este capítulo busca compreender como a IA tem sido empregada no desenvolvimento e na avaliação de competências educacionais, bem como identificar as tecnologias utilizadas, as competências priorizadas e as principais lacunas presentes nesse campo de investigação. Em particular, procura-se verificar em que medida as abordagens identificadas oferecem suporte à atuação docente e à integração pedagógica da IA. Os resultados obtidos contribuem para a delimitação do problema de pesquisa e para a construção da abordagem proposta neste trabalho.

Segundo Petersen et al. (2015), o Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) consiste em um método de pesquisa baseado em evidências cujo propósito é estruturar e organizar um campo de conhecimento por meio da identificação, classificação e quantificação das publicações existentes. De acordo com Kitchenham e Charters (2007), esse tipo de estudo envolve a realização de uma revisão ampla de estudos primários sobre uma determinada temática, com o objetivo de mapear o panorama geral da pesquisa, identificar tendências, lacunas e direcionar investigações futuras, diferenciando-se das revisões sistemáticas tradicionais pelo seu caráter exploratório e descritivo.

Por meio do MSL, torna-se possível selecionar os estudos relacionados à temática de interesse de forma estruturada e transparente, a partir da definição prévia de critérios de inclusão e exclusão. Conforme destacam Petersen et al. (2015), essa abordagem permite organizar e categorizar os estudos identificados, possibilitando a visualização do panorama geral da pesquisa e a análise do volume das características das publicações existentes. Ainda, de forma complementar, Kitchenham e Charters (2007) ressaltam que esse processo sistemático favorece a avaliação e interpretação dos estudos primários, fornecendo uma base metodológica consistente para a compreensão do estado da arte e para o direcionamento de pesquisas subsequentes.

Nesse contexto, este capítulo descreve o processo metodológico e os resultados de um MSL, conduzido com o propósito de responder às questões de pesquisa, identificar e sistematizar os principais estudos da área e realçar as lacunas de pesquisa apontadas na literatura especializada.

2.1 Visão Geral

O MSL desenvolvido neste trabalho (FERREIRA; SOUZA, 2026) fundamenta-se na abordagem proposta por Petersen et al. (2015), que consiste das seguintes etapas: (1) Planejamento do mapeamento, etapa responsável por estabelecer o objetivo e a questão de pesquisa que orientam o estudo, bem como determinar as bases de dados a serem consultadas, os critérios de inclusão e exclusão e os termos e palavras-chave utilizados na elaboração da string de busca; (2) Condução da busca, mediante a aplicação da string nas bases de dados selecionadas, com o intuito de identificar os estudos primários potencialmente relevantes; (3) Seleção dos estudos primários, realizada inicialmente por meio da leitura dos títulos e resumos e, posteriormente, pela leitura completa dos trabalhos, considerando os critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos; e, por fim, (4) Extração, análise e síntese dos dados dos estudos incluídos.

O período considerado para a seleção dos estudos primários (EPs) compreendeu as publicações entre 2014 e 2024. A adoção de 2014 como marco inicial correspondeu a uma delimitação metodológica da pesquisa, definida com o propósito de contemplar uma década de publicações relacionadas à aplicação da IA na avaliação e no desenvolvimento de competências educacionais. Esse intervalo também abrange o período de intensificação das discussões sobre a Quarta Revolução Industrial, caracterizada pela convergência de tecnologias digitais, físicas e biológicas e por seus impactos nos contextos profissional e educacional (SCHWAB, 2019).

Após a execução das buscas nas bases de dados ACM Digital Library, IEEE Xplore Digital Library, Portal de Periódicos CAPES e ScienceDirect, os estudos recuperados passaram por um processo sistemático de catalogação, triagem, avaliação da qualidade e síntese, com base nos critérios de inclusão e exclusão previamente definidos, a fim de determinar sua aceitação ou rejeição no escopo da pesquisa. Os EPs incluídos abordam, de forma empírica, a aplicação de técnicas de IA na avaliação e no desenvolvimento de competências cognitivas, interpessoais, técnicas e digitais, alinhadas ao paradigma da Educação 4.0.

2.2 Planejamento do Mapeamento Sistemático de Literatura

Nesta etapa, foi executado o planejamento do MSL por meio de um protocolo (Tabela 1) contendo a estratégia para a busca e a questão de pesquisa com o objetivo de conduzir e direcionar o processo.

Tabela 1 - Protocolo do Mapeamento Sistemático da Literatura

Questão de Pesquisa Principal: Como técnicas de Inteligência Artificial têm sido utilizadas para avaliar competências cognitivas, interpessoais, técnicas e digitais no contexto educacional? Subquestões de pesquisa: • SQ1: Quais tecnologias e técnicas de Inteligência Artificial têm sido utilizadas no desenvolvimento e na avaliação de competências no contexto educacional? • SQ2: Quais competências cognitivas, interpessoais, técnicas e digitais têm sido priorizadas nos estudos identificados? • SQ3: Quais abordagens metodológicas têm sido adotadas para integrar a Inteligência Artificial aos processos de desenvolvimento e avaliação dessas competências? • SQ4: Quais benefícios e desafios são relatados na utilização da Inteligência Artificial em comparação aos métodos tradicionais? • SQ5: Quais lacunas de pesquisa são identificadas na literatura sobre o uso da Inteligência Artificial no desenvolvimento e na avaliação de competências?	
Estratégia de Busca	
Bases de Dados Científicas	Equipe Executora
ACM Digital Library; IEEE Digital Library; Periódicos CAPES; Science@Direct	1. Autor do trabalho; 2. Orientador.
Anos de Publicação	2014 - 2024
Keywords	Palavras-Chaves
"Education", "Cognitive skills", "Interpersonal skills", "Technical skills", "Digital skills", "Generative AI", "Artificial Intelligence", "Generative Artificial Intelligence", "Machine Learning", "Deep Learning", "Assessment", "Skills assessment"	"Educação", "competências cognitivas", "competências interpessoais", "competências técnicas", "competências digitais", "IA generativa", "inteligência artificial", "inteligência artificial generativa", "aprendizado de máquina", "aprendizado profundo", "avaliação", "avaliação de competências".
Método de Execução de Busca	
1. Elaborar uma string de busca preliminar baseadas nas palavras-chave; 2. Pesquisar EPs nas bases de dados por meio da string de busca 3. Executar a busca sistemática nas bases selecionadas 4. Aplicar critérios de inclusão e exclusão para selecionar os EP relevantes.	
Critérios de Qualidade	

• Os autores descrevem a limitação do estudo? • Os critérios de avaliação são bem descritos? • O objetivo da pesquisa está claramente descrito? • As conclusões apresentadas são sustentadas pelos dados e resultados do estudo? • O estudo realiza um experimento bem descrito para avaliar a proposta?
Critérios de Inclusão
• Estudos que avaliam competências cognitivas, interpessoais, técnicas ou digitais; • Estudo Empíricos e Estudo de caso; • Artigos publicados a partir de 2014; • Disponível como texto completo; • Artigos publicados nos idiomas Inglês e Português
Critérios de Exclusão
• Estudos que não abordam diretamente a avaliação de competências com IA; • Estudos secundários ou Estudos focados exclusivamente em teorias sem aplicação empírica;

Fonte: Autor (2025)

2.3 Busca por Estudos Primários

Nesta etapa, foi realizada a busca nas bases de dados científicas para obter os trabalhos relevantes sobre o uso da IA na avaliação e no desenvolvimento de competências educacionais. A elaboração das *strings* de busca baseou-se em palavras-chave no idioma inglês, relacionadas aos conceitos de educação, competências cognitivas, interpessoais, técnicas e digitais, bem como a diferentes abordagens de IA, combinadas por meio de operadores booleanos *AND* e *OR*. Foram definidas duas *strings* de buscas distintas em função das limitações operacionais da base ScienceDirect¹, que não permite consultas com elevado número de termos e operadores booleanos, exigindo uma versão simplificada da string para garantir a recuperação adequada dos estudos (Tabela 2). Após a aplicação das *strings* na base ACM Digital Library², IEEE Xplore³, ScienceDirect¹ e Periódicos CAPES⁴, foram recuperados 4.274 estudos, os quais passaram pelas etapas de triagem, avaliação de qualidade e extração de dados, resultando na seleção final de 32 estudos para análise detalhada.

¹ ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/>

² ACM Digital Library: <https://dl.acm.org/>

³ IEEE Xplore: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

⁴ Periódicos CAPES: <https://www.periodicos.capes.gov.br/>

Tabela 2 - String Geral de Busca da Pesquisa

String de busca	String de busca no ScienceDirect
("Education") AND ("Cognitive skills" OR "Interpersonal skills" OR "Technical skills" OR "Digital skills") AND ("Generative AI" OR "Artificial Intelligence" OR "Generative Artificial Intelligence" OR "Machine Learning" OR "Deep Learning") AND ("Assessment" OR "Skills assessment")	("Education") AND ("Cognitive skills" OR "Interpersonal skills" OR "Technical skills" OR "Digital skills") AND ("Artificial Intelligence" OR "Machine Learning") AND ("Assessment" OR "Skills assessment")

Fonte: Autor (2025)

2.4 Extração de Dados

Nesta fase, buscou-se realizar à triagem dos EPs identificados na etapa de busca, por meio da aplicação dos critérios de inclusão e exclusão definidos no protocolo do mapeamento sistemático. Inicialmente, foi realizada a leitura dos títulos e resumos dos estudos recuperados, a fim de verificar sua aderência às questões de pesquisa e ao escopo do estudo. Os trabalhos que atenderam a pelo menos um dos critérios de exclusão foram removidos do conjunto inicial. Essa etapa resultou em uma redução significativa do número de estudos, principalmente em razão da exclusão de artigos que não abordavam diretamente a avaliação ou o desenvolvimento de competências com o uso de IA, estudos duplicados recuperados em diferentes bases de dados, publicações que não se configuraram como estudos empíricos ou estudos primários, bem como trabalhos publicados em idiomas distintos do inglês e do português (Tabela 3).

Tabela 3 - Distribuição Resumida dos Estudos

Base de Dados	Resultado da String de busca	Filtro baseado nos critérios de inclusão e exclusão
IEEEExplore	59	10
ACM Digital Library	1133	156
Periódicos CAPES	234	118
Science Direct	2848	900
Total	4274	1184

Fonte: Autor (2024)

Os estudos que permaneceram após essa triagem seguiram para a avaliação de qualidade, estabelecido no protocolo, sendo organizados e analisados de acordo com a base de dados de origem e o ano de publicação (Tabela 4).

Tabela 4 - Quantidade de Estudos Extraídos por Base de Dados e Ano de Publicação

Base de dados	Quantidades de EP	Ano de Publicação	Quantidade de EP
IEEEExplore	6	2017	3
ACM Digital Library	5	2019	2
Periódicos CAPES	12	2021	2
Science Direct	9	2022	5
Total	32	2023	12
		2024	8
		Total	32

Fonte: Autor (2025)

2.5 Análise e Síntese

Após a etapa de triagem, os estudos que permaneceram no conjunto de análise foram submetidos à análise e síntese, por meio da aplicação dos critérios de qualidade (CQ) definidos no protocolo do mapeamento mencionado na Tabela 1. Esses critérios orientaram a avaliação qualitativa dos estudos incluídos, com o objetivo de assegurar a relevância temática e o rigor metodológico das evidências analisadas.

Para cada EP selecionado, realizou-se a leitura integral do texto, seguida da aplicação individual dos critérios de qualidade. Cada critério foi avaliado segundo três categorias: “Atende” (AT), “Atende Parcialmente” (PA) e “Não atende” (NA), na qual foram atribuídos, respectivamente, os pesos 1, 0.5 e 0. A partir dessa avaliação, foi calculado o Índice Ponderado de Qualidade (IPQ) de cada estudo, correspondendo à soma ponderada dos critérios de qualidade. Os estudos que apresentaram IPQ igual a zero foram classificados como Artigos Rejeitados (AR), enquanto os demais foram considerados Artigos Aceitos (AA) para as etapas subsequentes da análise.

Os resultados dessa avaliação qualitativa são apresentados na Tabela 5, na qual os EPs são identificados por meio de um identificador (ID) e de sua respectiva referência, juntamente

com os valores atribuídos aos critérios de qualidade e o Índice de Ponderado de Qualidade correspondente.

Tabela 5 - Avaliação Qualitativa dos EP

ID	Referência	CQ1	CQ2	CQ3	CQ4	CQ5	IPQ	Resultado
1	AI4PCR: Artificial intelligence for practicing conflict resolution (2023)	AT	PA	AT	NA	PA	3	AA
2	Adaptive formative assessment system based on computerized adaptive testing and the learning memory cycle for personalized learning (2022)	AT	AT	AT	NA	AT	4	AA
3	Artificial intelligence in virtual reality simulation for interprofessional communication training: Mixed method study (2023)	AT	AT	AT	NA	AT	4	AA
4	Assessment of Higher-order Thinking Skills in Conversation Situation (2024)	AT	PA	AT	NA	PA	3	AA
5	Automatic Assessment and Identification of Leadership in College Students (2022)	AT	AT	AT	NA	AT	4	AA
6	Automatic assessment of communication skill in real-world job interviews: A comparative study using deep learning and domain adaptation. (2024)	AT	AT	AT	NA	AT	4	AA
7	Chatbot Development Using LangChain: A Case Study to Foster Critical Thinking and Creativity (2024)	AT	AT	AT	NA	AT	4	AA
8	CogniLearn: A Deep Learning-based Interface for Cognitive Behavior Assessment (2017)	AT	AT	AT	NA	AT	4	AA
9	Concept of expert system for creation of personalized, digital skills learning pathway (2019)	AT	PA	AT	NA	PA	3	AA
10	Exercise Generation and Student Cognitive Ability	AT	AT	AT	NA	AT	4	AA

	Research Based on ChatGPT and Rasch Model (2023)							
11	Feature Selection as a Tool to Support the Diagnosis of Cognitive Impairments Through Handwriting Analysis (2021)	AT	AT	AT	NA	AT	4	AA
12	I Say, You Say, We Say: Using Spoken Language to Model Socio-Cognitive Processes during Computer-Supported Collaborative Problem Solving (2019)	AT	AT	AT	NA	AT	4	AA
13	Longitudinal Analysis and Quantitative Assessment of Child Development Through Mobile Interaction (2024)	AT	AT	AT	NA	AT	4	AA
14	Machine learning based <i>feedback</i> on textual student answers in large courses (2022)	AT	AT	AT	NA	AT	4	AA
15	Navigation Learning Assessment Using EEG-Based Multi-Time Scale Spatiotemporal Compound Model (2024)	AT	AT	AT	NA	AT	4	AA
16	Open-Loop Neuroadaptive System for Enhancing Student's Cognitive Abilities in Learning (2024)	AT	AT	AT	NA	AT	4	AA
17	The Robots Are Here: Navigating the Generative AI Revolution in Computing Education (2023)	AT	AT	AT	AT	NA	4	AA
18	Three-wave cross-lagged model on the correlations between critical thinking skills, self-directed learning competency and AI-assisted writing (2024)	AT	AT	AT	NA	AT	4	AA
19	Towards the development of complex thinking in university students: Mixed methods with ideathon and artificial intelligence (2023)	AT	AT	AT	NA	AT	4	AA
20	Using Peerceptiv to support	AT	AT	AT	NA	PA	3.5	AA

	AI-based online writing assessment across the disciplines (2023)							
21	Using Artificial Intelligence to Gauge Competency on a Laparoscopic Simulator	PA	PA	AT	NA	PA	2.5	AA
22	Assessing Digital Teaching Competence: An Approach for International Chinese Teachers Based on Deep Learning Algorithms	PA	AT	AT	NA	AT	3.5	AA
23	A Hybrid Automatic Scoring System: Artificial Intelligence-based Evaluation of Physics Concept Comprehension Essay Test	PA	PA	AT	NA	PA	2.5	AA
24	Developing Surgical Skill Level Classification Model Using Visual Metrics and a Gradient Boosting Algorithm	PA	AT	AT	NA	AT	3.5	AA
25	Deep neural network architecture for automated soft surgical skills evaluation using OSATS criteria	PA	AT	AT	NA	AT	3.5	AA
26	A Novel Method for Constructing Online Learning Paths Based on Cognitive Level Assessment of College Students	PA	AT	AT	NA	AT	3.5	AA
27	Deep learning for the detection of acquired and non-acquired skills in students' algorithmic assessments	PA	AT	AT	NA	AT	3.5	AA
28	Multi-Modal Deep Learning for Assessing Surgeon Technical Skill	PA	AT	AT	NA	AT	3.5	AA
29	Effect of Artificial Intelligence Tutoring vs Expert Instruction on Learning Simulated Surgical Skills (RCT)	AT	AT	AT	NA	AT	4	AA
30	A Hybrid Model to Profile and Evaluate Soft Skills of Computing Graduates for Employment	PA	AT	AT	NA	AT	3.5	AA
31	Tracking Skill Acquisition With	PA	AT	AT	NA	AT	3.5	AA

	Cognitive Diagnosis Models (HMM)							
32	Classification of user performance in the Ruff Figural Fluency Test using eye-tracking	PA	AT	AT	NA	AT	3.5	AA

Fonte: Autor (2025)

2.6 Resultados

Após a conclusão das etapas de triagem e avaliação qualitativa, os 32 estudos primários foram considerados aceitos para atender ao propósito do mapeamento sistemático da literatura. A Tabela 6 apresenta uma síntese das contribuições científicas dos estudos considerados aceitos na análise qualitativa, relacionando cada trabalho às competências educacionais abordadas. Essa síntese permite uma visão consolidada das principais abordagens identificadas na literatura, bem como dos focos predominantes de aplicação da IA no contexto educacional.

Tabela 6 - Síntese das Contribuições Científicas e Competências Abordadas

ID	Síntese da Contribuição	Competência
1	Aplicação de IA para treinamento e avaliação de competências de resolução de conflitos por meio de simulações automatizadas.	Interpessoais
2	Desenvolvimento de um sistema de avaliação formativa adaptativa baseado em testes adaptativos computadorizados e ciclos de memória para personalização do aprendizado.	Cognitivas
3	Uso de IA integrada à realidade virtual para treinar e avaliar comunicação interprofissional em contextos educacionais e de saúde.	Interpessoais
4	Proposição de modelo analítico para avaliação de habilidades cognitivas de ordem superior em situações conversacionais mediadas por IA.	Cognitivas
5	Avaliação automática de competências de liderança em estudantes universitários por meio de aprendizado de máquina.	Interpessoais
6	Uso de aprendizado profundo e adaptação de domínio para avaliação automática de habilidades comunicacionais em entrevistas de emprego reais.	Interpessoais
7	Desenvolvimento de chatbots educacionais com LangChain para fomentar pensamento crítico e criatividade em ambientes de aprendizagem.	Cognitivas e Digitais
8	Interface baseada em redes neurais profundas para avaliação de comportamento cognitivo em tempo real.	Cognitivas

9	Sistema especialista para criação de trilhas personalizadas de aprendizagem voltadas ao desenvolvimento de competências digitais.	Digitais
10	Integração do ChatGPT com o modelo Rasch para geração automática de exercícios e avaliação da habilidade cognitiva dos estudantes.	Cognitivas
11	Aplicação de técnicas de seleção de atributos para diagnóstico de comprometimentos cognitivos a partir da análise de escrita manual.	Cognitivas
12	Modelagem de processos sociocognitivos em atividades colaborativas por meio da análise da linguagem falada.	Cognitivas e Interpessoais
13	Análise longitudinal do desenvolvimento cognitivo infantil por meio de interações móveis e métricas quantitativas.	Cognitivas e Digitais
14	Sistema de <i>feedback</i> automatizado baseado em aprendizado de máquina para avaliação de respostas textuais em cursos de larga escala.	Cognitivas
15	Avaliação do aprendizado de navegação por meio de modelos neurocomputacionais baseados em sinais de EEG.	Cognitivas
16	Sistema neuroadaptativo em loop aberto para aprimoramento de habilidades cognitivas durante o processo de aprendizagem.	Cognitivas
17	Análise dos impactos da IAGen no ensino de computação, destacando desafios pedagógicos e éticos.	Técnicas e Digitais
18	Estudo longitudinal sobre a relação entre pensamento crítico, aprendizagem autodirigida e escrita assistida por IA.	Cognitivas
19	Aplicação de IA em metodologias mistas, como ideathons, para o desenvolvimento de pensamento complexo em estudantes universitários.	Cognitivas e Interpessoais
20	Uso do Peerceptiv para avaliação automatizada e por pares de produções escritas em diferentes disciplinas.	Cognitivas
21	Uso de IA para avaliar competências técnicas em simuladores laparoscópicos.	Técnicas
22	Avaliação automatizada da competência digital docente com base em algoritmos de aprendizado profundo.	Digitais
23	Sistema híbrido para correção automática de testes dissertativos em física, combinando IA e avaliação humana.	Cognitivas
24	Classificação automática do nível de habilidade cirúrgica a partir de métricas visuais utilizando aprendizado supervisionado.	Técnicas
25	Avaliação automatizada de habilidades cirúrgicas baseada em critérios OSATS e redes neurais profundas.	Técnicas
26	Proposição de trilhas de aprendizagem online baseadas na avaliação do nível cognitivo dos estudantes.	Cognitivas
27	Deteção automática de habilidades adquiridas e não adquiridas em avaliações algorítmicas por meio de deep learning.	Cognitivas e Técnicas

28	Avaliação multimodal de habilidades técnicas cirúrgicas combinando dados visuais e cinemáticos.	Técnicas
29	Comparação entre tutoria baseada em IA e instrução especializada no aprendizado de habilidades cirúrgicas simuladas.	Técnicas
30	Modelo híbrido para avaliação de soft skills de graduados em computação com foco em empregabilidade.	Interpessoais e Técnicas
31	Modelagem da aquisição de habilidades ao longo do tempo por meio de modelos de diagnóstico cognitivo baseados em HMM.	Cognitivas
32	Classificação de desempenho cognitivo em testes de fluência figural utilizando rastreamento ocular.	Cognitivas

Fonte: Autor (2025)

Com base na análise dos artigos, foram identificados quatro temas centrais de pesquisa que demonstram tendências na aplicação de IA para avaliação e desenvolvimento de competências. A definição desses temas ocorreu por meio da leitura dos objetivos, das abordagens metodológicas, das tecnologias empregadas e das aplicações descritas nos estudos selecionados. Inicialmente, foram identificados e registrados os principais conteúdos abordados em cada artigo. Em seguida, esses conteúdos foram comparados e agrupados conforme suas semelhanças temáticas. Por fim, os agrupamentos foram consolidados em categorias representativas das principais formas de utilização da IA encontradas na literatura.

Por exemplo, estudos que empregaram análise de escrita, rastreamento ocular e dados multimodais foram reunidos em um mesmo tema por utilizarem dados dos estudantes para acompanhar e avaliar habilidades específicas. Da mesma forma, pesquisas que utilizaram sistemas híbridos e análise sociocognitiva em atividades colaborativas foram agrupadas por abordarem o desenvolvimento e a avaliação de competências em contextos de interação. Como resultado desse processo, foram estabelecidos os quatro temas apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Temas Identificados

Tema	Descrição	Exemplo e Aplicação	Estudos
Avaliação Automatizada de Habilidades Cognitivas e Técnicas	Uso de IA e aprendizado profundo para diagnosticar, monitorar e avaliar habilidades cognitivas e técnicas de forma automatizada.	Análise de escrita, rastreamento ocular, dados multimodais	08, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 26, 27, 28, 31, 32

Desenvolvimento e Avaliação de Competências Sociais e Transversais	Implementação de plataformas baseadas em IA para avaliar e desenvolver competências interpessoais, sociocognitivas e transversais em contextos educacionais e profissionais.	Sistemas híbridos e análise sociocognitiva em dinâmicas colaborativas	01, 05, 06, 07, 12, 19, 20, 30
Treinamento e Avaliação em Ambientes Cirúrgicos	Uso de IA e tecnologias imersivas para avaliação objetiva de habilidades técnicas em contextos de treinamento cirúrgico.	Tutores automáticos e análise cinemática em treinamentos cirúrgicos	21, 23, 24, 25, 28, 29
Simulações e Ambientes Virtuais para Educação e Treinamento	Aplicação de tecnologias imersivas e sistemas baseados em IA para personalização do aprendizado e promoção do engajamento.	Simulações interprofissionais e educativas baseadas em IA	03, 04, 09, 10, 18, 22

Fonte: Autor (2025)

A Tabela 7 reúne as abordagens predominantes identificadas nos estudos incluídos no MSL, como a IA tem sido empregada na avaliação e no desenvolvimento de competências educacionais. Os resultados indicam maior recorrência de métodos fundamentados em aprendizado profundo e estratégias multimodais, sobretudo em investigações que demandam análise precisa do desempenho técnico. Observa-se, ainda, a ampliação gradual do uso de modelos de IAGen como suporte aos processos educacionais, com destaque para aplicações voltadas à geração automatizada de atividades, avaliação adaptativa e oferta de *feedback* personalizado. Ademais, sistemas que integram IA a ambientes imersivos, como simulações em realidade virtual, têm sido explorados principalmente em contextos de formação técnica e na área da saúde. Em contraste, estudos direcionados ao desenvolvimento de competências sociais e colaborativas permanecem em menor número, indicando oportunidades relevantes para investigações futuras.

2.7 Considerações Finais

O MSL teve como objetivo identificar estudos primários de modo a responder à questão de pesquisa: Como técnicas de Inteligência Artificial têm sido utilizadas para avaliar competências cognitivas, interpessoais, técnicas e digitais no contexto educacional?

Os resultados evidenciam a diversidade de aplicações da IA na avaliação e no desenvolvimento de competências educacionais, embora sua distribuição seja heterogênea entre os tipos de competências e os contextos de aplicação. Observou-se maior concentração de estudos voltados às competências cognitivas e técnicas, conforme demonstrado pelos estudos 08, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31 e 32. Essas pesquisas abrangem aplicações relacionadas à análise da escrita, à resolução de problemas, às avaliações algorítmicas, ao rastreamento ocular e à avaliação de habilidades técnicas em ambientes de treinamento cirúrgico. Esse predomínio pode estar relacionado à maior adequação dessas competências à coleta de dados estruturados e à aplicação de técnicas de aprendizado profundo, que permitem identificar e classificar padrões de desempenho de forma automatizada.

No que se refere às abordagens metodológicas, foram identificados modelos baseados em aprendizado profundo e estratégias multimodais. O uso de técnicas de aprendizado profundo esteve presente na avaliação de competências digitais docentes, na detecção de habilidades em avaliações algorítmicas e na classificação de habilidades cirúrgicas, como observado nos estudos 22, 24, 25 e 27. As estratégias multimodais foram empregadas na combinação de dados visuais, cinemáticos, textuais e comportamentais para avaliar o desempenho dos participantes, especialmente nos estudos 03, 06, 13, 14, 16, 21, 28 e 32. Essas abordagens foram utilizadas para identificar padrões de desempenho e automatizar etapas dos processos avaliativos. Em contraste, os modelos generativos apareceram em menor número no *corpus* analisado, sendo empregados principalmente na geração de exercícios, na correção de respostas e na oferta de *feedback* adaptativo, como nos estudos 07, 10, 18 e 23.

