

Ensino de Inteligência Artificial para Professores da Educação Básica: Uma Revisão Sistemática da Literatura

Jorge E. C. Walder¹, Anderson C. de Lima¹,
Amaury A. de C. Junior¹, Valéria Quadros dos Reis^{1,2}

¹Faculdade de Computação – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)
Av. Costa e Silva, s/nº – Bairro Universitário – 79070-900 – Campo Grande – MS

²Instituto de Sistemas de Informação, Leuphana Universität Lüneburg
Lüneburg – Alemanha

{jorge.walder, anderson.lima, amaury.junior, valeria.reis}@ufms.br

Abstract. *Artificial Intelligence (AI) has impacted various sectors of society, driving significant changes. In the educational field, one of the main challenges is training elementary and secondary school teachers in AI. However, there is a lack of studies that consolidate approaches, methodologies, and challenges of teacher qualification initiatives. To address this gap, a Systematic Literature Review was conducted, selecting 38 studies. The results indicate that all initiatives take place outside Latin America and that there is no established framework for AI literacy in teacher education. Thus, this study serves as a reference for future research on integrating AI into basic education in Brazil.*

Resumo. *A Inteligência Artificial (IA) tem impactado diversos setores da sociedade, promovendo mudanças significativas. No campo educacional, um dos principais desafios é a capacitação de professores da Educação Básica em IA. No entanto, há uma escassez de estudos que consolidem abordagens, metodologias e desafios das iniciativas de qualificação docente. Para enfrentar essa lacuna, foi conduzida uma Revisão Sistemática da Literatura, selecionando 38 estudos. Os resultados indicam que todas as iniciativas ocorrem fora da América Latina e que não há um referencial consolidado para a alfabetização em IA na formação docente. Assim, este estudo contribui como referência para pesquisas futuras sobre a integração da IA na Educação Básica brasileira.*

1. Introdução

A Inteligência Artificial (IA) pode ser descrita como a capacidade de um sistema computacional emular competências típicas da cognição humana [Russell and Norvig 2010]. Desde sua origem, em meados do século XX, a pesquisa na área de IA tem evoluído continuamente, tornando-se cada vez mais presente no cotidiano das pessoas, por meio de, por exemplo, mecanismos de busca na web, sistemas de recomendação e assistentes virtuais, e também de empresas. De acordo com um relatório estatístico da União Europeia, em 2024, 11,21% das pequenas empresas, 20,97% das médias empresas e 41,17% das grandes empresas do continente utilizavam IA [Eurostat 2025]. Essa tecnologia tem sido amplamente empregada em diversos setores econômicos, auxiliando atividades como mineração de texto, processamento de linguagem e imagens, reconhecimento de voz e suporte à tomada de decisão. Embora os impactos positivos da IA

na sociedade sejam evidentes, críticas também são levantadas, sobretudo em relação a vieses discriminatórios, privacidade de dados e transformações no mercado de trabalho [Ferrara 2024, Saura et al. 2022, Zarifhonarvar 2024].

Considerando a rápida ascensão e a disseminação da IA, é compreensível que grande parte da população desconheça seu funcionamento. Segundo uma pesquisa conduzida pela Ipsos em parceria com o Google, o Brasil superou a média global no uso de IA, com 54% da população relatando ter utilizado inteligência artificial gerativa [Carmichael 2024]. No entanto, apesar de 67% dos entrevistados afirmarem possuir um bom entendimento sobre IA, apenas 52% souberam identificar quais produtos e serviços efetivamente utilizam essa tecnologia.

A falta de conhecimento sobre o funcionamento da IA pode aumentar a vulnerabilidade da população a fenômenos como discriminação algorítmica, *fake news*, *deepfakes* e bolhas informacionais geradas por algoritmos de recomendação. Plataformas digitais empregam IA para personalizar conteúdos, frequentemente reforçando crenças preexistentes e limitando a diversidade de perspectivas. Além disso, a confiança irrestrita nas decisões automatizadas pode comprometer a capacidade crítica dos indivíduos, levando à aceitação passiva de erros cometidos por esses sistemas. Ademais, muitos usuários compartilham dados pessoais sem compreender como são coletados, processados e utilizados pelas inteligências artificiais.

Diante desse cenário, torna-se essencial fomentar o diálogo sobre IA, garantindo que a população possua conhecimento básico sobre a influência dos algoritmos em suas vidas. No Brasil, a Base Nacional Comum Curricular - Computação (BNCC) enfatiza o desenvolvimento da habilidade “(*EM13CO10*) *Conhecer os fundamentos da Inteligência Artificial, comparando-a com a inteligência humana, analisando suas potencialidades, riscos e limites*” [Ministério da Educação (MEC) 2022]. Adicionalmente, a Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial destaca a importância do uso qualificado da IA na sociedade, enfatizando a necessidade de capacitação tanto de estudantes quanto de professores para o uso consciente dessa tecnologia [Ministério da Ciência 2021]. No entanto, há escassez de iniciativas documentadas que abordem a formação docente nessa área, tornando imperativa a compilação de trabalhos da literatura a fim de compreender as atitudes e percepções dos professores quanto ao tema IA e também conhecer as práticas de ensino adotadas e os resultados obtidos anteriormente.

Diante desse contexto, o presente estudo tem como objetivo investigar e analisar as diferentes abordagens, metodologias, desafios e resultados das iniciativas de capacitação de professores da Educação Básica em alfabetização em IA. Para alcançar esse propósito, foi conduzida uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) com o intuito de responder às seguintes questões de pesquisa: **Q1:** Quais métodos são utilizados para qualificar os professores da Educação Básica na área de IA? **Q2:** Quais conteúdos de IA são abordados nos estudos sobre alfabetização em IA para professores da Educação Básica? **Q3:** Quais os principais desafios mencionados nos estudos sobre a formação de professores em IA? **Q4:** Quais métodos são utilizados para avaliar os estudos sobre a capacitação de professores em IA na Educação Básica? **Q5:** Qual é a opinião dos professores sobre as capacitações em IA das quais participam? **Q6:** Em quais fases da Educação Básica os estudos sobre alfabetização em IA são abordados?

Até onde se tem conhecimento, não há estudos no Brasil que realizem uma revisão sobre a capacitação docente em IA na Educação Básica. Como contribuição, este estudo busca ampliar a discussão sobre o uso da Inteligência Artificial, destacando questões que precisam ser abordadas na formação educacional nacional.

