



ROTEIRO PARA A INTEGRAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM EXPERIÊNCIAS DE ENSINO

RoadMap for Incorporating Artificial Intelligence into Teaching Experiences

Carine G. Webber¹

Diego Flores²

Resumo: O avanço acelerado da Inteligência Artificial (IA) está transformando profundamente diversos setores da sociedade, incluindo a Educação. Internacionalmente, o ensino da IA emerge como uma necessidade, reforçada pelas metas de desenvolvimento mundial sustentável da Unesco (2020). De maneira geral, a IA está se tornando um tema transversal a todas as áreas de conhecimento, estando presente diariamente na vida de todos nós. Embora a utilização da IA no contexto educacional suscite considerável interesse, a falta de orientações específicas pode dificultar sua adoção por parte de docentes menos familiarizados com a área. Em termos tecnológicos, diversas iniciativas têm proporcionado o surgimento de plataformas destinadas à aprendizagem da IA. Porém, o ensino não tem se fortalecido por meio delas, observadas as carências da formação docente em termos computacionais. A fim de contribuir nesta perspectiva, a presente proposta delineia um roteiro destinado a professores que buscam introduzir a IA como recurso pedagógico em suas práticas de ensino. Este guia abrange etapas desde a seleção do problema até a avaliação comparativa entre soluções baseadas em IA e abordagens tradicionais, considerando implicações éticas e de explicabilidade dos métodos. Busca-se, por meio desta proposta, capacitar os professores a abraçar a IA como uma ferramenta enriquecedora no cenário educacional contemporâneo. Até o momento, estudos e avaliações do roteiro proposto foram desenvolvidos no âmbito da docência na Educação Básica. Os resultados preliminares apontam a facilidade de uso desses recursos para uso em sala de aula e na formação docente.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Formação Docente. Capacitação Universitária. Nível de Maturidade em IA.

Abstract: The rapid advancement of Artificial Intelligence (AI) is profoundly transforming various sectors of society, including education. Internationally, the teaching of AI is emerging as a necessity, underscored by UNESCO's Sustainable Development Goals (2020). In a broad sense, AI is becoming a cross-cutting theme across all areas of knowledge, being a daily presence in all of our lives. While the utilization of AI in the educational context sparks considerable interest, the lack of specific guidelines can impede its adoption by educators less familiar with the field. From a technological standpoint, numerous initiatives have given rise to

¹ Doutora em Ciência da Computação pela Université de Grenoble, França. Professora do corpo docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática e colaboradora do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade de Caxias do Sul (UCS). Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7778-6740>. Email: cgwebber@ucs.br

² Mestre em Ensino pelo Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Caxias do Sul, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8243-2269>. Email: dflores2@ucs.br



platforms dedicated to AI learning. However, these platforms have not reinforced teaching, as deficiencies in educators' computational training are observed. In order to contribute to this perspective, the present proposal outlines a framework designed for professors who seek to introduce AI as a pedagogical resource in their teaching practices. This guide encompasses stages from problem selection to comparative evaluation between AI-based solutions and traditional approaches while considering ethical implications and the explainability of methods. Through this proposal, the aim is to empower educators to embrace AI as an enriching tool in the contemporary educational landscape. Up to this point, studies and assessments of the methodological framework have been developed within the scope of teaching in Basic Education. Preliminary results indicate the user-friendliness of these resources for classroom use and teacher training.

Keywords: Artificial Intelligence. Teacher Formation. University Faculty Development. AI Maturity Level.

1 Introdução

Vive-se hoje em uma sociedade digital. Recentemente observa-se o crescimento de produtos e serviços que fazem uso da inteligência artificial (IA), da realidade aumentada, da visão computacional e da telepresença. Aplicativos e serviços inteligentes como Youtube, Waze, Alexa, Netflix, Spotify, Uber, Ifood e ChatGPT possuem a capacidade de processar dados, raciocinar e deliberar a partir deles, demonstrando potencial de aprendizado, percepção, comunicação, planejamento e tomada de decisão autônoma. Para além de um conteúdo tecnológico, a IA está se constituindo em um agente transformador do mercado de trabalho e da forma como a sociedade interage e opera. Emergem reflexões sobre como a Educação está preparando as próximas gerações para lidarem com o desenvolvimento, uso e riscos da IA na sociedade (GOEL, 2017; UNESCO, 2019; CHIU; CHAI, 2020).

Recentemente a Unesco identificou em seu radar um conjunto de áreas de conhecimento que considera importantes a serem ensinadas e desenvolvidas na formação docente (UNESCO, 2023). Dentre elas, a IA emergiu como área prioritária para ser desenvolvida na Educação, conforme detalhamento presente no Consenso de Beijing (UNESCO, 2019), que aborda as relações da IA com a Educação. Complementarmente, a Unesco publicou um guia avançado defendendo que gestores educacionais se apropriem do conhecimento sobre a IA (UNESCO, 2021). O documento descreve definições, técnicas e métodos da área da IA. Ele aborda de forma detalhada as implicações da IA sobre o ensino e a aprendizagem, destacando tendências emergentes.

No cenário educacional internacional, a área da IA vem aos poucos sendo incorporada em currículos de graduação. É consenso em diversos países que o estudo da IA tornou-se um pilar fundamental na educação (LAUPICHLER, *et al.* 2022; CHAN, 2023; FORTANÉ, 2023). As justificativas se apoiam em geral ao fato de que o desconhecimento da área refletirá nos avanços e nas oportunidades profissionais futuras. A IA será aos poucos incorporada em todos os cursos e currículos a fim de refletir a era em que vivemos. Os futuros profissionais, mesmo aqueles que não são cientistas da computação, matemáticos ou engenheiros de IA, terão que interagir com essas novas tecnologias diariamente (FORTANÉ, 2023).

Uma definição frequentemente citada de letramento em IA foi proposta por Long e Magerko (2020), em que a define como sendo um conjunto de competências que permite a uma pessoa avaliar criticamente as tecnologias de IA, comunicar e colaborar eficazmente com a IA,



e utilizar a IA como ferramenta online, em casa e no local de trabalho. Portanto, estudar sobre a IA permite desenvolver a capacidade de compreender, usar, monitorar e refletir criticamente sobre as aplicações de IA, sem necessariamente ser capaz de desenvolver modelos de IA por si próprio. Excluir os estudantes deste processo representa não prepará-los para as mudanças que já estão ocorrendo nas profissões, retirando as oportunidades que eles poderão ter no futuro.