Entre os estudos incluídos no MSL, identificou-se a presença de aplicações de IAGen voltadas à personalização da aprendizagem, à geração de atividades e ao apoio ao desenvolvimento de competências cognitivas. Nos EP 7 e 18, os modelos generativos foram associados ao desenvolvimento do pensamento crítico, da criatividade e da escrita assistida por IA. O EP 10 utilizou o *ChatGPT* na geração de exercícios e na avaliação da habilidade cognitiva dos estudantes, enquanto o EP 17 discutiu as implicações pedagógicas e éticas da IAGen no ensino de computação. Além disso, o EP 23 empregou IA na correção automática de respostas dissertativas, evidenciando seu uso como apoio aos processos avaliativos. Apesar dessas aplicações, a presença de modelos generativos ainda se mostrou limitada no

conjunto analisado, sobretudo quando comparada à utilização de técnicas tradicionais de aprendizado de máquina e aprendizado profundo.

Além das lacunas temáticas, os resultados evidenciam desafios metodológicos associados ao uso da IA na avaliação educacional. Entre eles, destaca-se a necessidade de validar os resultados produzidos pelos sistemas automatizados e de preservar a participação humana na interpretação das avaliações. Essa preocupação pode ser observada no EP 23, que combina IA e avaliação humana na correção de testes dissertativos, e no EP 29, que compara a tutoria baseada em IA com a instrução conduzida por especialistas. Os EP 14, 20 e 23 também demonstram o uso da IA na avaliação de produções textuais e na correção de respostas, contextos nos quais a consistência dos resultados e a supervisão humana assumem papel relevante.

Em síntese, o MSL evidenciou diferentes aplicações da IA na avaliação e no desenvolvimento de competências, com maior concentração em competências cognitivas e técnicas, conforme observado nos EP 2, 4, 8, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31 e 32. Entretanto, os estudos apresentam abordagens predominantemente específicas, voltadas a tarefas ou competências delimitadas, como escrita, resolução de problemas, avaliações algorítmicas, desempenho cognitivo e habilidades cirúrgicas. Essa característica indica limitada articulação explícita com frameworks pedagógicos estruturados ou com modelos amplos de desenvolvimento de competências.

A utilização da IAGen mostrou-se restrita ao *corpus* analisado e é predominantemente associada a funções instrumentais. O EP 7 emprega chatbot baseado em LangChain para apoiar pensamento crítico e criatividade; o EP 10 utiliza o ChatGPT na geração de exercícios e na avaliação de habilidades cognitivas; o EP 17 discute os impactos da IAGen no ensino de computação; o EP 18 aborda escrita assistida por IA e pensamento crítico; e o EP 23 utilizá IA na correção automatizada de respostas dissertativas. Em conjunto, esses estudos indicam aplicações voltadas principalmente à geração de atividades, ao apoio à escrita, à correção de respostas e à oferta de *feedback*, sem evidenciar integração sistemática com referenciais amplos da Educação 4.0.

Também se observou menor presença de estudos voltados às competências interpessoais, identificadas sobretudo nos EP 1, 3, 5, 6, 12, 19, 20 e 30. Esses estudos abordam resolução de conflitos, comunicação, liderança, processos sociocognitivos e soft

skills, mas representam uma parcela menor do conjunto analisado quando comparados às pesquisas sobre competências cognitivas e técnicas. Da mesma forma, o *corpus* apresenta maior concentração em contextos de ensino superior, formação profissional, treinamento técnico e saúde, o que indica menor exploração de aplicações voltadas diretamente à Educação Básica.

Essas lacunas evidenciam a necessidade de uma abordagem integrada que articule referenciais de competências, princípios da Educação 4.0 e diretrizes para o uso pedagógico da IAGen. Diante disso, propõe-se o modelo conceitual adotado neste trabalho, apresentado no Capítulo 4.

3 ARCABOUÇO TEÓRICO

O desenvolvimento de uma pesquisa científica requer uma fundamentação teórica que oriente a construção da abordagem proposta e sustente a análise do fenômeno investigado. Conforme destaca Gil (2002), o arcabouço teórico permite situar o estudo no campo do conhecimento, estabelecer relações com pesquisas anteriores e definir os conceitos que embasam a interpretação dos resultados, contribuindo para a coerência e o rigor da investigação.

3.1 Visão Geral

A educação contemporânea tem sido desafiada a responder às profundas transformações sociais, tecnológicas e econômicas que caracterizam a sociedade digital, exigindo das instituições educacionais a promoção de competências que transcendam o domínio de conteúdos tradicionais. Nesse contexto, Souza e Debs (2024) salientam que a Educação 4.0 demanda ambientes de aprendizagem capazes de integrar tecnologias digitais ao desenvolvimento de competências necessárias às ocupações emergentes. Consoante a isto, o Fórum Econômico Mundial (WEF, 2024) ressalta a necessidade de preparar os estudantes para lidar com problemas complexos e ainda desconhecidos, por meio do estímulo ao pensamento crítico, à criatividade e à capacidade de resolução de problemas.

Com o objetivo de oferecer uma visão panorâmica do campo teórico que sustenta esta pesquisa, o presente capítulo inicia com a análise das Políticas de Educação no Brasil e das diretrizes que orientam o Novo Ensino Fundamental, destacando o alinhamento entre as normativas educacionais e as demandas de uma economia baseada no conhecimento. Em seguida, discute-se a Transformação Digital na Educação, compreendida como um processo estruturante que viabiliza a transição para Educação 4.0, apoiado por habilitadores tecnológicos, organizacionais e pedagógicos. Por fim, são apresentados os referenciais relacionados às competências do século XXI, com base no modelo de Inteligência Digital do DQ Institute (2019), no *framework* da Educação 4.0 do World Economic Forum (2020; 2024), no referencial Learning Compass 2030 da OECD (2019), no AI Literacy *Framework* da OECD (2025) e no Marco Referencial de Competências em IA para Professores da UNESCO (2025), os quais fundamentam a compreensão das competências digitais e das competências em IA no contexto educacional contemporâneo.

3.2 Trabalhos Correlatos Publicados em 2025: Análise Complementar ao MSL

Considerando que o MSL apresentado neste capítulo foi delimitado ao período de 2014 a 2024, realizou-se uma análise complementar de estudos publicados em 2025, com o objetivo de atualizar o estado da arte e verificar a convergência das evidências recentes com os achados previamente discutidos. Ressalta-se que os estudos incluídos nesta subseção não foram selecionados a partir do protocolo do MSL, caracterizando-se como uma análise complementar de natureza não sistemática, voltada à incorporação de tendências emergentes na área.

Em continuidade aos resultados do mapeamento, que evidenciaram o uso de técnicas de IA para avaliação de competências cognitivas, interpessoais, técnicas e digitais, observa-se que os estudos mais recentes reforçam e ampliam esse cenário, especialmente a partir da incorporação de modelos de linguagem de grande escala e abordagens baseadas em IAGen. Nesse contexto, destaca-se um movimento de transição de soluções centradas em modelos analíticos tradicionais para abordagens mais integradas, capazes de vincular análise, geração de conteúdo e *feedback* em um mesmo processo.

No âmbito da formação docente e do desenvolvimento de competências em IA, Daher (2025) propõe um *framework* estruturado para integração do letramento em IA na formação de professores, enfatizando aspectos como governança ética, desenvolvimento profissional e preparação institucional. De forma complementar, referenciais recentes sobre letramento e competências em IA apontam para a necessidade de abordagens formativas que integrem dimensões técnicas, pedagógicas e éticas, reforçando a compreensão de que o desenvolvimento de competências em IA ultrapassa o domínio instrumental das ferramentas e exige sua integração com práticas pedagógicas contextualizadas (BRASIL, 2026; OECD, 2025; UNESCO, 2025).

No que se refere à avaliação de competências, Mikeska et al. (2025) investigam o uso de simulações baseadas em IAGen como instrumento de avaliação formativa na formação inicial de professores, evidenciando o potencial dessas tecnologias para observar e analisar práticas instrucionais em contextos simulados. Tal abordagem dialoga diretamente com os achados do MSL, ao ampliar o escopo de aplicação da IA para além da análise de dados, incorporando ambientes interativos que possibilitam a avaliação de competências em situações próximas à prática real.

Adicionalmente, outros estudos recentes têm explorado o uso de modelos de linguagem de grande escala em processos de avaliação e *feedback* educacional. AlGhamdi et al. (2025) analisam a aplicação de *prompts* para pontuação automatizada e geração de *feedback*, indicando que a efetividade desses sistemas está diretamente relacionada à estruturação das interações com os modelos. Em linha semelhante, Silva e Costa (2025) evidenciam que, embora tais modelos apresentam potencial para apoiar a devolutiva pedagógica, ainda persistem limitações relacionadas à consistência e confiabilidade das respostas geradas. Esses resultados reforçam uma das discussões já apontadas no MSL, no sentido de que o uso da IA na avaliação de competências demanda mecanismos de validação e mediação humana.

Por fim, estudos de síntese recentes, como Chuang e Yan (2025) e Van Der Linde, Rodriguez-Montoya e Garrido (2025), destacam desafios relacionados à confiabilidade, validade e equidade no uso de IAGen em processos avaliativos, evidenciando a necessidade de critérios mais robustos para sua adoção em contextos educacionais. Em conjunto, a literatura publicada em 2025 confirma e aprofunda os achados do MSL, ao mesmo tempo em que sinaliza a consolidação da IAGen como elemento central nas abordagens contemporâneas de avaliação e desenvolvimento de competências, especialmente por meio de sistemas mais integrados que combinam análise, geração e *feedback*. Esses avanços reforçam que a efetividade dessas tecnologias permanece condicionada à sua integração crítica às práticas pedagógicas, sustentando a atualidade e a relevância do modelo conceitual adotado nesta pesquisa.

3.3 Políticas de Educação no Brasil

As políticas educacionais brasileiras vêm passando por um processo de reestruturação a partir da década de 2010, especialmente com a aprovação do Plano Nacional de Educação (BRASIL, 2014) e a homologação da Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2018). Esse movimento expressa o esforço em alinhar o currículo nacional às exigências de uma sociedade contemporânea, marcada pela globalização e avanço tecnológico (PIRES, 2025). A BNCC reorganiza o foco do ensino, do acúmulo de informações, para uma abordagem orientada ao desenvolvimento de competências, valorizando capacidades como resolução de problemas, adaptabilidade, pensamento crítico e mobilização integrada de saberes em situações complexas. Para o docente, essa reorganização curricular não se limita a uma mudança documental, mas implica reconfiguração do planejamento, da avaliação e das

estratégias didáticas, exigindo interpretação pedagógica fundamentada das orientações curriculares (ALVES; CUNHA, 2023; BRASIL, 2023).

Essa diretriz mostra-se particularmente relevante diante dos resultados do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) (INEP, 2023), que, pela primeira vez, incorporou a avaliação do pensamento criativo, examinando a capacidade dos estudantes de gerar ideias originais e aprimorá-las em diferentes contextos, ampliando o referencial de qualidade educacional para além das áreas tradicionalmente mensuradas. Os resultados do PISA 2022 evidenciam que o Brasil apresenta baixa proficiência em competências associadas ao pensamento crítico, com média de 23 pontos, significativamente inferior à média da OCDE (33) e mais de 54% dos estudantes abaixo do nível básico. Observa-se uma limitação expressiva na capacidade de gerar, avaliar e aprimorar ideias em contextos complexos, demonstrando fragilidades no desenvolvimento de habilidades cognitivas, como interpretação, análise e aplicação contextualizada do conhecimento (OECD, 2024). Esse alargamento do escopo avaliativo amplia, igualmente, as demandas sobre o docente, que passa a ser convocado a promover competências que extrapolam conteúdos disciplinares tradicionais (ALVES; CUNHA, 2023). Nesse sentido, o desenvolvimento dessas competências depende não apenas de mudanças curriculares, mas também de estratégias formativas que auxiliem o docente a planejar experiências de aprendizagem mais investigativas, criativas e contextualizadas.

Garantir qualidade educacional nesse período torna-se um fator determinante para o percurso formativo futuro do estudante. No contexto da BNCC, essa qualidade relaciona-se à consolidação das aprendizagens essenciais e ao desenvolvimento progressivo das competências ao longo da Educação Básica (BRASIL, 2018), o que desloca o debate da simples definição curricular para as condições concretas em que tais competências são efetivamente desenvolvidas. Esse deslocamento evidencia a centralidade da formação inicial e continuada, uma vez que a efetivação das políticas depende da materialização das aprendizagens na prática pedagógica, mediada pela atuação docente (ALVES; CUNHA, 2023). A formação docente configura-se, portanto, como uma condição estruturante para transformar as diretrizes normativas em práticas pedagógicas contextualizadas, intencionais e coerentes com as necessidades dos estudantes.

A reestruturação do Ensino Fundamental consolida a implementação da BNCC ao organizar o currículo com base em competências e habilidades que devem ser desenvolvidas

ao longo dessa etapa. Nos anos iniciais, a prioridade está na alfabetização e no letramento, garantindo que os estudantes aprendam a ler e escrever de forma significativa, como base para sua participação social e continuidade dos estudos. Nos anos finais, o currículo amplia e aprofunda as aprendizagens, promovendo maior associação entre as áreas do conhecimento e fortalecendo o pensamento crítico e científico. Esse arranjo exige que as instituições de ensino reorganizem suas práticas pedagógicas para garantir a progressão contínua da aprendizagem, respeitando as especificidades de cada etapa e preparando os estudantes para a complexa transição ao Ensino Médio (BRASIL, 2018). Essa reorganização curricular representa um desafio contínuo de mediação para o docente entre as prescrições da BNCC, as exigências das avaliações externas e as condições reais da sala de aula, frequentemente marcadas por fragilidades na formação docente, limitações estruturais da escola e práticas escolares ainda orientadas pelo ensino tradicional (ALVES; CUNHA, 2023).

A incorporação das tecnologias digitais nas políticas educacionais contemporâneas amplia o escopo das responsabilidades dos docentes, exigindo a compreensão crítica dos fundamentos, limites e implicações éticas desses sistemas. Tal ampliação envolve a capacidade de analisar vieses algorítmicos, critérios de transparência, proteção de dados, bem como os impactos da IA nos processos de ensino, aprendizagem e avaliação. Segundo a UNESCO (2024), a integração da IA na educação deve fundamentar-se em uma abordagem centrada no ser humano, orientada pelo fortalecimento da autonomia e da capacidade crítica de docentes e discentes, além da promoção da equidade, da inclusão e da responsabilidade ética. Além disso, as instituições educacionais devem avaliar previamente a adequação pedagógica e ética dessas tecnologias antes de sua adoção, o que requer docentes capazes de compreender seus fundamentos técnicos, identificar riscos e deliberar criticamente sobre seu uso em contextos educacionais.

Nesse sentido, o Plano Brasileiro de Inteligência Artificial (PBIA) (BRASIL, 2024) estabelece como eixo estratégico a capacitação e formação de profissionais para o ecossistema de IA, reconhecendo que a consolidação de uma sociedade digital depende do fortalecimento do capital humano qualificado. Em coerência com a Lei Geral de Proteção de Dados (Lei nº 13.709/2018), que assegura o direito à revisão de decisões automatizadas, e com a Estratégia de Governo Digital (Decreto nº 10.332/2020), a adoção educacional da IA exige análise prévia de adequação pedagógica e ética (BRASIL, 2024).

Assim, a integração responsável da IA não se estabelece de forma automática, mas pressupõe políticas estruturadas de formação inicial e continuada que promovam o desenvolvimento conectado de conhecimentos, habilidades e atitudes orientados ao uso intencional, ético e alinhado às demandas da Educação 4.0 e ao marco regulatório nacional. No âmbito desta pesquisa, as políticas e os referenciais analisados fornecem fundamentos para compreender as condições necessárias à integração da IA na educação e orientar a formação e o desenvolvimento de competências docentes.

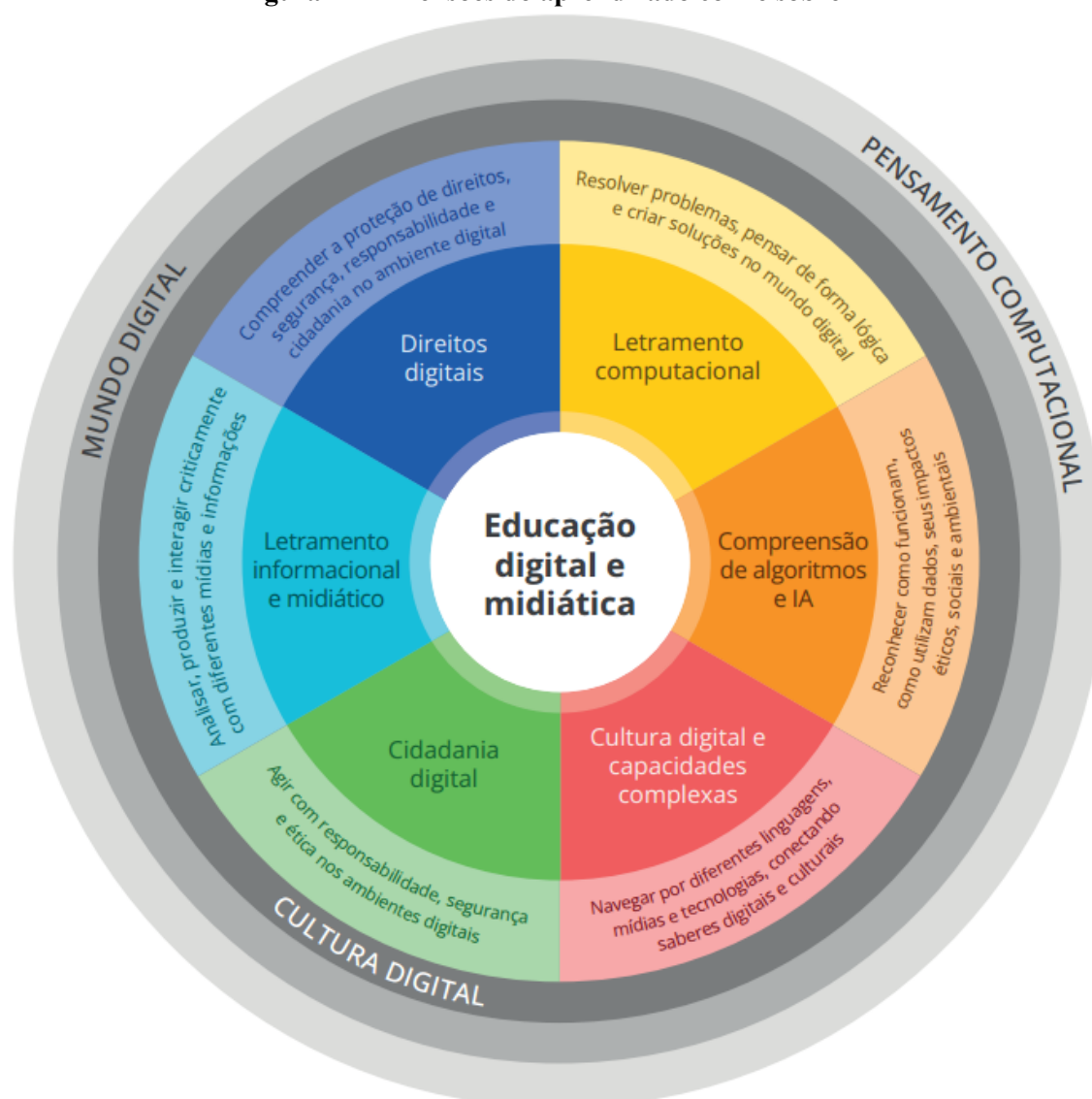
3.3.1 Integração da IA na Educação Básica

A integração da IA na Educação Básica configura-se como um processo estruturante para a consolidação de práticas pedagógicas marcadas pela transformação digital. De acordo com as diretrizes apresentadas pelo Ministério da Educação, a integração da IA na Educação Básica deve ocorrer de forma estruturada, considerando dimensões técnicas, sociais e éticas, de modo a garantir que seu uso contribui para aprendizagens e para o desenvolvimento integral dos estudantes (BRASIL, 2026). Nesse processo, cabe ao docente interpretar essas diretrizes e operacionalizá-las em práticas pedagógicas contextualizadas, promovendo o uso intencional, crítico e pedagógico da IA no processo de ensino e aprendizagem.

A atuação docente envolve a integração da IA às propostas de Educação Digital e Educação Midiática, alinhadas à BNCC, favorecendo abordagens interdisciplinares. A mandala de aprendizagens (Figura 2) evidencia que essa integração demanda do professor a mobilização de diferentes competências, como letramento computacional, compreensão de algoritmos, cultura digital, cidadania digital e letramento informacional e midiático.

Do ponto de vista pedagógico, o docente é responsável por conduzir o desenvolvimento das aprendizagens em IA a partir de três eixos: (i) compreensão de algoritmos e pensamento computacional; (ii) letramento digital, informacional e midiático; e (iii) análise crítica dos impactos sociais, éticos e ambientais da IA. Esses eixos orientam tanto o planejamento quanto a mediação e a avaliação das atividades em sala de aula. Além disso, a integração da IA requer que o professor adeque suas práticas às diferentes etapas da Educação Básica, promovendo desde experiências exploratórias até análises críticas e técnicas mais complexas (BRASIL, 2026). Tal progressão exige intencionalidade pedagógica e domínio das possibilidades e limitações da tecnologia.

Figura 2 - Dimensões do aprendizado com e sobre IA



Fonte: Brasil (2026)

Por fim, a integração da IA na Educação Básica deve estar fundamentada em princípios de equidade, inclusão e responsabilidade social. A utilização de sistemas de IA deve contribuir para a redução de desigualdades educacionais, garantindo acesso equitativo às tecnologias e promovendo o desenvolvimento integral dos estudantes. Assim, o docente consolida-se como agente central na transformação de diretrizes em práticas pedagógicas efetivas, alinhadas aos princípios da Educação 4.0.

3.4 Educação 4.0

A Educação 4.0 emerge no contexto da Quarta Revolução Industrial, caracterizada pela convergência entre tecnologias digitais, automação, IA, conectividade em rede e transformação dos processos produtivos e sociais (FÜHR, 2018). Nesse cenário de profundas

transformações estruturais, Oliveira e Souza (2020) definem a Educação 4.0 como um paradigma educacional alinhado às demandas da sociedade 4.0, na qual informação, inovação e conhecimento circulam de forma distribuída, dinâmica e global, buscando estimular, desenvolver e equipar os estudantes com as habilidades e competências necessárias para a aprendizagem e o trabalho no século XXI.

Para compreender a amplitude dessa proposta, é necessário situá-la em perspectiva histórica, considerando a evolução dos paradigmas educacionais que a antecederam. As denominações Educação 1.0, 2.0 e 3.0 representam reconfigurações progressivas do papel da escola, do docente, do discente e das tecnologias no processo formativo (FÜHR, 2018; LAMATTINA, 2023). De forma sintética, essa trajetória pode ser compreendida nos seguintes termos:

- **Educação 1.0 (até o início do século XX):** caracteriza-se pela centralidade do docente como transmissor do conhecimento, pela predominância de aulas expositivas e pelo papel passivo atribuído ao estudante, com recursos educacionais concentrados em livros e materiais impressos.
- **Educação 2.0 (século XX – paradigma industrial):** marcada pela ampliação do acesso à internet e aos recursos digitais, possibilitando maior acesso à informação, autonomia discente, interação e colaboração em ambientes virtuais, embora ainda preserve elementos do ensino conduzido pelo docente.
- **Educação 3.0 (final do século XX e início do século XXI):** caracteriza-se pela aprendizagem ativa, colaborativa e personalizada, com maior protagonismo do estudante, resolução de problemas e utilização de plataformas adaptativas e análise de dados para acompanhar as necessidades individuais de aprendizagem.
- **Educação 4.0 (Quarta Revolução Industrial, a partir de 2014):** integra metodologias ativas e tecnologias emergentes para promover uma aprendizagem personalizada, colaborativa e conectada. O estudante assume papel protagonista, enquanto o docente atua como mediador no desenvolvimento de competências para o século XXI.

Diante desse panorama, a Educação 4.0 não se configura como ruptura isolada, mas como resultado de um movimento histórico de adaptação da educação às transformações da sociedade, redefinindo papéis, metodologias e finalidades formativas. Essa transição paradigmática redefine a identidade profissional docente, exige a formação contínua e o desenvolvimento de competências que permitam compreender e utilizar as tecnologias emergentes com intencionalidade pedagógica (ANDRADE, 2015). Paralelamente, o discente

assume papel ativo na construção do conhecimento, atuando como autor e produtor em ambientes colaborativos, interdisciplinares e conectados (FÜHR, 2018). A Figura 3 sintetiza essa trajetória evolutiva, destacando a transição de um modelo transmissivo para um paradigma orientado à personalização, à inovação e ao uso avançado de tecnologias digitais e IA.

Figura 3 - Evolução dos Paradigmas Educacionais



Fonte: Autor (2025)

A progressão apresentada demonstra que a transformação não se restringe ao uso de ferramentas digitais, mas implica redefinições no papel do docente e na organização institucional. Nesse cenário, o docente deixa de ser mero transmissor de conteúdos e assume função de mediador, curador e orquestrador de experiências formativas, organizando informações dispersas e transformando-as em conhecimento significativo. De acordo com Jahnke et al. (2025), a gestão educacional também adquire caráter estratégico, sendo responsável por integrar tecnologias, promover inovação pedagógica e estruturar ambientes que favoreçam autonomia, criatividade e pensamento crítico.

A Educação 4.0 fundamenta-se no desenvolvimento de competências para o século XXI, tais como pensamento crítico, resolução de problemas complexos, criatividade, colaboração, comunicação e letramento digital (COSTA JÚNIOR et al., 2023). O aprendizado torna-se mais flexível, personalizado e centrado no estudante, apoiado por ambientes digitais que possibilitam acompanhamento contínuo do desempenho e adaptação dos percursos formativos às necessidades individuais.

Além da dimensão tecnológica, esse paradigma pressupõe metodologias ativas, cultura *maker*, aprendizagem baseada em projetos e construção colaborativa do conhecimento (FÜHR, 2018). A teoria do Conectivismo contribui para compreender esse cenário ao enfatizar a aprendizagem em rede, a construção de conexões entre diferentes fontes de informação e a distribuição do conhecimento entre pessoas, recursos digitais e redes (DZIUBANIUK; IVANOVA-GONGNE; NYHOLM, 2023). Assim, a Educação 4.0 não se restringe à adoção de ferramentas tecnológicas, mas representa uma transformação paradigmática que encadeia inovação pedagógica, cultura digital, reorganização institucional e desenvolvimento de competências, ampliando o escopo do debate, deslocando-o do plano meramente conceitual para a dimensão sistêmica da Transformação Digital na Educação (OLIVEIRA; SOUZA, 2020; WEF, 2020).

3.4.1 Habilitadores para Transformação Digital na Educação 4.0

A Transformação Digital pode ser compreendida como um processo sistêmico de reformulação dos processos de aprendizagem e educação na sociedade contemporânea, marcado pela incorporação crítica e estratégica das tecnologias digitais e pela necessidade de revisão permanente das práticas pedagógicas diante dos desafios sociais, culturais, ambientais e tecnológicos do século XXI (TRUJILLO SÁEZ et al., 2020).

Esse movimento sustenta a transição para a Educação 4.0, ao demandar a reorganização dos processos educativos em consonância com as dinâmicas da sociedade digital. Para que essa transição se concretize de forma coerente e sustentável, a Transformação Digital na Educação é apoiada por habilitadores que atuam como vetores de mudança, encadeando tecnologia, pedagogia e organização institucional, promovendo a reconfiguração das identidades, dos papéis e das práticas de aprendizes e educadores (TRUJILLO SÁEZ et al., 2020).