2. Trabalhos relacionados

O estudo de [Sperling et al. 2024] é uma revisão de escopo sobre alfabetização em IA na formação de professores. Ele revela lacunas, como a falta de uma definição clara sobre o que os professores precisam saber para se tornarem alfabetizados em IA, o ensino de IA foca mais no aspecto técnico do que nas práticas pedagógicas, e a escassez de estudos empíricos sobre a aplicação da IA em sala de aula. O trabalho ainda oferece um panorama crítico da pesquisa existente, destacando a importância do envolvimento de educadores na alfabetização em IA e incentivando novas investigações sobre sua aplicação pedagógica.

O artigo de [Salas-Pilco et al. 2022] apresenta uma revisão sistemática sobre o uso de IA e Análise de Aprendizagem na formação de professores, tanto em formação quanto em exercício. O estudo analisou 30 artigos e destacou a ênfase em investigações sobre comportamentos, percepções e competências digitais dos docentes, além do uso frequente de algoritmos de aprendizado de máquina e de ferramentas de visualização para monitoramento de dados educacionais. Como lacunas, os autores apontam a escassa atenção às questões éticas e à necessidade de preparar melhor os professores para o uso crítico dessas tecnologias na prática educacional.

Por sua vez, o estudo de [Casal-Otero et al. 2023] apresenta uma revisão sistemática sobre a alfabetização em IA na Educação Básica, analisando 179 estudos. O trabalho identificou duas abordagens principais: experiências de aprendizagem, focadas no ensino de conceitos e aplicações de IA, e perspectivas teóricas, voltadas para diretrizes curriculares e formação docente. O texto revela que poucos estudos avaliaram se os alunos realmente compreendem os conceitos de IA após a experiência de aprendizagem. Os autores ressaltam a necessidade de um currículo estruturado, interdisciplinar e adaptável, com a participação ativa dos professores na co-criação das diretrizes educacionais.

Assim como os estudos relacionados, esta pesquisa também aborda a alfabetização em Inteligência Artificial na Educação Básica. No entanto, até onde temos conhecimento, trata-se da primeira iniciativa a oferecer uma visão abrangente das principais abordagens de ensino de IA, das metodologias utilizadas e dos desafios envolvidos na formação de professores. O objetivo é compreender de que forma os docentes estão sendo preparados para ensinar e lidar de maneira crítica com a IA.

3. Metodologia

As diretrizes PRISMA orientaram as etapas da RSL, incluindo a formulação das questões de pesquisa, definição dos critérios de inclusão e exclusão, estratégia de busca, seleção dos estudos, extração de dados e síntese dos resultados [Page et al. 2021]. O processo de filtragem e seleção dos estudos foi realizado por dois dos autores, com o objetivo de reduzir o viés de classificação.

3.1. Critérios de Inclusão e Exclusão

Foram definidos critérios de inclusão (**CI**) e exclusão (**CE**), assegurando uma seleção criteriosa de estudos para responder às questões de pesquisa. Quanto ao critério de inclusão

tem-se apenas um, **CI₁**, que contempla estudos que abordam a capacitação de professores para o ensino de IA na Educação Básica. Já os **CE** são os seguintes: **CE₁**, estudos publicados antes do ano 2019; **CE₂**, estudos duplicados; **CE₃**, estudos em idiomas que não sejam Português ou Inglês; **CE₄**, estudos que abordam capacitação em IA na Educação Básica, mas sem foco nos professores; **CE₅**, estudos que abordam alfabetização em IA, mas não na Educação Básica; **CE₆**, estudos que não tenham relação com alfabetização em IA; **CE₇**, estudos secundários; **CE₈**, livros, capítulos de livros, pôsteres ou resumos; e **CE₉**, *short papers* (artigos curtos com até quatro páginas).

3.2. Fases de busca

O processo de busca foi conduzido nos dias 26 e 27 de agosto de 2024, utilizando sete bibliotecas digitais conhecidas nas áreas de computação e educação. As bibliotecas digitais consultadas foram: *ACM Digital Library*, *IEEE Xplore*, *ISI Web of Science*, *EI Compendex*, *ScienceDirect*, *Scopus* e *Sol-SBC*.

3.3. String de busca

Para a *string* de busca, foram utilizadas algumas palavras-chave como “alfabetização em IA”, além do termo “educação em IA” para abranger um maior número de estudos. Também foram usados os termos “educação”, “qualificação” e “formação”, em conjunto com a palavra “professor”. Por fim, para ampliar o contexto, foram incluídas as palavras “escola”, “sala de aula”, “currículo”, “programa educacional” e “educação básica”. A seguir, a *string* de busca é apresentada em português e em inglês:

```
(``alfabetização em IA'' OR ``alfabetização em inteligência artificial'' OR ``educação em IA'' OR ``educação em inteligência artificial'') AND (``educação de professores'' OR ``qualificação de professores'' OR ``formação de professores'') AND (escola OR ``sala de aula'' OR currículo OR ``programa educacional'' OR ``educação básica'')  
(``AI literacy'' OR ``artificial intelligence literacy'' OR ``AI education'' OR ``artificial intelligence education'') AND (``teacher education'' OR ``teacher qualification'' OR ``teacher training'') AND (school OR classroom OR curriculum OR ``educational program'' OR ``K12'')
```

Tanto a *string* de busca em inglês quanto a em português foram utilizadas em todas as bibliotecas digitais, porém, apenas a versão em inglês retornou resultados, enquanto a *string* em português não retornou nenhum estudo.

3.4. Seleção e coleta de dados

Aplicando as *strings* de busca nas sete bases de dados, foram retornadas 866 publicações. Destas, 69 foram removidas por se tratarem de publicações duplicadas. Em seguida, os títulos e resumos dos 797 estudos restantes foram analisados com base nos critérios de inclusão e exclusão, resultando na exclusão de 757 publicações. Dessa forma, 40 estudos foram inicialmente selecionados por atenderem aos critérios de inclusão. No entanto, após a leitura completa, dois desses estudos foram excluídos, resultando em um total final de 38 estudos selecionados. A Figura 1 apresenta o fluxo do processo de seleção de estudos, elaborado conforme o modelo [Page et al. 2021].