Apesar de tantos conceitos e diretrizes, sabe-se que nada pode se materializar na sala de aula sem o esforço do professor. Para Perrenoud (2000), o professor também precisa desenvolver competências, compreendendo sua capacidade em mobilizar-se cognitivamente para enfrentar as situações emergentes nos processos de ensino. Dentre as principais competências citadas pelo autor destaca-se a que trata de utilizar novas tecnologias, competência essa reforçada pelas demandas e desafios tecnológicos observados atualmente e a competência geral da BNCC (Base Nacional Comum Curricular) que trata da Cultura Digital.

Observando este movimento mundial, percebe-se a necessidade de iniciativas na formação docente e produção de materiais didáticos em língua portuguesa sobre a IA. Partindo-se destas necessidades, entende-se como prioridade a criação de um roteiro destinado a professores que desejem introduzir a IA em suas práticas de ensino. Por outro lado, a grande diversidade da formação docente impacta em qualquer iniciativa que não considere um diagnóstico do nível de maturidade docente quanto aos conceitos da IA. Neste escopo, o presente artigo propõe um roteiro, destinado a professores que buscam introduzir a IA como recurso pedagógico em suas práticas de ensino, tomando como ponto de partida a maturidade docente. Como forma de avaliar o método proposto, ofereceu-se uma formação docente, na forma de um curso de extensão, para docentes da Educação Básica. Os estudos e resultados preliminares são descritos na sequência do artigo.

2 Apontamentos sobre a Formação Docente em IA

A transformação acelerada que a IA tem causado em diversas esferas da sociedade, incluindo a educação, coloca em evidência a necessidade de preparar os professores para lidar com os desafios e oportunidades que essa revolução tecnológica apresenta. De acordo com o comitê da Unesco, a IA tem o potencial de lidar com os maiores desafios da Educação atualmente: inovar no ensino e nas práticas pedagógicas, acelerando assim o progresso em direção às metas de desenvolvimento sustentável das Nações Unidas.

Para estudar melhor os problemas e propor soluções, a Unesco formou um comitê de Inteligência Artificial na Educação composto por especialistas em IA, Educação e Ética. Segundo os documentos descritivos (UNESCO, 2019), eles identificaram três áreas envolvendo as conexões entre a IA e a Educação, assim denominadas: aprendendo com a IA (uso de ferramentas de IA em sala de aula), aprendendo sobre a IA (suas tecnologias e técnicas) e preparando para a IA (desenvolvendo habilidades nas pessoas para que melhor compreendam o potencial e os impactos da IA na sociedade). Consideram ainda que o ensino da IA na escola deve compreender as duas últimas conexões.

A Unesco defende ainda que são os professores que precisam preparar os estudantes para viverem e trabalharem em um mundo com IA. Para além dos conhecimentos e desafios, o documento apoia o uso da IA, de forma ética e responsável, nos processos de ensino e aprendizagem. Os princípios éticos propostos pela UNESCO e outros autores (JOBIN, IENCA, VAYENA, 2019; HAGENDORFF, 2020) compreendem: planejar a IA nas políticas educacionais, capacitar professores, promover o desenvolvimento de valores e habilidades para



a vida e para o trabalho na era da IA, garantir o uso ético, transparente e auditável dos dados e algoritmos.

De acordo com Perrenoud (2000), a formação docente deve ser orientada pela noção de competência. Para Perrenoud é compreensível que o progresso das tecnologias ofereça novos campos de desenvolvimento de competências fundamentais para explorar as suas potencialidades. Complementa ainda que formar docentes para a era das novas tecnologias é formar para o julgamento, para o senso crítico, para o pensamento hipotético e dedutivo, fundamentados na observação, pesquisa, imaginação, classificação e memorização (PERRENOUD 2000, p.128). Neste contexto, cabe direcionar um olhar sobre a formação docente no Brasil. Percebe-se desde a publicação da BNCC (BRASIL, 2018), que as tecnologias digitais vêm modificando as formas de construção do conhecimento. As inovações tecnológicas fizeram emergir um novo desafio para a atividade docente.

Nesse sentido, os professores precisam construir conhecimentos, habilidades e atitudes que os capacitem não apenas a compreender os conceitos fundamentais da IA, mas também a integrá-los de forma significativa em suas práticas pedagógicas. A competência em IA não se restringe apenas à compreensão técnica, mas também envolve a capacidade de refletir criticamente sobre as implicações éticas, sociais e educacionais dessa tecnologia (SHIH, *et al.*, 2021). A formação deve, portanto, promover uma visão holística da IA, abordando tanto seus aspectos técnicos quanto suas ramificações mais amplas.

A IA, como área de estudo, é muito ampla e rica em métodos e técnicas. Ela pertence à área da Ciência da Computação. Como Ciência, ela representa o esforço humano para descobrir e ampliar o conhecimento sobre nosso mundo e nossa realidade (WAZLAWICK, 2014). Existem diversas situações nas quais as técnicas de IA podem ser aplicadas para promover avanços reais, como no caso de sistemas de monitoramento climático, de georreferenciamento, na exploração do espaço e dos buracos negros, na medicina, sendo estes cenários complexos em que modelos permitem desde previsões até diagnósticos. Assim com a internet e os telefones celulares provocaram profundas e definitivas transformações na sociedade, a IA tem sido vista como revolucionária (GATES, 2023). As pesquisas envolvendo a área da IA geram contribuições para diversas áreas do conhecimento e não buscam apenas apresentar novas tecnologias, embora estas também sejam relevantes. Regulações sobre a Ética e o uso da IA tem tramitado em âmbitos políticos e governamentais em todo o mundo. Países da Europa, América do Norte, entre outros, já possuem regulamentações em estágios avançados de discussão. Dentre os aspectos apontados, a explicabilidade dos modelos de IA e a notificação do uso de modelos de IA aos usuários estão entre as demandas mais frequentes.

No âmbito educacional, já existem indicações da UNESCO que orientam que o ensino da IA deve priorizar os métodos de base e expandir-se para tratar aqueles mais utilizados. Uma formação pode iniciar com a conceituação da IA, desenvolvendo em seguida os temas relacionados à aprendizagem das máquinas, uso de dados, comunicação via linguagem falada chegando aos *chatbots*, sistemas de recomendação e decisão e a ética. A IA deve contribuir com outras ferramentas da Ciência que favoreçam a análise, através da qual o objeto de estudo pode ser representado, simulado, dividido e, dessa forma, suas partes analisadas, explicadas e entendidas.