Essa compreensão é reforçada por Oliveira e Souza (2020), ao destacarem que os habilitadores da Transformação Digital não devem ser aplicados de forma isolada, mas compreendidos como categorias interdependentes que, quando combinadas, viabilizam mudanças estruturais nas práticas pedagógicas, na organização institucional e na formação de competências técnicas, cognitivas e socioemocionais nos estudantes. Desse modo, a Transformação Digital na Educação configura-se como um processo estruturante, orientado

por uma visão holística que sustenta a transição em direção à Educação 4.0, conforme ilustrado na Figura 4.

A representação conceitual desses habilitadores, organiza-se em categorias interdependentes que contemplam habilitadores tecnológicos, organizacionais e pedagógicos, além da competência digital docente e do desenvolvimento de habilidades discentes (*hard* e *soft skills*). Dispostos em torno de um núcleo central, tais elementos evidenciam uma lógica de equilíbrio e inter-relação, reforçando que a consolidação de um ecossistema educacional depende da integração coerente e integrada desses habilitadores.

Figura 4 - Habilitadores para transformação digital em direção à Educação 4.0



Fonte: Oliveira e Souza (2020)

Os habilitadores tecnológicos constituem a base infraestrutural da transformação digital, envolvendo conectividade, plataformas digitais e tecnologias emergentes, como a IA.

Entretanto, a presença desses recursos, por si só, não garante a transformação digital, sendo necessário que estejam integrados às estratégias pedagógicas e organizacionais que promovam seu uso significativo no processo de ensino e aprendizagem.

No âmbito discente, essa transformação digital demanda o desenvolvimento integrado de *soft skills* (pensamento crítico, criatividade, colaboração, comunicação e autonomia) e *hard skills* (letramento digital, resolução de problemas e uso de tecnologias emergentes). Por fim, a pedagogia atua como eixo fundamental, orientando a integração das tecnologias com intencionalidade educativa. Estratégias centradas no estudante e metodologias ativas garantem que a transformação digital ultrapasse a vertente técnica, alinhando-se aos princípios da Educação 4.0.

Paralelamente, os habilitadores organizacionais asseguram governança, planejamento e sustentação institucional, evitando iniciativas fragmentadas ou pontuais. A competência digital docente, por sua vez, ultrapassa o domínio técnico e envolve a integração crítica e pedagógica das tecnologias, reposicionando o professor como mediador e *designer* de experiências de aprendizagem (BRASIL, 2023). Entre tais habilitadores, a atuação docente no meio digital materializa a transformação pedagógica ao envolver a concepção de experiências formativas significativas, a facilitação de percursos de aprendizagem alinhados às competências do século XXI e a estruturação de processos avaliativos orientados à regulação do desenvolvimento dos estudantes (TRUJILLO SÁEZ et al., 2020). A Figura 5 apresenta essas dimensões estruturantes da identidade docente na era digital, organizadas em três eixos interdependentes: concepção, facilitação e avaliação.

Figura 5 - Dimensões da Atuação Docente na século XXI



Fonte: Adaptado de Trujillo Sáez et al. (2020)

A transição para a Educação 4.0 estabelece um sólido compromisso institucional com o desenvolvimento profissional docente. Conforme aponta a Matriz de Competências Digitais do Centro de Inovação para a Educação Brasileira - CIEB (2025), a apropriação das tecnologias digitais ocorre de maneira progressiva e estruturada, organizada em cinco níveis: Exposição, Familiarização, Adaptação, Integração e Transformação, que traduzem o amadurecimento da prática pedagógica mediada por tecnologia (VIEIRA, 2025).

Como se observa na Figura 6, o nível de Exposição caracteriza-se pela ausência ou uso incipiente das tecnologias, enquanto o nível de Transformação representa o estágio em que o docente utiliza recursos digitais de forma inovadora, colaborativa e com impacto para além do contexto escolar. À medida que avança nessa escala, a tecnologia torna-se elemento estruturante de experiências de aprendizagem mais significativas e inovadoras.

Figura 6 - Níveis de Apropriação de Tecnologias pelo Docente



Fonte: Vieira (2025)

Para além da dimensão individual da prática docente, os habilitadores delineiam as condições estruturais da Transformação Digital na Educação; sua efetivação pressupõe referenciais capazes de orientar a reorganização do conteúdo curricular e das experiências pedagógicas. Torna-se, portanto, relevante compreender como tais dimensões são operacionalizadas em modelos e *frameworks* que guiam a transição para a Educação 4.0, especialmente no que se refere à integração entre competências e inovação pedagógica.

3.4.2 Framework da Educação 4.0

Diante das transformações sociais, tecnológicas e profissionais contemporâneas, o World Economic Forum (WEF), em 2020, conduziu um esforço de sistematização de princípios capazes de orientar a transição dos sistemas educacionais para a Educação 4.0. Como resultado, foi proposto um *framework* que integra mudanças no conteúdo e nas experiências de aprendizagem, buscando aproximar a formação escolar das competências exigidas no século XXI.

O *framework* da Educação 4.0 (WEF, 2020) requer a reorganização estrutural do conteúdo e das experiências de aprendizagem, apoiada por tecnologias capazes de integrar dados, adaptar conteúdos e apoiar decisões pedagógicas. Este *framework* (Figura 7) estrutura essa abordagem em oito grandes mudanças organizadas em dois eixos complementares: transformação do conteúdo da aprendizagem, orientada à integração de competências, e transformação das experiências de aprendizagem, fundamentada em pedagogias inovadoras.

Figura 7 - Framework da Educação 4.0



Fonte: World Economic Forum (2020)

A organização bidimensional do *framework* mostra de um lado, as competências que redefinem o conteúdo educacional e, de outro, as transformações nas experiências pedagógicas, que incluem aprendizagem personalizada e em ritmo próprio, aprendizagem

acessível e inclusiva, aprendizagem baseada em problemas e colaboração, e aprendizagem ao longo da vida (WEF, 2020). Essa estrutura demonstra que a Educação 4.0 representa uma reconfiguração paradigmática do processo de ensino e aprendizagem, deslocando o foco da transmissão de conteúdos para o desenvolvimento integrado de competências. Contudo, a centralidade atribuída às competências exige fundamentação conceitual rigorosa, de modo a evitar sua redução a uma dimensão meramente instrumental ou tecnológica.

Tal compreensão dialoga com a noção de competência como “saber em uso” (PERRENOUD E THURLER, 2009), segundo a qual a competência se manifesta quando o sujeito mobiliza, de forma integrada, conhecimentos, habilidades e atitudes para enfrentar situações complexas. Portanto, as competências não podem ser dissociadas das finalidades sociais da escola, uma vez que a formação docente deve responder a um projeto educativo que promova autonomia, pensamento crítico e participação democrática. Compreender o que caracteriza a competência para a docência na era digital revela-se imprescindível, considerando que a Educação 4.0 implica uma reconfiguração estrutural da prática pedagógica e amplia as exigências formativas relacionadas ao exercício profissional docente.

Ao vincular qualidade educacional à sustentabilidade, à inclusão e ao uso responsável da tecnologia, o *framework* proposto pelo WEF reforça a dimensão ética da docência na era digital. Logo, o docente assume papel estratégico na condução de ambientes de aprendizagem mediados por dados e tecnologias, sem perder de vista as finalidades sociais da educação. Assim, consolidar a Educação 4.0 implica explicitar as competências profissionais que sustentam essa reconfiguração da prática pedagógica, o que conduz à discussão das Competências do Século XXI para Docentes.

3.5 Competências Docentes para a Educação 4.0

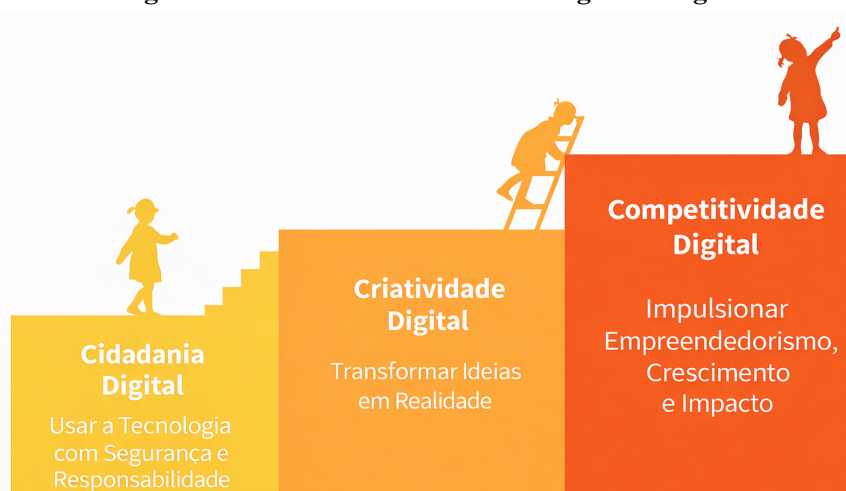
A incorporação crescente da IA nos sistemas educacionais, especialmente da IAGen, redefine práticas pedagógicas, modelos avaliativos e o próprio papel do docente. A transição de um modelo tradicional centrado na mediação exclusivamente humana para uma dinâmica que envolve professor–IA–estudante exige o desenvolvimento de novas competências profissionais (UNESCO, 2024; UNESCO, 2025). A atuação docente passa a ocorrer em um ecossistema ampliado, caracterizado pela interação entre professor, estudante e sistemas inteligentes. Essa reconfiguração exige o desenvolvimento de novas competências que

ultrapassem o domínio técnico-operacional das ferramentas e incorporem dimensões éticas, pedagógicas, críticas e estratégicas à formação e à prática docente.

Para compreender essas diferentes dimensões, este estudo adota uma noção de competência constituída pela integração entre conhecimentos, habilidades, atitudes e valores. Essa compreensão está alinhada ao *OECD Learning Compass 2030*, que define competência como a capacidade de mobilizar esses elementos em contextos complexos e incertos, associando-os à responsabilidade e à reflexão sobre as próprias ações (OECD, 2019). Essa concepção também se aproxima do *framework* de Inteligência Digital desenvolvido pelo DQ Institute, na qual amplia e desenvolve competências necessárias à participação no ambiente digital. O *framework DQ* compreende a competência digital a partir de dimensões técnicas, cognitivas, metacognitivas e socioemocionais fundamentadas em valores universais, necessárias para uma atuação segura, crítica e produtiva no ambiente digital (DQ INSTITUTE, 2019). Essa perspectiva torna-se particularmente relevante no campo da IA, em que o uso de sistemas automatizados pode produzir impactos sobre a equidade, a inclusão e a justiça educacional.

O *framework DQ* sustenta que, assim como o Quociente de Inteligência (QI) e o Quociente Emocional (QE) emergiram em revoluções industriais anteriores, a Educação 4.0 demanda uma inteligência específica para lidar com IA, automação e ecossistemas digitais complexos. A Inteligência Digital (DQ) busca integrar e sistematizar conceitos como letramento digital, habilidades digitais e prontidão digital, oferecendo uma linguagem comum e uma taxonomia sistemática para competências digitais globais.

Figura 8 - Níveis do Modelo de Inteligência Digital



Fonte: Adaptado de DQ Institute (2019)

Conforme ilustrado na Figura 8, o modelo representa essa progressão composta por estágios interdependentes de desenvolvimento. Tal organização indica que a formação para a competitividade digital pressupõe o domínio prévio das competências relacionadas à cidadania e à criatividade, reforçando o caráter evolutivo e sistêmico do *framework* DQ. O modelo organiza-se em três níveis progressivos: Cidadania Digital, Criatividade Digital e Competitividade Digital, que indicam uma progressão formativa do uso ético e seguro das tecnologias à atuação inovadora e qualificada na economia digital. O primeiro refere-se ao uso responsável e seguro das tecnologias; o segundo, à capacidade de criação e inovação no ambiente digital; e o terceiro, à atuação qualificada na economia digital. Essa estrutura indica uma progressão formativa que une ética, produção e desempenho profissional, sugerindo uma trajetória evolutiva de maturidade digital.

Embora o *framework* DQ não tenha sido concebido especificamente para tratar da IA, sua arquitetura apresenta-se como base estruturante para a compreensão das competências necessárias à atuação em ecossistemas digitais complexos, pois fornece elementos formativos que sustentam a mobilização crítica, ética e produtiva das tecnologias emergentes, incluindo aquelas baseadas em IA, conforme ilustrado na Tabela 8.

Observa-se que o *framework* DQ oferece uma base estruturante para compreender a progressão das competências necessárias à atuação docente em ecossistemas digitais complexos. A adaptação do modelo ao contexto da IA (Tabela 8) mostra que as competências requeridas para o uso educacional da IA são indissociáveis de princípios como equidade, responsabilidade, segurança e inovação orientada por valores. No entanto, considerando os desafios associados à incorporação da IA na prática docente, torna-se necessário avançar para referenciais que tratam explicitamente das competências em IA para docentes.

Tabela 8 - Modelo DQ e Competências em IA Docente

Nível do DQ	Competências do DQ	Dimensão no Contexto da IA	Competência em IA Docente Correspondente
Cidadania Digital	Alfabetização Digital	Compreensão crítica de sistemas digitais e seus outputs	Avaliação crítica de respostas geradas por IA; compreensão de limitações algorítmicas
	Segurança Digital	Proteção de dados e gestão de riscos	Uso responsável de IA; atenção à privacidade e LGPD

	Direitos e Responsabilidades Digitais	Ética e governança digital	Aplicação de princípios éticos no uso de IA educacional
	Empatia e Cultura Digital	Impactos sociais da tecnologia	Análise de vieses e promoção de equidade no uso da IA
Criatividade Digital	Criação de Conteúdo Digital	Produção mediada por tecnologia	Uso de IAGen para design didático e produção de materiais
	Pensamento Computacional	Lógica e estrutura algorítmica	Compreensão básica do funcionamento de sistemas de IA
	Resolução de Problemas Digitais	Aplicação prática de tecnologia	Integração estratégica de IA em atividades pedagógicas
Competitividade Digital	Competência Tecnológica Avançada	Uso estratégico de tecnologias emergentes	Planejamento pedagógico orientado por IA
	Prontidão para Economia Digital	Aplicação profissional da tecnologia	Uso de IA para análise de dados educacionais e tomada de decisão
	Inovação Digital	Transformação organizacional	Liderança docente na adoção crítica de IA na escola

Fonte: Autor (2026)

A partir dos referenciais apresentados, observa-se que as competências do século XXI constituem o campo mais amplo de capacidades necessárias à atuação social, educacional e profissional em contextos marcados pela transformação digital. Nesse conjunto, as competências digitais dizem respeito à mobilização crítica, ética e produtiva das tecnologias digitais. O modelo de Inteligência Digital do DQ Institute amplia e organiza esse domínio ao articular conhecimentos, habilidades, atitudes e valores em níveis progressivos de cidadania, criatividade e competitividade digital. No entanto, a crescente presença da IA nos processos educacionais demanda uma delimitação mais específica das capacidades necessárias para compreender, avaliar e utilizar esses sistemas. Essa especificação é abordada, neste trabalho, por meio dos referenciais de competências em IA para docentes e de letramento em IA, apresentados nas subseções seguintes.

3.5.1 Competências em IA para Docentes

O *Marco Referencial de Competências em IA para Professores* (UNESCO, 2025) organiza as competências em IA em cinco dimensões interdependentes: mentalidade centrada no ser humano; ética da IA; fundamentos e aplicações de IA; pedagogia de IA; e IA para o desenvolvimento profissional. Ainda, as competências são estruturadas em três níveis progressivos de desenvolvimento profissional: **Adquirir**, **Aprofundar** e **Criar**. A relação matricial dessas dimensões com os níveis de progressão resulta em um conjunto de 15 competências, concebidas para orientar o uso ético, crítico e pedagógico da IA para os docentes, conforme ilustrado na Figura 9.

Figura 9 - Competências em IA: Aspectos e Níveis de Progressão

Aspectos	Progressão		
	Adquirir	Aprofundar	Criar
1. Mentalidade centrada no ser humano	Autonomia humana	Responsabilidade humana	Responsabilidade social
2. Ética da IA	Princípios éticos	Uso seguro e responsável	Criação conjunta de regras éticas
3. Fundamentos e aplicações de IA	Técnicas e aplicações básicas de IA	Habilidades de aplicações	Criação com IA
4. Pedagogia de IA	Ensino assistido por IA	Integração IA-pedagogia	Transformação pedagógica aprimorada por IA
5. IA para o desenvolvimento profissional	IA que permite a aprendizagem profissional ao longo da vida	IA para melhorar a aprendizagem organizacional	IA para apoiar a transformação profissional

Fonte: UNESCO (2025)

O Marco Referencial da UNESCO (2025) reconhece que o desenvolvimento das competências é contextual, não linear e dependente das condições institucionais e formativas. Além disso, enfatiza a centralidade da autonomia docente, estabelecendo que a IA não deve substituir a responsabilidade pedagógica do docente, mas atuar como recurso de apoio à mediação didática. Ao incorporar princípios de IA confiável, como proteção de dados, responsabilidade humana e sustentabilidade ambiental, a noção de competência é ampliada para o docente, propondo uma abordagem integrada, ética e centrada no ser humano para a atuação profissional na era da IA.

Essa compreensão dialoga com a atualização da Matriz de Descritores de Competências Digitais de Professores do CIEB, desenvolvida por Vieira (2025), que revisa a ferramenta de autoavaliação docente com o objetivo de incorporar demandas atuais do mundo digital, especialmente a IA. A matriz mantém três áreas estruturantes: Pedagógica, Cidadania Digital e Desenvolvimento Profissional, mas reorganiza suas competências para contemplar novas exigências da prática docente mediada por tecnologias digitais, apresentado na Figura 10.

Figura 10 - Áreas das Competências Digitais Docentes

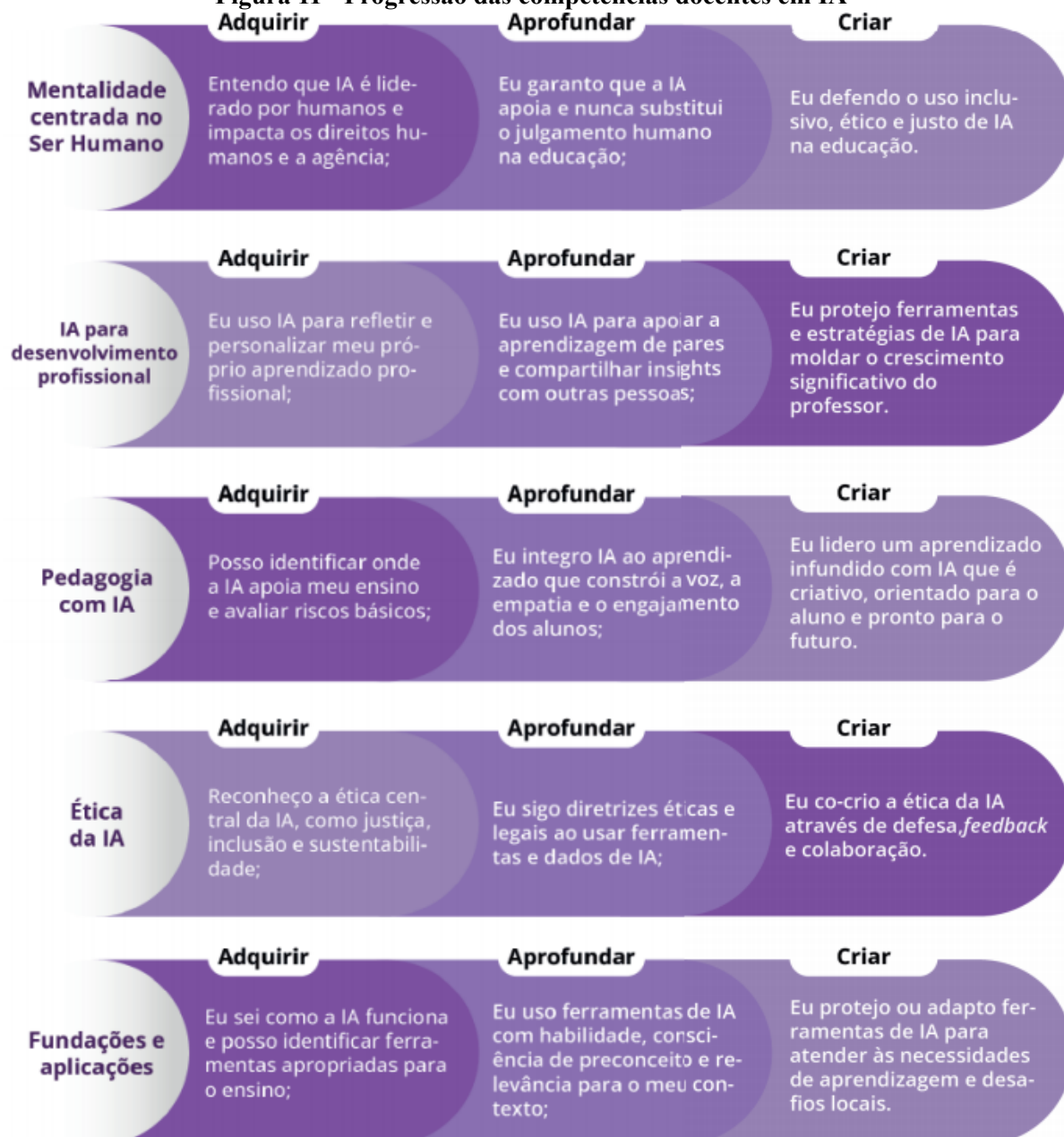


Fonte: Vieira (2025)

A partir dessa matriz, a IA pode ser compreendida como uma tecnologia emergente que amplia o escopo das competências digitais docentes. Sua presença não se restringe a uma competência específica, mas atravessa diferentes dimensões da atuação profissional, como a criação e adaptação de recursos educacionais, a análise de dados para aprimoramento dos processos de ensino e aprendizagem, a organização das rotinas pedagógicas e a promoção de práticas inclusivas (VIEIRA, 2025). Desse modo, as competências em IA podem ser interpretadas como um desdobramento especializado das competências digitais, pois exigem do docente não apenas o uso de ferramentas tecnológicas, mas a capacidade de avaliá-las criticamente e contextualizá-las pedagogicamente.

As competências em IA para docentes configuram-se como uma extensão e especialização das competências digitais, ampliando seu escopo ao integrar dimensões pedagógicas, críticas e contextuais no uso das tecnologias educacionais.

Figura 11 - Progressão das competências docentes em IA



Fonte: Brasil (2026)

A Figura 11 esquematiza essa progressão, que vai do uso instrumental à integração crítica e centrada no ser humano, culminando na criação de soluções educacionais inovadoras (BRASIL, 2026). As competências digitais docentes envolvem o uso eficiente, reflexivo e intencional das tecnologias para promover práticas educacionais inovadoras, favorecendo a personalização do ensino, a ampliação das formas de interação e o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem mais dinâmicos e inclusivos (LOURES et al., 2024). Essas competências se materializam na prática educativa por meio da integração entre conhecimentos técnicos e intencionalidade pedagógica, alinhando-se ao desenvolvimento do

letramento digital docente, ao exigir habilidades sustentáveis como pensamento crítico, adaptação contínua e uso ético das tecnologias.

No domínio específico da IA, essas competências digitais assumem contornos mais especializados, uma vez que o docente precisa não apenas utilizar tecnologias, mas também compreender seus mecanismos, avaliar criticamente seus resultados e integrá-las às práticas pedagógicas de forma ética e intencional. Nesse sentido, o referencial da UNESCO (2025) delimita as competências profissionais necessárias para a incorporação da IA à atuação docente, abrangendo a compreensão técnica dos sistemas, sua aplicação no planejamento e na mediação pedagógica, bem como seu uso no desenvolvimento profissional. O letramento em IA, por sua vez, constitui uma base formativa para esse processo, ao reunir capacidades fundamentais de compreensão, utilização, avaliação e criação com sistemas de IA.

3.5.2 Letramento em IA para Docente

As competências em IA para docentes apresentadas anteriormente delimitam capacidades profissionais relacionadas à compreensão técnica, à integração pedagógica, à ética e ao desenvolvimento profissional. Para que essas competências possam ser mobilizadas de maneira crítica e responsável, torna-se necessário desenvolver uma base formativa que permita aos sujeitos compreender, utilizar e avaliar os sistemas de IA. Essa base é abordada, neste trabalho, por meio do Letramento em IA.

A promoção do Letramento em IA (LIA) parte da compreensão de que conhecimentos básicos sobre essa tecnologia são essenciais para seu uso crítico, ético e consciente no contexto educacional por estudantes, professores e gestores. O LIA favorece uma interação reflexiva com os sistemas de IA e contribui para evitar práticas que possam reforçar desigualdades preexistentes (BRASIL, 2026).

O LIA pode ser compreendido a partir de duas formas complementares de relação com a tecnologia. A Figura 12 apresenta as dimensões “Aprender com IA”, relacionada ao uso da tecnologia como apoio aos processos pedagógicos, e “Aprender sobre IA”, voltada à compreensão de seu funcionamento, de suas implicações e das competências necessárias para avaliá-la criticamente. A integração entre essas dimensões evidencia que o uso crítico e pedagógico da IA na educação requer tanto sua aplicação prática quanto a compreensão de seus fundamentos e impactos.

Figura 12 - Dimensões do Aprendizado Com e Sobre IA



Fonte: Brasil (2026)

Dessa forma, o LIA consiste em compreender, utilizar, avaliar criticamente e integrar sistemas baseados em IA de forma intencional ao processo de ensino e aprendizagem. Abrange a compreensão de seus princípios de funcionamento, de seus limites e das implicações éticas, sociais e pedagógicas associadas (BRASIL, 2026). Trata-se, portanto, de uma competência multidimensional, que integra dimensões cognitivas (compreensão de algoritmos e modelos), metacognitivas (avaliação crítica de resultados), socioemocionais (uso colaborativo e responsável) e éticas (respeito a direitos digitais) no uso pedagógico da IA.

Essa compreensão do LIA aproxima-se da proposta do AI Literacy Framework (AILit), desenvolvido para orientar a formação de aprendizes capazes de compreender e interagir com sistemas de IA de maneira crítica, responsável e consciente. O *framework* AILit estrutura o letramento em IA em quatro dimensões complementares: *Engajar*, relacionada à interação e à avaliação crítica de sistemas de IA; *Criar*, associada ao uso dessas tecnologias na produção de conteúdos e soluções; *Gerenciar*, referente à seleção, à supervisão e ao uso responsável de ferramentas de IA; e *Projetar*, vinculada à compreensão de como esses sistemas são concebidos e de como podem ser desenvolvidos para atender a diferentes necessidades. Em conjunto, essas dimensões abrangem os benefícios, os riscos e as implicações éticas relacionados no uso e no desenvolvimento da IA (OECD, 2025).

Torna-se fundamental que o LIA esteja ancorado na compreensão crítica de seus mecanismos subjacentes e de suas implicações estruturais. Os sistemas de IA operam a partir da interação entre dados e algoritmos, sendo seu desempenho diretamente influenciado pela

qualidade, representatividade e escala das bases utilizadas para treinamento, o que pode impactar significativamente os resultados produzidos (BRASIL, 2026). Ademais, tais sistemas não possuem compreensão contextual, intencionalidade ou consciência, limitando-se à identificação de padrões estatísticos, o que pode resultar na geração de conteúdos imprecisos, inesperados ou indesejados.