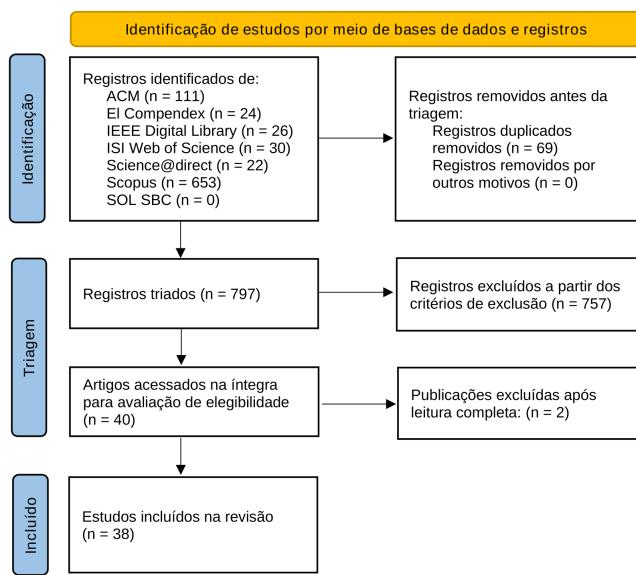


Figura 1. Diagrama de fluxo PRISMA 2020

4. Resultados

Na Tabela 1 são apresentados os estudos selecionados para esta RSL com seus respectivos autores, além do foco de cada trabalho, sua duração, o número de participantes (professores) e a região onde foram conduzidos. As linhas marcadas com **NI** indicam que essas informações não foram identificadas na leitura do artigo.

Tabela 1: Artigos selecionados na RSL

ID	Autor e Ano	Participantes	Região	Foco	Duração
A ₀₁	[Younis 2024]	37	Palestina	Avalia eficácia de um programa de formação de professores em alfabetização em IA.	24h em 3 sessões
A ₀₂	[Lin and Van Brummelen 2021]	15	EUA	Co-desenvolve currículo integrado de IA para o ensino fundamental e médio com professores.	2 dias
A ₀₃	[Vazhayil et al. 2019]	34	Índia	Implementa currículo de IA em escolas por meio de formação de professores.	2 dias
A ₀₄	[Jayasuriya et al. 2024]	43	EUA	Forma professores para integrar computação visual e aprendizado de máquina à educação básica.	2 a 4 semanas
A ₀₅	[Cheng and Wang 2023]	204	Hong Kong	Examina o impacto da liderança digital na mitigação de barreiras à IA na Educação.	NI
A ₀₆	[Wang et al. 2023]	3164	China	Conceitua prontidão para IA em quatro componentes (cognição, habilidade, visão, ética) e analisa suas inter-relações.	NI
A ₀₇	[Chiu and Chai 2020]	24	Hong Kong	Analisa como professores com e sem experiência em IA percebem a criação e o aprimoramento de um currículo de IA na educação básica.	NI
A ₀₈	[Hsu et al. 2023]	28	Taiwan	Avalia ansiedade e autoeficácia na aprendizagem de IA em professores em serviço.	180 minutos
A ₀₉	[Xie et al. 2023b]	1114	China	Desenvolve e aplica o modelo MOOC+TAIP para aprimorar alfabetização em IA de professores de educação infantil.	1 semestre
A ₁₀	[Velander et al. 2023a]	NI	Suécia, Reino Unido e Portugal	Reflete sobre métodos para investigar compreensão, atitudes e emoções de professores quanto à IA, destacando desafios e limitações.	NI
A ₁₁	[Cu and Fujimoto 2023]	NI	Japão	Desenvolve aplicativo para auxiliar professores da educação básica na personalização do ensino de IA, alinhado a padrões e uso de produtos reais.	NI
A ₁₂	[Wei et al. 2020]	NI	China	Enfatiza mudanças na ecologia educacional e reconstrução curricular na era da IA, propondo estratégias para professores de TI.	NI
A ₁₃	[Xie et al. 2023a]	116	China	Examina motivações de futuros professores para criar currículo de formação docente frente aos desafios da IA.	NI
A ₁₄	[Ayanwale et al. 2024a]	35	Gana	Investiga envolvimento de professores em formação na aprendizagem de IA, analisando percepções sobre o ensino de IA.	4 semanas, 2h30 cada
A ₁₅	[Kim 2024]	39	Coreia do Sul	Desenvolve e aplica programa educacional baseado em TPACK para aprimorar expertise docente na educação convergente de IA.	30h / 15 semanas
A ₁₆	[Yue et al. 2024]	1664	China	Avalia a prontidão e atitudes de professores sobre educação em IA com base no modelo TPACK.	NI
A ₁₇	[Ayanwale et al. 2024b]	529	Nigéria	Avalia alfabetização em IA de professores em formação, incluindo conhecimento, percepção e competências no uso de IA	NI
A ₁₈	[Abramowitz and Antonenko 2022]	53	EUA	Explora (in)compreensões de professores sobre IA.	NI
A ₁₉	[Celik 2022]	428	Finlândia	Desenvolve métodos para medir literacia em TPACK/IA entre professores.	NI
A ₂₀	[Kong and Yang 2024]	31	Hong Kong	Propõe framework de ensino centrado no ser humano com IA generativa para aprendizado autorregulado na educação básica.	60h
A ₂₁	[Fundi et al. 2024]	308	Quênia	Avalia preparação de professores em serviço para integrar IA em currículo baseado em competências.	45m
A ₂₂	[Lee and Moore 2024]	2	EUA	Avalia eficácia de currículo de alfabetização em IA (DAILY Curriculum) quando ensinado por professores da educação básica.	50h