Uma forma de se desenvolver o conhecimento sobre a IA pode por meio de experiências computacionais (SENGUPTA; DICKES; FARRIS, 2018). Isso é possível pois a prática docente envolve experiências, vivências e momentos de internalização e aprendizado. Como defende



Tardif (2011), o professor é o sujeito do seu próprio trabalho e pedagogia, pois é ele quem modela, dá corpo e sentido ao trabalho docente, de seus objetivos profissionais, resultantes de seus saberes e de suas técnicas, personalidade e experiência. Na perspectiva de Tardif (2011), os saberes experienciais dos professores são resultados de um processo de construção individual. Quando compartilhados, por meio de processos de socialização, os saberes são potencializados. Eles brotam da experiência e são por ela validados. A abordagem de Tardif destaca a importância da profissionalização docente. A formação na área da IA deve ser concebida como um processo contínuo e reflexivo, que capacita os professores a adaptarem-se às mudanças tecnológicas e aperfeiçoarem constantemente suas práticas. Tardif enfatiza a necessidade de uma formação que não apenas transmita conhecimentos, mas também desenvolva a capacidade de análise crítica e de tomada de decisões fundamentadas. No contexto da IA, isso implica não apenas em aprender a utilizar ferramentas tecnológicas, mas também em compreender como integrar a IA de maneira eficaz no processo de ensino-aprendizagem, considerando as características individuais dos estudantes e os objetivos educacionais.

3 Avaliando a Maturidade Docente em IA

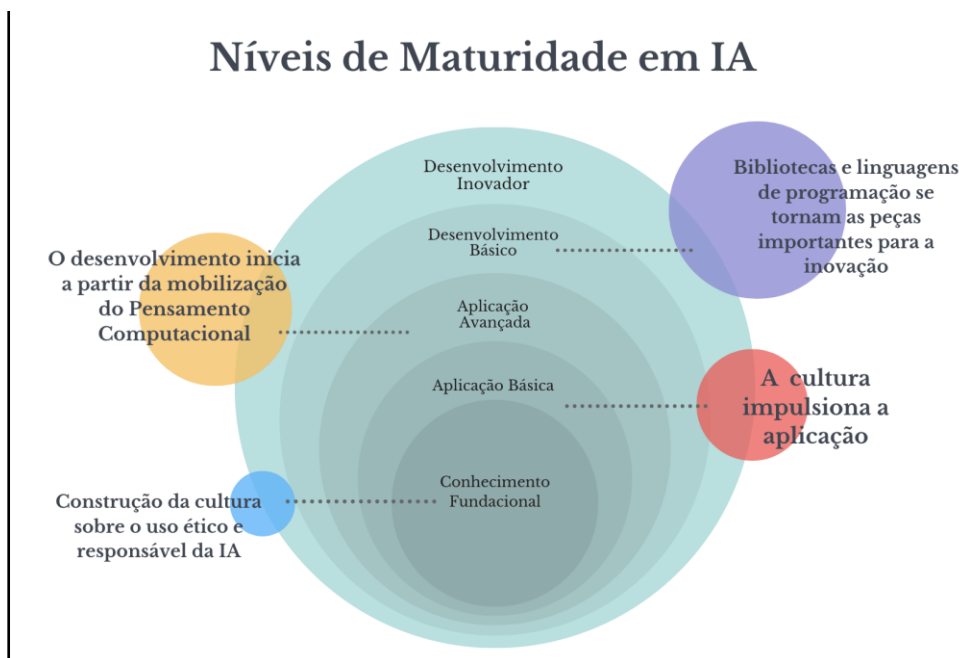
É desejável que a temática da IA seja abordada nas salas de aula de forma a torná-la uma aliada nos processos de ensino e aprendizagem. O primeiro aspecto a ser considerado é a maturidade de um corpo docente em se apropriar das tecnologias, trazendo-as para o seu universo de estudo. A maturidade dos docentes em IA está associada aos conhecimentos, habilidades e atitudes que os capacitem, não apenas a compreender os conceitos fundamentais da IA, mas também a integrá-los de forma significativa em suas práticas pedagógicas. Modelos de maturidade são as ferramentas utilizadas para avaliações e diagnósticos.

Na área de Gestão da Tecnologias da Informação, os modelos de maturidade são ferramentas amplamente utilizadas para gerenciar e coordenar competências organizacionais e tecnológicas. Eles são usados como um componente estratégico para comparar continuamente e definir planos de evolução para avaliar e aprimorar as capacidades organizacionais. Geralmente eles consistem em uma sequência de níveis que avaliam e indicam estágios em algum domínio de aplicação, como desenvolvimento de software, gerenciamento de qualidade e análise de dados. Na área da IA, os grandes grupos de consultorias (e.g. Gartner Group, CMMI Institute e Deloitte) realizam diagnósticos e atribuem níveis de maturidade em IA para organizações com forte perfil inovador. Alguns modelos de maturidade de caráter genérico estão disponíveis para consulta (ALSHEIBANI; MESSOM; CHEUNG, 2019; LICHTENTHALER, 2020). Mais recentemente, modelos destinados ao diagnóstico de maturidade em contexto industrial têm sido propostos (FUKAS, *et al.*, 2023). Em todos eles, as dimensões contempladas envolvem aspectos tecnológicos, disponibilidade de dados, recursos humanos, aspectos éticos e de regulação, além das estratégias organizacionais e orçamento.

Partindo-se dos modelos de maturidade disponíveis, elaborou-se um modelo de maturidade para avaliar as competências docentes em IA. O modelo de maturidade proposto está organizado em cinco níveis ou estágios. A Figura 1 ilustra um diagrama dos níveis de maturidade em IA, partindo-se do nível central inicial e avançando até o último externo.



Figura 1 - Níveis do Modelo de Maturidade em IA



Fonte: os autores (2023).