No contexto da IAGen, essa limitação se expressa no fenômeno das “alucinação”, caracterizado pela produção de respostas incorretas, distorcidas ou sem sentido, decorrentes tanto de falhas nos dados de treinamento quanto de restrições inerentes aos modelos algorítmicos. Essa característica reforça a necessidade de uma postura crítica por parte dos usuários, especialmente no contexto educacional, dado que os resultados gerados por sistemas de IAGen tendem a ser integrados às práticas pedagógicas, podendo influenciar diretamente a construção do conhecimento dos estudantes caso não sejam devidamente avaliados e contextualizados (BRASIL, 2026; UNESCO, 2025).

O *framework AILit* também assume uma dimensão ética e cidadã ao considerar os impactos sociais do uso da IA, em consonância com princípios de desenvolvimento sustentável, especialmente no que se refere à promoção da equidade, ao uso responsável da tecnologia e à orientação para o bem-estar individual e coletivo. Essa perspectiva dialoga com o *framework DQ*, que insere o LIA em uma abordagem mais ampla, orientada ao desenvolvimento da cidadania, da criatividade e da competitividade digital. Dessa forma, o uso crítico e responsável da IA passa a ser entendido como parte integrante do desenvolvimento da inteligência digital dos indivíduos.

3.6 Considerações Finais

As abordagens discutidas neste capítulo foram mobilizadas como base para a construção do modelo conceitual proposto. As políticas educacionais brasileiras, especialmente a BNCC, a Política Nacional de Educação Digital e os referenciais voltados ao uso responsável da IA na educação, fornecem o alinhamento normativo necessário para situar a integração da IAGen como prática educacional orientada por princípios éticos, pedagógicos e formativos. Tais referenciais delimitam as condições institucionais e curriculares que sustentam a adoção da IA no contexto da Educação Básica.

A discussão sobre Educação 4.0 contribui para compreender a transformação digital na educação como um processo que envolve não apenas a incorporação de tecnologias, mas

também a reorganização das experiências de aprendizagem. A partir dos habilitadores da transformação digital e do *framework* da Educação 4.0, este trabalho assume a aprendizagem ativa, a personalização, o uso intencional de tecnologias digitais e o desenvolvimento de competências como eixos para orientar práticas pedagógicas mediadas por IA.

Os referenciais relacionados às competências do século XXI, às competências docentes em IA e ao LIA complementam essa fundamentação ao delimitar as capacidades necessárias para o uso crítico, ético e pedagógico da tecnologia. O modelo de Inteligência Digital do DQ Institute, o Marco Referencial de Competências em IA para Professores da UNESCO e o *AI Literacy Framework* da OECD oferecem elementos para compreender a progressão das competências digitais e em IA, especialmente no que se refere à compreensão conceitual da IA, à avaliação crítica de seus resultados, à aplicação pedagógica e ao uso responsável da tecnologia.

A Tabela 9 sintetiza os conceitos incorporados ao modelo conceitual, os componentes derivados dos referenciais analisados e as principais decisões de projeto adotadas. Essa relação evidencia como as políticas educacionais, os fundamentos da Educação 4.0, os habilitadores da transformação digital e os referenciais de competências foram traduzidos em componentes voltados à integração pedagógica, crítica e responsável da IAGen.

Tabela 9 – Síntese dos referenciais incorporados ao modelo conceitual

Referenciais	Conceitos-chave	Componente no modelo	Decisões de projeto
BNCC e políticas nacionais	Cultura digital, formação por competências, uso crítico, ético e responsável das tecnologias	Alinhamento normativo	Contextualizar para a Educação Básica e orientar por princípios éticos
Educação 4.0	Transformação digital, aprendizagem ativa	Estratégia de Educação 4.0	Integrar IA em práticas ativas e centradas no aluno
Habilitadores da transformação digital	Tecnologia, pedagogia, organização, pessoas	Habilitadores	Considerar IA como parte de um ecossistema educacional
DQ Institute e competências do século XXI	Pensamento crítico, colaboração, responsabilidade digital	Dimensão humana	Desenvolver uso consciente e crítico das tecnologias
UNESCO (competências em IA para professores)	Pedagogia da IA, ética, desenvolvimento docente	Competências docentes em IA	Focar no uso pedagógico e na autonomia docente

OECD (AI Literacy)	Engajar, criar, gerenciar, projetar com IA	Letramento em IA	Estruturar o uso da IA como processo formativo
Integração dos referenciais	Uso crítico e pedagógico da IAGen	Integração pedagógica da IAGen	Apoiar práticas e produção de artefatos pedagógicos

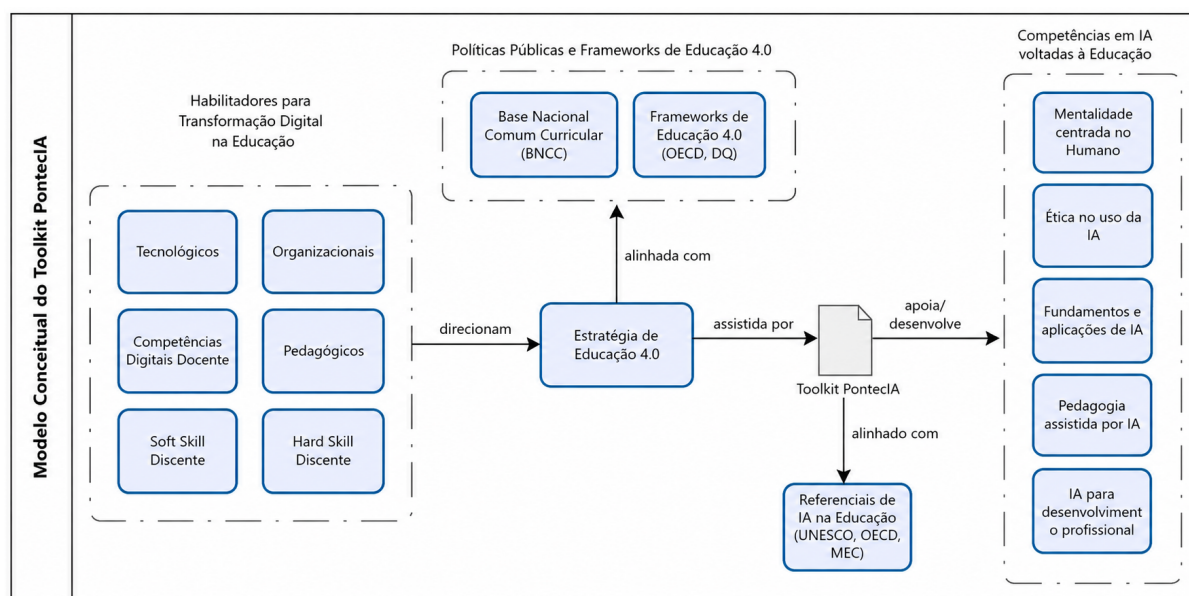
Fonte: Autor (2026)

Dessa forma, o capítulo estabelece a fundamentação teórica do modelo conceitual apresentado no Capítulo 4, sustentando a proposição do PotencIA como uma abordagem voltada ao uso pedagógico da IAGen e ao apoio à mobilização de competências digitais e em IA no contexto educacional.

4 DESENVOLVIMENTO DO MODELO PROPOSTO

O desenvolvimento da proposta partiu dos resultados do Mapeamento Sistemático da Literatura, apresentado no Capítulo 2, que permitiram identificar tendências, aplicações e lacunas relacionadas ao uso da IA na educação e ao desenvolvimento de competências. Esses resultados orientaram a seleção dos referenciais teóricos aprofundados no Capítulo 3 e subsidiaram a elaboração do Modelo Conceitual apresentado na Figura 13. No contexto acadêmico, uma estrutura conceitual explícita o que se espera da pesquisa ao estabelecer relações entre o objeto de estudo e os conceitos e teorias que o sustentam (LINDGREEN *et al.*, 2021). No âmbito deste estudo, o modelo conceitual inter-relaciona os elementos de suporte ao docente no que se refere ao desenvolvimento de competências em IA voltadas à educação

Figura 13 - Modelo conceitual da proposta



Fonte: Autor (2025)

O Modelo Conceitual tem como elemento central a Estratégia de Educação 4.0, a qual tem como finalidade delinear e encontrar caminhos que maximizem as chances de sucesso para o alcance dos objetivos da Educação 4.0. Essa estratégia é sustentada pelos habilitadores da transformação digital da educação em consonância com as políticas públicas e os *frameworks* educacionais (OLIVEIRA; SOUZA, 2020; OLIVEIRA; SOUZA, 2022).

Outros trabalhos correlatos, desenvolvidos no âmbito do mesmo grupo de pesquisa, usaram essa mesma abordagem de, por meio de habilitadores de transformação digital da

Educação, desenvolver uma Estratégia de Educação 4.0 para fomentar a Cidadania Digital (GOMES; OLIVEIRA; SOUZA, 2025) e competências empreendedoras (SILVA; SOUZA, 2025).

No contexto deste modelo, a contribuição deste trabalho consiste na proposição de um instrumento tecnológico-pedagógico denominado Toolkit PotenciA, concebido para apoiar a implementação de uma Estratégia de Educação 4.0. Sua estrutura, seus componentes e suas possibilidades de utilização são apresentados na Seção 4.3. O *toolkit* foi desenvolvido para apoiar os docentes na integração pedagógica da IAGen, em alinhamento com diretrizes pedagógicas, éticas e normativas aplicáveis ao contexto educacional. Parte-se do pressuposto de que a integração consistente da IA na prática pedagógica não decorre da simples disponibilização de ferramentas digitais baseadas em IA, mas do alinhamento entre condições estruturais, diretrizes pedagógicas e referenciais normativos. Os componentes do Modelo Conceitual da abordagem proposta são apresentados em mais detalhes nas próximas seções.

4.1 Habilitadores para Transformação Digital da Educação

Os habilitadores para transformação digital da educação, catalogados por Oliveira e Souza (2020), são os elementos basilares para o desenvolvimento de uma Estratégia de Educação 4.0, organizados nas dimensões: tecnológica, organizacional, pedagógica e humana (competência digital docente, e *soft skills* e *hard skills* discentes).

Segundo Oliveira e Souza (2020), entre os habilitadores tecnológicos está a IA, que pode apoiar tanto a aprendizagem quanto o ensino. A IA possibilita o desenvolvimento de sistemas de tutoria inteligente, adequando exercícios e práticas conforme o perfil do estudante, viabilizando um aprendizado individualizado e personalizado. Já no ensino, a IA pode ser utilizada como um assistente do professor no planejamento de atividades pedagógicas, na produção de materiais didáticos e avaliativos, e em fornecer informações a partir de dados coletados junto aos estudantes para melhoria contínua do processo de ensino.

Os habilitadores organizacionais preconizam que uma instituição educacional desenvolva uma Estratégia de Educação 4.0, além de oferecer autonomia e suporte aos professores para que possam inovar em sala de aula (OLIVEIRA; SOUZA, 2020). Já os habilitadores pedagógicos envolvem o uso de metodologias ativas de ensino, como aprendizagem baseada em problemas e projetos, gamificação e *blended learning* (OLIVEIRA; SOUZA, 2020).

Conforme Oliveira e Souza (2020), os habilitadores relacionados à *competência digital docente* permitem aos professores atuar como um promotor da Educação 4.0, entre os quais: *saber qual tecnologia utilizar de acordo com a necessidade*, confrontando recursos de diferentes produtos tecnológicos a partir de critérios de adequação ao conteúdo e ambiente, confiabilidade, segurança, interatividade, entre outros; *integração de tecnologias digitais para o ensino universal*, desenvolvendo materiais adequados à necessidade dos estudantes, ensinar como estudar a distância, construir métodos de controle e avaliação; *trabalho e planejamento em equipe*, usando tecnologias digitais para trabalhar colaborativamente, desenvolvendo materiais didáticos através de uma rede online com outros professores; e *utilizar métodos de avaliação inovadores*, por meio de avaliações abertas que possibilitem uma pluralidade nas respostas dos alunos, permitindo com que eles possam selecionar suas próprias ferramentas e formas de apresentar suas ideias.

Considerando os habilitadores definidos por Oliveira e Souza (2020), a Educação 4.0 exige que os estudantes exercitem e sejam equipados com habilidades cognitivas, interpessoais e técnicas. Para tanto, são necessários habilitadores de *soft skill discente*, incluindo *criatividade* - capacidade de produzir ou descobrir algo novo, transformar cenários e inovar na forma de agir; *curiosidade* - desejo acentuado de ver, ouvir, relacionar-se, e testar algo novo e inexplorado; *empatia* - entender o mundo por intermédio das experiências dos outros e de perceber a realidade através de emoções; *pensamento crítico e analítico* - interpretar informações e tirar conclusões baseadas na melhor análise; *trabalho em equipe* (colaboração) - respeitar as diferenças e trabalhar com pessoas de origens sociais, culturais e valores diferentes, além de adquirir responsabilidade compartilhada pelo trabalho.

Além destas, outras habilidades necessárias aos estudantes envolvem os habilitadores de *hard skill discente*, incluindo: *gestão de recursos tecnológicos* - selecionar e utilizar soluções tecnológicas conforme a necessidade, e utilizar apropriadamente as ferramentas necessárias para um trabalho ou aprendizado; *pensamento computacional* - capacidade de resolver problemas de maneira lógica, utilizando conceitos como abstração, modularização e recursividade; e *solução de problemas de maneira criativa* - adotar diferentes perspectivas, examinar, desenvolver e avaliar alternativas diferentes na resolução de problemas (OLIVEIRA; SOUZA, 2020).

4.2 Estratégia de Educação 4.0

A Estratégia de Educação 4.0 busca desenvolver competências a partir da aplicação integrada dos habilitadores pedagógicos, humanos, organizacionais e tecnológicos para a transformação digital da educação. De maneira complementar, a Estratégia de Educação 4.0 dialoga com políticas públicas e *frameworks* associados à Educação 4.0, tal como o *framework Education 2030* (OECD, 2019), ao reconhecer o desenvolvimento de competências como eixo fundamental do processo educativo e da formação de sujeitos capazes de atuar em contextos complexos. Esse alinhamento pode ser observado também com a BNCC (BRASIL, 2018), a qual define aprendizagens essenciais a serem desenvolvidas ao longo da Educação Básica, orientando a formação por meio da mobilização de conhecimentos, habilidades e atitudes em diferentes contextos. Essa perspectiva sustenta práticas pedagógicas que favorecem o pensamento crítico, a criatividade, a comunicação, a colaboração, a cultura digital, a resolução de problemas, entre outras habilidades necessárias para o trabalho do século XXI.

O modelo proposto enfatiza ainda o papel do docente como mediador do processo educativo, responsável por organizar práticas pedagógicas mais ativas, contextualizadas, colaborativas e orientadas à resolução de problemas reais. A definição dos objetivos da Estratégia de Educação 4.0 decorreu de um processo de análise e derivação dos referenciais educacionais apresentados no Capítulo 3. Inicialmente, foram examinadas as diretrizes presentes na BNCC e no *framework Education 2030* da OECD. Em seguida, foram identificadas as finalidades educacionais associadas a essas diretrizes, posteriormente sintetizadas como objetivos estratégicos no contexto deste trabalho.

A Tabela 10 apresenta o alinhamento dos objetivos da Estratégia de Educação 4.0, desenvolvida no contexto deste trabalho, com diretrizes educacionais prescritas por políticas públicas e *framework* de Educação 4.0 analisados.

Tabela 10 - Objetivos da Estratégia de Educação 4.0

Objetivos da Estratégia de Educação 4.0	Diretriz Educacional	Referências
Planejamento pedagógico orientado por competências	As decisões pedagógicas devem estar orientadas para o desenvolvimento de competências [...] para aprender a aprender, saber lidar com a informação cada vez mais disponível, atuar com discernimento e responsabilidade nos contextos das culturas digitais, aplicar conhecimentos para resolver problemas, ter autonomia para tomar decisões, ser proativo para	(BRASIL, 2018)

	identificar os dados de uma situação e buscar soluções, conviver e aprender com as diferenças e as diversidades.	
Desenvolvimento da competência digital	Selecionar, produzir, aplicar e avaliar recursos didáticos e tecnológicos para apoiar o processo de ensinar e aprender.	(BRASIL, 2018)
Formação docente para aperfeiçoamento pedagógico	Criar e disponibilizar materiais de orientação para os professores, bem como manter processos permanentes de formação docente que possibilitem contínuo aperfeiçoamento dos processos de ensino e aprendizagem.	(BRASIL, 2018); (OECD, 2019)
Aprendizagem contínua sobre gestão pedagógica	Manter processos contínuos de aprendizagem sobre gestão pedagógica [...] O que aprender, para que aprender, como ensinar, como promover redes de aprendizagem colaborativa e como avaliar o aprendizado.	(BRASIL, 2018)
Planejamento de estratégias dinâmicas, interativas e colaborativas	Adotar estratégias mais dinâmicas, interativas e colaborativas em relação à gestão do ensino e da aprendizagem.	(BRASIL, 2018)
Engajamento discente nas aprendizagens	Conceber e pôr em prática situações e procedimentos para motivar e engajar os alunos nas aprendizagens.	(BRASIL, 2018)
Aprendizagem contextualizada e significativa	Contextualizar os conteúdos dos componentes curriculares, identificando estratégias para apresentá-los, representá-los, exemplificá-los, conectá-los e torná-los significativos, com base na realidade do lugar e do tempo nos quais as aprendizagens estão situadas.	(BRASIL, 2018)
Integração pedagógica de tecnologia emergentes	Reconhecer que tecnologias emergentes, como a IA, modificam as formas de trabalhar, viver, aprender e interagir, exigindo práticas pedagógicas capazes de integrar criticamente esses recursos aos processos de ensino e aprendizagem.	(OECD, 2019)
Formação crítica para o uso de tecnologias	Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética [...] Tendências tecnológicas recentes colocam a ética em posição central na agenda educacional.	(BRASIL, 2018); (OECD, 2019)

Fonte: Autor (2026)

A implementação da Estratégia de Educação 4.0 é assistida pelo Toolkit PotenciA, o qual atua como artefato mediador entre os propósitos da Educação 4.0 e a aplicação desses propósitos na prática docente. Em resumo, a Estratégia de Educação 4.0, direcionada pelos habilitadores da Transformação Digital da educação e implementada com o auxílio do Toolkit PotenciA, estabelece a base conceitual e pedagógica para a operacionalização da abordagem proposta.

4.3 Toolkit PotencIA

O Toolkit PotencIA constitui o componente operacional da abordagem proposta, responsável por dar suporte tecnológico e pedagógico ao docente, visando o alcance dos objetivos da Estratégia de Educação 4.0 (Tabela 10). O PotencIA fornece um conjunto de recursos para apoiar o desenvolvimento de competências em IA voltadas à educação, aplicando os fundamentos da abordagem proposta e a aplicação prática desta no contexto educacional.

O desenvolvimento do PotencIA está fundamentado em referências que estabelecem o papel da IA na educação: Política Nacional de Educação Digital - PNED (BRASIL, 2023); Referencial para Desenvolvimento e Uso Responsáveis de IA na Educação (BRASIL, 2026); e o Guia para a IA Generativa na Educação (UNESCO, 2024). A Tabela 11 descreve as funcionalidades do PotencIA alinhadas às diretrizes da IA na educação de acordo com as referências utilizadas.

Tabela 11 - Funcionalidades do PotencIA Alinhadas às Diretrizes da IA na Educação

Funcionalidades do PotencIA	Diretriz da IA na Educação	Referências
Organiza conteúdos introdutórios sobre IAGen, seus fundamentos, possibilidades e impactos no contexto educacional.	Ensino e aprendizagem sobre IA - a IA como objeto de conhecimento, implicando a formação de currículos para seu entendimento e sua relação com o mundo.	(BRASIL, 2026); (UNESCO, 2024)
Disponibiliza assistentes e recursos para apoiar planejamento, mediação e avaliação da aprendizagem.	Ensino e aprendizagem com IA - a IA como recurso educativo, implicando decisão sobre se, quando e como usar estes recursos no ensino sobre IA ou para apoio escolar.	(BRASIL, 2026); (UNESCO, 2024)
Apoia o docente na automatização de tarefas e no acompanhamento mais individualizado da aprendizagem.	Apoiar o trabalho docente - IA automatiza tarefas repetitivas, permitindo maior dedicação ao planejamento e acompanhamento individualizado.	(BRASIL, 2026)
Favorece a criação e adaptação de materiais didáticos conforme objetivos educacionais e contextos de uso.	Elaborar materiais didáticos - IA auxilia a criação de materiais diversificados, adaptados a contextos locais e diferentes níveis de complexidade.	(BRASIL, 2026)
Estimula o docente a explorar criticamente e criativamente ferramentas de IA no processo educativo.	Ampliar o repertório docente - IA como estímulo ao raciocínio crítico, criativo e ao planejamento pedagógico, atuando como ponto de partida para o trabalho docente.	(BRASIL, 2026)
Capacita o docente ao promover conhecimentos sobre tecnologias emergentes, ampliando as possibilidades de atuação profissional.	Qualificação profissional - IA como eixo de formação, orientada ao desenvolvimento de talentos em IA, atendendo à demanda por profissionais qualificados.	(BRASIL, 2023); (UNESCO, 2024)

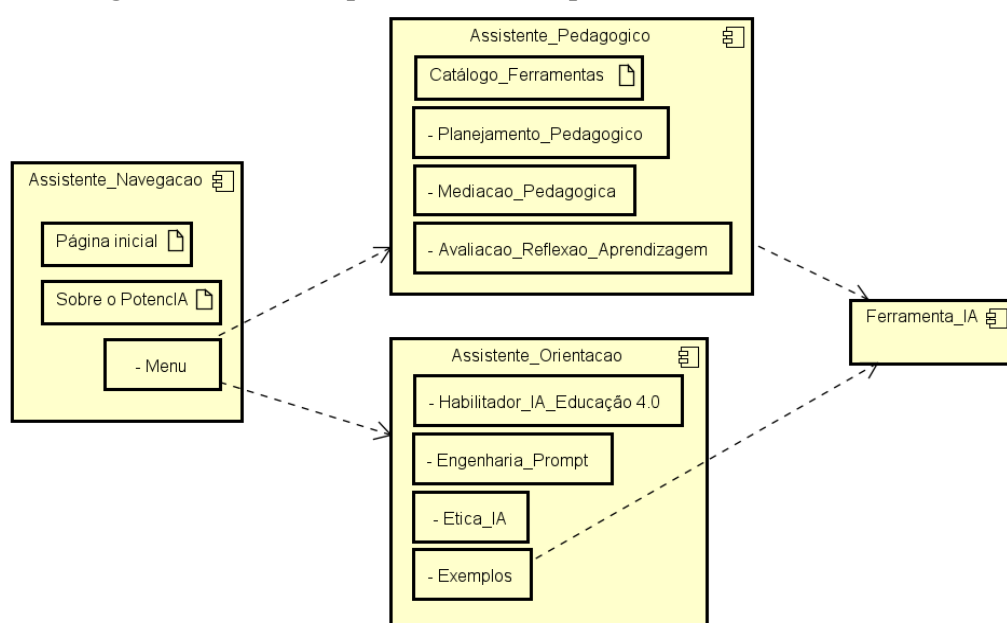
Reforça a IA como apoio à prática docente, preservando a mediação pedagógica e a autonomia do professor.	Centralidade humana no uso da IA - IA como instrumento complementar, mantendo sua aplicação subordinada à análise e à humana, de modo que a intencionalidade pedagógica permaneça como elemento central.	(BRASIL, 2026); (UNESCO, 2024)
Orienta o uso ético, seguro e responsável da IA, considerando privacidade, vieses e confiabilidade das respostas.	Uso responsável da IA - a IA deve ser aberta, auditável e inclusiva, alicerçada no rigor científico, nos princípios éticos e na cooperação entre atores do ecossistema tecnológico e educacional.	(BRASIL, 2026); (BRASIL, 2023); (UNESCO, 2024)

Fonte: Autor (2026)

4.3.1 Visão Arquitetural do Toolkit PotenciA

O Toolkit PotenciA estrutura-se por meio de componentes formativos e instrumentais, os quais desempenham funções complementares no apoio à prática docente. Os componentes formativos possuem natureza conceitual e contribuem para a compreensão crítica da IA, abordando seus fundamentos, possibilidades, limites e implicações éticas e educacionais. Já os componentes instrumentais correspondem aos recursos implementados no ambiente digital do Toolkit, incluindo páginas, menus, categorias de uso e indicações de assistentes, voltados ao planejamento pedagógico, à mediação em sala de aula, à produção de materiais didáticos e à avaliação da aprendizagem. A Figura 14 apresenta a visão arquitetural dos componentes do Toolkit PotenciA por meio de um diagrama de componentes UML.

Figura 14 - Visão Arquitetural de Componentes do ToolKit PotenciA



Fonte: Autor (2026)

O diagrama possui caráter representacional e descreve a organização funcional do Toolkit, distinguindo os componentes conceituais e formativos, os recursos implementados em seu ambiente digital e as ferramentas externas. Os componentes do PotencIA possuem como responsabilidade: (i) Assistente de Navegação (*Assistente_Navegacao*) - apresentar a página inicial e informações sobre o *toolkit*, bem como o menu para acesso aos demais componentes; (ii) Assistente Pedagógico (*Assistente_Pedagogico*) - dar suporte à aplicação da IA na prática docente; (iii) Assistente de Orientação (*Assistente_Orientacao*) - apresentar conteúdos e exemplos do uso da IA na educação; e (iv) Ferramenta de IA (*Ferramenta_IA*), estabelecer ligação com algumas das principais ferramentas de IAGen encontradas no mercado e que podem ser aplicadas na prática docente.

As ferramentas de IA indicadas não foram desenvolvidas nem incorporadas tecnicamente ao PotencIA, pois correspondem a serviços externos disponibilizados por organizações independentes. O *toolkit* realiza o direcionamento e curadoria para essas ferramentas por meio de *links* e orientações de uso, atuando como um ambiente de organização, formação e apoio à seleção de recursos de IA aplicáveis à prática docente.

4.3.2 Implementação do Toolkit PotencIA

O Toolkit PotencIA⁵ consiste em um recurso educacional implementado e disponibilizado em ambiente *web*, no qual são organizados conteúdos formativos, orientações pedagógicas, exemplos de aplicação e indicações de ferramentas externas de IA para apoiar a prática docente. O componente Assistente Pedagógico estrutura-se em especializações que correspondem aos momentos-chave da prática docente: (i) planejamento pedagógico, (ii) mediação pedagógica, e (iii) avaliação e reflexão da aprendizagem. Tal organização evidencia o alinhamento do PotencIA com o ciclo didático, permitindo que a IA seja incorporada de forma contextualizada às diferentes etapas do processo de ensino. Por sua vez, o componente Assistente de Orientação reúne conteúdos formativos relacionados aos fundamentos da IA, à engenharia de *prompts*, à ética no uso da IA e a exemplos práticos, configurando-se como base conceitual que sustenta a utilização pedagógica das ferramentas de IA.

A Figura 15 apresenta a página *web* inicial do PotencIA, o qual atua como um ambiente de curadoria, organização e orientação de uso da IA na educação. A página inicial organiza o acesso às funcionalidades por meio de um menu lateral hierárquico, permitindo

⁵Toolkit PotencIA: <https://willamspinto.github.io/ToolkitPotencIA/>

navegação não linear e acesso direto às diferentes seções do PotencIA. Essa configuração favorece a autonomia do usuário, possibilitando que docentes acessem recursos específicos conforme suas necessidades pedagógicas ou formativas.