Continua na próxima página

ID	Autor e Ano	Participantes	Região	Foco	Duração
A ₂₃	[Jetzinger et al. 2024]	146	Alemanha	Forma professores para integrar IA ao currículo obrigatório na Alemanha.	3 meses
A ₂₄	[Jatileni et al. 2023]	159	Namíbia	Avalia percepções e intenções de professores em relação ao ensino de IA no currículo obrigatório.	NI
A ₂₅	[Velander et al. 2023b]	37	Suécia	Explora compreensão de professores sobre IA e desafios de implementação na educação básica.	NI
A ₂₆	[Chiu et al. 2022]	8	Hong Kong	Diagnostica preconceitos, desafios e lacunas de conhecimento em IA para embasar criação de currículo pré-universitário.	NI
A ₂₇	[Zhao et al. 2022]	1013	China	Analisa fatores que influenciam alfabetização em IA de professores, usando modelagem de equações estruturais.	NI
A ₂₈	[Kandlhofer et al. 2023]	203	Austria	Desenvolve e avalia projeto de educação e conscientização em IA (ENARIS).	2h a 4h
A ₂₉	[Sanusi et al. 2021]	12	África	Investiga preconcepções de professores sobre ensino de aprendizado de máquina no ensino médio e desafios de implementação.	NI
A ₃₀	[Kim and Kwon 2023]	67	Coreia do Sul	Investiga competências de professores para ensinar IA usando o modelo TPACK.	NI
A ₃₁	[Du et al. 2024]	318	China	Analisa efeitos da alfabetização em IA na intenção de professores aprenderem IA e aplicarem em sala de aula.	NI
A ₃₂	[DiPaola et al. 2023]	14	EUA	Desenvolve programa de desenvolvimento profissional para capacitar professores como designers de currículo em IA.	1 ano
A ₃₃	[Sun et al. 2022]	40	China	Desenvolve e testa programa de desenvolvimento profissional TPACK para aprimorar competência docente em IA.	75h
A ₃₄	[Williams et al. 2021]	7	EUA	Desenvolve e avalia currículo de IA e ética para alunos do ensino médio, com formação específica para professores.	7 dias
A ₃₅	[Polak et al. 2022]	14	Itália	Identifica percepções, desafios e necessidades para futuros programas educacionais em IA.	2 dias + 5 sessões de 2,5h
A ₃₆	[Hur 2024]	46	EUA	Investiga evolução de preocupações, crenças, confiança e interesse de futuros professores sobre IA.	8 semanas
A ₃₇	[Pu et al. 2021]	60	China	Desenvolve e testa módulo de aprendizado baseado em serviço para aprimorar conhecimento e motivação de futuros professores no ensino de IA.	15 semanas
A ₃₈	[Lorenz and Romeike 2023]	NI	Alemanha	Propõe framework AI-PACK, definindo competências essenciais para professores ensinarem IA, baseadas no modelo DPACK.	NI

4.1. Características dos estudos

A temática de alfabetização em IA no nível da Educação Básica é relativamente recente e ganhou mais atenção acadêmica, sobretudo, nos últimos anos. Por esse motivo, foram analisadas publicações a partir de 2019. Conforme ilustrado na Figura 2, observa-se uma concentração expressiva de estudos publicados a partir de 2023, o que reforça a crescente atenção dada à IA nos dias atuais, em especial pelo interesse na inclusão desse tema nos currículos da Educação Básica em alguns países [Wei et al. 2020, Kim 2024, Chiu and Chai 2020, Vazhayil et al. 2019].

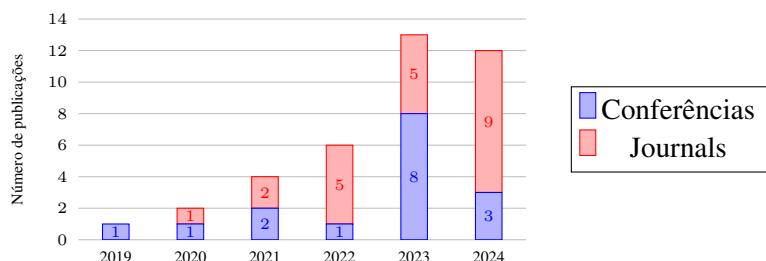


Figura 2. Distribuição dos artigos selecionados pela RSL por ano (N=38).

Outra característica observada nos estudos desta RSL é a predominância de pesquisas voltadas para professores em exercício na Educação Básica (N=31), enquanto um número menor de estudos aborda a formação de professores em Licenciatura (N=7). Além disso, dos 38 artigos selecionados, a maioria consiste em estudos empíricos (N=34), enquanto apenas 4 são de caráter teórico.

4.2. Quais métodos são utilizados para qualificar os professores da Educação Básica na área de IA?

A qualificação dos professores se deu por diferentes métodos. Os estudos A₀₁, A₀₃, A₀₄, A₀₈, A₀₉, A₁₄, A₁₅, A₂₀, A₂₂, A₂₃, A₂₈, A₃₂, A₃₃, A₃₄, A₃₆ e A₃₇ apresentam programas,

cursos ou intervenções de capacitação docente. Esses trabalhos incluem cursos presenciais e online, oficinas práticas e metodologias como, por exemplo, o aprendizado baseado em projetos e o ensino colaborativo. Por outro lado, os estudos *A₀₂*, *A₀₅*, *A₀₇*, *A₁₂*, *A₁₄*, *A₁₆*, *A₃₅*, *A₃₇* e *A₃₈* não implementam cursos ou programas, mas sugerem diretrizes para futuros programas de capacitação docente em IA. Outra estratégia identificada nos estudos *A₀₂*, *A₀₃*, *A₀₄*, *A₁₅*, *A₂₂*, *A₂₆*, *A₂₈*, *A₃₂* e *A₃₄* é o desenvolvimento de currículos específicos para IA na Educação Básica, sendo que, em alguns desses estudos, os currículos são elaborados com a participação dos professores. Os estudos *A₀₅*, *A₀₆*, *A₁₂*, *A₁₄*, *A₁₆*, *A₁₇*, *A₂₁*, *A₂₄*, *A₂₇*, *A₃₀* e *A₃₁* investigam as barreiras e os fatores que facilitam a adoção da IA na Educação Básica. Alguns estudos apontam que infraestrutura inadequada, falta de diretrizes curriculares claras e preocupações éticas (como viés algorítmico e impacto na privacidade dos alunos) dificultam a adoção da IA nas escolas. Os estudos *A₀₆*, *A₁₀*, *A₁₃*, *A₁₆*, *A₁₇*, *A₁₈*, *A₁₉*, *A₂₁*, *A₂₄*, *A₂₅*, *A₂₇*, *A₂₉*, *A₃₀*, *A₃₁*, *A₃₅*, *A₃₆* e *A₃₇* exploram o nível de preparação dos professores para ensinar IA. Eles concluem que a aptidão dos professores em IA ainda é limitada devido à falta de capacitação, insegurança no uso de IA e a ausência de diretrizes claras. No entanto, eles também destacam que o contato prático com as ferramentas de IA e as metodologias ativas contribuem para uma maior confiança e engajamento dos professores. Os estudos *A₀₇*, *A₁₀*, *A₁₃*, *A₂₂*, *A₂₃*, *A₂₅*, *A₂₆*, *A₂₈*, *A₃₂*, *A₃₄* e *A₃₅* discutem que, ao aplicar currículos de IA, professores enfrentam desafios como a falta de familiaridade com IA e a necessidade de suporte contínuo, destacando que a capacitação e a flexibilidade curricular facilitariam a implementação da IA nos currículos. Os estudos *A₁₈*, *A₂₄*, *A₂₅*, *A₂₉* e *A₃₆* mostram que muitos professores acreditam que a IA funciona como o cérebro humano ou que ela é sempre objetiva e imparcial. Esses equívocos, influenciados pela mídia e pela falta de formação específica, podem impactar a aceitação e o ensino da IA. Os estudos concluem que corrigir essas percepções é essencial para uma formação docente eficaz. Por fim, os estudos *A₀₁*, *A₁₁*, *A₁₉*, *A₂₀*, *A₃₃* e *A₃₈* propõem modelos estruturados para orientar a formação docente em IA.