O primeiro estágio é apresentado como o círculo central inicial, em que existe o entendimento básico dos conceitos de IA, denominado de Conhecimento Fundacional. Nesta posição, o corpo docente precisa ter contato com os princípios, métodos e objetivos da área, campos de aplicação, além dos seus limites, risco e responsabilidade éticas envolvidas. A criação de uma cultura apropriada para inserção da IA no Ensino inicia nesta etapa. Admite-se que conhecer os pressupostos da IA contribui para a construção de uma cultura de docência que lide com os limites e riscos da IA, apoiada em mecanismos de explicabilidade da IA e políticas de regulação. O segundo nível, de Aplicação Básica, indica a utilização de ferramentas e recursos de IA para fins simples. O terceiro nível, denominado Aplicação Avançada, reflete a incorporação de IA em processos e produtos mais complexos. O quarto nível pressupõe que há criação de soluções de IA personalizadas ou inovações internas. Portanto, ocorre um nível de Desenvolvimento Interno. O nível superior, denominado de Inovação de Ponta, representa a liderança na criação de produtos inovadores com IA, podendo estar vinculado a projetos de inovação universitária e *start-ups*.

Identificar o nível de maturidade da comunidade acadêmica é o primeiro passo para o desenvolvimento do conhecimento, das habilidades e delinear os próximos passos. A partir de um diagnóstico guiado em questões e reflexões, a comunidade escolar pode se situar por meio de auto-avaliações. O Quadro 1 apresenta questões, que atuam como ponto de partida, para o processo de diagnóstico do nível de maturidade da comunidade escolar. Responder a elas, e refletir sobre as respostas, pode ajudar a identificar oportunidades de crescimento e áreas para aprimoramento docente. Para cada estágio de maturidade selecionou-se 3 questões que exemplificam os questionamentos e as reflexões pertinentes ao nível.



Quadro 1 - Questões para avaliação da maturidade em relação à IA

Conhecimento Fundacional	Quão confortável estou com os conceitos básicos de IA, como aprendizado de máquina e processamento de linguagem natural?
	Já me envolvi em cursos, workshops ou leituras para aprimorar minha compreensão sobre os conceitos de IA?
	Sou capaz de explicar de maneira simples o que é um modelo de IA para outras pessoas?
Aplicação Básica	Em quais aspectos da minha vida profissional ou pessoal tenho aplicado tecnologias de IA até o momento?
	Consigo identificar situações em que algoritmos de IA poderiam ser utilizados para melhorar processos ou resultados?
	Já utilizei ferramentas ou aplicativos que se baseiam em modelos de IA para melhorar minha produtividade ou tomada de decisões?
Aplicação Avançada	Já desenvolvi ou participei de projetos que envolvem análise de dados complexos e aplicação de algoritmos de IA?
	Consigo identificar tendências emergentes no campo da IA e como elas podem afetar minha área de atuação?
	Tenho habilidades para avaliar e escolher tecnologias mais avançadas de IA para resolver problemas específicos?
Desenvolvimento Básico	Já criei soluções personalizadas de IA para atender às necessidades da minha equipe ou instituição?
	Estou envolvido(a) em iniciativas que visam desenvolver internamente modelos de IA ou sistemas inteligentes?
	Minha organização possui os recursos necessários para explorar o desenvolvimento interno de soluções de IA?
Desenvolvimento Inovador	Minha organização está na vanguarda da inovação em termos de aplicação e pesquisa em IA?
	Já participei ou lidero projetos que buscam criar produtos ou soluções que vão além das abordagens convencionais de IA?
	Estou ciente das fronteiras da IA e das áreas de pesquisa mais recentes e procuro manter-me atualizado(a) com os avanços?

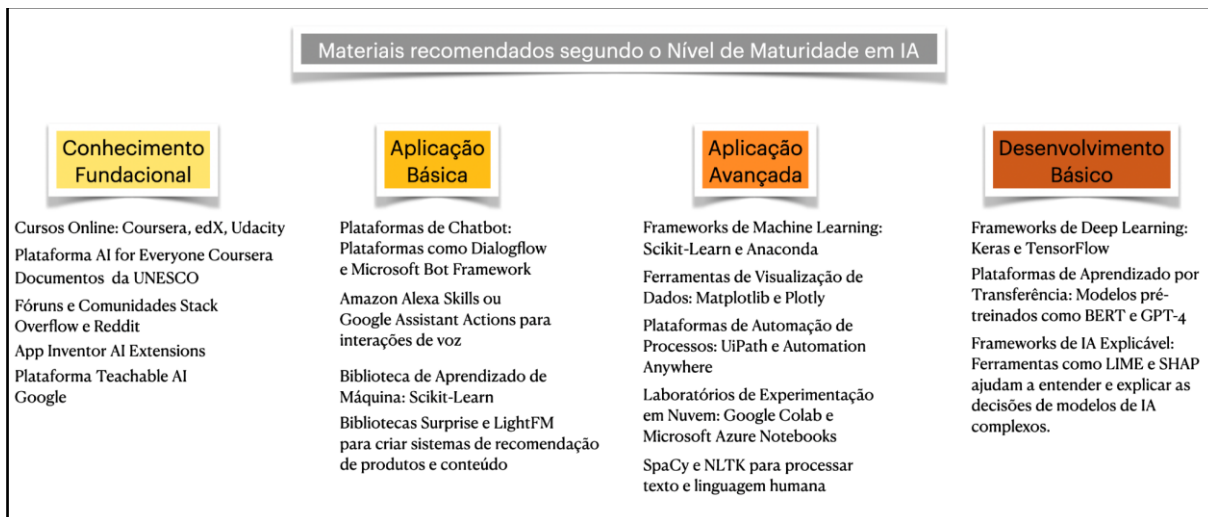
Fonte: os autores (2023).

Em termos de recursos tecnológicos, sistematizou-se a recomendação de ferramentas adaptadas a cada estágio de maturidade (Quadro 2). No primeiro estágio, do Conhecimento Fundacional em IA, os recursos tecnológicos se concentram em proporcionar uma base sólida em IA. Plataformas de aprendizado online oferecem cursos introdutórios e abrangentes, abordando os conceitos fundamentais, como aprendizado de máquina, redes neurais e ética em IA (*Coursera*, *edX* e *Udacity*). Livros e tutoriais são recursos valiosos para entender os fundamentos, enquanto ferramentas de aprendizado interativo permitem experimentar e aplicar os conceitos aprendidos. Fóruns e comunidades online oferecem um espaço para tirar dúvidas



e interagir com outros aprendizes. Bibliotecas de aprendizado de máquina proporcionam um ambiente prático para explorar implementações básicas de IA (*Teachable AI Google*).

Quadro 2 - Recursos tecnológicos posicionais em cada estágio de Maturidade em IA



Fonte: os autores (2023).