Figura 15 - Página Inicial do Toolkit PotencIA



Fonte: Autor (2025)

No âmbito do Assistente Pedagógico, as seções estão organizadas segundo sua finalidade no processo educativo. A seção *Assistentes de IA para Planejamento Pedagógico* reúne recursos voltados à elaboração de planos de aula, organização curricular e definição de estratégias didáticas. A seção *Assistentes de IA para Mediação Pedagógica* concentra ferramentas destinadas à explicação de conteúdos, geração de atividades e produção de recursos multimodais, contribuindo para a interação entre professor, conteúdo e estudantes. Já a seção *Assistentes de IA para Avaliação e Reflexão da Aprendizagem* contempla ferramentas que apoiam a análise de produções discentes, a geração de *feedback* e a reflexão sobre práticas avaliativas.

A Tabela 12 apresenta a classificação das ferramentas de IA (com *hiperlink*) disponibilizadas no PotencIA segundo os Assistentes Pedagógicos aos quais estão associadas. Essa classificação foi definida a partir da análise das funcionalidades predominantes de cada ferramenta e de suas possibilidades de aplicação nas diferentes etapas da prática docente. Essa organização reforça o papel do PotencIA como ambiente de curadoria orientado por finalidades didáticas, no qual os recursos são selecionados e apresentados conforme suas possibilidades de uso no contexto educacional.

Tabela 12 - Ferramentas de IA relacionadas aos Assistentes Pedagógicos do PotencIA

Assistentes Pedagógicos	Ferramentas de IA relacionadas
Assistentes para Planejamento Pedagógico	ChatGPT ; Gemini ; Ideamap AI ; Phind ; MagicSchool AI ; Slides AI ; Gamma.app
Assistentes para Mediação Pedagógica	Canva ; Adobe Firefly ; Leonardo.AI ; Bing Image Creator ; ImageFX ; AutoDraw ; Invideo AI ; Vidnoz AI ; AI Song Generator ; Suno AI ; Animated Drawings ; Murf.ai ; Khanmigo
Assistentes para Avaliação e Reflexão da Aprendizagem	Quillbot ; Max AI ; Liner AI ; ChatPDF ; LanguageTool

Fonte: Autor (2025)

O Assistente de Orientação concentra conteúdos voltados ao desenvolvimento de competências em IA que exigem maior aprofundamento conceitual e reflexão crítica. Nessa seção, são abordados fundamentos e conceitos da IA, princípios de Engenharia de *prompts*, diretrizes éticas e orientações para a integração da IA na prática pedagógica. Diferentemente do Assistente Pedagógico, de natureza instrumental, essa seção assume caráter formativo, oferecendo subsídios para o uso crítico, responsável e contextualizado da IA na educação.

Os componentes do PotencIA contribuem para traduzir diretrizes em possibilidades concretas de ação pedagógica, ao favorecer a integração da IA ao processo educacional com objetivos previamente definidos. A Tabela 13 apresenta a associação entre os componentes do PotencIA e as respectivas diretrizes educacionais apoiadas com exemplos de cenários de uso na educação básica.

Tabela 13 - Cenários de uso dos componentes do PotencIA na prática docente

Componente do PotencIA	Diretriz educacional apoiada	Exemplo de cenário de uso
Assistentes de IA para Planejamento Pedagógico	Apoiar o trabalho docente	Uma professora dos anos iniciais organiza um plano de aula sobre leitura e interpretação de fábulas, definindo objetivos, etapas da aula, perguntas orientadoras e atividade final.
Assistentes de IA para Mediação Pedagógica	Ensino e aprendizagem com IA	Durante uma aula de História sobre povos indígenas, uma professora utiliza uma apresentação gerada com apoio de IA para mostrar imagens, mapas e perguntas disparadoras, estimulando a participação dos estudantes.
Assistentes de IA para Planejamento Pedagógico e Mediação Pedagógica	Elaborar materiais didáticos	Um professor de Geografia utiliza ferramentas de IA para criar uma sequência de slides, imagens explicativas e uma atividade sobre biomas brasileiros para estudantes do 7º ano.

Assistentes de IA para Avaliação e Reflexão da Aprendizagem	Ensino e aprendizagem com IA	Após uma atividade escrita sobre meio ambiente, uma professora utiliza a IA para apoiar a criação de critérios de avaliação e sugestões de <i>feedback</i> , mas revisa cada comentário antes de devolver aos estudantes.
Catálogo de Ferramentas de IA	Ampliar o repertório docente	Um professor de Ciências seleciona uma ferramenta que o ajude a criar imagens ou slides sobre o ciclo da água, tornando a explicação mais visual para estudantes do 5º ano.
Orientações éticas e pedagógicas de uso da IA	Centralidade humana no uso da IA	Uma professora utiliza a IA para gerar uma atividade de produção textual, mas adapta os enunciados, verificando se a linguagem está adequada ao ano escolar e ajusta a proposta conforme as dificuldades observadas na turma.
Engenharia de <i>Prompt</i>	Qualificação profissional	Um professor de Matemática do 8º ano utiliza a seção de Engenharia de <i>prompt</i> para aprender a criar comandos pedagógicos mais precisos, aplicando esse aprendizado na elaboração de problemas contextualizados sobre equações do 1º grau.
Ética no uso da IA	Uso responsável da IA	Um professor do Ensino Médio orienta os estudantes a não copiarem respostas geradas por IA em trabalhos escolares, discutindo autoria, plágio, checagem de informações e necessidade de revisar criticamente os conteúdos produzidos.
Inteligência Artificial como Aliada da Educação 4.0	Ensino e aprendizagem sobre IA	O professor compreende como a IAGen pode ser usada como apoio ao planejamento da feira de ciências. A partir disso, define que a IA será utilizada para levantar ideias iniciais de temas, mas que a escolha final considerará o currículo, a realidade da escola e o perfil dos estudantes.
Exemplos práticos	Ensino e aprendizagem com IA	Uma professora de Inglês utiliza os exemplos práticos para planejar uma aula com música, criando atividades de escuta, vocabulário, pronúncia e interpretação a partir de uma canção adequada ao nível dos estudantes.

Fonte: Autor (2026)

Ao transformar diretrizes educacionais em aplicações concretas do uso da IA na prática docente, o PotencIA configura-se como um ambiente favorável ao desenvolvimento de competências. As *features* do PotencIA reforçam a mobilização de conhecimentos, habilidades e atitudes relacionados ao uso pedagógico, crítico, criativo, ético e responsável da IA na prática docente. A partir dessa perspectiva, a seção seguinte discute as competências que podem ser mobilizadas pelo uso do PotencIA no contexto educacional.

4.4 Competências em IA Voltadas à Educação

A contribuição do Toolkit PotencIA não se limita à disponibilização de ferramentas digitais, mas envolve a forma como esses recursos são pedagogicamente contextualizados para apoiar a prática docente. Considerando seu alinhamento com referenciais nacionais e internacionais

sobre IA na educação, torna-se necessário explicitar as competências que podem ser potencializadas por sua utilização. Ao estruturar recursos voltados ao uso e à compreensão da IA, o PotencIA contribui para ampliar a visão de educadores sobre as aprendizagens, competências e habilidades associadas a essa tecnologia disruptiva, reforçando seu caráter interdisciplinar e sua relação com práticas pedagógicas críticas, éticas e contextualizadas.

Em alinhamento com o Marco Referencial de Competências em IA para Professores (UNESCO, 2025), o PotencIA contempla dimensões formativas relacionadas à: mentalidade centrada no ser humano; ética da IA; fundamentos e aplicações da IA; pedagogia da IA; e uso da IA para o desenvolvimento profissional docente. Essas dimensões são abordadas a partir de uma progressão formativa que parte da aquisição de conhecimentos básicos, avança para o aprofundamento crítico e aplicado e culmina na elaboração de práticas pedagógicas mais autônomas, responsáveis e contextualizadas.

De modo complementar, o PotencIA apresenta aproximação com a *Atualização da matriz de descritores e ferramenta de autoavaliação de competências digitais de professores* (VIEIRA, 2025), ao considerar demandas contemporâneas da cultura digital docente, especialmente a incorporação da IA às práticas educacionais. Essa matriz atualizada mantém a organização das competências digitais em três áreas: (i) Pedagógica; (ii) Cidadania Digital; e (iii) Desenvolvimento Profissional. Essa organização permite relacionar as competências em IA potencializadas pelo PotencIA a uma trajetória gradual de desenvolvimento docente, compreendendo a apropriação da IA como um processo que envolve a compreensão de seus fundamentos, sua adaptação às demandas pedagógicas e sua integração às práticas educacionais. A Tabela 14 apresenta o desdobramento das competências docentes em IA mobilizadas pelo PotencIA.

Tabela 14 - Competências em IA Voltadas à Educação

Competência em IA voltada à educação	Competência digital associada	Progressão formativa docente apoiada pelo PotencIA
Fundamentos e aplicações de IA	Uso crítico; uso responsável; prática pedagógica	Apoia a compreensão inicial sobre conceitos, possibilidades, limitações e impactos da IA.
IA para o desenvolvimento profissional	Autodesenvolvimento; compartilhamento; gestão de sala de aula	Ampliar a formação docente para o uso de tecnologias emergentes, reconhecendo a IA como eixo de qualificação profissional e de atualização das práticas educacionais.
Pedagogia da IA	Prática pedagógica;	Favorece a integração pedagógica da IA em

	curadoria e criação; gestão de sala de aula	diferentes momentos da prática docente, desde o planejamento até a avaliação.
IA para o desenvolvimento profissional	Autodesenvolvimento; gestão de sala de aula; compartilhamento	Contribui para a otimização do trabalho docente e para o uso da IA como apoio ao desenvolvimento profissional contínuo.
Mentalidade centrada no ser humano	Uso crítico; uso responsável; prática inclusiva	Apoia decisões pedagógicas mais críticas e contextualizadas, valorizando a autonomia docente e a intencionalidade educativa.
Pedagogia da IA	Curadoria e criação; prática pedagógica; prática inclusiva	Apoia a elaboração de recursos educacionais diversificados, contextualizados e alinhados aos objetivos de aprendizagem.
Fundamentos e aplicações de IA	Uso crítico; uso responsável; autodesenvolvimento	Ampliar o repertório docente por meio da experimentação crítica e criativa de ferramentas de IA, considerando sua pertinência pedagógica.
Ética da IA	Uso responsável; uso seguro; gestão de dados; uso crítico	Promove a reflexão sobre princípios éticos, segurança, transparência, privacidade, vieses e responsabilidade no uso educacional da IA.

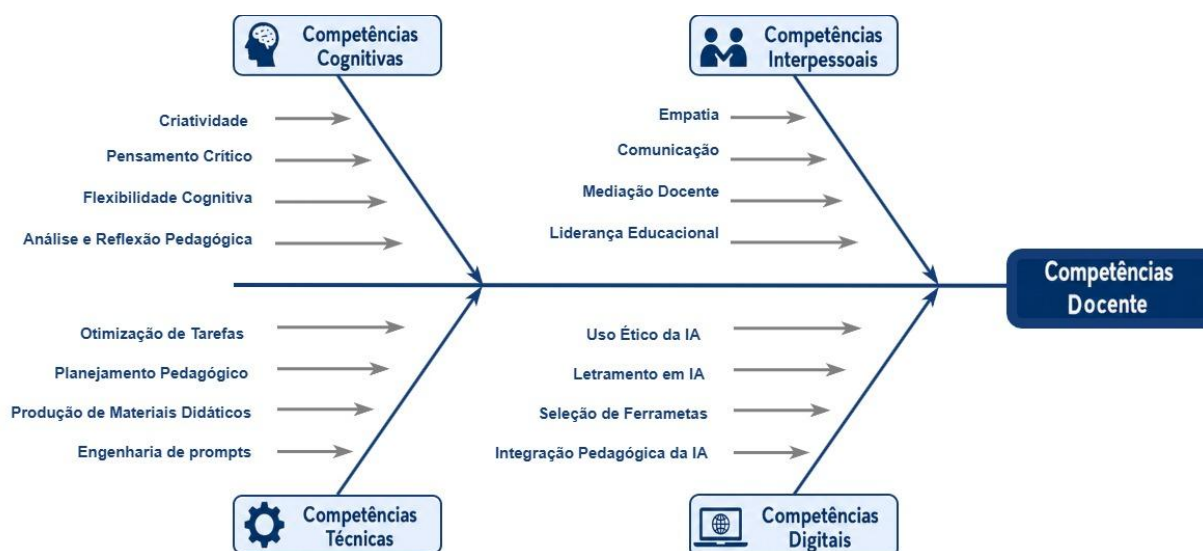
Fonte: Autor (2026)

O PotencIA fortalece o desenvolvimento de competências em IA voltadas à educação ao promover uma integração orientada, crítica e contextualizada da tecnologia. Na atuação docente, esse desenvolvimento ocorre quando o professor utiliza o *toolkit* para compreender a IA, elaborar *prompts*, selecionar ferramentas, planejar atividades, adaptar materiais, mediar interações e avaliar aprendizagens com apoio de ferramentas de IA. Essas ações favorecem competências cognitivas, pela análise crítica das respostas geradas; técnicas, pelo uso de ferramentas digitais na produção de recursos pedagógicos; digitais, pela compreensão dos limites, riscos e possibilidades da IA; e interpessoais, pela mediação de práticas colaborativas e processos de orientação aos estudantes.

A contribuição do PotencIA destaca-se na dimensão Pedagógica, ao oferecer: recursos que apoiam a organização do planejamento; curadoria e criação de materiais; mediação de atividades; e processos avaliativos com apoio da IA. Na dimensão da Cidadania Digital, o PotencIA contribui ao orientar o docente para uma utilização ética, segura e crítica da IA, considerando aspectos como privacidade, confiabilidade das informações, vieses e responsabilidade no uso educacional da tecnologia. Já na dimensão do Desenvolvimento Profissional, o PotencIA atua como recurso de formação continuada, ao ampliar o repertório tecnológico e pedagógico docente e favorecer a incorporação progressiva da IA às práticas educacionais.

As competências cujo desenvolvimento é apoiado pelo Toolkit PotencIA estão organizadas em quatro dimensões complementares: cognitivas, interpessoais, técnicas e digitais. A Figura 16 apresenta as principais competências que podem ser desenvolvidas com o apoio do Toolkit no processo de integração pedagógica da IAGen.

Figura 16 - Competências Docentes apoiadas por meio do PotencIA



Fonte: Autor (2026)

Entre as *competências cognitivas* apoiadas pelo Toolkit PotencIA estão a criatividade, o pensamento crítico, a flexibilidade cognitiva e a análise e reflexão pedagógica. A criatividade é estimulada pela possibilidade de elaborar propostas didáticas, materiais, atividades e estratégias de ensino com apoio da IAGen. O pensamento crítico manifesta-se na análise das respostas produzidas pelas ferramentas, exigindo que o docente verifique sua pertinência, identifique limitações e realize ajustes conforme os objetivos de aprendizagem. Já a flexibilidade cognitiva é favorecida pela reformulação de *prompts*, pela adaptação de propostas e pela exploração de diferentes soluções para uma mesma demanda pedagógica. Além disso, a análise e a reflexão pedagógica favorecem a avaliação crítica do produto gerado, considerando sua coerência com os objetivos educacionais e com o processo de ensino e aprendizagem.

As *competências interpessoais* abrangem empatia, comunicação, mediação docente e liderança educacional. A empatia é contemplada quando o docente utiliza o *toolkit* para considerar diferentes necessidades de aprendizagem, adaptar explicações, diversificar materiais e propor atividades mais acessíveis aos estudantes. A comunicação se expressa na

construção de orientações, comandos, devolutivas e recursos didáticos com linguagem clara e adequada ao público-alvo. Já a mediação docente é fortalecida pela compreensão de que a IA deve atuar como suporte ao trabalho pedagógico, sem substituir a análise, a decisão e o acompanhamento realizados pelo professor. Além disso, a liderança educacional se manifesta na postura ativa do docente ao orientar o uso responsável da IA, conduzir experiências pedagógicas inovadoras e apoiar outros sujeitos no processo de integração dessas tecnologias.

As *competências técnicas* incluem otimização de tarefas, planejamento pedagógico, produção de materiais didáticos e engenharia de *prompts*. A otimização ocorre quando o Toolkit auxilia na realização de atividades recorrentes do trabalho docente, como elaboração de planos de aula, questões, sínteses e materiais de apoio. O planejamento pedagógico é qualificado pela organização de propostas com objetivos, metodologias, recursos e formas de avaliação mais bem definidos. A produção de materiais didáticos é ampliada pelo uso de ferramentas voltadas à criação de textos, imagens, apresentações, roteiros e atividades. A engenharia de *prompts*, nesse conjunto, assume papel estruturante, pois permite ao professor formular instruções mais específicas, contextualizadas e alinhadas às finalidades pedagógicas pretendidas.

As *competências digitais* envolvem uso ético da IA, LIA, seleção de ferramentas e integração pedagógica da IA. O uso ético é contemplado nas orientações sobre autoria, privacidade, vieses, confiabilidade das respostas e supervisão humana. O LIA é desenvolvido à medida que o professor compreende melhor as possibilidades, os limites e os cuidados necessários ao utilizar sistemas generativos na educação. A seleção de ferramentas é favorecida pela organização do *toolkit* em categorias e finalidades de uso, o que apoia escolhas mais coerentes com as demandas pedagógicas. A integração pedagógica da IA ocorre quando essas tecnologias deixam de ser utilizadas de modo pontual e passam a compor o planejamento, a mediação e a avaliação de forma crítica, intencional e alinhada aos objetivos educacionais.

Em suma, o PotenciA atua como instrumento de ponte entre a diretriz educacional e a prática docente, oferecendo suporte ao uso crítico, criativo, ético e responsável da IA em contextos educacionais. Ao disponibilizar, em um ambiente digital centralizado, uma curadoria de ferramentas baseadas em IA, o *toolkit* apoia a concretização de ações pedagógicas mais intencionais e alinhadas às demandas da Educação 4.0.

4.5 Considerações Finais

Este capítulo iniciou com a apresentação do modelo conceitual da abordagem proposta para orientar a integração da IA na educação, estruturado a partir de três elementos principais: os habilitadores da transformação digital da educação; a Estratégia de Educação 4.0; e o Toolkit PotencIA. A partir dessa composição, buscou-se demonstrar que o uso educacional da IA demanda mais do que a adoção pontual de ferramentas digitais, exigindo condições estruturais, intencionalidade pedagógica e mediação docente.

No modelo conceitual proposto, os habilitadores pedagógicos, humanos, tecnológicos e organizacionais constituem as condições estruturais que sustentam a transição para a Educação 4.0, enquanto a Estratégia de Educação 4.0 orienta sua transformação em ações pedagógicas. O PotencIA, por sua vez, viabiliza essa aplicação ao oferecer suporte à: seleção de ferramentas; organização de atividades; produção de materiais; avaliação da aprendizagem e mediação pedagógica. Dessa forma, o modelo estabelece uma relação sistêmica entre fundamentos normativos, condições estruturais e decisões pedagógicas.

Essa organização contribui para integrar a IA ao processo educacional de maneira crítica, ética e contextualizada. O uso estruturado do PotencIA apoia a mobilização de conhecimentos e práticas docentes relacionados à compreensão conceitual da tecnologia, à elaboração de *prompts*, à avaliação crítica das respostas geradas e à aplicação pedagógica da IA. Ao reunir elementos frequentemente abordados de forma fragmentada na literatura e articulá-los à Estratégia de Educação 4.0, o modelo conceitual oferece uma estrutura voltada à orientação de práticas educacionais intencionais, associadas às competências cognitivas, interpessoais, técnicas e digitais.

5 PESQUISA-AÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE APOIADA PELO TOOLKIT POTENCIA

A Estratégia de Educação 4.0, como apresentado no Capítulo 4, estabelece a relação entre tecnologias digitais, práticas pedagógicas e desenvolvimento de competências. Já o Toolkit Potencia apoia o docente no alcance dos objetivos dessa estratégia, procurando fazer uma integração crítica, ética e pedagogicamente orientada da IA em contextos da educação básica.

Este capítulo apresenta uma pesquisa-ação da prática docente apoiada pelo Toolkit Potencia na Educação Básica, visando a produção de elementos pedagógicos alinhados à Estratégia de Educação 4.0. Diferentemente de uma abordagem centrada apenas na aquisição de competências técnicas para o uso da IA na educação, esta pesquisa-ação concentrou-se em analisar a forma como os docentes utilizaram o Potencia para planejar aulas, elaborar materiais didáticos, estruturar atividades avaliativas, criar recursos de mediação e refletir sobre o uso pedagógico da IA. Assim, busca-se analisar a contribuição do Potencia como instrumento formativo e operacional de apoio à prática docente, analisando sua contribuição para a organização do planejamento pedagógico, a ampliação do repertório metodológico, a produção de materiais contextualizados e a incorporação intencional da IA em práticas educativas alinhadas ao paradigma de Educação 4.0.

A intervenção foi conduzida em um único ciclo de pesquisa-ação, estruturado em etapas progressivas, desde o diagnóstico das condições iniciais dos docentes até o uso pedagógico do Toolkit Potencia. Essa estrutura fundamentou-se no ciclo de pesquisa-ação descrito por Tripp (2005), que compreende o reconhecimento da situação, o planejamento da mudança, sua implementação e a avaliação dos resultados. No contexto desta pesquisa, o diagnóstico inicial correspondeu ao reconhecimento da situação, enquanto as etapas subsequentes contemplaram o planejamento e a implementação da intervenção, bem como a avaliação e a reflexão sobre os resultados obtidos. Esse percurso permitiu acompanhar o processo de aproximação dos participantes com as ferramentas de IA e compreender suas possibilidades de aplicação na prática docente.

A Tabela 15 apresenta a estrutura da intervenção, destacando suas etapas, descrições e finalidades.

Tabela 15 - Planejamento da Intervenção com Professores

Sequência da Ação	Etapa	Descrição	Finalidade
Planejamento	Diagnóstico inicial	Aplicação de instrumento de levantamento de dados para caracterizar perfil, acesso tecnológico, conhecimento e experiência prévia com IA	Identificar as condições de partida dos docentes
Implementação	Apresentação síncrona do Toolkit	Demonstração inicial da plataforma e de suas possibilidades de uso	Orientar o acesso e reduzir dúvidas iniciais
Implementação	Exploração assíncrona	Acesso autônomo às trilhas, assistentes e recursos do PotencIA	Permitir aos docentes explorar o ambiente conforme sua disponibilidade
Implementação	Produção pedagógica	Uso dos assistentes para elaborar planos, atividades, materiais e roteiros	Criar elementos alinhados à Estratégia de Educação 4.0
Avaliação	Acompanhamento formativo	Registro de percepções, dificuldades e contribuições durante o uso	Analisar o valor do PotencIA para a prática docente

Fonte: Autor (2025)

5.1 Diagnóstico Inicial: Caracterização dos Docentes Participantes

O diagnóstico inicial foi utilizado para caracterizar os docentes participantes antes da aplicação do Toolkit PotencIA. Para isso, foram considerados aspectos relacionados ao perfil profissional, ao contexto de atuação, ao acesso a recursos tecnológicos e à familiaridade prévia com ferramentas de IA. Respondido por nove docentes da Educação Básica, o instrumento permitiu situar o grupo no momento de entrada na pesquisa e compreender as condições que poderiam influenciar sua permanência e participação nas etapas posteriores, conforme apresentado na Tabela 16.

Tabela 16 - Perfil dos Docentes Participantes do Diagnóstico Inicial

Variável	Caracterização
Número de participantes	9 docentes
Faixa etária	29 a 53 anos
Sexo predominante	Feminino (n = 8)

Rede de atuação	Instituições públicas municipais (n = 8) e estaduais (n = 1) - Pernambuco
Nível de ensino	Ensino Fundamental (Anos Iniciais e Finais) e Atendimento Educacional Especializado (AEE)
Áreas de atuação	Educação Especial, Matemática, Música, AEE

Fonte: Autor (2025)

Os dados do diagnóstico indicaram que oito dos nove docentes dispunham de acesso regular a computador conectado à Internet em sua rotina profissional, condição necessária para a utilização do PotenciA e dos recursos digitais associados à intervenção. Em relação à familiaridade com IA, o grupo apresentou um perfil predominantemente iniciante: seis participantes declararam possuir conhecimento básico sobre a tecnologia, enquanto três afirmaram não ter familiaridade prévia. Esse resultado reforça a pertinência de um ambiente estruturado para apoiar a compreensão das possibilidades da IA e sua aplicação pedagógica.

Em relação à experiência prática com ferramentas de IA, observou-se que parte dos docentes já havia utilizado plataformas como ChatGPT e Gemini, principalmente para elaboração de planos de aula, revisão textual e produção de recursos educacionais. No entanto, esse uso ainda ocorria de forma limitada e desigual entre os participantes, indicando fragilidades no emprego pedagógico da IA. Essa condição também se refletiu na autopercepção de preparo dos docentes, marcada por inseguranças relacionadas à seleção de ferramentas, à formulação de comandos e à avaliação crítica das respostas geradas por sistemas de IA.

No decorrer da pesquisa, houve redução no número de participantes na etapa de aplicação do Toolkit PotenciA. Dos nove docentes que responderam ao diagnóstico inicial, três apresentaram participação mais efetiva ao longo do processo. Entre eles, um docente cumpriu parte significativa da intervenção, mas não concluiu por circunstância externa ao estudo. Assim, três docentes finalizaram integralmente a experiência e constituíram o grupo principal de análise dos resultados finais.

Essa distinção permite preservar as evidências produzidas durante o percurso, sem desconsiderar a delimitação metodológica da etapa conclusiva da pesquisa. Considerando esse recorte, a Tabela 17 apresenta a caracterização dos docentes com acompanhamento

efetivo na intervenção, destacando seus contextos de atuação, familiaridade inicial com IA, uso prévio da tecnologia e status de participação.

Tabela 17 - Perfil dos Docentes Acompanhados na Intervenção

Participante	Instituição	Município	Contexto de atuação	Experiência com IA	Status na intervenção
Docente 1	Escola Municipal Benjamin Constant	Jaboatão dos Guararapes	Educação Infantil, Ensino Fundamental Anos Iniciais e AEE	Nenhuma	Participação parcial superior a 50%
Docente 2	CEMEI Celeste Vidal	Recife	Educação Infantil, atuação polivalente	Nenhuma	Concluente
Docente 3	Escola Vereador Edvaldo Martins	Cabo de Santo Agostinho	Educação Infantil e Ensino Fundamental Anos Iniciais, atuação polivalente	Básica	Concluente
	Escola Municipal Elisa Emília de Almeida	Ipojuca			
Docente 4	Escola técnica estadual Maria Eduarda Ramos de Barros Faculdade Luso Brasileira	Carpina	Ensino Médio, Ensino Superior e Técnico, área de Administração e Projeto, Trabalho e Sociedade	Básica	Concluente

Fonte: Autor (2025)

Entre os docentes com acompanhamento efetivo, observa-se dois perfis: participantes sem uso educacional prévio de IA, e outros com experiência básica em ferramentas de IAGen. Entre os concluintes, essa variação também se manteve, associada a diferentes contextos de atuação, que abrangeram da Educação Infantil ao Ensino Técnico e Superior, em diferentes municípios. Essa composição permitiu analisar o uso do Toolkit PotenciA em condições distintas de contato com a IA e em demandas pedagógicas variadas.