4.3. Quais conteúdos de IA são abordados nos estudos sobre alfabetização em IA para professores da Educação Básica?

Os estudos analisados exploram diferentes abordagens para a alfabetização em IA de professores da Educação Básica. Alguns detalham programas e iniciativas, apresentando conteúdos e metodologias, enquanto outros apontam conhecimentos essenciais para integrar a IA ao ensino. Há também estudos que propõem *frameworks* ou currículos estruturados, organizando os conteúdos de forma sistemática. Na Tabela 2 é apresentada uma síntese dos conteúdos abordados nesses estudos e sua correspondência com os trabalhos analisados.

Tema & Conteúdo	Estudos
Fundamentos de IA.	<i>A₀₁</i> , <i>A₀₂</i> , <i>A₀₃</i> , <i>A₀₄</i> , <i>A₀₉</i> , <i>A₁₂</i> , <i>A₁₄</i> , <i>A₁₅</i> , <i>A₂₁</i> , <i>A₂₂</i> , <i>A₂₃</i> , <i>A₂₆</i> , <i>A₂₇</i> , <i>A₂₈</i> , <i>A₂₉</i> , <i>A₃₀</i> , <i>A₃₂</i> , <i>A₃₃</i> , <i>A₃₄</i> , <i>A₃₆</i> , <i>A₃₇</i> , <i>A₃₈</i>
Ética em IA e Impactos Sociais.	<i>A₀₁</i> , <i>A₀₄</i> , <i>A₀₉</i> , <i>A₁₂</i> , <i>A₁₄</i> , <i>A₁₅</i> , <i>A₁₉</i> , <i>A₂₀</i> , <i>A₂₁</i> , <i>A₂₂</i> , <i>A₂₃</i> , <i>A₂₆</i> , <i>A₂₇</i> , <i>A₂₈</i> , <i>A₂₉</i> , <i>A₃₀</i> , <i>A₃₂</i> , <i>A₃₃</i> , <i>A₃₄</i> , <i>A₃₆</i> , <i>A₃₇</i> , <i>A₃₈</i>
Programação e Ferramentas Práticas de IA.	<i>A₀₂</i> , <i>A₀₃</i> , <i>A₀₄</i> , <i>A₀₈</i> , <i>A₀₉</i> , <i>A₁₂</i> , <i>A₁₄</i> , <i>A₁₅</i> , <i>A₁₉</i> , <i>A₂₀</i> , <i>A₂₁</i> , <i>A₂₂</i> , <i>A₂₃</i> , <i>A₂₆</i> , <i>A₂₇</i> , <i>A₂₈</i> , <i>A₃₀</i> , <i>A₃₂</i> , <i>A₃₃</i> , <i>A₃₄</i> , <i>A₃₆</i> , <i>A₃₇</i> , <i>A₃₈</i>
IA Generativa.	<i>A₀₁</i> , <i>A₀₃</i> , <i>A₀₄</i> , <i>A₂₀</i> , <i>A₂₂</i> , <i>A₂₆</i> , <i>A₂₈</i> , <i>A₃₆</i>
Integração Curricular e Metodologias de Ensino.	<i>A₀₉</i> , <i>A₁₂</i> , <i>A₁₅</i> , <i>A₁₉</i> , <i>A₂₀</i> , <i>A₂₁</i> , <i>A₂₃</i> , <i>A₂₆</i> , <i>A₂₇</i> , <i>A₂₈</i> , <i>A₂₉</i> , <i>A₃₀</i> , <i>A₃₂</i> , <i>A₃₃</i> , <i>A₃₄</i> , <i>A₃₆</i> , <i>A₃₇</i> , <i>A₃₈</i>
Carreiras e Impacto da IA no Futuro do Trabalho.	<i>A₂₂</i> , <i>A₂₆</i> , <i>A₃₇</i>

Tabela 2. Conteúdos de IA abordados nos estudos selecionados na RSL.

4.4. Quais os principais desafios mencionados nos estudos sobre a formação de professores em IA?

Alguns desafios foram identificados em 16 estudos que desenvolveram programas ou iniciativas de alfabetização em IA para professores. A falta de conhecimento e familiaridade com IA foi o principal deles, conforme é descrito nos artigos *A₀₁*, *A₀₃*, *A₀₄*, *A₀₈*, *A₂₀*, *A₂₂*, *A₂₃*, *A₂₈* e *A₃₇*. Os estudos *A₀₄*, *A₂₀*, *A₂₈*, *A₂₉*, *A₃₀*, *A₃₂* e *A₃₃* relataram desafios como dificuldades na integração do aprendizado teórico de IA à prática pedagógica. Além disso, as diferenças no nível de conhecimento técnico dos professores evidenciam a necessidade de materiais mais inclusivos e adaptáveis segundo os estudos *A₂₃*, *A₃₃* e *A₃₄*. Outro desafio listado nos estudos *A₀₈*, *A₂₂*, *A₂₃*, *A₃₃*, *A₃₄*, *A₃₆* e *A₃₇* foi a falta de tempo para a implementação dos programas. Por fim, um último desafio foi identificado nos estudos *A₂₀*, *A₂₁*, *A₂₇*, *A₂₈*, *A₂₉*, *A₃₀*, *A₃₁* e *A₃₃*, que é a falta de infraestrutura adequada em muitas escolas para a utilização de ferramentas de IA no ensino, como laboratórios, conexão à internet e dispositivos compatíveis.