No estágio de Aplicação Básica de IA, os recursos tecnológicos estão voltados para a aplicação prática de IA em tarefas simples. Plataformas de *chatbot* permitem a criação de assistentes virtuais interativos, enquanto ferramentas de recomendação auxiliam na criação de sistemas de sugestões personalizadas. Assistentes virtuais como Amazon Alexa Skills permitem a interação por voz.

No terceiro estágio de maturidade, Aplicação Avançada de IA, os recursos tecnológicos se concentram em capacidades mais avançadas de IA. Frameworks de machine learning como ScikitLearn são essenciais para criar e treinar modelos de IA. Ferramentas de visualização de dados ajudam a entender resultados e insights dos modelos (*Anaconda*). Plataformas de processamento de linguagem natural (NLP) ajudam a processar e entender texto. Plataformas de automação de processos, como UiPath, combinadas com IA, podem automatizar processos empresariais. Laboratórios de experimentação em nuvem proporcionam ambientes práticos para treinar e testar modelos avançados (*Google Colab*).

No quarto estágio, Desenvolvimento Básico de IA, os recursos tecnológicos auxiliam no desenvolvimento personalizado de soluções de IA. Acesso a conjuntos de dados avançados, como via Kaggle, proporciona dados desafiadores para projetos inovadores. Frameworks de deep learning como Keras e TensorFlow são essenciais para criar e treinar modelos complexos. Frameworks de IA explicável, como LIME e SHAP, auxiliam na compreensão de decisões de modelos complexos. Plataformas de aprendizado por transferência permitem reutilizar modelos pré-treinados para tarefas específicas (GPT e BERT).

O quinto estágio, que trata do Desenvolvimento Inovador, é o mais avançado. Os recursos tecnológicos são voltados para a pesquisa e inovação de IA. Acesso a conjuntos de dados ricos e sofisticados, aliados a ambientes de simulação e teste, como o OpenAI Gym e Tensorflow, permitem desenvolvimento de modelos para cenários diversos e complexos.



Clusters de GPU de alto desempenho fornecem poder computacional para treinar modelos avançados, proporcionando insights sobre as mais recentes inovações em IA.

Observa-se que os recursos tecnológicos evoluem junto com os estágios de maturidade em IA, fornecendo ferramentas e capacidades cada vez mais avançadas para aprimorar o aprendizado, o desenvolvimento e a inovação nesse campo em constante evolução. Ciente da rápida evolução das ferramentas para o desenvolvimento e estudo da IA, entende-se que os recursos tecnológicos listados no Quadro 2 devem ser considerados como um ponto de partida nesta abordagem.

4 Roteiro para Inserção da IA

A presente proposta delinea um roteiro destinado a professores universitários que buscam introduzir a IA como recurso pedagógico em suas práticas de ensino. A utilização da IA no contexto educacional suscita considerável interesse, porém, a falta de orientações específicas pode dificultar sua adoção por parte de docentes menos familiarizados com a área. Este guia compreensivo abrange etapas desde a seleção do problema até a avaliação comparativa entre soluções baseadas em IA e abordagens tradicionais, considerando implicações éticas e de explicabilidade dos modelos. A proposta visa capacitar os professores na utilização de métodos, técnicas e modelos da IA como uma ferramenta enriquecedora no cenário educacional contemporâneo.

Propõe-se um roteiro estruturado, concebido para professores universitários que buscam integrar a IA em suas práticas pedagógicas. A abordagem visa auxiliar docentes menos familiarizados com a IA a superar barreiras iniciais, oferecendo uma orientação sistemática para a integração dessa tecnologia emergente no contexto educacional. A Figura 2 apresenta um diagrama de fluxo com as seis etapas do percurso metodológico.

O roteiro inicia com a etapa de seleção de um problema e sua contextualização. O ponto de partida reside na identificação de um problema relevante dentro da área de conhecimento da disciplina. Por exemplo, em um curso de Biologia, o desafio pode ser a análise de padrões em grandes conjuntos de dados genéticos para identificar relações entre genes e características fenotípicas. Em um curso de Economia, o problema pode envolver previsões de tendências de mercado com base em dados históricos. No primeiro caso, a IA pode ser utilizada para identificar correlações complexas em dados genômicos, enquanto no segundo, modelos de séries temporais podem ser empregados para análise preditiva.

A segunda etapa do roteiro trata da exploração das capacidades da IA. Tal compreensão é crucial para a escolha de abordagens adequadas. Por exemplo, em um curso de Linguística, técnicas de processamento de linguagem natural podem ser utilizadas para analisar e categorizar textos em diferentes idiomas. Em um curso de engenharia, a utilização de redes neurais artificiais pode permitir a detecção de falhas em sistemas complexos. No primeiro exemplo, a IA pode ser empregada para automatizar a análise de padrões linguísticos em grandes volumes de texto, enquanto no segundo, modelos de IA podem ser treinados para identificar anomalias em sistemas mecânicos. Em termos de abordagens, cada exemplo está associado com diferentes algoritmos. Nesta etapa deve ocorrer uma pesquisa sistemática para mapear as soluções com IA para o problema.



Figura 2 - Etapas do roteiro para inserção da IA



Fonte: os autores (2023).

Após a contextualização e mapeamento das soluções existentes, deve ocorrer a seleção da ferramenta de software que permite a realização de experimentos computacionais. Caso envolva a construção de uma solução, a escolha da ferramenta apropriada é um marco significativo. As plataformas podem variar segundo o nível de maturidade do professor, podendo variar desde as extensões da IA para o MIT App Inventor até plataformas como Scikit-learn. Já ferramentas como Hugging Face permitem o uso de modelos pré-treinados em processamento de linguagem natural. Em um curso de ciência da computação, a plataforma Keras pode ser empregada para ensinar os alunos a criar e treinar modelos de aprendizado de máquina. Em um curso de ciências sociais, a ferramenta Hugging Face pode ser utilizada para analisar a polaridade de opiniões em discursos políticos.

A quarta etapa compreende o desenvolvimento de um protótipo. O desenvolvimento de um protótipo funcional é a concretização das fases anteriores. No ensino de matemática, um protótipo pode envolver a criação de um modelo de aprendizado de máquina para prever padrões em séries numéricas. Em um curso de história, um protótipo pode utilizar análise de sentimento para examinar as opiniões de diferentes períodos históricos em textos. Em um curso de geologia, um protótipo pode ser criado para identificar padrões em dados geológicos, auxiliando na previsão de atividades sísmicas.