Dessa forma, a análise dos resultados finais concentrou-se nos três docentes concluintes, por terem completado todas as etapas previstas e fornecido registros finais sobre a experiência. Essa delimitação permite interpretar os dados de forma contextualizada,

considerando as condições reais de aplicação do Toolkit PotencIA e os artefatos produzidos ao longo do processo.

5.2 Ambientação: Apresentação Síncrona e Exploração Assíncrona

A implementação da intervenção iniciou-se com uma apresentação síncrona pelo autor, que constituiu o primeiro momento de contato orientado dos docentes com o Toolkit PotencIA. Nessa etapa, foi disponibilizado o *link* de acesso ao ambiente e as orientações iniciais sobre sua estrutura, principais recursos e suas possibilidades de uso pedagógico. Para isso, foram realizados encontros individuais remotos com cada participante, em horários previamente acordados, nos quais foram abordados o objetivo do PotencIA, sua organização geral, as trilhas formativas, os assistentes de IA disponíveis e as formas de navegação no ambiente.

Durante os encontros, a demonstração foi acompanhada do esclarecimento de dúvidas sobre o funcionamento do *Toolkit*. Os participantes também puderam indicar aspectos relacionados à acessibilidade e à usabilidade, bem como discutir possibilidades de uso do PotencIA para apoiar a elaboração de planos de aula, atividades avaliativas e materiais didáticos. A partir dessas interações, foram realizados ajustes pontuais no PotencIA, especialmente no tamanho das fontes e na ampliação de exemplos pedagógicos.

Após a apresentação síncrona, teve início a etapa de exploração assíncrona, na qual os docentes passaram a acessar as trilhas formativas e os assistentes de forma autônoma, organizando sua trajetória de estudo conforme sua disponibilidade, demanda pedagógica e nível de segurança no uso de tecnologias digitais. Durante essa etapa, o processo foi acompanhado por meio da aplicação de formulário, com registros sobre o percurso de uso do PotencIA pelos docentes. Esses registros permitiram acompanhar os recursos acessados, os artefatos pedagógicos produzidos e o progresso de cada participante ao longo da intervenção.

Os registros de acompanhamento também permitiram verificar o tempo dedicado à exploração inicial do PotencIA. Do total de participantes acompanhados nessa etapa, três relataram dedicação entre 30 minutos e 1 hora à exploração inicial do PotencIA, enquanto um relatou tempo inferior a 30 minutos. Esse dado indica que a etapa ocorreu em um contexto real de trabalho docente, marcado por restrições de tempo e diferentes níveis de familiaridade tecnológica. Assim, considera-se que a orientação inicial foi relevante para favorecer o acesso ao *Toolkit* e apoiar a continuidade da intervenção nas etapas posteriores.

5.3 Produção Pedagógica: Apoio à Elaboração de Artefatos Educacionais

Após a apresentação inicial e a exploração dos recursos do PotencIA, os docentes passaram a utilizar o ambiente como apoio à sua rotina pedagógica. Esse processo resultou na produção de diferentes artefatos pedagógicos com apoio da IAGen, como planos de aula, materiais didáticos, recursos de mediação e propostas lúdicas. Esta seção analisa tais produções, considerando suas finalidades pedagógicas e os recursos utilizados no PotencIA.

A verificação considera os artefatos produzidos⁶ e sua relação com as necessidades pedagógicas apresentadas pelos docentes. A partir do formulário de acompanhamento⁷ aplicado durante a intervenção, destacam-se a elaboração de planejamentos de aula, a criação de histórias, a produção de apresentações e o desenvolvimento de materiais narrativos. Desse conjunto, foram selecionados quatro artefatos representativos, com o objetivo de analisar suas finalidades pedagógicas e os recursos do *Toolkit* utilizados. A Tabela 18 reúne os artefatos selecionados, os recursos do PotencIA utilizados e a finalidade de cada produção. Com base nesses elementos, torna-se possível examinar as escolhas realizadas pelos docentes e o papel atribuído aos artefatos no contexto educacional.

Tabela 18 - Artefatos Pedagógicos Produzidos com Apoio do Toolkit PotencIA

ID	Artefato pedagógico	Autor	Recurso do PotencIA utilizado	Finalidade pedagógica
Artefato 1	Plano de aula	Docente 2	Assistentes de IA para Planejamento Pedagógico	Organizar objetivos, conteúdos e atividades
Artefato 2	Mapa mental	Docente 1	Assistentes de IA para Planejamento Pedagógico	Explorar novas possibilidades pedagógicas
Artefato 3	Plano de treino esportivo	Docente 3	Assistentes de IA para Planejamento Pedagógico	Estruturar sequência de atividades físicas
Artefato 4	Música educativa	Docente 3	Assistentes de IA para Mediação Pedagógica	Apoiar aprendizagem por meio de recurso lúdico

Fonte: Autor (2026)

O Artefato 1 corresponde a um plano de aula, com o tema “Sentimentos e Emoções”, direcionado a crianças de 5 anos e elaborado pela Docente 2. A elaboração deste artefato ocorreu por meio da formulação, teste e refinamento de *prompts*, permitindo adequar o material aos objetivos de ensino, às características dos discentes, ao contexto da Educação Infantil e à BNCC. A escolha justifica-se por permitir observar, de forma conjunta, a

⁶ Acervo de artefatos produzidos:

https://drive.google.com/drive/folders/1HennBFEFm4g_XMIgURostRIJkS6TJfq4?usp=drive_link

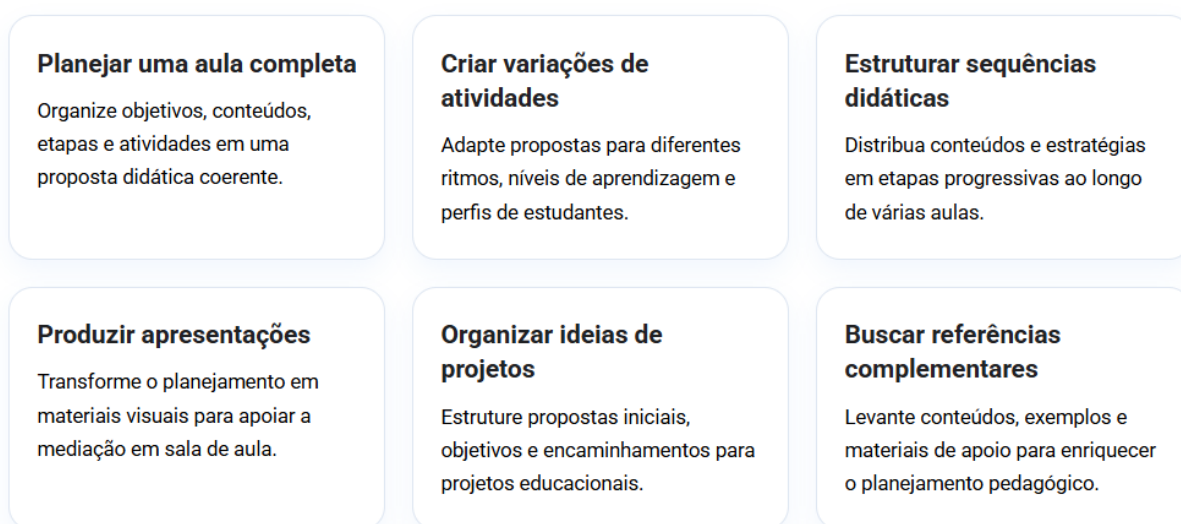
⁷ Formulário de acompanhamento: <https://forms.gle/PDfpRj1ETeAp2e6F6>

aplicação da IA na estruturação da proposta didática contextualizada, especialmente considerando que a docente não possuía conhecimento prévio sobre esse tipo de ferramenta.

O processo teve início com a consulta da docente ao módulo *Assistentes de IA para Planejamento Pedagógico* do PotencIA. Esse módulo organiza ferramentas de IAGen conforme finalidades próprias do planejamento docente, como planejar uma aula completa, criar variações de atividades, estruturar sequências didáticas, produzir apresentações, organizar ideias de projetos e buscar referências complementares, conforme apresentado na Figura 17. Essa disposição contribuiu para orientar a docente na identificação do tipo de apoio necessário, aproximando sua demanda de elaboração de um plano de aula à possibilidade de planejar uma aula completa, apresentada no módulo.

Figura 17 - Exemplos de Aplicação dos Assistentes de IA no Planejamento

Exemplos de aplicação no planejamento pedagógico



Fonte: Autor (2026)

Na sequência, a docente pôde visualizar os assistentes disponíveis para essa finalidade, entre eles ChatGPT, Gemini e Ideamap AI, conforme apresentado na Figura 18. Essa apresentação ofereceu um enquadramento pedagógico para a escolha da ferramenta, ao descrever cada recurso conforme sua função no planejamento docente. A escolha do ChatGPT mostrou-se adequada à demanda, pois sua descrição no PotencIA o associa ao apoio na estruturação textual de propostas pedagógicas, aspecto necessário à elaboração do plano de aula.

Figura 18 - Assistentes de IA para Gerar Ideias e Estruturar Propostas Pedagógicas



Fonte: Autor (2026)

Definido o ChatGPT como assistente de apoio, a docente consultou a página explicativa da ferramenta no PotenciA, que reúne descrição, orientações de uso, tutorial e vídeo demonstrativo, conforme apresentado na Figura 19. Essa página funcionou como ambiente de orientação ao oferecer informações didáticas sobre a ferramenta, contribuindo para que a docente relacionasse o ChatGPT à elaboração do plano de aula e conduzisse sua interação com a IAGen de forma mais direcionada.

Figura 19 - Ficha Técnica do ChatGPT no Toolkit PotenciA



ChatGPT

Ferramenta de IA conversacional para geração de ideias, apoio à escrita, correção de textos, sugestão de planos de aula, criação de materiais e suporte a diferentes tarefas pedagógicas.

Chat conversacional
Freemium

Dificuldade: Média
Disciplina: Todas

Ficha técnica	
TIPO DE IA Chat conversacional	OBJETIVO PEDAGÓGICO Geração de ideias, correção de textos, sugestão de plano de aulas, imagens, etc.
DISCIPLINA Todas	APLICAÇÃO NO TRABALHO DOCENTE Correção de atividades, Criação de material pedagógico
EXEMPLO DE USO EM SALA DE AULA Ajudar professor na criação/correção de atividades.	DIFICULDADE Média
MODELO DE ACESSO Freemium	LINK DE ACESSO https://chat.openai.com

Fonte: Autor (2026)

A Tabela 19 apresenta a estrutura do Artefato 1, reunindo os elementos que compõem o plano de aula elaborado pela Docente 2. O artefato contempla componentes esperados em uma proposta pedagógica para a Educação Infantil, como tema, público-alvo, faixa etária, duração, campos de experiência, objetivos de aprendizagem e objetivos da aula. Após a geração inicial do conteúdo pelo ChatGPT, a docente analisou a resposta obtida, verificando sua adequação ao contexto da turma, à prática pedagógica pretendida e às orientações curriculares adotadas. Quando identificou inconsistências ou necessidades de ajuste, reorganizou os elementos gerados, de modo a tornar o artefato mais compatível com sua realidade de ensino.

Tabela 19 - Transcrição Estruturada do Artefato 1

Seção do artefato	Conteúdo produzido
Título	Plano de Aula – Educação Infantil (BNCC)
Tema	Seres Humanos e Emoções
Público-alvo	Crianças – Educação Infantil
Faixa etária	5 anos (Pré-escolar)
Duração	Aproximadamente 60 a 120 minutos
Campos de experiência — BNCC	O eu, o outro e o nós
	Escuta, fala, pensamento e imaginação
	Traços, sons, cores e formas
Objetivos de aprendizagem — BNCC	EI02EO01 – Demonstrar atitudes de cuidado e solidariedade na interação com crianças e adultos.
	EI02EO04 – Comunicar necessidades, sentimentos e emoções.
	EI02EF01 – Dialogar com crianças e adultos, expressando seus desejos, necessidades, sentimentos e opiniões.
	EI02EO02 – Utilizar diferentes linguagens em suas interações, comunicando-se, expressando ideias e normas.
Objetivos da aula	Reconhecer e nomear emoções.
	Expressar e identificar emoções em si e em outras pessoas.
	Desenvolver empatia e colaboração.
	Controlar a linguagem oral e corporal em situações de interação.

Fonte: Autor (2026)

Para compreender como esse resultado foi alcançado, a Tabela 20 mostra o refinamento do *prompt* utilizado pela Docente 2 na elaboração do Artefato 1. Esse processo foi apoiado pelas orientações presentes no módulo *Engenharia de Prompts* do PotenciA, que apresenta recomendações para qualificar os comandos enviados à IA, considerando aspectos como clareza da instrução, contextualização da demanda, definição do público-alvo, objetivos pretendidos e formato esperado para a resposta. O registro permite observar a passagem de uma solicitação inicial ampla para um comando mais contextualizado e alinhado à finalidade pedagógica pretendida.

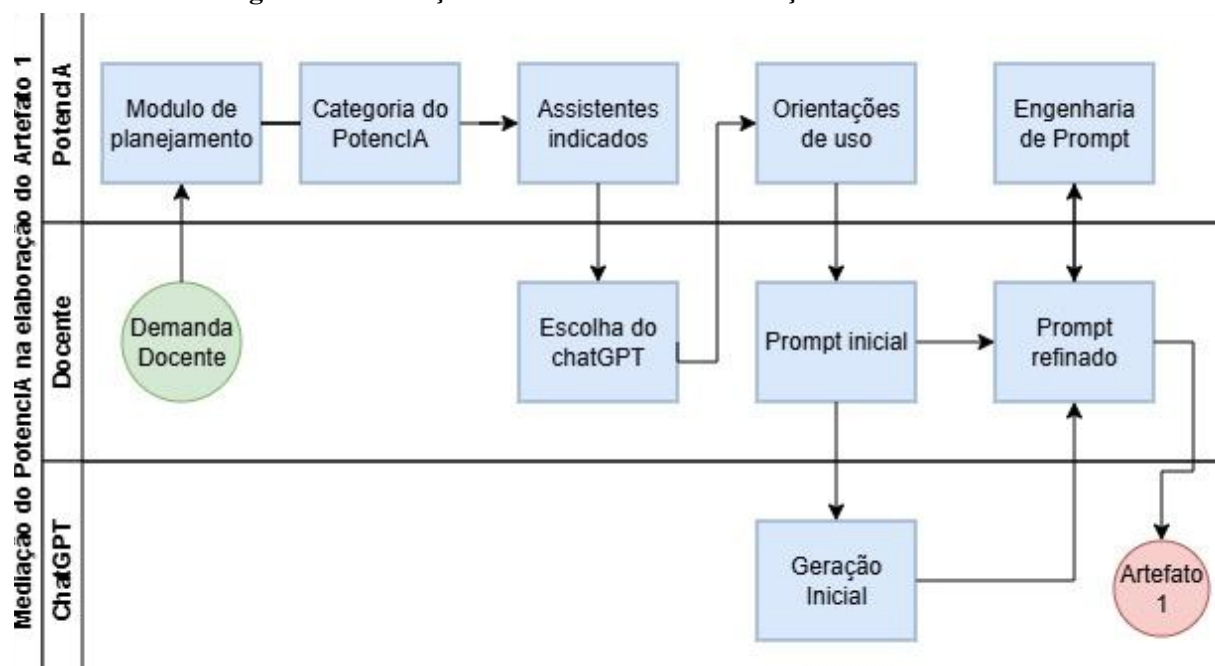
Tabela 20 - Refinamento do *Prompt* Utilizado pela Docente 2

Etapas	<i>Prompt</i> utilizado	Refinamento observado
Solicitação inicial	“Crie um plano de aula sobre sentimentos.”	Define apenas o tema.
Solicitação contextualizada	“Crie um plano de aula sobre sentimentos e emoções para crianças de 3 a 5 anos da Educação Infantil.”	Define público-alvo e a etapa de ensino.
<i>Prompt</i> final	“Crie um plano de aula sobre sentimentos e emoções para crianças de 5 anos da Educação Infantil, de acordo com a BNCC”	Incorpora a BNCC como referência curricular, permitindo que o plano de aula seja estruturado com base nos campos de experiência e objetivos de aprendizagem adequados à faixa etária e à etapa da Educação Infantil.

Fonte: Autor (2025)

O refinamento do *prompt* evidencia a atuação do PotenciA como suporte técnico-pedagógico ao uso da IAGen na elaboração do Artefato 1. Conforme sintetizado na Figura 20, essa atuação ocorreu por meio de um percurso distribuído entre as orientações disponibilizadas pelo PotenciA, as decisões pedagógicas da docente e a produção preliminar do plano de aula pelo ChatGPT.

Figura 20 - Medição do PotenciA na Elaboração do Artefato 1

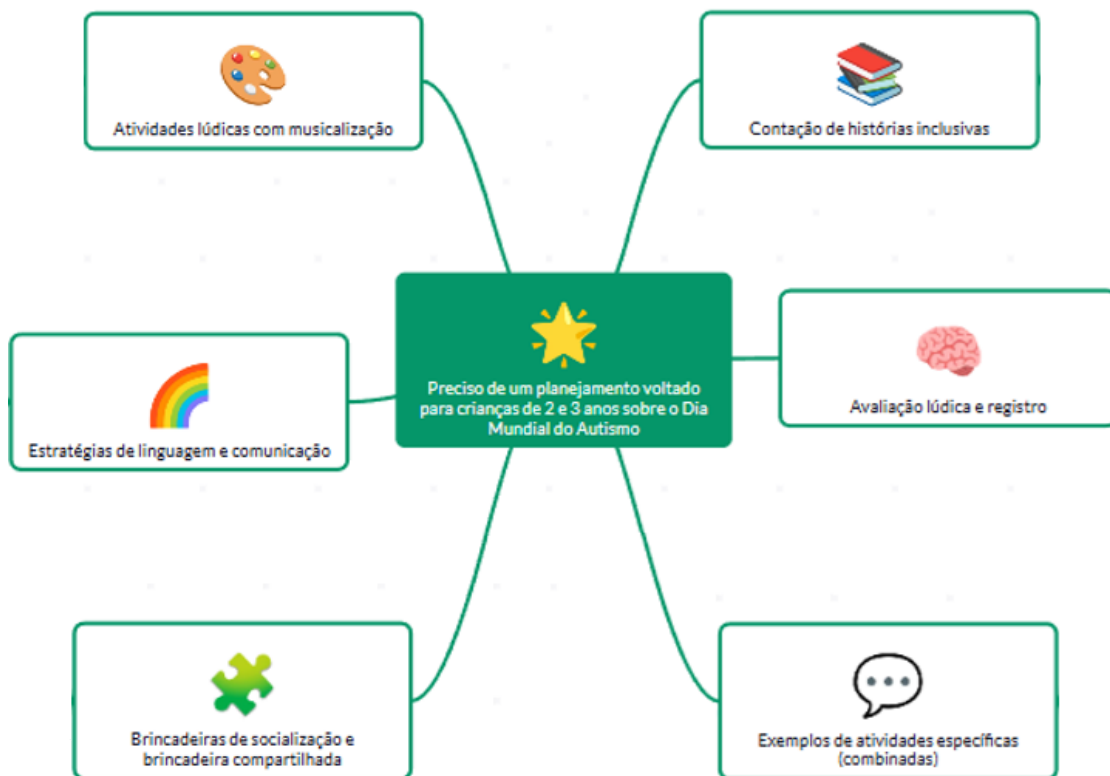


Fonte: Autor (2026)

No âmbito do PotenciA, o processo envolveu a mediação do percurso de uso, desde a exploração do módulo de planejamento e a identificação de assistentes compatíveis com a demanda docente até o acesso às orientações da ferramenta selecionada e às recomendações de Engenharia de *Prompt*. No âmbito da atuação docente, esse percurso compreendeu a definição da demanda pedagógica, a escolha do ChatGPT como assistente de apoio, a elaboração progressiva do *prompt* e a análise do conteúdo gerado, posteriormente reorganizado conforme sua realidade de ensino. O ChatGPT, por sua vez, forneceu a base inicial do plano de aula, que foi analisada, reorganizada e contextualizada pela docente antes de compor o Artefato 1. Desse modo, o artefato resultou de um percurso mediado pelo PotenciA, no qual a IAGen apoiou a elaboração do material sem substituir a validação curricular, a contextualização pedagógica e a decisão docente.

Outro artefato produzido durante a intervenção permite observar a diversidade das possibilidades de uso do PotenciA. A Figura 21 apresenta um fragmento de um Mapa Mental (Artefato 2) elaborado pela Docente 1, voltado à exploração de possibilidades pedagógicas para uma aula destinada a crianças de 2 e 3 anos sobre o Dia Mundial do Autismo. O Artefato 2 reúne sugestões de atividades lúdicas, estratégias de comunicação, brincadeiras de socialização, recursos de sensibilização, formas de avaliação, evidenciando o uso da IA como apoio à geração, organização e visualização de ideias pedagógicas.

Figura 21 - Fragmento do Artefato 2 produzido com apoio do PotencIA



Fonte: Docente 1 (2025)

A produção do Artefato 2 ocorreu a partir da consulta ao tutorial do Ideamap AI, disponível no PotencIA. A docente acessou o *Catálogo de Ferramentas*, em que o Ideamap AI é apresentado como recurso de mapeamento de ideias para apoiar a organização visual de conteúdos e processos de *brainstorming* no planejamento pedagógico. Em seguida, consultou a seção *Assistentes de IA para Planejamento Pedagógico*, na qual é apresentado um exemplo de *prompt* para gerar ideias e estruturar propostas pedagógicas. A Figura 22 apresenta esse exemplo, utilizado como referência pela docente para organizar sua solicitação à ferramenta. O exemplo apresentado orientou a formulação da solicitação ao indicar a importância de especificar elementos como tema, público-alvo, objetivos e tipo de atividade desejada. Com base nessa orientação, a docente 1 elaborou o seguinte *prompt*:

“Preciso de um planejamento voltado para crianças de 2 a 3 anos sobre o Dia Mundial do Autismo, com práticas interativas, atividades de comunicação, interação, contação de histórias e brincadeiras”.

(Docente 1, 2025)

Figura 22 - Exemplo de *Prompt* Disponibilizado no PotencIA

Gerar ideias e estruturar propostas pedagógicas

Exemplo de prompt para planejar uma sequência didática

Objetivo: gerar uma proposta inicial de sequência didática alinhada aos objetivos de aprendizagem, ao perfil da turma e ao tempo disponível.

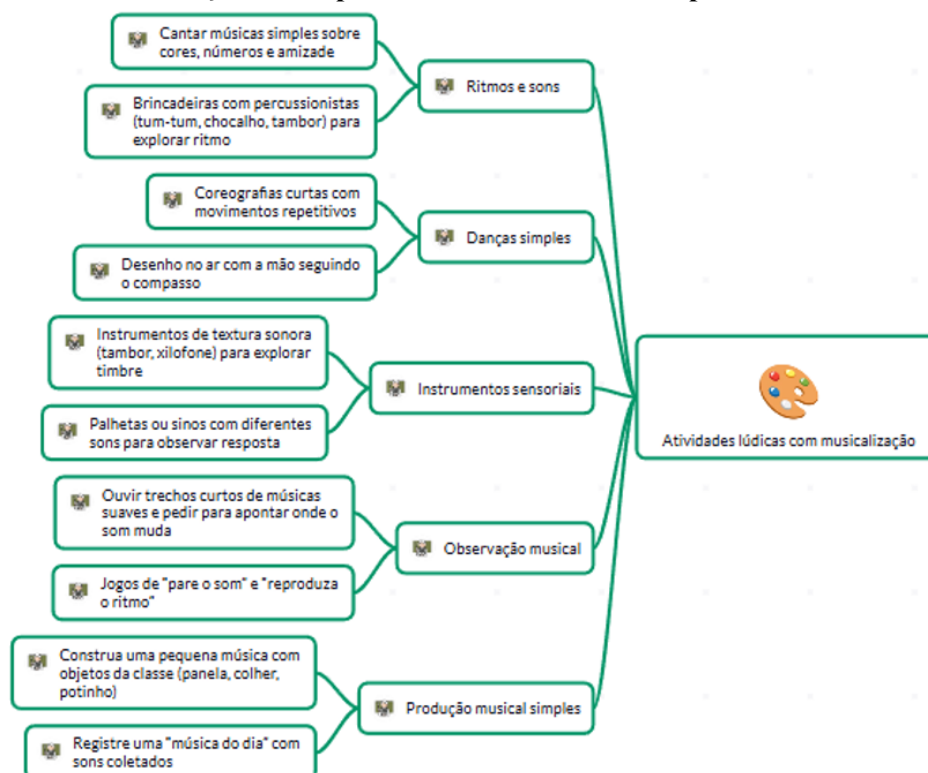
Exemplo de prompt forte: "Atue como um especialista em planejamento pedagógico. Crie uma sequência didática de 3 aulas sobre [tema], para estudantes do [ano/série], com os seguintes objetivos de aprendizagem: [objetivos]. Considere uma turma com [características da turma]. Organize a resposta em: objetivos, conteúdos, etapas de cada aula, metodologias, recursos, atividades e sugestões de avaliação. Use linguagem clara, contextualizada e aplicável à realidade escolar."

Fonte: Autor (2025)

A partir dessa solicitação, a ferramenta gerou um mapa com ramificações relacionadas à prática pedagógica na Educação Infantil. Entre essas ramificações, destaca-se o eixo voltado às *atividades interativas e lúdicas*, por apresentar maior relação com a intenção inicial da docente de trabalhar o Dia Mundial do Autismo com crianças pequenas por meio de práticas participativas. Esse recorte é apresentado na Figura 23.

A ramificação analisada mostra que a demanda inicial foi convertida em possibilidades mais aplicáveis ao contexto da Educação Infantil, como pintura, colagem, exploração sensorial e brincadeiras. Com isso, observa-se que o PotencIA atuou como intermediário no processo, ao orientar a escolha e o uso de uma ferramenta capaz de transformar uma intenção ampla de planejamento em propostas concretas de atividade.

Figura 23 - Ramificação do Mapa Mental Produzido com Apoio do Toolkit PotenciaIA



Fonte: Docente 1 (2025).

A comparação entre os artefatos 1 e 2 mostra que o Artefato 1 sobre “Sentimentos e Emoções” evidencia o refinamento progressivo do *prompt* e a adequação curricular à BNCC, enquanto o Artefato 2 sobre o Dia Mundial do Autismo demonstra a possibilidade de utilizar a IA para organizar repertórios de atividades a partir de uma solicitação contextualizada. Em ambos os casos, observa-se que o produto final dependeu da intencionalidade docente na formulação da solicitação e na análise das respostas geradas, reafirmando o papel do professor como mediador crítico do processo.

Durante a intervenção, também foi produzido um Plano de Treino Esportivo (Artefato 3) , elaborado pela Docente 3 a partir do uso do PotenciaIA. Esse artefato permite observar o uso da IA na organização metodológica de uma prática corporal, especialmente pela disposição das atividades em uma sequência progressiva. Para isso, a docente recorreu à seção de *Assistentes de IA para Planejamento Pedagógico* e à página do *MagicSchool AI*, utilizando esses recursos como referência para estruturar a proposta. Com base nessa linha de ação, foi estruturado um plano para estudantes do 3º ano do Ensino Fundamental, composto por aquecimento, coordenação, passe, toque, saque adaptado, mini-jogo reduzido e roda final, conforme apresentado na Figura 24.