4.5. Quais métodos são utilizados para avaliar os estudos sobre a capacitação de professores em IA na Educação Básica?

Os estudos *A₀₁*, *A₀₂*, *A₀₈*, *A₀₉*, *A₂₀*, *A₂₃*, *A₂₈*, *A₃₂*, *A₃₃*, *A₃₆* e *A₃₇* aplicaram questionários diversos pré e pós-ação de capacitação para avaliar a opinião dos professores sobre IA e medir a eficácia da iniciativa de capacitação. Também foram realizadas entrevistas acerca do tema nos trabalhos *A₀₃*, *A₀₇*, *A₂₂*, *A₂₃*, *A₂₈*, *A₃₂*, *A₃₃* e *A₃₄*. Nas pesquisas *A₂₂*, *A₂₃*, *A₃₂* e *A₃₃* os pesquisadores observaram como os professores aplicaram o currículo durante as aulas. Nos estudos *A₀₄*, *A₀₇*, *A₂₂*, *A₃₂*, *A₃₃* e *A₃₄* houve a análise dos materiais produzidos pelos educadores. Por fim, destacam-se estudos quantitativos como o *A₀₅*, com uma pesquisa de questionário onde 204 diretores e professores participaram. Os estudos *A₆* e *A₁₈* utilizaram uma escala Likert para avaliar o conhecimento em IA dos participantes. Nos trabalhos *A₁₃*, *A₁₅* e *A₁₇* foram utilizados questionários online. O estudo *A₀₈* utilizou modelagem estatística para analisar a autoeficácia e a ansiedade dos professores, enquanto *A₁₄* trouxe relatos pessoais sobre a capacitação. Finalmente, *A₁₉* validou uma escala de 27 itens sobre o modelo Intelligent-TPACK, focando na integração da IA ao conhecimento pedagógico e tecnológico.

4.6. Qual é a opinião dos professores sobre as capacitações em IA das quais participam?

Os professores, de forma geral, consideram as iniciativas de alfabetização em IA valiosas, destacando o impacto positivo na confiança para ensinar o tema. Nos estudos *A₀₃*, *A₀₄*, *A₂₀*, *A₂₂*, *A₂₃*, *A₂₈*, *A₃₂*, *A₃₃*, *A₃₄*, *A₃₆* e *A₃₇*, são relatados entusiasmo e motivação para aplicar o aprendizado em sala de aula, ressaltando a relevância dos currículos e materiais utilizados. Por outro lado, os estudos *A₀₃*, *A₀₄*, *A₂₂*, *A₃₂*, *A₃₃*, *A₃₄* e *A₃₇* indicam que os professores acreditam que será um desafio integrar a IA ao currículo da Educação Básica e manifestam preocupações quanto à sua aplicação. Em *A₃₂*, por exemplo, os professores mencionam que os materiais não estavam prontos para uso imediato em sala de aula.

4.7. Em quais fases da Educação Básica os estudos sobre alfabetização em IA são abordados?

Os estudos analisados demonstram uma concentração no ensino fundamental e médio, conforme ilustrado na Tabela 3.

Nível Educacional	Estudos
Ensino Infantil	<i>A09, A36</i>
Ensino Fundamental	<i>A01, A02, A03, A04, A05, A06, A07, A08, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A21, A22, A23, A24, A25, A27, A28, A30, A31, A32, A33, A34, A35, A36, A37, A38,</i>
Ensino Médio	<i>A01, A02, A03, A05, A07, A08, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A21, A23, A24, A25, A26, A27, A28, A29, A31, A33, A36, A38</i>

Tabela 3. Níveis Educacionais abordados pelos estudos.

5. Discussão

Os estudos analisados revelam esforços na capacitação docente em alfabetização em IA, com ênfase em programas de curta duração, como oficinas e cursos intensivos [Younis 2024, DiPaola et al. 2023, Sun et al. 2022].

A maioria das iniciativas é voltada a professores em exercício na Educação Básica, enquanto a formação inicial de licenciandos ainda é pouco explorada [Xie et al. 2023a, Hur 2024, Pu et al. 2021].

Também foram identificadas lacunas, como a ausência de um referencial consolidado para o ensino de IA [Younis 2024, Kandlhofer et al. 2023, Hur 2024] e a necessidade de formações específicas por área, dada a vantagem observada entre docentes de Computação e Matemática [Younis 2024].

Geograficamente, os estudos concentram-se em países tecnologicamente avançados (China, EUA, Hong Kong). Em nações emergentes, observa-se uma divisão temática: enquanto Gana, Namíbia, Nigéria e Quênia focam nas percepções docentes [Ayanwale et al. 2024a, Jatilene et al. 2023, Ayanwale et al. 2024b, Fundi et al. 2024], Índia e Palestina abordam implementação e formação [Vazhayil et al. 2019, Younis 2024]. A ausência de pesquisas na América Latina revela uma lacuna importante.

Há consenso sobre os principais conteúdos da alfabetização em IA: fundamentos, ética, programação, ferramentas e integração curricular. Espera-se que esta revisão estimule novas abordagens para a formação docente, ampliando sua capacidade de incorporar criticamente a IA no ensino.

5.1. Ameaças a validade

Apesar dos esforços para seguir metodologicamente um processo de revisão sistemática, é importante considerar as seguintes ameaças à validade do nosso trabalho: 1) Intervalo de Tempo da Pesquisa: O levantamento inicial das publicações foi realizado entre os dias 26 e 27 de agosto de 2024. Artigos publicados após esse período podem não ter sido incluídos, o que pode ter impactado os resultados gerais da revisão. 2) Na biblioteca *Scopus*, foi utilizado o filtro de pesquisa “títulos, resumos e palavras-chave”, essa limitação foi necessária devido ao grande número de resultados retornados sem esse filtro, o que tornava difícil a análise.

5.2. Agenda para estudos futuros

Com base nesta revisão, observa-se o crescimento da alfabetização em IA, seguindo uma tendência mundial na educação. Esse avanço traz o desafio de ampliar a formação de professores, tornando necessária a realização de ações para fortalecer essa área na Educação Básica.

Outro ponto importante é a falta de um referencial teórico consolidado para a alfabetização em IA na formação de professores da Educação Básica. Embora alguns estudos façam referência a iniciativas existentes, sua aplicação na formação docente ainda não é uniforme. Pesquisas futuras podem contribuir para desenvolver diretrizes mais estruturadas, possibilitando maior consistência nas iniciativas voltadas para professores.

Por fim, observa-se que a capacitação de professores de diferentes áreas do conhecimento ainda é um desafio, já que a maioria dos estudos foca em docentes de disciplinas mais próximas à tecnologia. Investigações futuras devem considerar estratégias que tornem a IA acessível a educadores de diversas áreas, explorando abordagens interdisciplinares e metodologias que facilitem a adoção da IA no ensino.

6. Considerações finais

Esta revisão sistemática analisou estudos voltados para capacitar professores da Educação Básica na compreensão e no uso da IA em contextos educacionais, investigando as diferentes abordagens, metodologias e desafios dessas iniciativas. Nos últimos anos, a alfabetização em IA tem sido progressivamente incorporada à Educação Básica, com iniciativas que buscam introduzir conceitos fundamentais de IA nos currículos escolares. Por esse motivo, a alfabetização em IA tem ganho relevância na formação docente.