Após a etapa de prototipagem, o refinamento da solução é fundamental. Em um curso de medicina, os alunos podem coletar mais dados e ajustar os parâmetros de um modelo de diagnóstico médico baseado em IA. Em uma disciplina de arte, os alunos podem aprimorar um sistema de recomendação de obras de arte com base nas preferências dos usuários. Em um curso de ecologia, a coleta de mais dados e a otimização dos algoritmos de IA podem resultar em modelos mais precisos para a previsão de padrões de biodiversidade.

A dimensão ética e a explicabilidade da solução de IA são examinadas na sexta etapa. Em um curso de Ética, os alunos podem discutir as implicações do uso de algoritmos de decisão automatizada em questões sociais. Comparativamente, em uma disciplina de Psicologia, pode-



se analisar como os diagnósticos baseados em IA se comparam aos diagnósticos tradicionais em termos de precisão e ética. Em um curso de direito, pode-se explorar os desafios legais associados ao uso de sistemas de IA para tomar decisões judiciais.

O roteiro metodológico proposto capacita os professores a explorar a IA como um recurso pedagógico enriquecedor. A aprendizagem contínua é incentivada, uma vez que a evolução da IA demanda atualização constante. Além disso, a reflexão sobre os resultados obtidos e a experiência adquirida no processo orientam futuras iterações e refinamentos, contribuindo para o progresso contínuo das práticas educacionais mediadas por IA.

5 Experimento na formação docente em IA para a Educação Básica

Estudos e avaliações do roteiro foram desenvolvidos no âmbito da docência na Educação Básica. Para a concepção de uma formação docente, priorizou-se a conceituação geral da IA e a área de aprendizado de máquina, por entender-se que ela mobiliza dilemas éticos evidentes e possíveis de serem compreendidos e trabalhados em um curso de curta duração. A formação foi ofertada como um curso de extensão introdutório sobre os conceitos da IA (18h). O curso foi estruturado com a intenção de desenvolver habilidades do pensamento computacional (PAPERT, 1994; WING, 2006), por meio da criação de aplicativos para dispositivos móveis, via linguagem de programação em blocos na plataforma MIT App Inventor. A temática da IA escolhida para atividades gerais foi o contexto dos *Deep Fakes*. O curso foi estruturado em seis encontros, descritos brevemente no Quadro 3. O detalhamento da formação, incluindo materiais didáticos, códigos e projetos está disponível via Google Drive (FLORES, 2022). Ela integra o produto educacional do mestrado profissional em Ensino de Ciências e Matemática, desenvolvido pelos autores.

A formação foi oferecida na modalidade de extensão acadêmica para um grupo de doze professores das áreas de Ciências, Matemática, História e Língua Portuguesa, atuantes na Educação Básica no município de Caxias do Sul, no Rio Grande do Sul. O curso de extensão foi realizado na Universidade de Caxias do Sul, gratuitamente, vinculado à Área do Conhecimento de Ciências Exatas e Engenharias, classificado como Treinamento e Qualificação Profissional, com certificação. Os professores participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. O perfil docente compreendeu participantes de faixa etária entre 35 e 50 anos com atuação docente mínima de doze anos. Os docentes não possuíam conhecimentos prévios sobre a área de IA. Por esta razão, o curso foi elaborado para prover conhecimentos iniciais para o alcance do primeiro nível de maturidade de Conhecimento Fundacional.

O primeiro encontro foi planejado para promover a familiarização entre os docentes em formação, o pensamento computacional e as aplicações de IA. Ao longo de toda a formação buscou-se criar momentos didáticos e orientativos para assimilação dos conceitos, mesclando com momentos de prática e mão na massa. Para as atividades práticas utilizou-se a plataforma MIT App Inventor (WOLBER, ABELSON e FRIEDMAN, 2014). Esta plataforma consiste em uma ferramenta de programação visual, baseada em blocos, para o ensino de programação por meio da construção de aplicativos para dispositivos móveis (Android e IOS).



Quadro 3 - Planejamento didático para a formação docente em IA.

<i>Encontro</i>	<i>Temática principal</i>	<i>Princípios éticos</i>
<i>1</i>	Conceitos básicos da IA Resolução de problemas com IA	Valores humanos e bem estar social Justiça (evitar vieses injustos)
<i>2</i>	Conceitos básicos da IA Aprendizado de Máquina Importância dos dados	Justiça (evitar vieses injustos) Centrada no ser humano Privacidade e segurança
<i>3</i>	Aprendizado de máquina Importância dos dados Experiência computacional integrando soluções de problemas com a IA	Justiça (evitar vieses injustos) Centrada no ser humano Transparência e explicabilidade Rastreabilidade (sistemas auditáveis)
<i>4</i>	Aprendizado de máquina Responsabilidade no uso da IA Valores e princípios da IA Explorando os DeepFakes Criação de aplicativo para detecção de vozes falsas	Valores humanos e bem estar social. Transparência e explicabilidade da IA Rastreabilidade (sistemas auditáveis) Privacidade e segurança. Governável. Confiável e seguro
<i>5</i>	Experiência computacional construída pelos professores utilizando a plataforma MIT App Inventor, uma linguagem de programação visual e extensões de IA.	Estímulo às reflexões sobre o pensamento crítico, ético e responsável no uso e desenvolvimento da IA.
<i>6</i>	Apresentação dos projetos criados pelos professores participantes.	Estímulo às reflexões sobre o pensamento crítico, ético e responsável no uso e desenvolvimento da IA.

Fonte: Os autores.

O segundo e o terceiro encontros privilegiaram atividades mão na massa para testes e construção de aplicativos utilizando extensões de IA. A linguagem de programação visual utilizada foi o recurso para o ensino das instruções e da lógica de programação. A partir das experiências computacionais realizadas a cada encontro, os princípios éticos foram sendo conceituados e discutidos.