Figura 24 - Plano de Treino Esportivo com Apoio do Toolkit PotenciA

The figure displays three sequential screenshots of a digital training plan for volleyball, generated by the PotenciA Toolkit. The interface is clean and modern, featuring a purple header with a menu icon and a 'Compartilhar' (Share) button. The content is organized into sections: a title, a brief description, motivational suggestions, and a detailed practice plan with numbered exercises and objectives.

Screenshot 1 (Left): The title is 'Treino de Vôlei para 3º ano — "Bolas nas Mãos, Olhos no Jogo"'. The brief description states: 'Breve descrição: Sessão de 30 minutos focada em coordenação, controle da bola com as mãos, fundamentos do passe (manchete), toque (levantamento) e saque simples, além de atividades lúdicas que desenvolvem atenção tática e trabalho em equipe. Objetivo: melhorar habilidades manipulativas básicas, deslocamento e tomada de decisão em situações de jogo adaptadas ao nível da turma.' The motivational suggestion is: 'Sugestão motivacional antes de começar: "Joguem com alegria: cada tentativa é um passo para ficar melhor — quem tenta, aprende."'. The practice plan is titled 'Plano de prática (30 minutos totais)' and includes: 1. Aquecimento geral — Corrida leve ao redor da pista + alongamento dinâmico (6 minutos); 1 volta leve ao redor da pista ou quadra (cerca de 2–3 minutos); Alongamentos dinâmicos (braços, ombros, quadris, joelhos, tornozelos): movimentos controlados para preparar para lançar, passe e deslocamento (3 minutos). Objetivo: aumentar temperatura corporal, preparar articulações e músculos para manipulação da bola; 2. Ativação de coordenação e "dribbling" com as mãos (controle de bola/manipulação) (5 minutos).

Screenshot 2 (Middle): Continues the practice plan. Exercises include: Exercício 1 (2 minutos): Cada aluno com uma bola leve — executar toques alternados com a palma (rolar a bola de uma mão para outra), ambos em pé no mesmo lugar; Exercício 2 (3 minutos): Em fileiras, caminhar devagar enquanto faz passes curtos com a própria mão (rolar a bola na palma e passar para a outra mão), focando em controle e olhar à frente. Observação: adaptamos o termo "drible" para atividades de manipulação com as mãos apropriadas ao vôlei e ao desenvolvimento motor desta faixa etária; 3. Passe (manchete/bump) — técnica e mini-jogo de precisão (6 minutos); Técnica (3 minutos): Formação em pares a 2–3 metros; foco em posição dos pés, dobrar os joelhos e superfície dos antebraços. Cada par faz 10 passes sem deixar a bola cair; Jogo de precisão (3 minutos): Alvos (cones) na linha média; cada acerto conta 1 ponto para o par. Estimular receber de frente para o alvo antes de passar. Objetivo: desenvolver consistência no passe e leitura do colega/alvo; 4. Toque (levantamento) básico — introdução e exercício em triângulo (5 minutos); Demonstração breve (30–40 s): como formar as mãos para o toque e empurrar a bola com os dedos, leve dobrar joelhos; Exercício (4–5 minutos): Grupos de 3 em triângulo: jogador A toca para B, B toca para C, repetir; objetivo 10 toques sem erro. Revezamento rápido para manter ritmo. Objetivo: coordenação de dedos, suavidade no toque e posicionamento corporal.

Screenshot 3 (Right): Continues the practice plan. Exercises include: 5. Saque adaptado — saque por baixo / introdução ao saque (4 minutos); Demonstração e prática individual (4 minutos): saque por baixo (bola na palma, soltar e golpear com a mão na parte inferior) a curta distância, alvo no campo adversário. Cada aluno tenta 4 saques, foco em direção e postura. Observação: usar saque por baixo por ser mais adequado ao nível motor do 3º ano; 6. Mini-jogo reduzido 4x4 adaptado (3 minutos); Regras simples: sem bloqueio, 1 toque de manchete + 1 toque de levantamento (máx. 3 toques) e objetivo de manter a bola em jogo. Rotação livre (troca de posições). Pontuação curta: primeiro time a 3 pontos vence ou jogar tempo restante. Objetivo: aplicar passes, levantamento e saque em situação de jogo com pouco tempo e regras simplificadas; 7. Roda final e alongamento breve (1 minuto); Conduzir 1 minuto de respiração, alongamento leve e 1 pergunta rápida: "O que você observou antes de passar a bola?" Reforçar: olhar, posicionamento e comunicar-se com a equipe; Notas de segurança e adaptações: Usar bolas leves e apropriadas para a idade; Espaçamento entre alunos para evitar colisões; Incentivar comunicação positiva e rodízio de funções (quem passa, quem recebe, quem serve); Para turmas menores em habilidade, aumentar tempo em exercício de passe e reduzir mini-jogo.

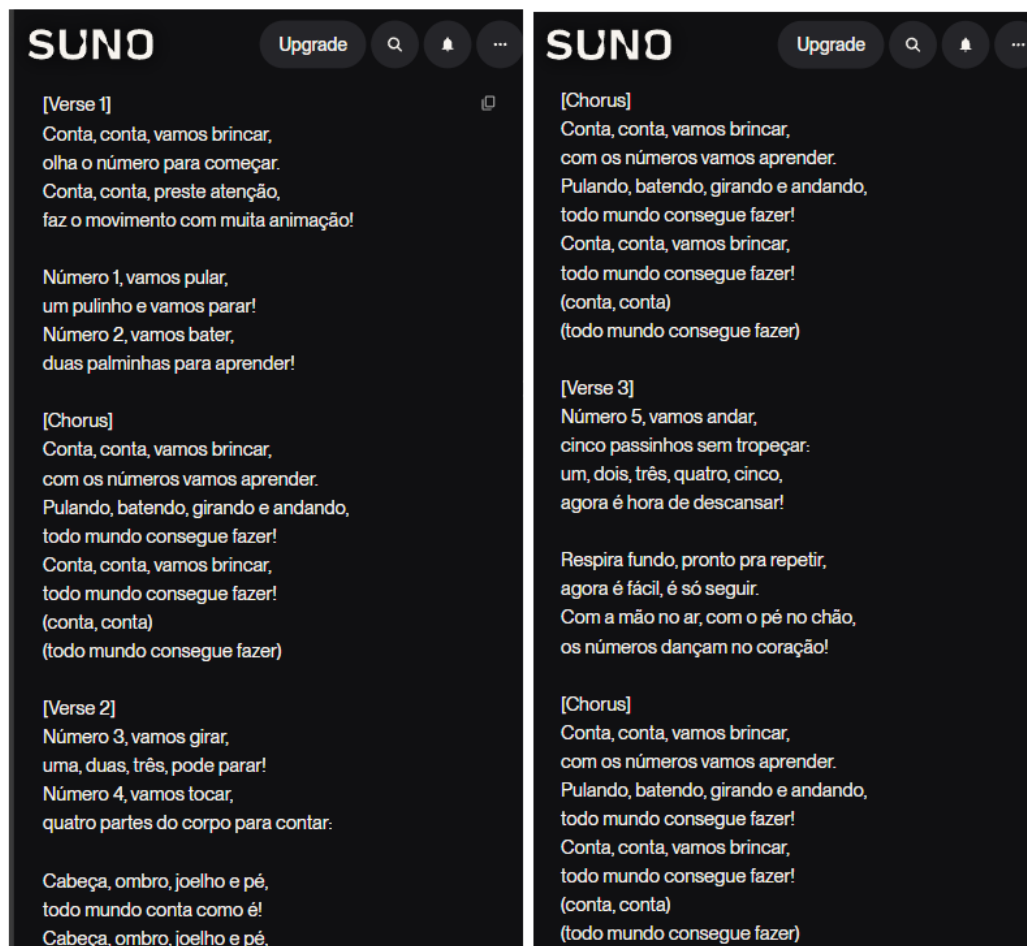
Fonte: Docente 3 (2025)

O uso do *MagicSchool AI* favoreceu a produção do Artefato 3 com maior detalhamento pedagógico, por se tratar de uma ferramenta educacional especializada no apoio ao planejamento docente. Como esse recurso era até então desconhecido pela participante, sua identificação no PotenciA contribuiu para ampliar o repertório docente sobre ferramentas de IAGen aplicáveis à prática pedagógica, oferecendo uma alternativa mais direcionada às demandas escolares do que *chatbots* genéricos. A análise do artefato mostra que a proposta contempla dimensões motoras, cognitivas e interpessoais dos discentes, ao combinar fundamentos corporais do voleibol, compreensão de regras, tomada de decisão, percepção do espaço de jogo, cooperação e comunicação. A estruturação da atividade em roda inicial, vivências práticas e roda final também amplia as possibilidades de escuta, orientação docente e reflexão sobre a experiência realizada. Dessa forma, a ferramenta de IA, mediada pelo PotenciA, apoiou o planejamento de experiências corporais ao estruturar o conteúdo técnico-esportivo em uma sequência de atividades escolares. Além da elaboração do artefato, esse processo contribuiu para a apropriação docente de estratégias de planejamento, mediação e diversificação das experiências de aprendizagem.

O último artefato analisado corresponde a uma música educativa (Artefato 4) produzida pela Docente 3 com apoio do PotenciA, a partir da atividade “Conhecendo os

Números”, previamente planejada pela participante. Conforme apresentado na Figura 25, a IAGen foi utilizada para elaborar uma música animada destinada a apoiar o reconhecimento dos números e sua associação a movimentos corporais, atuando como recurso complementar à proposta inicial.

Figura 25 - Música Produzida com Apoio do Toolkit PotenciaIA



Fonte: Docente 3 (2025)

A ideia inicial contemplava estratégias como uso de dedoches, construção coletiva de painel, brincadeira dirigida e ações contadas. A docente identificou a necessidade de criar um momento de descontração que tornasse a aprendizagem mais lúdica, sem descaracterizar os objetivos pedagógicos da atividade. Para atender a essa finalidade, utilizou o módulo *Assistentes de IA para Planejamento Pedagógico* para selecionar o ChatGPT, empregando-o na elaboração de uma letra musical que relacionasse números, contagem, movimento, repetição e participação ativa das crianças. Em seguida, recorreu ao módulo *Assistentes de IA para Mediação Pedagógica*, selecionando o Suno para transformar a letra em uma composição animada, com ritmo e instrumentação.

No Artefato 4, a contribuição da ferramenta de IA esteve na conversão da proposta inicial em uma música educativa estruturada, com ritmo, repetição e progressão de ações. Ao propor movimentos associados à contagem, como pular uma vez, bater duas palmas, girar três vezes, tocar quatro partes do corpo e dar cinco passos, o recurso favoreceu a relação entre número e quantidade de forma lúdica e corporal. Com apoio do PotencIA, a atividade planejada foi ampliada em uma experiência multimodal, estimulando atenção, coordenação motora, escuta, expressão corporal e interação coletiva.

A partir dos artefatos analisados, observa-se que o PotencIA contribuiu para transformar demandas pedagógicas iniciais em produções mais estruturadas, contextualizadas e orientadas por finalidades educacionais específicas. O Artefatos 1 e 2 evidenciam o uso da IA na estruturação de sequências pedagógicas, enquanto os artefatos 3 e 4 demonstram a ampliação de repertórios didáticos e de estratégias de mediação em sala de aula. Em todos os casos, os produtos gerados não decorreram apenas da ação automática das ferramentas de IAGen, mas de escolhas docentes orientadas por objetivos pedagógicos, características dos estudantes e necessidades do contexto escolar. Dessa forma, o PotencIA contribuiu para a integração pedagógica da IA e para a formação crítica dos docentes, ao apoiar o uso dessas ferramentas sem deslocar a centralidade docente na análise, adaptação e validação dos artefatos gerados.

5.3.1 Alinhamento dos Artefatos à Estratégia de Educação 4.0

Após a caracterização dos artefatos produzidos pelos docentes, esta seção examina seu alinhamento à Estratégia de Educação 4.0 adotada neste estudo. A análise considera a finalidade pedagógica de cada produção, o apoio oferecido pelo PotencIA e a dimensão da estratégia à qual o artefato se vincula. A Tabela 21 apresenta os artefatos produzidos em relação às dimensões da Estratégia de Educação 4.0, considerando o papel do PotencIA no apoio às produções pedagógicas.

Tabela 21 - Alinhamento dos Artefatos Docentes à Estratégia de Educação 4.0

ID	Artefato pedagógico	Dimensão da Estratégia de Educação 4.0
Artefato 1	Plano de aula	Planejamento pedagógico orientado por competências; desenvolvimento da competência digital; integração pedagógica de tecnologias emergentes

Artefato 2	Mapa mental	Aprendizagem contextualizada e significativa; formação docente para aperfeiçoamento pedagógico
Artefato 3	Plano de treino esportivo	Planejamento de estratégias dinâmicas, interativas e colaborativas; engajamento discente nas aprendizagens
Artefato 4	Música educativa	Engajamento discente nas aprendizagens; aprendizagem contextualizada e significativa; aprendizagem contínua sobre gestão pedagógica

Fonte: Autor (2026)

Os artefatos analisados indicam que o PotencIA contribuiu para a integração da IA em diferentes dimensões da prática docente, especialmente no planejamento, mediação pedagógica e engajamento dos estudantes. Essa contribuição manifesta-se na elaboração de propostas orientadas por competências, na organização de experiências contextualizadas e na diversificação de recursos didáticos. No âmbito do planejamento, os artefatos revelam a estruturação de objetivos, atividades e recursos a partir de demandas concretas da prática docente. Na mediação pedagógica, destacam-se produções que ampliam as formas de apresentação e exploração dos conteúdos, incorporando organização visual, ludicidade, movimento, interação e recursos multimodais. Desse modo, o uso da IA aproximou-se das finalidades previstas na Estratégia de Educação 4.0, preservando o papel do docente na definição dos objetivos, na análise dos resultados e na adequação dos materiais ao contexto escolar.

A competência digital docente constitui um eixo transversal da análise, pois o alinhamento dos artefatos à Estratégia de Educação 4.0 dependeu da capacidade dos docentes de selecionar ferramentas, orientar o uso da IA e adequar os produtos gerados às necessidades do contexto escolar. Desse modo, o uso do PotencIA não se limitou ao acesso a recursos digitais, mas envolveu decisões pedagógicas relacionadas à escolha das ferramentas, à formulação dos *prompts*, à análise dos resultados e à adaptação dos materiais às finalidades educativas. Esse processo também se relaciona à formação docente para aperfeiçoamento pedagógico, uma vez que o contato com os recursos do PotencIA possibilitou aos professores ampliar seu repertório de ferramentas, experimentar novas formas de planejamento e refletir sobre possibilidades de uso da IA em suas práticas.

Portanto, o alinhamento observado sugere que os artefatos constituem indicadores práticos da Estratégia de Educação 4.0 no contexto da intervenção. Esse aspecto reforça que a integração tecnológica, quando orientada por critérios pedagógicos, pode apoiar o

planejamento, a mediação e o engajamento do discente, preservando a centralidade do professor na condução do processo educativo.

5.4 Acompanhamento Formativo: *Feedback* Sobre o Uso do Toolkit PotencIA

O acompanhamento formativo correspondeu à etapa de registro das percepções, dificuldades e contribuições identificadas durante o uso do Toolkit PotencIA pelos docentes participantes da pesquisa-ação. Essa etapa teve como finalidade analisar a contribuição do PotencIA para a prática docente, considerando a experiência dos participantes na exploração dos recursos, na seleção dos assistentes de IA e na utilização pedagógica da IAGen. Assim, a análise permite compreender o PotencIA como um recurso formativo e operacional, capaz de apoiar a apropriação pedagógica da IA no contexto da prática docente.

Nesta etapa, os registros de acompanhamento permitiram analisar a experiência dos docentes no uso do PotencIA, considerando as ferramentas selecionadas, os objetivos atribuídos ao uso da IA, as competências observada pelos participantes, os desafios relatados, os aspectos a serem aprimorados e os materiais produzidos. Com base nesses elementos, os resultados são analisados a partir das contribuições percebidas, dos *feedbacks* voltados ao aprimoramento do PotencIA e das limitações identificadas.

5.4.1 Contribuições Percebidas na Prática Docente

Um primeiro aspecto identificado nos dados refere-se à percepção dos docentes sobre o apoio oferecido pelo PotencIA para a incorporação dessas ferramentas à prática pedagógica. Ao longo da intervenção, os participantes utilizaram o Toolkit para elaborar planos, materiais didáticos, histórias, apresentações e roteiros vinculados às suas demandas docentes. Esses registros sugerem uma passagem de usos inicialmente restritos ou exploratórios da IA para aplicações mais diretamente relacionadas às atividades docentes.

A utilização dos assistentes voltados ao planejamento e à mediação pedagógica proporcionou aos participantes oportunidades de experimentação orientada com a IA. Nesse processo, os docentes formularam comandos, revisaram respostas e adaptaram os materiais gerados conforme seus objetivos de ensino. Os dados produzidos durante a intervenção indicam que a IA foi utilizada como apoio à elaboração de recursos vinculados a demandas concretas da prática docente. Essa contribuição aparece no relato do Docente 2, ao afirmar que o PotencIA “me ajuda bastante em planejamentos de aulas, na contação de histórias com

apresentações, além de outras atividades”. De forma complementar, o Docente 3 destacou que “com a necessidade de criar um roteiro para teatro e gravar a narração desse teatro, pude usar a IA para me auxiliar”.

Outro aspecto evidenciado nos relatos, destaca-se a organização dos recursos de IA em ambiente estruturado por finalidades pedagógicas. Na percepção dos participantes, essa configuração facilitou a associação entre as ferramentas apresentadas e demandas específicas da prática docente. Essa contribuição foi destacada pelo Docente 1, ao afirmar que o PotencIA “conseguiu elencar as funções para cada ferramenta de forma que ficou fácil conseguir decidir o quê e quando usar de acordo com nossas necessidades”. O relato sugere que o valor atribuído ao PotencIA não esteve apenas na disponibilização de ferramentas, mas na curadoria e na indicação de possibilidades de uso relacionadas a objetivos pedagógicos específicos.

Os relatos também apontam para uma possível ampliação do conhecimento dos participantes sobre ferramentas de IA aplicáveis à educação. Essa percepção aparece no relato do Docente 3, ao afirmar que a experiência “possibilitou conhecer outras ferramentas para auxiliar minhas práticas docentes”. Na mesma direção, o Docente 4 relatou que “o Toolkit me ajudou a escolher a melhor ferramenta para facilitar meu trabalho”. Esses dados sugerem que o PotencIA apoiou os participantes na identificação e na seleção de ferramentas consideradas adequadas às suas demandas pedagógicas.

A análise dos artefatos produzidos permitiu identificar indícios de participação ativa dos docentes no uso da IA. Durante a intervenção, os materiais foram elaborados a partir da formulação e reformulação de *prompts* pelos próprios participantes, que testaram comandos, avaliaram respostas e ajustaram os conteúdos gerados conforme seus objetivos educacionais. Esse processo indica que o PotencIA favoreceu uma postura ativa diante da IA, preservando a função docente de curadoria, adaptação e decisão pedagógica.

Além de revelar autonomia no processo de elaboração, os artefatos produzidos demonstram que o uso da IA, mediado pelo PotencIA, ultrapassou a etapa de planejamento e alcançou situações concretas da prática docente. Mais do que apoiar a elaboração de materiais, a plataforma contribuiu para ampliar as possibilidades de mediação pedagógica, especialmente por meio de recursos lúdicos e multimodais. Esse aspecto aparece no relato do Docente 3 referente ao Artefato 4, ao afirmar que “foi uma festa! Eles começaram a bater

palmas, dançar e tentar cantar as partes que mais se repetiam, ficando super animados com a atividade”. O relato indica que o recurso produzido com apoio da IA foi incorporado à prática da participante e percebido por ela como capaz de estimular a participação dos estudantes. Contudo, por se tratar de um registro da própria docente, esse dado não permite avaliar de forma independente seus efeitos sobre o engajamento ou a aprendizagem dos alunos.

Os registros de acompanhamento também apontam para o fortalecimento da confiança docente no uso da IA. Após a intervenção, os participantes afirmaram sentir-se preparados para continuar utilizando esses recursos, o que demonstra maior segurança para explorar a IA em contextos educacionais. Além disso, foram relatadas mudanças significativas ou parciais na forma como os docentes compreendem o uso da IA na educação. Esses dados apontam para uma percepção positiva da experiência e para maior clareza declarada sobre as possibilidades pedagógicas da IA. Considerando a natureza contextual da pesquisa-ação e o caráter predominantemente qualitativo das evidências, os resultados devem ser interpretados no âmbito da intervenção realizada, destacando-se as percepções dos participantes, os usos registrados e os artefatos pedagógicos produzidos.

5.4.2 Limitações e Possibilidades de Aprimoramento

Apesar das contribuições observadas, a intervenção também apresentou limitações relacionadas à adesão dos participantes ao longo da pesquisa-ação. A redução no número de docentes entre o diagnóstico inicial e a conclusão da etapa prática reflete as condições reais do trabalho docente, marcadas por restrições de tempo, demandas profissionais e diferentes níveis de disponibilidade para participação em atividades formativas. Por essa razão, os resultados devem ser interpretados como achados de uma intervenção exploratória, realizada com um grupo reduzido de professores e situada em um contexto específico.

Outro limite identificado refere-se à curva inicial de uso da plataforma. Embora a plataforma organize os recursos por finalidades pedagógicas, o primeiro contato ainda exigiu esforço de familiarização por parte dos docentes. Esse aspecto aparece no relato do Docente 2, ao afirmar que “a minha dificuldade foi entender como utilizá-lo”. Esse aspecto também aparece no relato da Docente 1 de que o PotencIA “poderia ter ferramentas mais simples, para agregar às pessoas menos tecnológicas”. Os registros apontam que a simplicidade de uso e a clareza das orientações são aspectos importantes para ampliar o alcance da proposta,

especialmente em contextos marcados por diferentes níveis de letramento digital e disponibilidade de tempo.

Os registros de acompanhamento trouxeram subsídios para o aperfeiçoamento do PotencIA. Essa necessidade foi apontada pela Docente 1 ao sugerir “complementar a descrição das ferramentas de IA com exemplos aplicáveis em projetos, atividades dinâmicas e elaboração de planejamentos”. A observação mostra que, embora a organização das ferramentas tenha sido considerada útil, os participantes demandaram orientações mais próximas de situações reais de sala de aula. A inclusão de modelos de uso, cenários pedagógicos e percursos mais guiados pode fortalecer o valor formativo do PotencIA, especialmente para docentes com diferentes níveis de familiaridade tecnológica.

De modo geral, os resultados indicam que o Toolkit PotencIA se apresentou viável para apoiar a prática docente ao oferecer uma estrutura voltada à seleção, compreensão e utilização de recursos de IA conforme finalidades pedagógicas específicas. Essa contribuição diferencia o PotencIA de um simples repositório de ferramentas, pois sua organização favoreceu a tomada de decisão docente e a integração mais intencional da IA ao planejamento, à produção de materiais e à mediação pedagógica. Ao mesmo tempo, as limitações identificadas indicam a necessidade de aprimoramentos voltados à simplificação do uso, à ampliação de exemplos aplicados e à criação de percursos mais acessíveis para professores com menor familiaridade tecnológica.

5.5 Considerações Finais

A pesquisa-ação com docentes participantes permitiu analisar a contribuição do Toolkit PotencIA como ambiente de apoio à integração pedagógica da IA na Educação Básica. Os dados discutidos ao longo do capítulo indicam que o PotencIA não atuou apenas como um agregador de ferramentas, mas como uma estrutura de orientação para que os docentes pudessem selecionar recursos, elaborar materiais e relacionar o uso da IA às suas necessidades pedagógicas.

De modo geral, os resultados indicam três contribuições principais: o apoio à organização do uso da IA por finalidades educacionais, a produção de artefatos pedagógicos alinhados à Estratégia de Educação 4.0 e o fortalecimento da autonomia docente na formulação, revisão e adaptação de materiais. Ao mesmo tempo, as limitações observadas, especialmente a redução no número de participantes concluintes e as dificuldades iniciais de

uso, apontam para a necessidade de aprimorar a plataforma por meio de exemplos mais aplicados, percursos guiados e orientações mais acessíveis.

Portanto, o capítulo demonstra que o Toolkit PotencIA apresenta potencial para apoiar a transposição de princípios da Educação 4.0 para práticas pedagógicas mais planejadas, contextualizadas e mediadas por IA. A consolidação do PotencIA, entretanto, demanda novas aplicações em contextos educacionais diversos, com ampliação do número de participantes e estratégias formativas que favoreçam a apropriação gradual do *Toolkit*.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo desenvolver e avaliar, de forma exploratória, uma abordagem para orientar o uso pedagógico da IA, em especial a IAGen, em práticas docentes alinhadas à Educação 4.0 e ao letramento em IA. A proposta foi operacionalizada por meio do Toolkit PotencIA, concebido como instrumento orientador para organização conceitual, mediação crítica e uso eticamente fundamentado da tecnologia em contextos formativos.

Ao longo da investigação, foram delineadas as bases teóricas da abordagem proposta, estruturados os componentes de um modelo conceitual do PotencIA e realizada sua implementação em diferentes contextos educacionais, o que permitiu examinar sua aplicabilidade prática. A realização de uma pesquisa-ação possibilitou transpor o modelo conceitual em experimentação empírica, mantendo relação direta com a questão de pesquisa que orientou este estudo. Este capítulo apresenta uma visão geral do trabalho realizado, discutindo as principais dificuldades enfrentadas, as lições aprendidas ao longo do processo, bem como as contribuições científicas e técnicas alcançadas. Por fim, são abordadas as limitações da pesquisa e as possibilidades de investigações futuras.

6.1 Visão Geral

A presença crescente da IA nos processos educacionais amplia os desafios relacionados à formação docente, especialmente quanto ao seu uso crítico, ético e pedagogicamente orientado. Nesse contexto, este trabalho buscou responder à seguinte questão de pesquisa: como um modelo formativo apoiado pela IAGen pode auxiliar docentes na elaboração e implementação de práticas pedagógicas alinhadas à Educação 4.0?

Para responder a essa questão, foi proposto um modelo formativo fundamentado em referenciais nacionais e internacionais sobre Educação 4.0, letramento em IA e uso responsável da IA na educação. Sua aplicação foi viabilizada pelo Toolkit PotencIA, um ambiente digital que reúne orientações formativas e ferramentas de IA organizadas de acordo com diferentes finalidades pedagógicas, apoiando sua seleção e utilização pelos docentes.

A aplicação do Toolkit PotencIA com docentes da Educação Básica permitiu analisar seu uso em situações relacionadas à prática pedagógica. A intervenção envolveu a exploração dos recursos do ambiente digital, a elaboração de artefatos educacionais e o acompanhamento

formativo dos participantes. Os resultados sugerem que o Toolkit contribuiu para orientar o uso da IAGen em atividades de planejamento, produção de materiais e mediação pedagógica, preservando a atuação docente na seleção, adaptação e validação dos recursos produzidos.

Em resposta à questão de pesquisa, os achados indicam que o modelo formativo pode auxiliar os docentes ao combinar fundamentos conceituais e éticos, organização das ferramentas por finalidades pedagógicas, orientação para seu uso e experimentação em situações relacionadas à prática profissional. No contexto investigado, essa estrutura apoiou a elaboração de artefatos educacionais e a incorporação orientada da IAGen em atividades de planejamento, produção de materiais e mediação pedagógica, mantendo sob responsabilidade dos docentes as decisões de seleção, adaptação e validação dos conteúdos produzidos.