Nossas conclusões revelam que, embora exista um crescente interesse acadêmico sobre o tema, ainda são necessários avanços significativos na estruturação de currículos e na capacitação docente.

Entre os principais pontos deste trabalho, destaca-se a importância de estabelecer um referencial teórico-pedagógico consolidado e interdisciplinar, abrangendo docentes de diversas áreas do conhecimento. Isso possibilitaria uma educação mais crítica e consciente sobre a IA, promovendo a formação de cidadãos capazes de lidar com as implicações sociais, éticas e econômicas dessa tecnologia.

A revisão também apontou desafios como infraestrutura tecnológica insuficiente e a necessidade de materiais didáticos mais adaptáveis e acessíveis. Esses desafios requerem ações estratégicas e políticas públicas direcionadas, promovendo oportunidades de inovação na educação tecnológica do país.

Finalmente, este trabalho contribui para a comunidade acadêmica e educacional ao apresentar um panorama das práticas e percepções atuais sobre alfabetização em IA para professores da Educação Básica. Além de servir como referência para futuras pesquisas, ele também pode apoiar a criação de iniciativas que promovam a integração eficaz da IA no contexto escolar, ajudando a preparar os professores para os desafios dessa nova realidade educacional.

Agradecimentos

Agradecemos à Faculdade de Computação - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/MEC – Brasil, ao Instituto de Sistemas de Informação, Leuphana Universität Lüneburg - Alemanha, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq - Brasil, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes – Código de Financiamento 001 pelo apoio concedido, que foi fundamental para a realização deste trabalho.

Referências

- Abramowitz, B. and Antonenko, P. (2022). In-service teachers' (mis)conceptions of artificial intelligence in k-12 science education. *Journal of Research on Technology in Education*, 55:1–15.
- Ayanwale, M., Frimpong, E., Opesemowo, O., and Sanusi, I. (2024a). Exploring factors that support pre-service teachers' engagement in learning artificial intelligence. *Journal for STEM Education Research*, pages 1–31.
- Ayanwale, M. A., Adelana, O. P., Molefi, R. R., Adeeko, O., and Ishola, A. M. (2024b). Examining artificial intelligence literacy among pre-service teachers for future classrooms. *Computers and Education Open*, 6:100179.
- Carmichael, M. (2024). The Ipsos AI Monitor 2024. Technical report, IPSOS. Acessado em 10 de fevereiro de 2025.
- Casal-Otero, L., Catala, A., Fernández-Morante, C., Taboada, M., Cebreiro, B., and Barro, S. (2023). Ai literacy in k-12: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 10:29.
- Celik, I. (2022). Towards intelligent-tpack: An empirical study on teachers' professional knowledge to ethically integrate artificial intelligence (ai)-based tools into education. *Computers in Human Behavior*, pages 1–12.
- Cheng, E. C. K. and Wang, T. (2023). Leading digital transformation and eliminating barriers for teachers to incorporate artificial intelligence in basic education in hong kong. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 5:100171.
- Chiu, T. K. and Chai, C.-s. (2020). Sustainable curriculum planning for artificial intelligence education: A self-determination theory perspective. *Sustainability*, 12(14).
- Chiu, T. K. F., Meng, H., Chai, C.-S., King, I., Wong, S., and Yam, Y. (2022). Creation and evaluation of a pretertiary artificial intelligence (ai) curriculum. *IEEE Transactions on Education*, 65(1):30–39.
- Cu, B. and Fujimoto, T. (2023). Design of an instructional framework to deepen teaching and learning experience in regular ai education for middle/high school levels. In Selvaraj, H., Chmaj, G., and Zydek, D., editors, *Advances in Systems Engineering*, pages 413–423, Cham. Springer Nature Switzerland.
- DiPaola, D., Moore, K. S., Ali, S., Perret, B., Zhou, X., Zhang, H., and Lee, I. (2023). Make-a-thon for middle school ai educators. In *Proceedings of the 54th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 1*, SIGCSE 2023, page 305–311, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Du, H., Sun, Y., Jiang, H., Islam, A. Y. M. A., and Gu, X. (2024). Exploring the effects of ai literacy in teacher learning: an empirical study. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11:1–10.
- Eurostat (2025). Use of artificial intelligence in enterprises. Acessado em 10 de fevereiro de 2025.
- Ferrara, E. (2024). Fairness and bias in artificial intelligence: A brief survey of sources, impacts, and mitigation strategies. *Sci*, 6(1).

- Fundi, M., Sanusi, I. T., Oyelere, S. S., and Ayere, M. (2024). Advancing ai education: Assessing kenyan in-service teachers' preparedness for integrating artificial intelligence in competence-based curriculum. *Computers in Human Behavior Reports*, 14:100412.
- Hsu, T.-C., Hsu, T.-P., and Lin, Y.-T. (2023). The artificial intelligence learning anxiety and self-efficacy of in-service teachers taking ai training courses. In *2023 International Conference on Artificial Intelligence and Education (ICAIE)*, pages 97–101.
- Hur, J. (2024). Fostering ai literacy: overcoming concerns and nurturing confidence among preservice teachers. *Information and Learning Sciences*, 126.
- Jatileni, C., Sanusi, I., Olaleye, S., Ayanwale, M., Agbo, F., and Oyelere, P. (2023). Artificial intelligence in compulsory level of education: perspectives from namibian in-service teachers. *Education and Information Technologies*, 29.
- Jayasuriya, S., Swisher, K., Rego, J. D., Chandran, S., Mativo, J., Kurz, T., Collins, C. E., Robinson, D. T., and Pidaparti, R. (2024). Imagesteam: teacher professional development for integrating visual computing into middle school lessons. In *Proceedings of the Thirty-Eighth AAAI Conference on Artificial Intelligence and Thirty-Sixth Conference on Innovative Applications of Artificial Intelligence and Fourteenth Symposium on Educational Advances in Artificial Intelligence, AAAI'24/IAAI'24/EAAI'24*. AAAI Press.
- Jetzinger, F., Baumer, S., and Michaeli, T. (2024). Artificial intelligence in compulsory k-12 computer science classrooms: A scalable professional development offer for computer science teachers. In *Proceedings of the 55th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 1*, SIGCSE 2024, page 590–596, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Kandlhofer, M., Weixelbraun, P., Menzinger, M., Steinbauer-Wagner, G., and Kemenesi, Á. (2023). Education and awareness for artificial intelligence. In Pellet, J.-P. and Parriaux, G., editors, *Informatics in Schools. Beyond Bits and Bytes: Nurturing Informatics Intelligence in Education*, pages 3–12, Cham. Springer Nature Switzerland.
- Kim, K. and Kwon, K. (2023). Exploring the ai competencies of elementary school teachers in south korea. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4:100137.
- Kim, S.-W. (2024). Development of a tpack educational program to enhance pre-service teachers' teaching expertise in artificial intelligence convergence education. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 14(1):1–9.
- Kong, S.-C. and Yang, Y. (2024). A human-centered learning and teaching framework using generative artificial intelligence for self-regulated learning development through domain knowledge learning in k-12 settings. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 17:1562–1573.
- Lee, I. and Moore, K. (2024). An effectiveness study of teacher-led ai literacy curriculum in k-12 classrooms. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 38:23318–23325.
- Lin, P. and Van Brummelen, J. (2021). Engaging teachers to co-design integrated ai curriculum for k-12 classrooms. In *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human*

Factors in Computing Systems, CHI '21, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.