Destaca-se, em particular, que no terceiro encontro foram demonstradas as extensões de IA disponíveis para a plataforma MIT App Inventor. Dentre as opções disponíveis, as extensões se aplicam a tarefas de classificação de imagens, classificação de áudios, interação via voz com a Alexa, processamento de imagens com os filtros faciais, sistemas especialistas para terapias, tutorial de dança e alguns jogos (APP INVENTOR, 2023). Este momento foi importante para a formação docente pois eles tiveram contato com recursos que permitem o desenvolvimento de aplicativos com modelos de IA. Atestou-se a necessidade de familiarização com tais ferramentas no ambiente educacional. Logo após os testes com as extensões de IA, os docentes em formação iniciaram o projeto e concepção de um aplicativo para reconhecer e classificar



objetos usando visão computacional. Para realizar esta tarefa, os docentes foram orientados e acompanhados em suas dúvidas. Todos os docentes participantes tiveram sucesso nesta tarefa, produzindo, ao seu término, um aplicativo operacional, podendo ser executado em seus próprios dispositivos celulares.

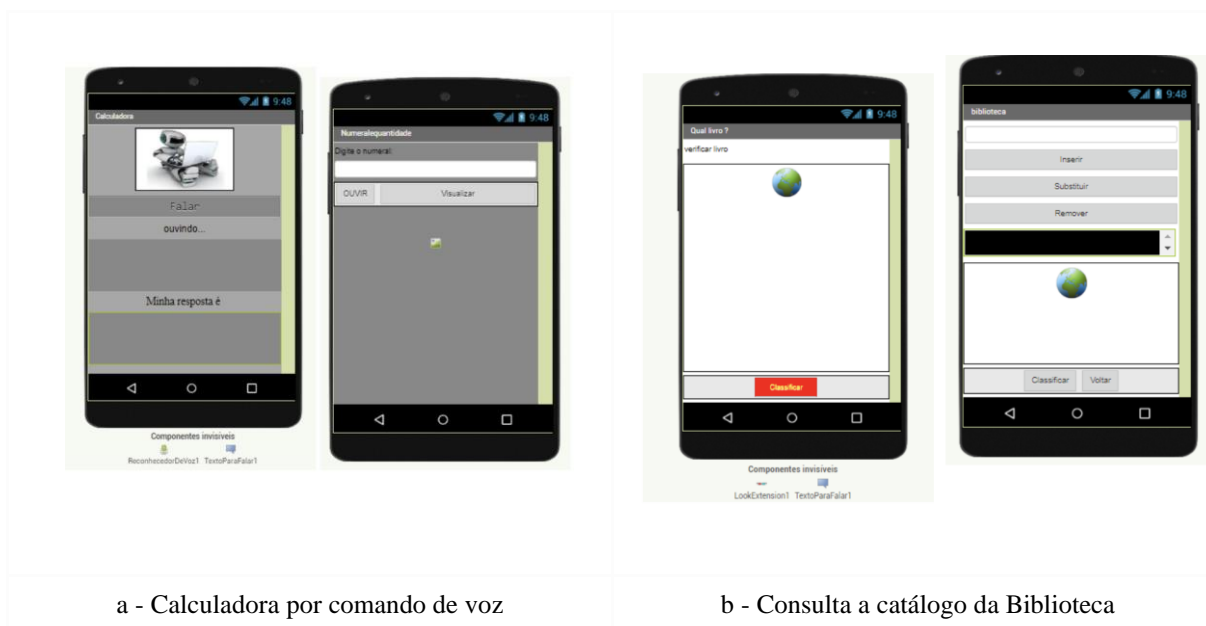
No quarto encontro, a temática ética foi reforçada com apoio de materiais didáticos e documentos da UNESCO. A partir das experiências realizadas previamente, os docentes perceberam e foram capazes de nomear benefícios, oportunidades, mas também riscos e desafios associados aos modelos de IA. No quinto encontro foi proposto o maior desafio da formação: planejar uma experiência computacional interdisciplinar envolvendo o desenvolvimento de um aplicativo com IA. Cada docente planejou e programou um aplicativo no contexto do componente curricular em que atuava. Todos os docentes utilizaram a plataforma MIT App Inventor e ao menos uma extensão de IA disponível.

No sexto encontro os docentes apresentaram seus projetos e compartilharam seus produtos e aplicativos. Destaca-se aqui dois projetos desenvolvidos durante a formação nas áreas de Ensino da Matemática e da Língua Portuguesa. Na área de ensino de Matemática, o docente propôs um aplicativo com funcionalidades de uma calculadora que executa comandos de voz (figura 3 - a). Para usá-la basta falar a expressão aritmética a ser avaliada. O resultado é apresentado na tela, na forma numérica, e via fala. Neste aplicativo foi utilizado o componente *speech-to-text* e *text-to-speech*. O docente situou seu aplicativo no componente curricular de Matemática no Ensino Fundamental I, que compreende habilidades de resolução de operações matemáticas simples e a leitura de números. O segundo aplicativo em destaque foi proposto por um docente para atender uma necessidade da biblioteca da escola, cujas obras não estão disponíveis para consulta (figura 3 - b). Por isso, o docente desejou desenvolver um aplicativo que possibilitasse o cadastro das obras e acesso por palavras-chave, autor, assunto, utilizando comandos de voz.

Os dois projetos de aplicativos, aqui apresentados, utilizam recursos de comunicação via voz (*speech-to-text* e *text-to-speech*). Ao término da formação, cada docente produziu uma autoavaliação sobre seu percurso e sobre os aprendizados alcançados. Todos reconheceram que os desafios são importantes e manifestaram as dificuldades do percurso e aprendizados conquistados para o alcance do Conhecimento Fundamental. Os participantes reconheceram que, ao final do curso, sentiam-se seguros e confiantes, tanto na compreensão de conteúdos de programação em blocos quanto na utilização da plataforma do MIT App Inventor em suas atividades em sala de aula.



Figura 3 - Telas dos aplicativos desenvolvidos por professores



Fonte: Os autores.

Quanto ao uso das extensões de IA, disponibilizadas pela plataforma MIT App Inventor, os participantes demonstraram confiança apenas nas extensões trabalhadas no curso. A compreensão, ainda que inicial, sobre os modelos de IA foi considerada como ponto de partida para o aprofundamento que a complexidade da área demanda. Sendo assim, foi solicitado que o material do curso estivesse acessível para consultas. Construiu-se então um website simples para os participantes (FLORES, 2023). Por fim, pode-se concluir que a formação, embora tenha alcançado um público pequeno, já caracteriza uma evidência de que avanços são possíveis há medida que os docentes se envolvem e percebem as contribuições para os processos de ensino e aprendizagem.