Considera-se, assim, que o objetivo geral foi atendido, uma vez que a pesquisa desenvolveu e analisou um artefato mediador destinado a apoiar o planejamento e o desenvolvimento de práticas pedagógicas com uso da IAGen. Nas seções seguintes, são discutidas as dificuldades e lições aprendidas, as contribuições científicas e técnicas do trabalho, suas limitações e as possibilidades de continuidade da pesquisa.

6.2 Dificuldades e Lições Aprendidas

Ao longo do desenvolvimento e implementação da proposta investigativa, foram identificadas dificuldades relevantes que contribuíram para o refinamento metodológico e conceitual do estudo. Entre as principais dificuldades observadas, destacam-se:

- **Disponibilidade e permanência de docentes na pesquisa-ação:** Embora tenha havido convite a um número ampliado de docentes, uma boa parte indicou indisponibilidade em virtude da sobrecarga de atividades laborais. A redução de participantes exigiu cautela interpretativa e tornou-se necessário estruturar diferentes evidências, como dados diagnósticos, registros e relatos docentes.
- **Familiaridade inicial limitada com a IA:** Os dados indicaram níveis iniciais limitados de conhecimento sobre IA e diferentes graus de familiaridade tecnológica entre os docentes, o que reforçou a necessidade de uma estrutura formativa objetiva, acessível e orientada à prática pedagógica.
- **Tempo reduzido para exploração e apropriação do PotenciA:** A utilização da plataforma ocorreu em contexto real de trabalho docente, marcado por restrições de tempo e demandas profissionais. Esse aspecto evidenciou a necessidade de organizar

os recursos de forma objetiva, acessível e diretamente vinculada às demandas pedagógicas dos professores.

As dificuldades enfrentadas ao longo da intervenção também produziram aprendizados relevantes sobre as condições necessárias à adoção pedagógica da IA. A experiência mostrou que a integração dessas ferramentas à prática docente requer uma estrutura metodológica clara, capaz de orientar o uso da tecnologia, reduzir inseguranças iniciais e aproximar a IA de finalidades educacionais. Observou-se que o desenvolvimento do LIA depende de processos formativos mediados, nos quais os docentes possam experimentar ferramentas, analisar respostas e validar criticamente os materiais produzidos. Assim, as dificuldades identificadas ofereceram subsídios para compreender aspectos centrais à continuidade da proposta, especialmente a disponibilidade docente, a familiaridade prévia com IA e a necessidade de percursos formativos mais guiados.

6.3 Contribuições do Trabalho

O presente estudo apresenta contribuições de natureza científica e técnica para o campo da integração pedagógica da IA na educação. Essas contribuições decorrem da sistematização conceitual realizada, da estruturação da abordagem proposta e de sua aplicação empírica em contexto de prática docente. As subseções seguintes detalham essas contribuições de forma diferenciada, distinguindo os avanços teórico-científicos daqueles relacionados à aplicação prática e instrumental da proposta desenvolvida.

6.3.1 Contribuição Científica

No âmbito científico, a principal contribuição deste estudo reside na proposição e análise exploratória de uma abordagem conceitual voltada a apoiar o planejamento e o desenvolvimento de práticas pedagógicas por meio da IA, em consonância com os princípios da Educação 4.0. A abordagem articula referenciais sobre letramento em IA, competências digitais, habilitadores da transformação digital e desenvolvimento de competências, oferecendo uma estrutura formativa integrada para orientar o uso pedagógico da IA no contexto educacional.

Em diálogo com as lacunas identificadas no mapeamento sistemático da literatura, que apontou a predominância de aplicações de IA voltadas a competências específicas, técnicas pontuais ou contextos delimitados, esta pesquisa propõe uma integração conceitual e

metodológica direcionada à formação docente. Com isso, o estudo contribui para deslocar o foco da adoção instrumental da tecnologia para uma perspectiva formativa, que integra planejamento, mediação, avaliação, critérios éticos e intencionalidade pedagógica. Embora fundamentada em referenciais teóricos consolidados, a abordagem foi analisada por meio de pesquisa-ação em contexto de prática docente, permitindo examinar evidências de aplicabilidade, limites e desafios de implementação.

Os resultados indicaram que a apropriação pedagógica da IA não decorre apenas do acesso às ferramentas, mas requer mediação pedagógica intencional, critérios estruturados de uso e alinhamento a fundamentos curriculares e éticos. Adicionalmente, o estudo contribui para explicitar desafios metodológicos, operacionais e éticos relacionados à integração da IA em processos formativos, oferecendo subsídios para o desenho de futuras pesquisas interventivas e para o aprimoramento de propostas de formação docente voltadas ao uso pedagógico da IA no contexto da Educação 4.0. Dessa forma, a pesquisa amplia o debate sobre o papel da IA na educação ao deslocar o foco da ferramenta para a estrutura formativa que orienta sua integração pedagógica, consolidando uma contribuição científica situada na interseção entre tecnologia, formação docente e Educação 4.0.

6.3.2 Contribuição Técnica

No âmbito técnico, a principal contribuição do trabalho consiste no desenvolvimento e na implementação do Toolkit PotencIA como instrumento de apoio à integração pedagógica da IA. O PotencIA foi concebido para organizar recursos, orientar a seleção de ferramentas e apoiar o uso crítico da tecnologia em práticas docentes, atuando como mediação entre os fundamentos conceituais da Educação 4.0 e sua aplicação em contextos formativos.

A aplicação do PotencIA por meio de uma pesquisa-ação permitiu observar sua utilidade operacional no apoio ao planejamento de aulas, à produção de materiais didáticos, à criação de recursos visuais e à elaboração de roteiros narrativos. Esses usos demonstram que a ferramenta pode subsidiar processos de formação docente voltados à integração pedagógica da IA, especialmente quando associada a mediação pedagógica, exemplos aplicados e percursos de uso acessíveis. Os instrumentos e procedimentos adotados na intervenção também oferecem uma base adaptável para futuras formações em instituições educacionais, considerando as especificidades de cada contexto.

6.4 Limitações e Trabalhos Futuros

Entre as limitações identificadas neste estudo, destaca-se que a capacitação docente ocorreu em cenário delimitado, com amostra reduzida e em instituições específicas. Essa característica limita a generalização dos resultados e recomenda uma interpretação contextualizada das evidências obtidas. Além disso, houve diminuição do número de participantes ao longo das etapas da pesquisa-ação, o que restringiu análises estatísticas mais robustas e reforçou o caráter exploratório da análise realizada.

Outra limitação refere-se à natureza dos dados coletados, baseados majoritariamente na percepção dos participantes, ainda que complementados por momentos síncronos de *feedback*, registros de uso e análise qualitativa dos artefatos elaborados. Não houve aplicação de instrumento externo padronizado para mensuração objetiva do LIA ou das competências docentes desenvolvidas. Também foi identificada uma curva inicial de apropriação do PotencIA, indicando que seu uso pode demandar orientações adicionais, exemplos práticos e percursos mais guiados para docentes com menor familiaridade e letramento tecnológico. Embora a aplicação do PotencIA tenha apresentado evidências de viabilidade operacional no contexto investigado, não foi realizada uma aplicação ampliada e comparativa em instituições com perfis socioeconômicos, culturais e estruturais distintos. Além disso, as constantes atualizações das ferramentas de IA podem demandar revisões periódicas do Toolkit PotencIA e dos instrumentos formativos associados, impondo a necessidade de atualização contínua da proposta.

Entre as possibilidades de trabalhos futuros, destacam-se a ampliação da aplicação da abordagem proposta em diferentes níveis e contextos de ensino, especialmente na Educação Básica, na formação continuada docente e em cursos de licenciatura; a realização de estudos com amostras ampliadas e delineamentos comparativos, incorporando métodos quase-experimentais ou mistos; e o desenvolvimento de instrumentos padronizados para avaliação do letramento em IA, capazes de complementar medidas de autorrelato com métricas externas de desempenho.

Também se recomenda a realização de investigações longitudinais de médio e longo prazo, visando compreender a permanência e a transferência das competências desenvolvidas, bem como o aprimoramento do Toolkit PotencIA por meio de versões adaptativas, integração com ambientes virtuais de aprendizagem e incorporação de recursos de acompanhamento

formativo. Por fim, estudos comparativos entre abordagens tradicionais e propostas estruturadas de integração da IA podem contribuir para analisar diferenças no desenvolvimento de competências, na organização pedagógica e na apropriação crítica da IA pelos docentes.

7 REFERÊNCIAS

ALGHAMDI, Eman et al. **Leveraging prompt-based LLMs for automated scoring and feedback generation in higher education.** Computers & Education, p. 105511, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2025.105511>. Acesso em: 28 fev. 2026.

ALVES, Cristovam da Silva; CUNHA, Virginia Mara Próspero da (Orgs.). **Políticas Públicas Educacionais no Contexto da Formação Docente: Tendências, Evidências e Possibilidades.** Taubaté-SP: edUNITAU, 2023. Disponível em: <https://mpe.unitau.br/wp-content/uploads/repositorio/livros/POLITICAS-PUBLICAS-EDUCACIONAIS-NO-CONTEXTO-DA-FORMACAO-DOCENTE-TENDENCIAS-EVIDENCIA-S-E-POSSIBILIDADES.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2026.

ANDRADE, Ezequias Felix de. **Tecnologias digitais e ensino.** Artefactum - revista de estudos interdisciplinares, [S. l.], v. 10, n. 1, 2015. Disponível em: <https://www.artefactumjournal.com/index.php/artefactum/article/view/667>. Acesso em: 28 fev. 2026.

BRASIL. **Referencial para desenvolvimento e uso responsáveis de inteligência artificial na educação.** Brasília, DF: Ministério da Educação, 2026. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/media/segape/referencial-oficial-pt.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2026.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC). **Plano Brasileiro de Inteligência Artificial (PBIA) 2024–2028.** Brasília: LNCC, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/lbcc/pt-br/assuntos/noticias/ultimas-noticias-1/plano-brasileiro-de-inteligencia-artificial-pbia-2024-2028>. Acesso em: 28 fev. 2026.

BRASIL. Lei nº 14.533, de 11 de janeiro de 2023. Institui a Política Nacional de Educação Digital (PNED). **Diário Oficial da União:** seção 1, Brasília, DF, ano LX, n. 9, p. 1, 12 jan. 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/L14533.htm. Acesso em: 2 mar. 2024.

BRASIL. Decreto nº 10.332, de 28 de abril de 2020. Institui a Estratégia de Governo Digital para o período de 2020 a 2022, no âmbito dos órgãos e das entidades da administração pública federal direta, autárquica e fundacional. **Diário Oficial da União:** seção 1, Brasília, DF, 29 abr. 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10332.htm. Acesso em: 4 jun. 2026.

BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Dispõe sobre a proteção de dados pessoais e altera a Lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014 (Marco Civil da Internet). **Diário Oficial da União:** seção 1, Brasília, DF, 15 ago. 2018. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/113709.htm. Acesso em: 4 jun. 2026.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/escola-em-tempo-integral/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal.pdf. Acesso em: 12 jan. 2026.

BRASIL. **Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014.** Aprova o Plano Nacional de Educação – PNE e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 26 jun. 2014. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm. Acesso em: 27 fev. 2026.

CARVALHO, Florian et al. **Deep learning for the detection of acquired and non-acquired skills in students' algorithmic assessments.** Journal of Education and e-Learning Research, v. 10, n. 2, p. 111-118, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.20448/jeelr.v10i2.4449>. Acesso em: 05 fev. 2025.

CHUANG, Ping-Lin; YAN, Xun. **Language assessment in the era of generative artificial intelligence: Opportunities, challenges, and future directions.** System, p. 103846, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.system.2025.103846>. Acesso em: 05 fev. 2025.

COSTA JÚNIOR, João Fernando et al. **O futuro da aprendizagem com a inteligência artificial aplicada à Educação 4.0.** Revista Educação, Humanidades e Ciências Sociais, v. 7, n. 14, p. 1-26, jul./dez. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.55470/rechso.00094>. Acesso em: 3 fev. 2025.

DAHER, Roula. **Integrating AI literacy into teacher education: a critical perspective paper.** Discover Artificial Intelligence, v. 5, n. 1, p. 217, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s44163-025-00475-7>. Acesso em: 05 fev. 2025.

DQ INSTITUTE. **DQ Global Standards Report 2019. Common Framework for Digital Literacy, Skills and Readiness.** 2019. Disponível em: <https://www.dqinstitute.org/wp-content/uploads/2019/11/DQGlobalStandardsReport2019.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2025.

DZIUBANIUK, O.; NYHOLM, M. **Learning and teaching sustainable business in the digital era: a connectivism theory approach.** International Journal of Educational Technology in Higher Education, v. 20, art. 20, 2023. DOI: 10.1186/s41239-023-00390-w. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00390-w>. Acesso em: 14 jul. 2026.

FERREIRA, Willams Pinto; SOUZA, Ricardo André Cavalcante. **Mapeamento sistemático sobre o uso de Inteligência Artificial na avaliação de competências educacionais: desafios e oportunidades para a IA generativa.** Cadernos Cajuína, v. 11, n. 2, p. e1867-e1867, 2026. Disponível em: <https://doi.org/10.52641/cadcajv11i2.1867>. Acesso em: 09 abr. 2026.

FIARINA, Radha; SULISWORO, Dwi. **Exploring the usage of ChatGPT in higher education: Frequency and impact on productivity.** Buletin Edukasi Indonesia, v. 2, n. 01, p. 39-46, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.56741/bei.v2i01.310>. Acesso em: 5 fev. 2025.

FÜHR, Regina Candida; HAUBENTHAL, Wagner Roberto. **Educação 4.0 e seus impactos no século XXI.** Educação no Século XXI-Volume, v. 36, p. 61, 2018. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2018/TRABALHO_EV117_MD4_SA19_ID5295_31082018230201.pdf. Acesso em: 31 jan. 2026.

GIL, Antonio Carlos et al. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 2002. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/150/o/Anexo_C1_como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf. Acesso em: 04 dez. 2025.

GOMES, Gilvaneide Francisca; OLIVEIRA, Katyeudo Karlos Sousa; DE SOUZA, Ricardo André Cavalcante. **Education 4.0 to foster digital citizenship**. Cadernos da FUCAMP, v. 42, 2025. Disponível em: <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/article/view/3833>. Acesso em: 16 abr. 2026.

INEP. **Divulgados os resultados do Pisa 2022**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/acoes-internacionais/divulgados-os-resultados-do-pisa-2022>. Acesso em: 16 fev. 2025.

JAHNKE, Jefferson Fellipe et al. **Gestão Escolar e Inovação no Contexto da Educação 4.0: o Papel das Tecnologias na Melhoria dos Processos Educativos**. Revista de Gestão e Secretariado, v. 16, n. 10, p. e5330-e5330, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.7769/gesec.v16i10.5330>. Acesso em: 31 jan. 2026.

KITCHENHAM, B. CHARTERS, S. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering**. Technical report, ver. 2.3 ebse technical report. ebse, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Barbara-Kitchenham/publication/302924724_Guidelines_for_performing_Systematic_Literature_Reviews_in_Software_Engineering/links/61712932766c4a211c03a6f7/Guidelines-for-performing-Systematic-Literature-Reviews-in-Software-Engineering.pdf. Acesso em: 16 fev. 2025.

LAMATTINA, Alexandre de Araújo. **Educação 4.0: transformando o ensino na era digital: o impacto das metodologias ativas e inteligência artificial na prática docente**. Formiga, MG: Editora Union, 2023. E-book. DOI: 10.5281/zenodo.8199900. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5281/ZENODO.8199900>. Acesso em: 14 jul. 2026.

LI, Albert W. **Using Peerceptiv to support AI-based online writing assessment across the disciplines**. Assessing Writing, v. 57, p. 100746, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.asw.2023.100746>. Acesso em: 5 fev. 2025.

LOIOLA, Alba; SANTOS SACHETE, Andreia; SALCEDO GOMES, Raquel; GRANDI, Roges Horacio. **IA generativa em competências discursivas na educação básica**. Revista Eletrônica de Educação, [S. l.], v. 18, n. 1, p. e6680122, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.14244/reveduc.v18i1.6680>. Acesso em: 3 fev. 2025.

LOURES, Débora Alves Morra et al. **Competências digitais para professores: preparando educadores para o século xxi**. LUMEN ET VIRTUS, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.56238/levv15n43-025>. Acesso em: 14 jan. 2026.

LINDGREEN, Adam et al. **Developing conceptual frameworks for business-to-business marketing**. In: How to Fast-Track Your Academic Career. Edward Elgar Publishing, 2021. p. 204-224. Disponível em: <https://doi.org/10.4337/9781035323920.00012>. Acesso em: 3 fev. 2025.

MIKESKA, Jamie N. et al. **Generative AI Teaching Simulations as Formative Assessment Tools within Preservice Teacher Preparation**. In: Proceedings of the Artificial Intelligence in Measurement and Education Conference (AIME-Con): Full Papers. 2025. p. 212-220. Disponível em: <https://aclanthology.org/2025.aimecon-main.23/>. Acesso em: 3 fev. 2025.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. In: Pesquisa social: teoria, método e criatividade. 1994. Disponível em: <https://bibliocetas.fct.unesp.br/Arquivos%20P%C3%BAblicos/Pesquisa%20Qualitativa%20/>

[Pesquisa%20Social%20-%20Teoria%2C%20M%C3%A9todo%20e%20Criatividade%20-%20Ominayo.pdf](#). Acesso em: 04 dez. 2025.

OLIVEIRA, Maria Marly de. **Como fazer pesquisa qualitativa**. 2013. Disponível em: <https://pt.scribd.com/doc/106256261/Livro-Pesquisa-Qualitativa-Cap-1-e-2-Maria-Marly-de-Oliveira-25mb>. Acesso em: 04 dez. 2025.

OLIVEIRA, Katyeudo Karlos de Sousa; SOUZA, Ricardo André Cavalcante. **Habilitadores da transformação digital em direção à Educação 4.0**. Renote, v. 18, n. 1, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.106012>. Acesso em: 9 mar. 2025.

OLIVEIRA, K. K. da S.; SOUZA, R. A. de. **Digital transformation towards education 4.0**. Informatics in Education, [s. l.], v. 21, n. 2, p. 283-309, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.15388/infedu.2022.13>. Acesso em: 9 mar. 2025.

OECD. **PISA 2022 Results (Volume III): Creative Minds, Creative Schools**, OECD Publishing, Paris, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/765ee8c2-en>. Acesso em: 28 mai. 2026.

OECD. **OECD Learning Compass 2030: A Series of Concept Notes**. Paris: OECD Publishing, 2019. Disponível em: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/about/projects/edu/education-2040/1-1-learning-compass/OECD_Learning_Compass_2030_Concept_Note_Series.pdf. Acesso em: 03 fev. 2025.

PERRENOUD, Philippe; THURLER, Monica Gather. **As competências para ensinar no século XXI: a formação dos professores e o desafio da avaliação**. Artmed Editora, 2009. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=t_nZpaOwj1YC&oi=fnd&pg=PA11&dq=A+forma%C3%A7%C3%A3o+dos+professores+no+s%C3%A9culo+XXI.+As+compet%C3%A2ncias+para+ensinar+no+s%C3%A9culo+XXI:+a+forma%C3%A7%C3%A3o+dos+professores+e+o+desafio+da+avalia%C3%A7%C3%A3o&ots=VtWZm5o5B1&sig=IQCGbrlwxDwla_N2TA2I8HPyfu4. Acesso em: 9 mar. 2025.

PETERSEN, Kai; VAKKALANKA, Sairam; KUZNIARZ, Ludwik. **Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update**. Information and software technology, v. 64, p. 1-18, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2015.03.007>. Acesso em: 16 fev. 2025.

PIRES, Luiz Fernando Rodrigues. **Pode a base nacional comum curricular contribuir para a educação para a cidadania?**. Educação em Revista, v. 41, 2025. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/edrevista/article/view/56416>. Acesso em: 12 jan. 2026.

ROCHA, Moísa Aparecida Silva; HORNINK, Gabriel Gerber. Aplicação de competências da BNCC na construção de narrativas digitais. Anais CIET: Horizonte, 2020. Disponível em: <https://ciet.ufscar.br/submissao/index.php/ciet/article/view/484>. Acesso em: 3 fev. 2025.

SANTOS, Mayke Franklin da Cruz et al. **Inteligência artificial na formação docente: desafios, possibilidades e capacitação para a educação básica**. 2024. Disponível em: https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/4902/1/Dissertacao_Mayke%20Franklin%20da%20Cruz%20Santos.pdf. Acesso em: 08 fev. 2026.

SCHWAB, Klaus. **A quarta revolução industrial**. Edipro, 2019. Disponível em: <https://books.google.com/books?hl=pt-BR>. Acesso em: 5 fev. 2025.

SILVA, Priscylla; COSTA, Evandro. **Assessing large language models for automated feedback generation in learning programming problem solving**. arXiv preprint arXiv:2503.14630, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2503.14630>. Acesso em: 3 fev. 2025.

SILVA, Maria Rita Vieira; SOUZA, Ricardo André Cavalcante de. **A Educação 4.0 voltada às competências empreendedoras**. Cadernos Cajuína, [S. l.], v. 10, n. 2, p. e979, 2025. DOI: 10.52641/cadcajv10i2.979. Disponível em: <https://doi.org/10.52641/cadcajv10i2.979>. Acesso em: 3 mai. 2026.

SILVA, Vania Ferreira da. **Comportamento informacional: ações, emoções e atos na busca da informação de discentes do ensino de ciências da UFRPE**. 2019. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/203822/001107644.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 28 fev. 2024.

SHEN, Xiaolei; TENG, Mark Feng. **Three-wave cross-lagged model on the correlations between critical thinking skills, self-directed learning competency and AI-assisted writing**. Thinking Skills and Creativity, v. 52, p. 101524, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101524>. Acesso em: 5 fev. 2025.

SOUZA, Alex Sander Clemente; DEBS, Luciana. **Concepts, innovative technologies, learning approaches and trend topics in education 4.0: A scoping literature review**. Social Sciences & Humanities Open, v. 9, p. 100902, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.100902>. Acesso em: 20 fev. 2026.

TODOS PELA EDUCAÇÃO. **Nota técnica: Ensino a distância na educação básica frente à pandemia da COVID-19**. São Paulo: Todos Pela Educação, 2020. Disponível em: https://www.todospelaeducacao.org.br/_uploads/_posts/425.pdf. Acesso em: 8 fev. 2025.

TRIPP, David. **Pesquisa-ação: uma introdução metodológica**. Educação e Pesquisa, [S. l.], v. 31, n. 3, p. 443–466, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1517-97022005000300009>. Acesso em: 15 jul. 2026.

TRUJILLO SÁEZ, Fernando et al. **Aprender e educar na era digital: marcos de referência**. Madri: Fundação ProFuturo, 2020. Disponível em: <https://profuturo.education/wp-content/uploads/2021/02/profuturo-marcos-de-referencia-pt.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2025.

UNESCO. **Marco referencial de competências em IA para professores**. 15. ed. Paris: UNESCO, 2025. ISBN 978-92-3-100707-1. Disponível em: <https://doi.org/10.54675/ZJTE2084>. Acesso em: 28 fev. 2026.

UNESCO. **Guia para a IA generativa na educação e na pesquisa**. UNESCO, 2024. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000390241>. Acesso em: 9 mar. 2025.

UNESCO; UNICEF; World Bank. **The State of the Global Education Crisis: A Path to Recovery**. Paris: UNESCO; Nova York: UNICEF; Washington, DC: World Bank, 2021. Disponível em: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/416991638768297704/pdf/The-State-of-the-Gl>

[obal-Education-Crisis-A-Path-to-Recovery.pdf?utm_source=chatgpt.com](#). Acesso em: 8 fev. 2025.

VAN DER LINDE, Guillermo; RODRIGUEZ-MONTOYA, Cristobal; GARRIDO, Luis Eduardo. **Landscape of AI literacy in education: approaches, impacts, and challenges for student preparedness—a narrative review**. Discover Education, v. 4, n. 1, p. 561, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00924-6>. Acesso em: 12 abr. 2026.

VIEIRA, Letícia. **Atualização da Matriz de Descritores e Ferramenta de Autoavaliação de Competências Digitais de Professores**. São Paulo: CIEB, 2025. Disponível em: <https://cieb.net.br/wp-content/uploads/2025/09/CIEB-Notas-Tecnicas-27-Atualizacao-da-Matriz-de-Descritores-e-Ferramenta-de-Autoavaliacao-de-Competencias-Digitais-de-Professores.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2026.

WORLD ECONOMIC FORUM. **Schools of the Future: Defining New Models of Education for the Fourth Industrial Revolution**. 2020. Disponível em: <https://www.weforum.org/reports/schools-of-the-future-defining-new-models-of-education-for-the-fourth-industrial-revolution>. Acesso em: 5 fev. 2025.

WORLD ECONOMIC FORUM. **The Future of Jobs Report 2023**. 2023. Disponível em: <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2023/>. Acesso em: 5 fev. 2025.

WORLD ECONOMIC FORUM. **Shaping the future of learning: The role of ai in education 4.0**. 2024. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Shaping_the_Future_of_Learning_2024.pdf. Acesso em: 05 fev. 2025.

APÊNDICE A

Ferramenta	Categoria Principal	Aplicabilidade Educacional	Aderência ao Framework de Competências em IA	Decisão
ChatGPT	Geração textual	Alta	Alta	Selecionada
Gemini	Geração textual	Alta	Alta	Selecionada
Gamma.app	Apresentações	Alta	Alta	Selecionada
Canva com IA	Design educacional	Alta	Média	Selecionada
Murf.ai	Áudio/Narração	Média	Média	Selecionada
Khanmigo (beta)	Tutor educacional	Alta	Alta	Selecionada
Adobe Firefly	Geração de imagens	Alta	Média	Selecionada
Leonardo.ai	Geração de imagens	Média	Média	Selecionada
Bing Image Creator	Geração de imagens	Média	Média	Selecionada
Animated Drawings	Animação educacional	Média	Média	Selecionada
AutoDraw	Desenho assistido	Média	Média	Selecionada
ImageFX by Google	Geração de imagens	Alta	Média	Selecionada
ChatPDF	Análise de documentos	Alta	Alta	Selecionada
Invideo AI	Produção de vídeo	Média	Média	Selecionada
Ideamap AI	Organização de ideias	Alta	Alta	Selecionada
LanguageTool	Revisão textual	Média	Média	Selecionada
Max AI	Assistente geral	Média	Média	Selecionada
Phind	Pesquisa	Média	Média	Selecionada
Liner AI	Curadoria e resumo	Média	Média	Selecionada
Vidnoz AI	Vídeo com avatar	Média	Média	Selecionada

QuillBot	Reescrita textual	Média	Média	Selecionada
SlidesAI	Apresentações	Alta	Média	Selecionada
MagicSchool AI	Ferramenta docente	Alta	Alta	Selecionada
AI Song Generator	Música generativa	Média	Média	Selecionada
Suno AI	Música generativa	Média	Média	Selecionada
Claude (Anthropic)	Geração textual	Alta	Alta	Não selecionada
Copilot (Microsoft)	Assistente integrado	Alta	Média	Não selecionada
Perplexity AI	Busca com IA	Média	Média	Não selecionada
Runway ML	Produção audiovisual avançada	Média	Baixa	Não selecionada
Synthesia	Vídeo com avatar	Média	Média	Não selecionada
Tome.app	Apresentações com IA	Baixa	Baixa	Não selecionada
DeepL Write	Revisão textual	Média	Baixa	Não selecionada
Elicit	Pesquisa	Média	Média	Não selecionada