Lorenz, U. and Romeike, R. (2023). What is ai-pack? – outline of ai competencies for teaching with dpack. In *Informatics in Schools. Beyond Bits and Bytes: Nurturing Informatics Intelligence in Education: 16th International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives, ISSEP 2023, Lausanne, Switzerland, October 23–25, 2023, Proceedings*, page 13–25, Berlin, Heidelberg. Springer-Verlag.

Ministério da Ciência, T. e. I. (2021). Estratégia brasileira de inteligência artificial - ebia. Acessado em 5 de fevereiro de 2025.

Ministério da Educação (MEC) (2022). Computação na Educação Básica - Complemento à BNCC. Acessado em 10 de fevereiro de 2025.

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., Stewart, L. A., Thomas, J., Tricco, A. C., Welch, V. A., Whiting, P., and Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372.

Polak, S., Schiavo, G., and Zancanaro, M. (2022). Teachers' perspective on artificial intelligence education: an initial investigation. In *Extended Abstracts of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI EA '22*, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.

Pu, S., Ahmad, N. A., Khambari, N., Yap, N., and Ahrari, S. (2021). Improvement of pre-service teachers' practical knowledge and motivation about artificial intelligence through a service- learning-based module in guizhou, china: A quasi- experimental study. *Asian Journal of University Education*, 17:203–219.

Russell, S. and Norvig, P. (2010). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 3rd edition.

Salas-Pilco, S. Z., Xiao, K., and Hu, X. (2022). Artificial intelligence and learning analytics in teacher education: A systematic review. *Education Sciences*, 12(8).

Sanusi, I., Oyelere, S., and Omidiora, J. (2021). Exploring teachers' preconceptions of teaching machine learning in high school: A preliminary insight from africa. *Computers and Education Open*, 3:100072.

Saura, J. R., Ribeiro-Soriano, D., and Palacios-Marqués, D. (2022). Assessing behavioral data science privacy issues in government artificial intelligence deployment. *Government Information Quarterly*, 39(4):101679.

Sperling, K., Stenberg, C.-J., McGrath, C., Åkerfeldt, A., Heintz, F., and Stenliden, L. (2024). In search of artificial intelligence (ai) literacy in teacher education: A scoping review. *Computers and Education Open*, 6:100169.

Sun, J., Ma, H., Zeng, Y., Han, D., and Jin, Y. (2022). Promoting the ai teaching competency of k-12 computer science teachers: A tpck-based professional development approach. *Education and Information Technologies*, 28:1–25.

- Vazhayil, A., Shetty, R., Bhavani, R. R., and Akshay, N. (2019). Focusing on teacher education to introduce ai in schools: Perspectives and illustrative findings. In *2019 IEEE Tenth International Conference on Technology for Education (T4E)*, pages 71–77.
- Velander, J., Ahmed Taiye, M., Otero, N., Milrad, M., and Zijlema, A. (2023a). Reflections on methods for eliciting teachers understanding, attitudes and emotions about ai. In Milrad, M., Otero, N., Sánchez-Gómez, M. C., Mena, J. J., Durães, D., Sciarrone, F., Alvarez-Gómez, C., Rodrigues, M., Vittorini, P., Gennari, R., Di Mascio, T., Temperini, M., and De la Prieta, F., editors, *Methodologies and Intelligent Systems for Technology Enhanced Learning, 13th International Conference*, pages 124–135, Cham. Springer Nature Switzerland.
- Velander, J., Taiye, M., Otero, N., and Milrad, M. (2023b). Artificial intelligence in k-12 education: eliciting and reflecting on swedish teachers' understanding of ai and its implications for teaching & learning. *Education and Information Technologies*, 29:1–21.
- Wang, X., Li, L., Tan, S. C., Yang, L., and Lei, J. (2023). Preparing for ai-enhanced education: Conceptualizing and empirically examining teachers' ai readiness. *Computers in Human Behavior*, 146:107798.
- Wei, Q., Li, M., Xiang, K., and Qiu, X. (2020). Analysis and strategies of the professional development of information technology teachers under the vision of artificial intelligence. In *2020 15th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE)*, pages 716–721.
- Williams, R., Kaputsos, S., and Breazeal, C. (2021). Teacher perspectives on how to train your robot: A middle school ai and ethics curriculum. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 35:15678–15686.
- Xie, S., Chen, X., Peng, S., and Zhang, S. (2023a). Pre-service teachers' behavioral intention for ai-integrated instruction: A path analysis of the theory of motivation-opportunity-ability (moa). In *2023 5th International Conference on Computer Science and Technologies in Education (CSTE)*, pages 1–5.
- Xie, Y., Lin, Q., Zheng, F., Yin, X., and Ouyang, Z. (2023b). The practice of “mooc plus theme lecture-artificial intelligence tutoring - project practice (mooc+taip)” model to improve ai literacy of preschool teachers. In *2023 Twelfth International Conference of Educational Innovation through Technology (EITT)*, pages 106–112.
- Younis, B. (2024). Effectiveness of a professional development program based on the instructional design framework for ai literacy in developing ai literacy skills among pre-service teachers. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 40(3):142–158.
- Yue, M., Jong, M., and Ng, D. T. K. (2024). Understanding k–12 teachers' technological pedagogical content knowledge readiness and attitudes toward artificial intelligence education. *Education and Information Technologies*, 29:19505–19536.
- Zarifhonarvar, A. (2024). Economics of ChatGPT: a labor market view on the occupational impact of artificial intelligence. *Journal of Electronic Business & Digital Economics*, 3(2):100–116.

Zhao, L., Wu, X., and Luo, H. (2022). Developing ai literacy for primary and middle school teachers in china: Based on a structural equation modeling analysis. *Sustainability*, 14(21).