6 Considerações Finais

A criação do roteiro proposto, oferece uma resposta prática ao desafio de como capacitar professores menos familiarizados com a IA, para integrá-la de forma eficaz em suas práticas de ensino. O roteiro abrange desde a identificação de problemas pertinentes ao uso de métodos de IA até a avaliação comparativa entre soluções baseadas em IA e abordagens convencionais. O enfoque na ética e na explicabilidade reflete a preocupação com a responsabilidade e a transparência no uso da tecnologia.

O roteiro proposto é um ponto de partida. A importância desta discussão transcende o ambiente acadêmico, impactando a formação de futuros profissionais e a sociedade em geral. A IA é um tema transversal, cruzando as fronteiras das disciplinas tradicionais, e a capacitação dos educadores para navegarem nesse cenário é fundamental. Além disso, os experimentos práticos demonstram que a abordagem proposta é viável e pode enriquecer tanto a experiência de aprendizado dos estudantes quanto o desenvolvimento profissional dos docentes.

Os primeiros passos propostos retratam uma experiência inicial, certamente limitada, mas que pode ser a semente de uma transformação na maneira como a IA é percebida e utilizada na educação. Capacitar os educadores para que se tornem catalisadores da inovação tecnológica



é um passo crucial para preparar a próxima geração de profissionais e cidadãos para um mundo onde a IA é uma realidade onipresente. Como trabalhos futuros, pretende-se ampliar as experiências computacionais com docentes do Ensino Superior e refinar os modelos propostos.

Referências

ALSHEIBANI, S., MESSOM, C., CHEUNG, Y. Towards an Artificial Intelligence Maturity Model: From Science Fiction to Business Facts. *In: Proceedings of the 23rd Pacific Asia Conference on Information Systems*. Xi'an, China, 2019.

APP INVENTOR. **Artificial Intelligence with MIT App Inventor**. 2023. Disponível em: <https://appinventor.mit.edu/explore/ai-with-mit-app-inventor>. Acesso em: 10 out. 2023.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular** - Versão Final. 11.maio.2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 6 out. 2019.

CHAN, C.K.Y. A comprehensive AI policy education framework for university teaching and learning. *Int J Educ Technol High Educ*, v. 20, n. 38, 2023.

CHIU, T.K.; CHAI, C.-S. Sustainable Curriculum Planning for Artificial Intelligence Education: A Self-Determination Theory Perspective. *Sustainability*, 12, 55-68, 2020.

FLORES, D. **Ensinando IA na Escola**. 2023. Disponível em: <https://sites.google.com/view/ensinadoiacomappinventor/o-que-%C3%A9-ia?authuser=0>. Acesso em: 12 nov. 2023.

FLORES, D. **Sequência Didática para Formação de Docentes da Educação Básica para o ensino da IA nas disciplinas STEAM**. Produto Educacional do Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática. Caxias do Sul: UCS, 2022. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1z1skNY_YkzhOuCR1qvKSjSQICxmdCW6g/view. Acesso em: 12 nov. 2023.

FOURTANÉ, S. **AI Literacy is a Fundamental Pillar in Higher Education**. 11 ago. 2023. Disponível em: <https://www.fierceeducation.com/student-engagement/ai-literacy-fundamental-pillar-higher-education>. Acesso em: 10 out. 2023.

FUKAS, P., BOZKURT, A., LENZ, N., THOMAS, O. Developing a Maturity Assessment Tool to Enable the Management of Artificial Intelligence for Organizations. *CAiSE Workshops*, 43-49, 2023.

GATES, B. **The Age of AI Has Begun**. *GatesNotes*, mar. 2023. Disponível em: <https://www.gatesnotes.com/The-Age-of-AI-Has-Begun>. Acesso em: 10 out. 2023.

GOEL, A. Editorial: AI Education for the World. *AI Magazine*, v. 38, n. 3, 2017.

HAGENDORFF, T. The Ethics of AI Ethics: An Evaluation of Guidelines. *Minds Mach*, 30, 99-120, 2020.



JOBIN, A.; IENCA, M.; VAYENA, E. The global landscape of AI ethics guidelines. **Nat. Mach. Intell.**, v.1, p. 389–399, 2019.

LAUPICHLER, M.C., ASTER, A., SCHIRCH, J., RAUPACH, T. **Artificial intelligence literacy in higher and adult education: A scoping literature review.** Computers and Education: Artificial Intelligence, 2022. vol. 3.

LICHTENTHALER, U. Five Maturity Levels of Managing AI: From Isolated Ignorance to Integrated Intelligence. **J. Innov. Manag.**, n. 8, v. 1, p.39–50, 2020.

LONG, D.; MAGERKO, B. What is AI Literacy? Competencies and Design Considerations. **Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems**, 2020.

PAPERT, Seymour. **A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática.** Porto Alegre: Artmed, 1994.

PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar.** Porto Alegre: Artmed, 2000.

SENGUPTA, P.; DICKES, A.; FARRIS, A. Toward a Phenomenology of Computational Thinking in K-12 STEM. *In*: KHINE, M.S., (Ed). **Computational Thinking in STEM Discipline: Foundations and Research Highlights.** Springer, 2018.

SHIH, P.-K.; LIN, C.-H.; WU, L.Y.; YU, C.-C. Learning Ethics in AI—Teaching Non-Engineering Undergraduates through Situated Learning. **Sustainability**, 13, 3718, 2021. <https://doi.org/10.3390/su13073718>.

TARDIF, M. O trabalho docente, a pedagogia e o ensino. Interações humanas, tecnologias e dilemas. *In*: TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional.** 12. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

UNESCO. CONSENSO DE BEIJING. **Conferência Int. sobre Inteligência Artificial e Educação, Planejamento da Educação na Era da IA.** Lead the Leap, Pequim, 2019.

UNESCO. AI and education: guidance for policy-makers. Paris: UNESCO, 2021.

UNESCO. **Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence.** Paris: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, 2022.

UNESCO. **Education in the age of artificial intelligence.** Paris: The UNESCO Courier, 2023.

WAZLAWICK, R. S. **Metodologia de Pesquisa para Ciência da Computação.** 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

WING, J. M. Computational thinking. **Communications of the ACM**, v. 49, n.3, 33-35, 2006.

WOLBER, D., ABELSON, H., FRIEDMAN, M. Democratizing computing with App Inventor. **Mobile Computing and Communications Review**, v. 18, n. 4, pp 53-58, out. 2014.

Recebido em agosto de 2023.

Aprovado em outubro de 2023.